

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**ESTUDO DOS EFEITOS DO PROJETO MODULAR
SOBRE A MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA POR
REPARADORES INDEPENDENTES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ana Paula Santos Rosa

Santa Maria, RS, Brasil

2023

**ESTUDO DOS EFEITOS DO PROJETO MODULAR
SOBRE A MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA POR
REPARADORES INDEPENDENTES**

Por

Ana Paula Santos Rosa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Vinicius Kaster Marini, Ph.D.

Santa Maria, RS, Brasil

2023

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Graduação em Engenharia Mecânica**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o
Trabalho de Conclusão de Curso

**ESTUDO DOS EFEITOS DO PROJETO MODULAR
SOBRE A MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA POR
REPARADORES INDEPENDENTES**

Elaborada por
Ana Paula Rosa

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Mecânica

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Prof. Vinicius Kaster Marini, Ph. D.
(Presidente/Orientador)**

Prof. Leonardo Nabaes Romano

Prof. Leandro Costa de Oliveira

Santa Maria, 2023

Este trabalho se configura como pesquisa de formação técnico-científica em engenharia, sem interesse comercial dos respectivos participantes e colaboradores. São propriedade de seus respectivos proprietários: Marcas de empresas e produtos; Desenhos industriais de carroceria e componentes externos; Configurações físicas, dimensionais e materiais de componentes desde projetos de engenharia;

Santa Maria, agosto de 2023

Assinatura:

DEDICATÓRIA

Ao meu amado, Newton Reis da Rosa Filho, por me apoiar e acreditar em mim,
mesmo quando eu fui incapaz.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Vinicius Kaster Marini pelos valiosos conhecimentos passados a mim através de uma orientação paciente e construtiva.

Ao prof. Dr. Leandro Costa De Oliveira pela compreensão e ajuda para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos os professores e colegas que colaboraram em conhecimentos e experiências para que eu pudesse me tornar uma profissional e pessoa melhor.

A Deus pelas pessoas que conheci, pelas oportunidades e por eu poder desfrutar de uma vida boa.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia Mecânica
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

ESTUDO DOS EFEITOS DO PROJETO MODULAR SOBRE A MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA POR REPARADORES INDEPENDENTES

AUTOR: ANA PAULA SANTOS ROSA
ORIENTADOR: VINICIUS KASTER MARINI
SANTA MARIA, 22 DE AGOSTO DE 2023.

Existem vários estudos internacionais sobre o emprego de práticas de engenharia de produtos modulares na indústria automotiva. Nesses estudos, se identifica a evolução do projeto modular desde o conceito Baukasten (repositório de blocos construtivos) até o conceito de plataformas modulares e famílias de produtos. No Brasil, pesquisas nessa área têm sido executadas por grupos de universidades brasileiras, visando traduzir esses conceitos para um vocabulário local em casos de diferentes produtos. No entanto, ainda não há entendimento claro sobre os efeitos da modularização da engenharia de automóveis sobre as práticas de manutenção e o comércio de peças de reposição de veículos automotores. Este estudo tem como objetivo realizar pesquisa e análise qualitativa de fatores chave para compreender a influência do projeto de plataformas automotivas modulares para além das fábricas e montadoras, buscando explorar a realidade do mercado de manutenção veicular e a mobilização da cadeia de suprimentos automotiva para a engenharia de veículos em plataformas modulares. Para tanto, foi utilizada como metodologia a pesquisa qualitativa, aliada à pesquisa bibliográfica e entrevista (anonimizada) com reparadores independentes. Entre os principais resultados obtidos pode-se perceber que a arquitetura modular possui fundamental relevância técnica nas empresas automobilísticas e seu futuro, sendo parte de uma nova geração de revolução tecnológica, representando a principal direção da transformação e desenvolvimento da indústria automotiva global. A pesquisa bibliográfica permitiu o entendimento de que a adoção de plataformas modulares otimiza os processos de projeto e inovação no mercado, se traduzindo também em manutenção facilitada e vantagens econômicas com a comunização de peças de reposição, ferramentas e procedimentos, o que beneficia consumidores e trabalhadores da manutenção independente de veículos. Além disso, a partir da entrevista com os reparadores foi identificada uma grande dificuldade e falta de conhecimento, demonstrando que o conhecimento sobre arquitetura modular ainda é uma competência exclusiva das montadoras.

Palavras-chave: Projeto modular, projeto de engenharia, plataforma automotiva, manutenção.

ABSTRACT

STUDY OF THE EFFECTS OF THE MODULAR DESIGN ABOUT AUTOMOTIVE MAINTENANCE BY INDEPENDENT REPAIRERS

**AUTHOR: ANA PAULA SANTOS ROSA
ADVISOR: VINICIUS KASTER MARINI
SANTA MARIA, AUGUST 22, 2023.**

There are several international studies on the use of modular product engineering practices in the automotive industry. In these studies, the evolution of modular design is identified from the Baukasten concept (repository of building blocks) to the concept of modular platforms and product families. In Brazil, research in this area has been carried out by groups of Brazilian universities, aiming to translate these concepts into a local vocabulary in cases of different products. However, there is still no clear understanding of the effects of the modularization of automotive engineering on maintenance practices and the trade of spare parts for motor vehicles. This study aims to carry out research and qualitative analysis of key factors to understand the influence of the design of modular automotive platforms beyond factories and assemblers, seeking to explore the reality of the vehicle maintenance market and the mobilization of the automotive supply chain for engineering of vehicles on modular platforms. For this purpose, qualitative research was used as a methodology, combined with bibliographical research and (anonymized) interviews with independent repairers. Among the main results obtained, it can be seen that modular architecture has fundamental technical relevance in automotive companies and their future, being part of a new generation of technological revolution, representing the main direction of transformation and development of the global automotive industry. The bibliographical research allowed the understanding that the adoption of modular platforms optimizes the design and innovation processes in the market, also translating into easier maintenance and economic advantages with the commonization of spare parts, tools and procedures, which benefits consumers and workers. independent vehicle maintenance. In addition, from the interview with the repairmen, a great difficulty and lack of knowledge was identified, demonstrating that knowledge about modular architecture is still an exclusive competence of automakers.

Keywords: Modular design, engineering design, automotive platform, maintenance.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1.1 Problemática da pesquisa	12
1.1.1 Plataforma e Arquitetura Modular	12
1.1.2 Motivações do trabalho.....	12
1.2 Definições da pesquisa	12
1.2.1 Introdução.....	12
1.2.2 Ação da pesquisa	13
1.2.4 Estrutura da apresentação.....	13
REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	15
2.1 Arquitetura do produto	15
2.1.1 Arquitetura Integral	16
2.1.2 Arquitetura Modular	17
2.1.3 Plataformas Modulares.....	19
2.2 Exemplos de plataformas modulares de veículos	20
2.2.1 Arquitetura Modular Scania	20
2.2.2 Arquitetura Modular Volkswagen	24
2.2.3 Arquitetura Modular Toyota	25
2.3 Manutenção e manutenibilidade	27
2.3.1 Manutenibilidade no ciclo de vida do produto.....	29
2.3.2 Projeto para Manutenibilidade (<i>Design for Maintainability</i> – DFM).....	30
MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1 Introdução.....	33
3.1.1 Delineamento da pesquisa	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO: MODELAGEM	38
4.1 Projeto Modular	38
4.2 Pós-vendas de veículos em Santa Maria	39
4.2.1 Durante o período de garantia.....	39

4.2.2 Pós-garantia	40
4.3 Características da plataforma modular MQB.....	41
4.3.1 Modelos estudados.....	44
4.3.2 Características dos componentes.....	46
4.4 Sobre a manutenção dos veículos	48
4.4.1 Acessibilidade e diagnóstico dos componentes.....	49
4.4.2 Variedade de peças.....	50
4.4.3 Ferramentas e procedimentos	51
4.4.4 Solução de problemas	52
4.4.5 Verificação do serviço.....	52
4.5 Projeto para manutenibilidade: é um caso bem-sucedido?	53
4.5.1 Quanto aos princípios de projeto para manutenibilidade.....	53
4.5.2 Quanto aos efeitos sobre a reparação independente de veículos	54
CONCLUSÃO	55
5.1 Validação dos objetivos	55
5.1.1 Das características do projeto modular	55
5.1.2 Das necessidades dos reparadores independentes	55
5.1.3 Oportunidades futuras	56
5.2 Lições aprendidas.....	56
5.3 Encerramento	57
REFERÊNCIAS.....	58
QUESTIONÁRIO.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caminhões Scania	21
Figura 2 - Opções de combinações para tanque de combustível	22
Figura 3: Sistema Modular Personalizado da Scania	23
Figura 4: Principais modelos fabricados com a plataforma TNGA desde 2015.....	27
Figura 5: Passat 2017 em oficina mecânica	41
Figura 6: Kit de montagem modular com motor transversal (MQB)	42
Figura 7: Famílias de veículos da plataforma MQB	43
Figura 8: Dimensões dos veículos Golf e Passat, respectivamente	45
Figura 9: Vista explodida de uma parte da suspensão do VW Golf (2014 a 2018), com destaque para a bandeja de suspensão, seus componentes e onde se conectam.....	47
Figura 10: Imagens de Passat 2018 em oficina mecânica.....	49
Figura 11: Conjunto de buchas da balança dianteira de suspensão padronizadas para VW Passat a partir de 2015 e VW Golf a partir de 2014. Itens 4 e 3 da figura 9	50
Figura 12: Imagens de um VW Golf em oficina mecânica	52
Figura 13: Imagem de VW Golf em oficina mecânica.....	53

INTRODUÇÃO

A arquitetura do produto é a organização dos elementos funcionais de um produto. É a forma como esses elementos, ou partes, interagem entre si. Ela desempenha um papel significativo em como projetar, fazer, vender, usar e reparar uma nova oferta de produtos. Vinculando-se ao projeto em nível de sistema e aos princípios da engenharia do sistema.

Existem dois tipos fundamentais de arquitetura de produtos: modular e integral. No tipo modular, interfaces de componentes bem definidas funcionalmente contém módulos. Um produto é organizado em uma série de módulos para desenvolver e completar uma função específica. A interação desses módulos realiza o propósito geral do produto.

A modularidade no design é uma abordagem que divide um sistema em partes menores chamadas módulos que podem ser trabalhados de forma independente e depois reutilizados em outros sistemas. Um sistema modular é caracterizado pela quebra de um grande sistema em módulos discretos, escaláveis e reutilizáveis e usando interfaces bem definidas (ou padrão da indústria). Um exemplo de uso do projeto modular no segmento automotivo é a plataforma MQB da Volkswagen, que é uma arquitetura de produto modular que permite oferecer várias opções de configuração a partir de um conjunto mínimo de peças e módulos padronizados.

É uma tendência em ascensão na indústria automotiva o aumento do nível de modularização de produtos, que envolve mudanças nas arquiteturas de sistemas de produtos, produção e fornecedores na indústria. As vantagens do projeto modular incluem alocação de tarefas e terceirização. Além disso, economias de escala, reutilização/padronização para o desenvolvimento de novos produtos, manutenção e personalização em massa.

1.1 Problemática da pesquisa

1.1.1 Plataforma e Arquitetura modular

Plataforma e arquitetura são a forma como os automóveis são produzidos. Desde o nascimento do automóvel, pode-se dizer que houve três grandes mudanças no método de produção, ou seja, o método da linha de produção, a produção da plataforma automobilística e o método de produção "modular" que está ocorrendo atualmente. De 1913, quando a Ford criou pela primeira vez a primeira linha de montagem da história da indústria humana, até a década de 1980, o Grupo Volkswagen apresentou o conceito de plataforma automotiva, e agora, à medida que a taxa geral de autopeças continua a aumentar, as capacidades abrangentes de várias montadoras. Com a melhoria da arquitetura modular automotiva, ela está constantemente sendo empurrada para a posição mais alta da indústria automotiva.

1.1.2 Motivações do trabalho

A arquitetura modular está se tornando a principal força das empresas globais de automóveis, e também é importante para as capacidades abrangentes das capacidades de P&D das empresas internacionais de automóveis, níveis de gerenciamento de produção, força financeira corporativa e integração da cadeia de suprimentos.

1.2 Definição da pesquisa

1.2.1 Introdução

Este trabalho busca contribuir de forma a explorar o tema sobre plataformas modulares automotivas e arquitetura de produto.

1.2.2 Ação de pesquisa

- ***Como é possível compreender a importância e utilização das plataformas modulares automotivas utilizando como base os conceitos de manutenibilidade?***
- ***Como esses conceitos são aplicados na manutenção por reparadores independentes a partir de estudo de caso sobre a experiência com a plataforma modular MQB?***

1.2.3 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é entender os fatores da abordagem de projeto modular aplicada a veículos automotores, que influenciam a dinâmica dos mercados de serviços de manutenção e de autopeças.

- Estudar sobre arquitetura de produto, arquitetura modular e projeto modular na indústria automobilística;
- Expor as arquiteturas modulares automotivas Scania e Volkswagen
- Conhecer os conceitos de manutenibilidade.
- Realizar estudo da manutenção de um componente de suspensão dianteira do VW Golf a partir de 2014 e do VW Passat a partir de 2016.

1.2.4 Estrutura de apresentação

A presente monografia está estruturada de maneira a tornar propício ao leitor o entendimento de como se dá a interação entre arquiteturas modulares automotivas e os fatores envolvidos neste tema.

O segundo capítulo trata da revisão do conhecimento vigente. Primeiramente, apresenta uma revisão literária sobre a arquitetura do produto e manutenibilidade.

O terceiro capítulo aborda o percurso metodológico empregado na realização deste trabalho de pesquisa. Descreve a teoria acerca da metodologia e descreve também a coleta dos dados e procedimentos práticos do estudo de caso.

O quarto capítulo descreve os resultados e discussão acerca do projeto modular, dados sobre a plataforma MQB, o pós-venda de veículos por reparadores independentes em Santa Maria, observações de manutenibilidade e os resultados obtidos após questionário aplicado.

O quinto capítulo trata das considerações finais obtidas após a elaboração desta pesquisa. Descreve de forma sucinta os resultados obtidos e demonstra se os objetivos propostos foram alcançados, além disso, sugere pesquisas futuras mediante sua contribuição para o tema.

2.1 Arquitetura do Produto

A arquitetura do produto é a expressão técnica da estruturação e do mapeamento de componentes do produto que se entende necessário para o cumprimento das funções dele pretendidas, que os gerentes de projetos e outros profissionais podem usar para entender e delinear as características e funções de um produto e as relações entre esses elementos. Os profissionais podem expressar a arquitetura de um produto usando diagramas esquemáticos ou outros auxílios visuais (JUVINALL, 2013).

Diz respeito à forma como a função de um sistema ou produto é implementada por meio da composição em partes físicas ou componentes. É a organização de elementos funcionais, bem como estes interagem.

Pode ser definida também como a atribuição dos elementos funcionais de um produto aos elementos físicos do produto. É o processo de mapear a função (o que o produto faz) à sua forma (qual parte/módulo realmente faz a função). Alguns elementos físicos são ditados pelo conceito do produto, e outros são definidos durante a fase de design de detalhes (BACK et al., 2008).

Os elementos físicos de um produto são tipicamente organizados em vários grandes blocos de construção física, que são chamados de conjuntos. Cada parte é composta por uma coleção de componentes que implementam as funções do produto. A arquitetura de um produto é o esquema pelo qual os elementos funcionais do produto são dispostos em conjuntos de componentes físicos e pelos quais esses conjuntos interagem.

Essa definição associa a arquitetura de produtos ao design em nível de sistema e aos princípios da engenharia de sistemas - um processo que permite a construção, análise e gerenciamento de um sistema através de um processo iterativo.

No design de engenharia, a arquitetura do produto está relacionada aos elementos funcionais e componentes físicos dos produtos e é usada para definir "os blocos de construção físicos básicos do produto em termos do que eles fazem e quais são suas interfaces para o resto do dispositivo" (ULRICH E EPPINGER, 1995). Uma das definições mais aceitas da arquitetura de produtos foi dada por Ulrich e Eppinger (1995) como "o esquema pelo qual a função de um produto é alocada a componentes físicos", mais precisamente como "(1) o arranjo de elementos funcionais; (2) o mapeamento de elementos funcionais para componentes físicos; (3) a especificação das interfaces entre os componentes físicos interagindo."

A arquitetura do produto representa a relação entre as funções e elementos de um produto, o que é importante porque são componentes cruciais do desenvolvimento do produto. Isso significa que é importante identificar as atividades da equipe e os papéis que a arquitetura do produto se concentra no início do processo de desenvolvimento de produtos. Ter uma arquitetura de produto bem definida é um passo valioso para delinear os próximos passos e garantir que as operações vão de acordo com o plano (BACK et al., 2008).

2.1.1 Arquitetura Integral

Como o nome indica, a arquitetura integral se concentra na função, propósito e funcionamento interno de cada característica, e na relação entre funções e componentes. Uma arquitetura integral implica um mapeamento complexo entre componentes e funções e um alto nível de interação incidental entre componentes. Um produto que utiliza uma arquitetura integral muitas vezes será projetado com o maior desempenho possível em mente. A arquitetura integral normalmente distribui a implementação de elementos funcionais em vários blocos de construção indistintos. Um smartphone moderno é um excelente exemplo de arquitetura integral. Ele combina uma infinidade de funcionalidades em um único dispositivo portátil. Além de receber e fazer chamadas, um smartphone pode clicar em fotos usando a câmera embutida, reproduzir música e transmitir vídeo. (BLACKENFELT, 2001).

A arquitetura integral descreve um arranjo onde as funções do produto são realizadas por uma gama de peças, não necessariamente organizadas ou organizadas em montagens. O produto é organizado em um layout lógico menos estruturado do que o design modular, em montagens rígidas. Uma consequência disso

é que quaisquer modificações nos componentes tendem a afetar a maioria das partes ao seu redor. Claramente, isso tem implicações de custo para a manutenção e o ciclo de vida do produto. Também à medida que os produtos são desenvolvidos separadamente e de forma independente, peças e grupos de peças são muito menos intercambiáveis do que com design modular. Mais uma vez, pode haver implicações de custos, pois arranjos e peças únicas levam mais tempo para serem montadas e podem ser caras para a fonte.

Em comparação com o projeto modular, este arranjo implica uma abordagem mais integrada e rígida para a arquitetura do produto. Elementos físicos compartilham funções no design arquitetônico integral, ou seja, as funções de um produto são realizadas por uma variedade de peças. Estes nem sempre são organizados em conjuntos ou módulos, ao contrário do que obtém em design modular. Além disso, a arquitetura integral do produto facilita a aprimorar o sistema retrabalhando ou ajustando componentes (GERSHENSON, PRASAD, ZHANG, 2003). No entanto, as partes constituintes são geralmente menos intercambiáveis, em comparação com a arquitetura modular. Esse formato pode ser mais caro de usar porque uma mudança para um componente pode impactar vários outros próximos. Além disso, o fornecimento de peças pode ser difícil ou aumentar ainda mais os custos.

2.1.2 Arquitetura Modular

O caráter modular em uma arquitetura de produto oferece muitas vantagens, pois cria inúmeras opções em comparação com projetos não modulares. Como exemplo, os módulos podem ser substituídos individualmente à medida que alternativas superiores se tornam disponíveis. A modularidade torna a complexidade mais gerenciável. Um sistema complexo pode ser melhor gerenciado dividindo-o em conjuntos menores e olhando cada um separadamente. Quando a complexidade de um dos módulos cruza um certo limiar, essa complexidade pode ser isolada definindo uma abstração separada que tem uma interface simples. A abstração esconde a complexidade do módulo e a interface indica como o módulo interage com o sistema maior (GERSHENSON, PRASAD, ZHANG, 2003).

Embora haja muitos benefícios para a modularidade, também há custos associados. Para que um projeto de produto se torne modular, toda dependência de caráter

projetual importante deve ser entendida e tratada através de uma ou mais regras. O acoplamento (ou densidade de dependências) entre componentes, incluindo montagens e subconjuntos, também importa. Um sistema pouco acoplado é mais fácil de modularizar do que um sistema bem acoplado. No desenvolvimento de peças, a modularidade é frequentemente sacrificada às pressões orçamentárias e de tempo, devido aos custos de implementação das plataformas e razões técnicas específicas do produto (HANSEN, THYSSEN, 2000).

A abordagem modular da arquitetura do produto começa com a identificação de determinadas operações ou funções necessárias para alcançar o objetivo geral de um produto. Em seguida, é possível desenvolver montagens ou módulos que ajudam a realizar essas operações. Esses módulos são posteriormente combinados pelos projetistas para formar todo o produto que executa uma função específica, em que os conjuntos são vistos como componentes individuais e distintos. Eles têm interfaces definidas entre si, cuja interação leva à realização do propósito de um produto. Este projeto oferece os benefícios das economias de escala, permitindo comprar peças de montagens em grande número, reduzindo assim o custo (GERSHENSON, PRASAD, ZHANG, 2003). Os computadores pessoais são um bom exemplo desse tipo de arquitetura de produtos.

Na arquitetura modular, cada tarefa é atribuída a um módulo que funciona em uma função específica. Esses módulos interagem entre si para servir ao propósito geral do produto. Em uma arquitetura modular, há um mapeamento um-a-um aproximado de elementos funcionais para blocos de construção e interfaces bem definidas. A arquitetura modular pode ser subdividida em arquitetura modular de slot, arquitetura modular de barras e arquitetura seccional-modular. (ULRICH, K. e ELLISON, 2004). No geral, a arquitetura modular oferece economia devido a economias de escala, tempo de desenvolvimento mais rápido devido ao reaproveitamento do projeto e facilidade de ofertar diversos produtos pelo uso de módulos intercambiáveis.

O design modular simplifica a alocação de tarefas e permite a terceirização. Também oferece as vantagens da personalização e padronização em massa (ou reutilização) para futuros produtos. Compatibilidade e interfaces que impulsionam interações entre módulos estão entre as considerações críticas para o sucesso com o design modular, além disso identifica funções específicas (ou operações individuais)

necessárias para alcançar o propósito geral do produto. Os conjuntos têm interfaces padrão entre si no projeto modular, o que permite que os conjuntos sejam tratados como componentes individuais (HANSEN, THYSSEN, 2000).

2.1.3 Plataformas Modulares

As plataformas de veículos eram primeiramente construídas a partir de um quadro estrutural composto por uma armação e chassi, com a carroceria aparafusada. Se uma plataforma era "compartilhada", significava que dois carros usavam o mesmo quadro, mas com corpos de estilo diferente ligados. Hoje, as "plataformas" de muitas montadoras são implementadas na forma de arcabouços que incluem elementos estruturais - esqueletos - e elementos funcionais - componentes - construídos a partir de atividades de engenharia visando estabelecer características de projeto comuns entre uma linha de veículos (HANSEN, THYSSEN, 2000). Quando os projetos de estruturas, montagens e componentes dentro da plataforma podem ser compartilhados entre veículos – na abordagem de uma plataforma modular – economiza tempo e dinheiro consideráveis às montadoras ao criar veículos.

Além da economia de custos por não ter que projetar os fundamentos de cada novo veículo do zero, os modelos que compartilham a plataforma também podem compartilhar muitos de seus componentes. Isso permite que as montadoras projetem e construam essas peças em maior volume, espalhando os custos gerais por um custo menor por unidade. Também pode reduzir o número de peças diferentes que montadoras e revendedores precisam estocar, já que uma parte pode ser usada em vários modelos diferentes (ANDREASEN, MCALOONE, MORTENSEN, 2001).

Diferentes veículos com plataformas compartilhadas também podem potencialmente ser construídos nas mesmas linhas de montagem, reduzindo ainda mais o custo e o espaço necessários para construí-los. Todas essas são considerações muito importantes, já que o custo de projetar, construir e testar apenas os primeiros veículos fora da linha pode esbarrar em bilhões de dólares. As plataformas modulares estão se tornando ainda mais importantes à medida que as montadoras exploram fontes alternativas de energia. Se uma plataforma pode ser compartilhada por veículos com diferentes tecnologias – como híbridos, elétricos ou células de combustível – pode reduzir o custo de projetar esses veículos de menor volume, já

que as montadoras não têm que projetar um novo para cada tipo (ANDREASEN, MCALOONE, MORTENSEN, 2001).

Um dos elementos-chave para as plataformas modulares é que elas podem ser adaptadas a novos projetos e tecnologias no futuro – dando-lhes uma vida útil mais longa que, novamente, ajuda a difundir o enorme custo de desenvolvimento da plataforma (ANDREASEN, MCALOONE, MORTENSEN, 2001). Uma arquitetura modular e escalável pode ser adaptada a baterias de diferentes tamanhos, permitindo que a empresa ofereça veículos de curto ou maior alcance. Ele também pode ser ajustado para acomodar novos tamanhos ou tipos de baterias à medida que essa tecnologia evolui.

Embora as plataformas modulares tenham suas vantagens, há desafios em projetá-las. Os engenheiros querem cobrir o máximo possível de veículos com uma única plataforma, mas há limites para a diversidade de modelos e a variedade de tamanhos possíveis a partir de um único projeto-mestre. Montadoras que fazem uma variedade muito diversificada de veículos terão que usar mais de uma plataforma veicular, embora ainda haja benefícios – a Ford, por exemplo, passou da construção de trinta plataformas diferentes para nove, e reduzirá ainda mais isso para apenas cinco nos próximos anos no mundo todo. Essas cinco plataformas cobrirão desde caminhões em tamanho real e vans comerciais até utilitários esportivos compactos e veículos elétricos.

Outro desafio é garantir que cada veículo tenha suas próprias características, para que nem todos sejam como cópias um do outro. Fatores como sensação de direção, características de manuseio, suspensão e distribuição de peso devem ser ajustados para cada veículo. É especialmente importante quando os veículos estão em categorias completamente diferentes, como uma plataforma que sustenta tanto um carro econômico quanto um sedã esportivo, ou faz duplo dever para um modelo convencional e um de luxo (ANDREASEN, MCALOONE, MORTENSEN, 2001).

2.2 Exemplos de plataformas modulares de veículos

2.2.1 Plataforma modular Scania

A indústria automotiva é provavelmente a indústria mais competitiva do mundo com foco extremo em flexibilidade, velocidade para o mercado e custo-benefício. A

Scania é um exemplo primordial de uma empresa que tem gerenciado esses desafios com sucesso e tem sido lucrativa continuamente por mais de sessenta anos. O principal fator de sucesso da Scania para sua posição no mercado global de veículos pesados é o sistema modular.

O sistema modular permite que a Scania forneça configurações individuais de produtos para cada cliente (figura 1) com um número limitado de peças. Também permite que as necessidades dos clientes possam ser supridas rapidamente sem aumentar o número total de componentes.

Figura 1: Caminhões Scania.



Fonte: (WLM/SCANIA, 2023).

O sistema modular é baseado em interfaces padronizadas, módulos intercambiáveis e aumento da variedade de opções de produtos para atender as exigências do mercado. Assim faz-se uma variedade de modelos diferentes de caminhões para muitos segmentos de trabalho executando a intercambialidade (figura 2) de determinados componentes.

Figura 2: Opções de combinações para tanque de combustível.



Fonte: (Scania Trucks & Buses, 2023).

A padronização das interfaces significa que os pontos de conexão entre os módulos devem ser os mesmos para todas as variantes, para garantir que elas se encaixam em diferentes combinações. As interfaces são projetadas de tal forma que não precisam ser mudadas ao longo do tempo. Isso significa que eles estão preparados para levantamentos interfaciais e mudanças nas exigências legais e do cliente (ERIXON, 1996).

Um exemplo dos benefícios – a Scania foi a primeira fabricante a fornecer caminhões Euro 6¹ aos seus clientes. A introdução inicial foi facilitada pelo fato de que a Scania havia planejado o compartimento do motor e a cabine para que a necessidade de resfriamento e equipamentos para o Euro 6 pudessem se encaixar no espaço disponível sem qualquer necessidade de mudanças de projeto na estrutura da cabine (HARLOU, 2006)

¹ Conjunto de diretrizes que normatizam a emissão de poluentes para motores diesel.

Algumas necessidades do cliente podem ser as mesmas, apesar de aplicações diferentes. A mesma necessidade, soluções idênticas significa que os componentes que satisfazem essas necessidades devem ser padronizados, pois não há valor do cliente em ter diferentes. Um exemplo é o para-brisa onde todos os clientes têm a mesma necessidade. Neste caso, a Scania aplica o princípio "mesma necessidade, solução idêntica" e oferece apenas uma variante de para-brisas para cobrir toda a gama de produtos.

O número de variantes de projeto é cuidadosamente pensado considerando a demanda por grupo de clientes e o custo por variante. Por um lado, é preciso haver variantes suficientes para atender à necessidade específica de cada cliente; por outro lado, as variantes não devem ser muito numerosas, pois os custos de desenvolvimento e produção serão muito altos.

Exemplos de variantes são diferentes tamanhos de cabine, potência do motor, reforços no chassi, caixa de câmbio e número de eixos (figura 3). As variantes de caminhões e ônibus construídas são continuamente avaliadas, permitindo que a Scania tenha o menor número de peças e a maior seleção de variantes possíveis no portfólio de produtos. A produção pode ser facilmente transferida de uma fábrica para outra, dependendo da capacidade e da demanda. Os componentes fabricados na América do Sul são adequados para caminhões fabricados na Europa. E vice-versa.

Figura 3: Sistema Modular Personalizado da Scania.



Fonte: (TRANSPORT & LOGISTIC MIDDLE EAST, 2023)

Seis décadas de rentabilidade ininterrupta falam por si só. As estimativas da própria Scania indicam que a redução do número de componentes em 50% reduz o custo de desenvolvimento do produto em 30-50%, a produção em cerca de 10% e cerca de 30% nas vendas e serviços. A Scania tem três vezes o volume por componente em comparação com a Volvo, uma de suas concorrentes. Maiores volumes de componentes proporcionam economia em toda a cadeia de valor e ao longo dos anos a margem de lucro da Scania tem sido quase duas vezes maior que a Volvo. A modularização também aumenta a rentabilidade dos clientes. A configurabilidade das necessidades individuais de cada cliente oferece uma solução de transporte otimizada com custo reduzido de propriedade. Menos peças levam a maior qualidade de peça, resultando em menos tempo de inatividade, um número limitado de peças de reposição e serviço mais eficiente (HANSEN, THYSSEN, 2000).

2.2.2 Plataforma modular Volkswagen

As montadoras estão rastreando rapidamente arquiteturas flexíveis para sustentar vários modelos em diferentes marcas e segmentos para acompanhar a estratégia de desenvolvimento de plataformas modulares do Grupo Volkswagen. MQB é uma sigla em idioma alemão criada pelos engenheiros da Volkswagen e refere-se a uma plataforma escalável adequada para carros com o motor posicionado transversalmente na frente do veículo (MQB: Modularer QuerBaukasten).

As arquiteturas flexíveis para veículos dependem da síntese de uma plataforma veicular com características comuns para todos os modelos. Tal comunização cria significativas economias de escala em materiais, engenharia de produto, processo de produção, e homologação dos produtos. A abordagem de plataforma modular habilita à rápida transferência de tecnologias e inovações, tornando-as acessíveis em todas as regiões. "EM vez de projetarmos várias soluções isoladas, há um único sistema técnico para o qual dedicamos nossa experiência" (HANSSEN & THYSSEN, 2000, tradução nossa).

Arquiteturas flexíveis não são novas para a indústria – as montadoras têm trabalhado para padronizar a produção desde que Henry Ford lançou o Modelo T – mas o MQB é diferente das plataformas comuns dos concorrentes devido à sua alta flexibilidade. As dimensões do veículo MQB são ajustáveis em termos de comprimento de distância entre eixos, bem como a largura e altura do carro para que a plataforma

possa se estender por mais segmentos do que sistemas comparáveis dos concorrentes da VW (TAKAHASHI, 2017).

Grande parte das economias que a VW atribui ao MQB acontecerá de qualquer maneira, pois as montadoras melhoram a eficiência quando um carro é substituído. Uma plataforma comum não reduz os custos de mão-de-obra, horas de montagem de fábrica ou conteúdo de matérias-primas, e economias de escala são melhores na produção anual de menos de 1 milhão de unidades. O MQB também pode fazer com que a VW super especifique as peças para seus carros compactos. Um sistema de ar condicionado desenvolvido para o habitáculo de um sedã executivo como o Passat seria excessivo para uma cabine menor.

Há preocupações de que a estratégia de desenvolver de vários modelos de veículos a partir de uma arquitetura comum possa levar a recalls em larga escala. Se houver erro de projeto nos módulos-chave da plataforma, ocorre um aumento exponencial dos riscos associados aos recalls em relação à estratégia de projetos por modelos ou famílias pequenas de veículos. A VW instalou um sistema de alerta antecipado para evitar recalls em componentes.

O MQB e outras plataformas modulares são componentes-chave de um programa para produzir carros de forma eficiente e econômica. Além disso, a plataforma MQB não é apenas de valor para o fabricante, beneficia os consumidores em termos de custos e suas inovações de engenharia fornecem uma base técnica para reduzir o consumo de CO₂ e combustíveis.

A maior parte das medidas da plataforma MQB pode ser modificada, o único módulo de comprimento fixo está entre a linha do eixo dianteiro e a parede corta fogo do veículo. Todo o resto é variável, dependendo dos requisitos de cada aplicação. A dianteira pode ser ajustada, assim como a distância entre eixos e a largura. Assim, um modelo de carro sedan pode ser diferenciado de um esportivo adotando um módulo mais longo na parte traseira para seu porta-malas

A flexibilidade da plataforma MQB implica que uma planta industrial poderia construir vários modelos baseados em uma plataforma. Isso permite que uma planta que pode estar lutando para acompanhar a demanda possa alocar serviços em outra planta que está produzindo um carro com a mesma plataforma, ou alguma variação, e é subutilizada. Isso significa que a fábrica Seat produtora do Leon poderia ser recrutada para construir o Golf, ou o Audi A3 ou o Skoda Octavia, no caso de que a

demanda esteja excedendo as capacidades de fornecimento das fábricas que constroem esses respectivos carros.

2.2.3 Plataforma modular Toyota

A marca japonesa Toyota adotou a estratégia de plataforma modular como resposta à concorrente Volkswagen e sua plataforma MQB, haja visto as economias de escala que o compartilhamento de plataformas proporciona.

A Nova Arquitetura Global da Toyota (TNGA - *Toyota New Global Architecture*) começou a ser fabricada pela empresa em 2015 e é uma nova abordagem para o desenvolvimento de trens de força (*powertrains*) e plataformas veiculares. A proposta é adaptar modelos diferentes em uma mesma base e padronizar sistemas e componentes com o objetivo de oferecer para os clientes veículos com mais desempenho, economia e conforto. Porém, para a empresa os benefícios são maiores e incluem reutilização de projetos de componentes, custos mais baixos em escala de produção e eficiência de produção, já que se pode utilizar uma mesma linha de fabricação para modelos distintos de veículos.

Como a maioria das plataformas modulares de automóveis, o que pode variar nos modelos é comprimento, altura e distância entre eixos, mas a única dimensão constante é a distância entre o eixo dianteiro e a parede corta fogo. Além disso, uma grande variedade de componentes é compartilhada.

Antes da TNGA a Toyota oferecia mais de cem modelos de plataformas diferentes em todo o mundo, agora a empresa reduziu para cinco e a partir de 2020 a TNGA representa quase 50% da produção total da Toyota no mundo. O objetivo da Toyota é de que até 2023 sejam 80% os carros baseados na plataforma TNGA.

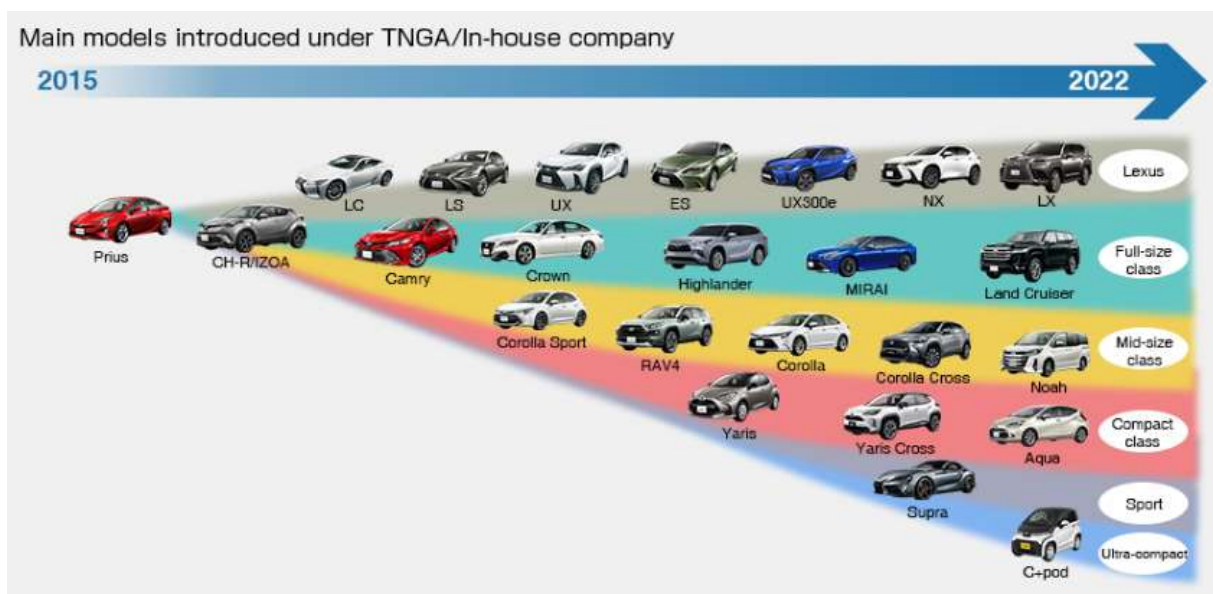
A tabela 1 mostra as cinco variações disponíveis da plataforma TNGA e a figura 4 ilustra a expansão de modelos diferentes sobre a mesma plataforma desde o ano de 2015, quando ela foi lançada, até o ano de 2022.

Tabela 1: As cinco variações da plataforma TNGA os respectivos modelos que sustentam.

Plataforma	Modelos
TNGA-B	Compactos (<u>Yaris</u>) (EU, JP)
TNGA-C	Médios (<u>Prius</u> , Corolla, C-HR, <u>Lexus UX</u>)
TNGA-K	Médio/Grande (<u>Camry</u> , Rav4, <u>Lexus ES</u>)
TNGA-N	Grandes (Crown, Mirai)
TNGA-L	Grande de luxo (<u>Lexus LC</u> , <u>Lexus LS</u>)

Fonte: (AutoVÍdeos, 2023)

Figura 4: Principais modelos fabricados com a plataforma TNGA desde 2015.



Fonte: (TOYOTA, 2023)

2.3 Manutenção e manutenibilidade

Existem três tipos principais de manutenção: a preditiva, a preventiva e a corretiva. Cada uma delas com características e aplicações diferentes. A manutenibilidade é o fator de projeto que indica se as manutenções serão realizadas de forma adequada e eficaz.

A manutenibilidade é, segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), “a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a

manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. ” Este conceito foi apresentado em 1994 por meio da NBR 5462.

É considerada um tipo de característica de qualidade, que pode ser expressa por características qualitativas ou parâmetros quantitativos. A avaliação da manutenibilidade de um produto determina a probabilidade de que o produto possa ser mantido ou restaurado à sua função inicial por meio da análise qualitativa e quantitativa da dificuldade de manutenção, que é um processo de tomada de decisão de múltiplos atributos (LAFRAIA, 2002).

Desta forma, a manutenibilidade representa a rapidez com que procedimentos de reparo são executados para recolocar um ativo em funcionamento após a apresentação de um problema. Sendo assim, é através da manutenção corretiva que a manutenibilidade é conquistada, reduzindo as perdas de produtividade no sistema produtivo (KARDEC, NASCIF, 2013).

Outros conceitos de manutenibilidade também podem ser descritos como o conjunto de características qualitativas e quantitativas referentes ao projeto e instalação, que permitem o cumprimento dos objetivos operacionais com mínimas despesas e também a probabilidade de que um sistema, após ter falhado, seja retornado às condições de operação, em certas condições, num período de tempo. Esses conceitos estão diretamente relacionados com os aspectos de confiabilidade e disponibilidade, além de intervir de forma direta no ciclo de vida do produto (LAFRAIA, 2002).

A confiabilidade está relacionada ao tempo médio entre falhas e a manutenibilidade está relacionada ao tempo médio para reparar. À medida que o Plano de Confiabilidade e Manutenção amadurece, ele deve permitir a comparação entre os componentes propostos para uma análise detalhada da engenharia de confiabilidade. Ao fazer seleções com base nos menores custos do ciclo de vida, é necessário entender os modos de falha desses componentes. São necessárias análises da probabilidade, gravidade e de detecção de uma ocorrência (o número de prioridade de risco associado ao modo de falha e análise de efeitos) e o plano de controle necessário para garantir a disponibilidade prevista.

2.3.1 Manutenibilidade no ciclo de vida do produto

O termo ciclo de vida do produto refere-se ao tempo em que um produto é introduzido aos consumidores no mercado até que seja removido do mercado. Esse conceito é utilizado pela gestão e pelos profissionais de marketing como fator para decidir quando é apropriado aumentar a publicidade, reduzir preços, expandir para novos mercados ou redesenhar embalagens. O processo de estratégias de forma a apoiar e manter continuamente um produto no mercado é chamado de gerenciamento do ciclo de vida do produto.

Um produto começa com uma ideia que geralmente é desenvolvida depois de passar por pesquisa e desenvolvimento (P&D) e se mostrar viável e potencialmente lucrativo. O ciclo de vida dos produtos no mercado é dividido em quatro estágios — introdução, crescimento, maturidade e declínio.

A fase de introdução é a primeira vez que os clientes são apresentados ao novo produto. Uma empresa geralmente deve incluir um investimento substancial em publicidade e campanha de marketing focada em conscientizar os consumidores sobre o produto e seus benefícios.

Se o produto for bem-sucedido, ele então passa para o estágio de crescimento. Isso se caracteriza pelo aumento da demanda, aumento da produção e expansão de sua disponibilidade. O tempo gasto na fase de introdução antes que o produto de uma empresa experimente um forte crescimento varia entre indústrias e produtos.

A fase de maturidade do ciclo de vida do produto é a etapa mais rentável, enquanto os custos de produção e comercialização diminuem. Com o mercado saturado com o produto, a concorrência agora é maior do que em outras etapas, as margens de lucro começam a encolher, alguns analistas se referem ao estágio de maturidade como quando o volume de vendas é saturado.

À medida que o produto assume maior concorrência à medida que outras empresas emulam seu sucesso, o produto pode perder participação de mercado e começar seu declínio. As vendas de produtos começam a diminuir devido à saturação do mercado e produtos alternativos, e a empresa pode optar por não prosseguir com esforços adicionais de marketing, pois os clientes já podem ter se determinado fiéis aos produtos da empresa ou não.

A etapa do ciclo de vida de um produto impacta a forma como ele é comercializado para os consumidores. Um novo produto precisa ser explicado, enquanto um produto maduro precisa ser diferenciado de seus concorrentes.

O ciclo de vida do produto naturalmente tende a ter um impacto positivo no crescimento econômico, pois promove a inovação e desencoraja o apoio a produtos desatualizados. À medida que os produtos passam pelas etapas do ciclo de vida, as empresas que utilizam o ciclo de vida do produto podem perceber a necessidade de tornar seus produtos mais eficazes, seguros, eficientes, mais rápidos, mais baratos ou se adequarem melhor às necessidades dos clientes.

2.3.2 Projeto para manutenibilidade (*Design for Maintainability* - DFM)

O custo do ciclo de vida de um sistema depende, em grande parte, da manutenibilidade do sistema. A manutenibilidade é a característica de como atributos de concepção, fabricação e instalação afetam a capacidade do sistema de ser restaurado por meio de ações de manutenção. Esses atributos facilitam o desempenho fácil de várias atividades como diagnóstico de falha, inspeção, reparo e substituição. Idealmente, pessoal de serviço qualificado usando procedimentos, recursos e ferramentas adequadas a estas atividades. A implementação rápida dessas atividades leva a custos operacionais mais baixos e, por consequência, menores custos do ciclo de vida de dispositivos, máquinas e equipamentos.

A forma como a manutenção é realizada pode ser significativamente melhorada ainda no projeto do produto. Não projetar em manutenção diminui o tempo médio entre as falhas e aumenta os custos ao longo da vida útil do sistema e os custos de manutenção e reparo podem ser superiores ao custo do projeto inicial. Tendo um impacto tão profundo no orçamento de um projeto, é importante que as considerações de operações e manutenção sejam discutidas no início de qualquer atividade para otimizar o ciclo de vida de um produto. Dito isso, a manutenção é um assunto que deve ser explorado, não apenas na fase de concepção e planejamento de um projeto, mas nas fases de viabilidade e fabricação também.

O Projeto para Manutenção é o primeiro passo de um programa de manutenção eficaz, vinculando metas de manutenção ao processo de projeto, como tempo entre as trocas de óleo em veículos e troca de peças em máquinas industriais,

por exemplo. A execução deste projeto tem por consequência a redução do tempo de montagem e de custos de manutenção.

ROUNDS (2019) afirma que dois processos básicos estão disponíveis para implementar o design para manutenção — independente e combinado. O processo autônomo concentra-se em atingir as metas de sustentabilidade do projeto, de modo que a organização dedica recursos e procedimentos para implementar níveis apropriados de sustentabilidade em um projeto. O processo combinado combina a implementação de manutenção com outras iniciativas de melhoria de projeto, como melhoria de confiabilidade, construtibilidade, engenharia de valor e análise de riscos de processo.

Ainda segundo ROUNDS (2019), as seguintes especificidades estão incluídas em ambas as abordagens ao DFM:

Prática de Design Padrão — Os planejadores podem realizar a manutenção por meio de recursos integrados, como acessibilidade de equipamentos, padronização, modularização e facilidade de manutenção.

Especificações do contrato — Especificações eficazes incluem objetivos de manutenção, documentação completa de operação e manutenção, necessidades de treinamento e requisitos do sistema de gerenciamento de manutenção.

Envolvimento Interfuncional — Os planejadores e projetistas podem incorporar informações do pessoal de manutenção na capacidade de manutenção do projeto.

Programa piloto de mantabilidade — Os gerentes podem implementar um programa de pequena escala para identificar benefícios e custos de manutenção que podem ser testados com risco mínimo.

Integração do Programa — Os gerentes podem usar essa abordagem para identificar as melhores práticas de manutenção, como análise de confiabilidade e análise de riscos do processo, que podem ser facilmente integradas aos programas existentes.

Programa formal de mantabilidade — O nível corporativo desenvolve e apoia o programa e compromete recursos para ele. Este componente identifica funções e deveres de sustentabilidade e um processo de trabalho estruturado facilita a implementação de sustentabilidade.

Rastreamento Abrangente — Os gerentes podem usar métodos comprovados para capturar, documentar, arquivar e compartilhar as lições aprendidas relacionadas à capacidade de manutenção do projeto.

Sabe-se que projetar em manutenção é uma necessidade que abrange todos os sistemas utilizáveis e que são suscetíveis a avarias, na indústria automotiva isso vem como uma consequência do projeto modular, onde caracteriza-se o sistema conforme acessibilidade para montagem e reconfiguração. Em consequência disso a manutenção é facilitada.

3.1 Introdução

Uma pesquisa é uma investigação ou conjunto de ações, que possuem como finalidade descobrir, descrever ou explicar determinado evento ou fenômeno observado. Pode também ser definida como um conjunto de atividades orientadas em busca de um novo conhecimento (BARROS E LEHFELD, 2000).

3.1.1 Delineamento da pesquisa

Na pesquisa exploratória os pesquisadores conduzem estudos exploratórios para explorar um grupo de questões. As respostas e análises podem não oferecer uma conclusão para o problema percebido. É realizado para lidar com novas áreas problemáticas que não foram exploradas antes. Este processo exploratório estabelece a base para uma coleta e análise de dados mais conclusiva (CERVO, BERVIAN, 2002).

A pesquisa exploratória é definida como uma pesquisa usada para investigar um problema que não está claramente definido. É conduzida para melhor compreensão do problema existente, mas não fornecerá resultados conclusivos. Para tal pesquisa, o pesquisador parte de uma ideia geral e usa essa pesquisa como um meio para identificar questões, que podem ser o foco de pesquisas futuras. Um aspecto importante aqui é que o pesquisador deve estar disposto a mudar sua direção sujeito à revelação de novos dados ou percepções. Muitas vezes é referido como abordagem de teoria fundamentada ou pesquisa interpretativa, uma vez que costumava responder a perguntas como o quê, por que e como (ANDRADE, 2002).

O método descritivo se concentra em expandir o conhecimento sobre temas atuais através de um processo de coleta de dados. Estudos descritivos descrevem o comportamento de uma amostra populacional. Apenas uma variável é necessária para

conduzir o estudo. Os três objetivos principais dos estudos descritivos são descrever, explicar e validar os achados. A pesquisa explicativa é conduzida para entender o impacto de mudanças específicas nos procedimentos padrão existentes. A execução de experimentos é a forma mais popular (CERVO, BERVIAN, 2002).

A pesquisa explicativa busca identificar as causas dos fenômenos estudados, além de registrar e analisá-los. Isso se dá tanto por meio da aplicação de métodos experimental/matemático, como pela interpretação dos métodos qualitativos. Desta forma, a pesquisa explicativa tem como objetivo explorar algo novo e pode ser utilizada tanto na iniciação científica, como em trabalho de conclusão de curso ou monografia, por isso, é realizada como uma tentativa de conectar ideias, para compreender as causas e efeitos de determinado fenômeno. A pesquisa explicativa busca dar uma explicação a um fato que está acontecendo (GIL, 2011; CERVO, BERVIAN, 2002).

De acordo com a fundamentação teórica realizada e o embasamento dado pelos autores citados acima, a pesquisa em questão se caracteriza como exploratória.

Na realização de uma pesquisa, ela pode ser abordada de duas diferentes formas: a forma qualitativa e a forma quantitativa. Segundo Almeida (2011) a pesquisa qualitativa é um método que coleta dados usando métodos conversacionais, geralmente perguntas abertas. As respostas coletadas são essencialmente não numéricas. Este método ajuda um pesquisador a entender o que os participantes pensam e por que pensam de uma maneira particular.

Os tipos de métodos qualitativos incluem:

- Entrevista individual
- Grupos de foco
- Estudos etnográficos
- Análise de Texto
- Estudo de caso

Os métodos quantitativos lidam com números e formas mensuráveis. Utiliza-se uma forma sistemática de investigar eventos ou dados. Este método responde a perguntas para justificar relacionamentos com variáveis mensuráveis para explicar, prever ou controlar um fenômeno.

Os tipos de métodos quantitativos incluem:

- Pesquisa de opinião
- Pesquisa descritiva
- Pesquisa correlacional

A pesquisa quantitativa é expressa em números e gráficos. É usado para testar ou confirmar teorias e suposições. Esse tipo de pesquisa pode ser usado para estabelecer fatos generalizáveis sobre um tópico. Os métodos quantitativos comuns incluem experimentos, observações registradas como números e pesquisas com perguntas fechadas (LAKATOS, 2001).

A pesquisa qualitativa é expressa em palavras. É usado para entender conceitos, pensamentos ou experiências. Esse tipo de pesquisa permite que se reúna insights aprofundados sobre tópicos que não são bem compreendidos. Os métodos qualitativos comuns incluem entrevistas com perguntas abertas, observações descritas em palavras e revisões de literatura que exploram conceitos e teorias. A pesquisa com métodos mistos combina os métodos de pesquisa qualitativos e quantitativos (FONSECA, 2002).

Para atender aos objetivos do estudo, utilizou-se um método de pesquisa misto. O estudo usará essa estratégia para que sejam analisados e interpretados os dados obtidos de todos os aspectos da fonte de dados durante o tempo de estudo. O levantamento de dados utilizado para esta pesquisa é descritivo.

Lakatos e Markoni (2001, p. 190) definem observação como: “uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar”.

Gil (2011) destaca que na observação os fatos são percebidos de forma direta, sem que haja qualquer tipo de intermediação, sendo considerada uma vantagem, em comparação aos demais instrumentos.

A definição do método de análise norteia o pesquisador para que seja determinado o objetivo de uma pesquisa. Os métodos de pesquisa orientam a coleta de dados, abordagens e técnicas que o aluno precisa seguir. A natureza do problema e seu nível de aprofundamento determinarão a escolha do método, sendo assim, para definir o objetivo desta pesquisa se utilizou o método científico.

Severino (2007) cita que o método científico é um conjunto de regras para a obtenção do conhecimento durante a investigação científica. Desta forma, após seguir determinadas etapas, é criado um padrão no desenvolvimento da pesquisa e a partir disso é possível que o pesquisador formule teorias para os fenômenos observados.

O método pode ser dedutivo ou indutivo. Os métodos de pesquisa indutiva analisam um evento observado, enquanto os métodos dedutivos verificam o evento observado. As abordagens indutivas estão associadas à pesquisa qualitativa e os métodos dedutivos são mais comumente associados à análise quantitativa.

O método de pesquisa utilizado no presente estudo é o método indutivo e foi utilizado de forma a auxiliar na identificação das vantagens e desvantagens da modularização de projetos, além de elucidar de forma completa sobre o tema.

Foram utilizadas fontes de pesquisa impressa e digital, como livros, artigos, teses e dissertações, a partir de bancos de dados como o Google acadêmico e Scielo, sendo utilizados para seleção dos estudos critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram estudos publicados sobre plataforma modulares automotivas nos últimos 15 anos. Os critérios de exclusão foram acerca de estudos sem relação direta com os assuntos abordados, que não fossem teoricamente embasados e não possuíssem fontes confiáveis.

O questionário foi elaborado a partir da perspectiva do mecânico de automóveis no mercado de pós-vendas, com perguntas relacionadas às rotinas de manutenção em oficinas como detecção de problemas, compra de autopeças e execução do serviço. Questões de simples entendimento para os colaboradores e que contribuem para observar/detectar os aspectos de mantabilidade dos componentes e de como a adoção das plataformas veiculares influencia na manutenção de diferentes modelos de automóveis nas oficinas de pós garantia.

A coleta das respostas foi feita de forma presencial em oficinas reparadoras, sendo primeiramente o contato feito com os reparadores por correio eletrônico (e-mail) e por mensagens via redes sociais das oficinas mecânicas. Depois, com o consentimento do reparador para participar da pesquisa, foi feita uma visita às instalações. Foi realizado contato com doze empresários da manutenção independente de Santa Maria – RS dos quais dois se mostraram solícitos a colaborar com a pesquisa.

Os reparadores independentes que contribuíram com a pesquisa têm características profissionais diferentes, porém atuam no mercado de pós garantia de Santa Maria - RS com o domínio dos procedimentos de manutenção dos veículos adotados nesta pesquisa. Para manter os dados pessoais anonimizados adotou-se para os colaboradores as denominações Q1 e Q2.

O colaborador Q1 tem dezoito anos de experiência em manutenção automotiva, tem oficina mecânica na cidade a cinco anos e não tem conhecimento de plataformas veiculares além de, empiricamente, saber que existem modelos que compartilham componentes e tecnologias. Q2 é engenheiro mecânico formado pela Universidade Federal de Santa Maria, tem oficina mecânica a sete anos na cidade e ofereceu um diálogo mais qualificado frente às questões da pesquisa, pois tem conhecimento a respeito da estratégia modular e plataformas veiculares.

As opções de resposta ao questionário seriam por escrito ou em uma entrevista gravada, os dois optaram pela escrita. Q1 entregou o questionário escrito a mão e Q2 por e-mail. Para a análise dos resultados observou-se as respostas em vista do que está na literatura a respeito dos conceitos abordados na presente pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: MODELAGEM

Este capítulo tem por objetivo demonstrar as considerações obtidas quanto ao projeto modular e MQB, o pós-venda/pós garantia das concessionárias e a manutenibilidade dos produtos padronizados. Primeiramente, são mostrados os resultados referentes ao projeto modular, na sequência, os resultados relativos ao pós-venda em Santa Maria, após os resultados quanto a plataforma MQB e no final as observações de manutenibilidade e aspectos do questionário.

4.1 Projeto Modular

A estratégia modular automotiva é identificada pela adoção de componentes iguais, com interfaces padronizadas, para diferentes marcas e em categorias de mercado diversas. O projeto modular e o consequente uso de plataformas para gerar diferentes modelos de automóveis permite que estes compartilhem componentes mecânicos idênticos. As implicações desta estratégia na manutenção após a garantia das concessionárias automotivas ainda não foram discutidas em estudos.

Para tanto, as observações dos reparadores independentes que assumem as manutenções veiculares após esse período permitiram entender os efeitos o que o projeto modular promove nos serviços de manutenção automotiva. O projeto modular automotivo possibilita o sortimento de peças no mercado por facilitar a fabricação de itens por diversos fabricantes e, inclusive, a pirataria de autopeças.

Um exame do mercado de autopeças permite inferir diferentes categorias de peças segundo sua aproximação às especificações originais de projeto: (1) as genuínas, que seguem todos os parâmetros do fabricante dos veículos e são vendidas nas concessionárias com a marca dos veículos; (2) as originais que também são fabricadas segundo algumas ou todas as especificações das montadoras, porém são comercializadas com a marca dos fabricantes destas e; (3) as peças paralelas que

podem também ser chamadas de genéricas e são fabricadas por qualquer empresa com capacidade de produzi-las, sendo produzidas com foco em baixo custo e com especificações consideradas suficientes em atendimento a esta prioridade.

4.2 Pós-vendas de veículos em Santa Maria

Após a fabricação, os automóveis são transportados para as concessionárias que são empresas que recebem a concessão para a comercialização de veículos, peças e serviços de manutenção.

4.2.1 Durante o período de garantia

Como todo equipamento adquirido, os veículos possuem um período de garantia, que é o direito que o cliente tem à substituição gratuita de peça (produtos e mão-de-obra) que apresenta defeito por erro no projeto ou no processo industrial. Esse direito só é válido se as revisões e manutenções forem feitas na concessionária de origem. No caso dos modelos Volkswagen aqui discutidos, a fabricante concede três anos de garantia, após esse período é atribuído ao consumidor o pós-vendas ou pós garantia dos veículos, iniciado após a última revisão em garantia.

Revisões em garantia consistem em inspeções nas quais antecipam-se falhas por fadiga ou desgaste de material. São ações de manutenção preventiva que visam manter o veículo em condições especificadas de uso.

Durante os três anos de garantia os intervalos de revisão são planejados para serem realizados a cada ano ou cada vez que forem alcançados dez mil quilômetros de rodagem pelo veículo. Os itens de serviço incluem atualizações de software, diagnósticos completos e a análise da transmissão, motor escapamento, sistema elétrico, freios, mangueiras, vedações, ar condicionado, entre outros, e em todas as revisões em garantia é feita a troca de filtro e óleo lubrificante. Se há a necessidade, alguns outros itens são substituídos.

Itens que sofrem desgaste natural com o uso não estão inseridos nas substituições das revisões em garantia, eles são os discos de freio, pastilhas de freio, fluido de freio, correias, velas de ignição e pneus.

Na concessionária seguem-se todos os parâmetros de manutenção determinados pelo fabricante e usam-se somente peças originais. Portanto, a relação entre os mecânicos e o proprietário do carro é discreta, o que caracteriza um serviço organizacional e normalizado.

Após a última revisão na concessionária os usuários dos veículos têm a liberdade de escolherem uma oficina mecânica especializada, segundo critérios pessoais, para as manutenções subsequentes, nestas oficinas estão os reparadores independentes, o alvo deste trabalho são estes profissionais.

4.2.2 Pós-garantia

Neste período, após expirada a garantia do veículo, o proprietário decide que serviços de manutenção efetuar, a qualidade com que quer manter seu veículo, e o tipo de serviço que deseja. Tal variedade de serviços em diferentes modalidades é provida por reparadores independentes. Os reparadores independentes não são vinculados aos fabricantes como as concessionárias e se especializam na manutenção dos veículos de pós garantia.

As manutenções no período de pós garantia têm um perfil diferente das em garantia na concessionária. Como a relação entre cliente e os profissionais de manutenção independente é mais aproximada, o cliente tem a liberdade de escolher os serviços a que vai submeter seu veículo conforme urgência no reparo, disponibilidade de tempo e dinheiro. Fica a critério do proprietário do veículo inclusive a escolha de opções de peças de reposição que não são originais.

Sendo assim, nessas oficinas os clientes podem decidir por substituições parciais de componentes, como no caso da balança de suspensão dianteira a qual se pode substituir somente as buchas e/ou o pivô da suspensão e recolocar a balança antiga no lugar. Normalmente, são substituídos somente os componentes sobre os quais não é possível efetuar reparo; os componentes que são possíveis de se retrabalhar por algum processo de conformação, usinagem ou adição de material são usualmente reparados.

Assim como alguns usuários mantêm a manutenção em intervalos recomendados, outros pensam em manutenção somente quando o carro está apresentando problemas. Então é difícil caracterizar as condições de execução

desses serviços integralmente de forma generalizada, visto que cada empresa e cliente têm suas particularidades e seria necessária uma análise mais individual para um resultado especificado.

A figura 5 apresenta o modelo VW Passat em período de pós-garantia em uma oficina mecânica para reparos.

Figura 5: Passat 2017 em oficina mecânica.



Fonte: (Oficina Brasil, 2023)

4.3 Características da plataforma modular, MQB

A plataforma MQB foi constituída a partir da consideração de que para desenvolver novos modelos de veículos despendia-se muito tempo de desenvolvimento de componentes o que gerava custos elevados de projeto e fabricação para gerar uma variedade de produtos no mercado.

Criar a plataforma foi um meio de reduzir o sortimento de projeto e produção utilizando-a para o maior número possível de modelos, reutilizando recursos de engenharia e diminuindo o tempo entre a concepção do produto e sua entrega aos usuários, criando assim as famílias de produtos.

A plataforma MQB possui uma medida fixa que é a distância entre o centro do eixo dianteiro e a parede corta fogo do veículo. As outras medidas como comprimento, altura, largura e entre eixos podem ser diferentes nos modelos que são fabricados sobre essa plataforma (figura 6).

Figura 6: Kit de montagem modular com motor transversal (MQB).



Fonte: (DIAS, 2017)

A plataforma MQB sustenta mais de quarenta modelos de automóveis das marcas Audi, Skoda, Seat e Volkswagen. Na marca Volkswagen ela equipa os modelos Polo, Virtus, Golf, Tiguan, Jetta, Taos, Nivus, Passat, T-Cross e Atlas que formam uma família de veículos que compartilham componentes e tecnologias. Esses modelos possuem o mesmo trem de força, mesma motorização e muitos componentes idênticos em dimensões, interfaces e funcionalidades.

A figura 7 ilustra alguns segmentos de automóveis com a plataforma MQB e o quadro 1 demonstra as variações da plataforma e seus modelos, sendo que o (A0) comporta os compactos ou supermini, (A) comporta os modelos de porte médio, (B) fica sob modelos familiar/executivo e (C) sob os modelos de luxo.

Figura 7: Famílias de veículos da plataforma MQB.



Fonte: (MARINI, 2020)

Quadro 1: Variações da plataforma MQB e os modelos que comportam³.

Modelo / Tamanho	A0	A	B/C
Hatchback	Polo	Golf	
Sedan	Virtus	Jetta	Passat
		Lavida (CN)	Magotan (CN)
Sports deluxe		Lamando (CN)	Arteon (EU)
SW/Coupe SUV	Nivus	Golf Variant	Passat Variant
		Golf Sportsvan (EU)	Touran
SUV	T-Cross	T-Roc (EU) / Taos	Atlas Sport (US)
	T-Cross L (BR) ²	Tiguan	Teramont (CN)
		Tiguan Allspace	Atlas (US)

Fonte: Autor.

A plataforma de um veículo é a estrutura em que todos os sistemas do veículo se conectam. A função do sistema de suspensão é conectar as rodas à plataforma e é formado basicamente por quadro agregado de suspensão, molas, amortecedores,

² Modelo brasileiro usa entre-eixos longo como o Virtus, por isso T-Cross L.

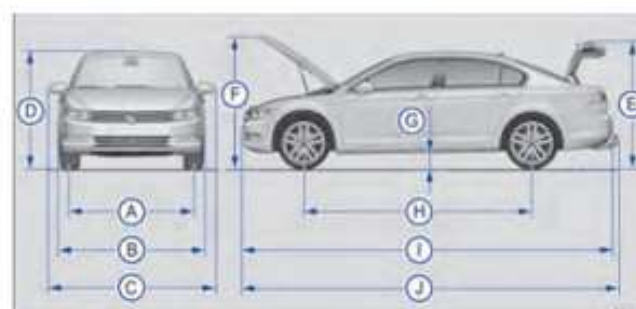
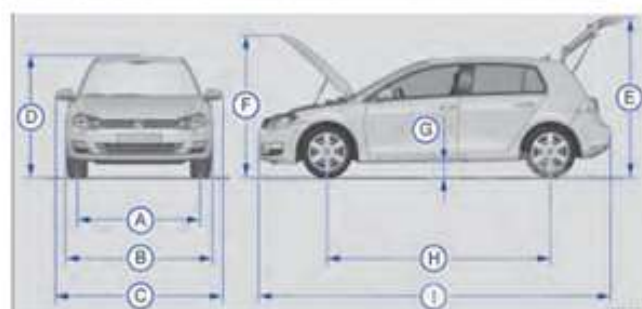
³ Siglas dos mercados: China (CN), Europa (EU), Estados Unidos (US).

braços axiais, barra estabilizadora, pivôs, buchas, bielas e bandejas. Esses elementos também têm a função de amenizar ruídos e dar estabilidade ao veículo.

4.3.1 Modelos estudados

Este trabalho demonstra a abordagem de manutenção de um componente de suspensão dianteira dos modelos VW Golf a partir do ano 2014 e do VW Passat a partir do ano 2016. São modelos com propostas de uso distintas, sendo o Volkswagen Golf um veículo mais leve e esportivo classificado como compacto e o Volkswagen Passat, um carro de modelo popularmente utilizado por famílias pelo espaço interno e porta malas amplo. Por esse motivo, são automóveis respectivamente classificados como segmentos A (médio) e B (familiar/executivo). Na figura 8 as imagens e medidas dos modelos.

Figura 8: Dimensões dos veículos Golf e Passat, respectivamente.



A	Bitola dianteira	1.549 mm	1.538 mm
	Bitola traseira	1.520 mm	1.516 mm
B	Largura	1.799 mm	1.799 mm
C	Largura (de espelho retrovisor externo a espelho retrovisor externo)	2.027 mm	2.027 mm
D	Altura em peso em ordem de marcha ⁴¹ até o canto superior do teto	1.452 mm	1.442 mm
E	Altura com o peso em ordem de marcha ⁴¹ com antena de navegação	1.476 mm	1.466 mm
F	Altura com a tampa do compartimento de bagagem aberta e peso em ordem de marcha ⁴¹	2.006 mm	1.996 mm
G	Altura com a tampa de compartimento do motor aberta e peso em ordem de marcha ⁴¹	1.763 mm	1.752 mm
H	Altura livre do solo no estado pronto para movimentação ⁴² entre os eixos	142 mm	133 mm
I	Distância entre eixos	2.637 mm	2.631 mm
J	Comprimento (de para-choque a para-choque)	4.255 mm	4.268 mm
	Diâmetro de giro mínimo do veículo	10,9 m	10,9 m

A	Bitola dianteira ⁴¹	1.581 mm
	Bitola traseira ⁴¹	1.565 mm
B	Largura (sem os espelhos retrovisores externos)	1.832 mm
C	Largura (de espelho externo a espelho externo)	2.083 mm
D	Altura do veículo - teto ⁴¹	1.476 mm
E	Altura com a tampa do compartimento de bagagem aberta e em peso em ordem de marcha ⁴¹	1.767 mm
F	Altura com a tampa do compartimento do motor aberta e em peso em ordem de marcha ⁴¹	1.804 mm
G	Altura do vão livre em relação ao solo (com peso total admissível)	118 mm
H	Altura do vão livre em relação ao solo (sem carga) ⁴²	167 mm
I	Distância entre eixos	2.791 mm
J	Comprimento do veículo	4.767 mm
	Comprimento com dispositivo de reboque instalado (quando fornecido de fábrica)	-
	Diâmetro mínimo de giro do veículo	11,7 m

Fonte: (VOLKSWAGEN, 2023)

A semelhança entre dimensões externas é visível na figura 9, considerando as dimensões de largura e bitolas, balanço dianteiro e altura. A plataforma permite a variabilidade de construção principalmente no entre eixos e também no balanço traseiro. Essa variabilidade permite um aproveitamento significativo do espaço interno, que cria uma percepção de usabilidade dos veículos em diferentes situações do dia-a-dia. No entanto, a plataforma permite que também haja similaridade em componentes mecânicos internos, com efeito para a manutenibilidade.

4.3.2 Características dos componentes

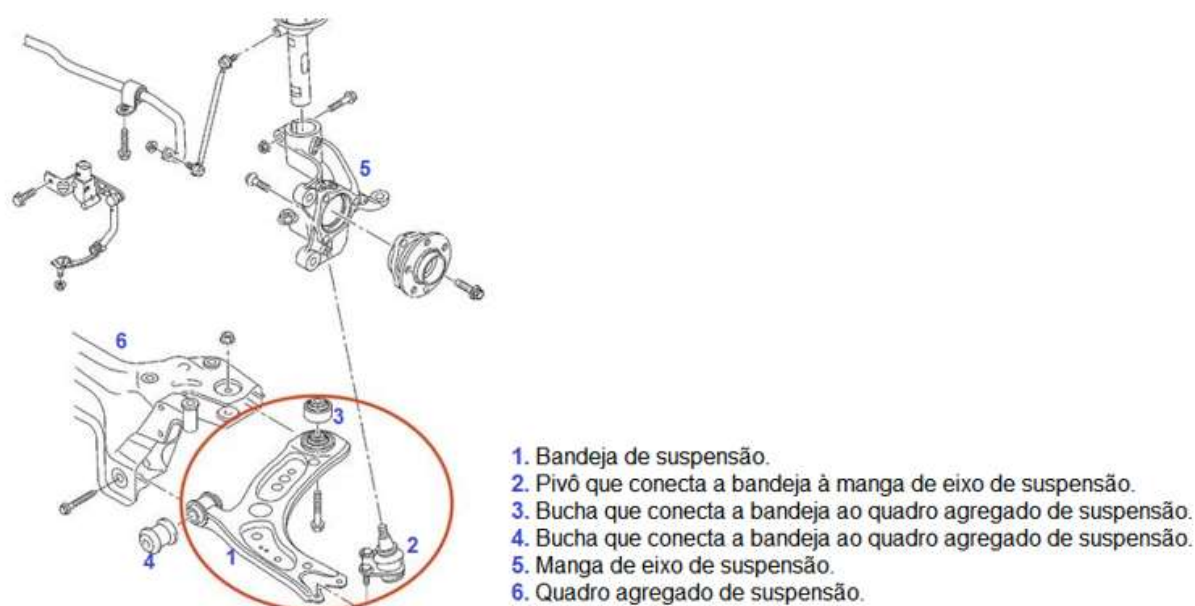
Neste trabalho foi selecionada a bandeja de suspensão dianteira dos modelos escolhidos para uma análise empírica da manutenção de veículos de plataformas. Para o comparativo foram utilizados os modelos do ano de 2017 e os dados de medidas foram retirados dos manuais dos veículos, disponíveis no site do fabricante.

A bandeja de suspensão é um subsistema dessa família de produtos Volkswagen que é responsável por ligar as rodas do veículo à plataforma e contribui na estabilidade do veículo determinando o alinhamento das rodas, permite movimentos verticais na suspensão e suporta forças laterais nas curvas, também restringe o movimento das rodas em arrancadas e frenagens. É um dos componentes responsáveis pelo conforto e segurança do veículo recebendo e amenizando os impactos e ruídos que chegam através das rodas.

Como um item padronizado na plataforma MQB, a bandeja de suspensão dianteira consiste de um componente que tem duas buchas e um pivô e está presente nos dois lados, direito e esquerdo, conectando as rodas aos amortecedores e à plataforma do veículo. Nos modelos VW Golf a partir de 2014 e VW Passat a partir de 2016, as balanças de suspensão correspondem em dimensões, interfaces, localização e posição (figura 9).

As buchas são fabricadas em borracha servem para evitar o atrito entre componentes de aço, fazendo com que os movimentos a que a bandeja for submetida não causem ruídos e sejam mais suaves. Por serem de borracha, o desgaste e ressecamento são frequentes, o que causa folgas nos pontos de contato e ruídos inconvenientes ao condutor.

Figura 9: Vista explodida de uma parte da suspensão do VW Golf (2014 a 2018), com destaque para a bandeja de suspensão, seus componentes e onde se conectam.



Fonte: (ALLPARTS, 2023)

O pivô tem a forma de um pino articulado, fabricado em metal e borracha e serve para prender o cubo da roda à suspensão e permite que a caixa de direção force as rodas e realize manobras de condução do veículo. Ele liga o chassi à suspensão, garantindo que as rodas se movimentem em todos os sentidos sem pressionar ou desgastar o chassi. É um subcomponente que deve ser substituído sempre que estiver desgastado, apresentando folgas e causando ruídos na suspensão e desgaste irregular dos pneus. As ferramentas para o procedimento de extração da bandeja de suspensão e substituição dos componentes desgastados são as mesmas para todos os veículos que contêm os mesmos padronizados.

O projeto modular automotivo possibilita o uso de componentes padronizados em vários modelos de automóveis, mesmo com propostas de uso diferentes, otimizando o lançamento de novos modelos no mercado e facilitando a fabricação e comercialização de autopeças e, conseqüentemente, o uso de ferramentas para a manutenção desses sistemas padronizados, já que um mesmo conjunto de ferramentas é usado para reparos em inúmeros modelos de automóveis que utilizam a mesma plataforma modular. Desse modo é indicado o uso de ferramentas padronizadas e processos de manutenção também padronizados, por conta de os componentes terem as mesmas dimensões e interfaces.

A configuração dos componentes de suspensão é muito semelhante nos dois modelos estudados e a montagem da bandeja com buchas e pivô é rigorosamente igual, assim como as interfaces em que ela se une.

4.4 Sobre a manutenção dos veículos

O Projeto de plataforma modular implementado nos modelos de veículo abordados tem influência significativa sobre os aspectos de manutenibilidade. Todos os aspectos elencados na literatura para facilitar a manutenção dos veículos são influenciados pela estratégia de plataforma. No caso da bandeja de suspensão, o procedimento já é feito por reparadores independentes considerando os modelos abordados, uma vez que o intervalo entre o período de comercialização de Golf e Passat determina a existência de veículos com garantia expirada.

A abordagem do processo de manutenção veicular foi feita mediante entrevista com reparador independente, com formação concluída em engenharia mecânica, e operando no mercado a sete anos (data de abertura: 03 de março de 2016) com a manutenção de veículos de várias marcas, incluindo os modelos abordados neste estudo.

A entrevista foi feita de forma semiestruturada considerando os seguintes critérios:

- Quanto à abordagem de diagnóstico;
- Quanto à variedade de peças;
- Quanto às ferramentas e procedimentos;
- Quanto à solução de problemas; e,
- Quanto à verificação do serviço.

O reparador observou que os aspectos de manutenibilidade na manutenção da bandeja de suspensão dianteira dos modelos abordados como acessibilidade, diagnóstico, variedade de peças, uso de ferramentas e duração do procedimento são otimizados e simplificados por conta do projeto modular. Em seguida, estes aspectos devem ser vistos em seus pormenores, buscando caracterizar o efeito real do projeto modular sobre a manutenibilidade.

4.4.1 Acessibilidade e diagnóstico dos componentes

Primeiro, o diagnóstico da avaria se dá por percepção de ruídos, vibrações e desalinhamento do veículo, o que se percebe em um teste de rodagem. A seguir, é feita a abordagem do conjunto mediante a elevação do veículo, em que a parte inferior é situada em posição acessível por meio de plataforma elevatória (exemplo de visualização na figura 10). Embora haja diferenças no formato exterior de ambos os modelos, o arranjo dos componentes mecânicos é semelhante. O reparador observa que existe entre os dois modelos, reparados por ele em serviço a vários clientes, se mantém o arranjo físico, as propriedades dimensionais, e as interfaces dos componentes. A montagem da bandeja de suspensão dianteira e seus subcomponentes é compatível nos dois modelos estudados, também se verifica que o aspecto dos componentes é equivalente assim como o acesso a eles.

Figura 10: Imagens de Passat 2018 em oficina mecânica.



Fonte: (Concept SUSPENSÕES, 2023).

4.4.2 Variedade de peças

Os reparadores adquirem peças novas através de lojas de autopeças da cidade e substituem as peças desgastadas em um procedimento simples que pode durar em média duas horas. Assim como a montagem na fábrica, o projeto de plataforma modular reduz o tempo de troca dos componentes pois não é necessário a desmontagem de muitas peças para fazer a troca de um componente danificado. Isso se dá, uma vez que a plataforma é projetada buscando a redução do número de peças como característica comum entre todos os modelos. Ao mesmo tempo, as características dimensionais de distâncias entre mancais, formatos de interfaces, e uniões aparafusadas facilitam o trabalho. Isso implica na facilidade de aquisição de autopeças.

Figura 11: Conjunto de buchas da balança dianteira de suspensão padronizadas para VW Passat a partir de 2015 e VW Golf a partir de 2014. Itens 4 e 3 da figura 9.



Fonte: (REI DO KIT, 2023)

Características similares de veículo podem ser atendidas por peças de código único, comum aos dois, como no caso de um tipo de bandeja dianteira de suspensão que tem código único para os VW Passat, Taos e Tiguan, e também para o Audi Q3.

A bandeja não tem o mesmo código para os modelos analisados, mas as buchas da bandeja e pivô têm códigos idênticos, sendo compatíveis aos dois modelos.

As marcas fabricantes de peças disponibilizam o código do fabricante original da peça (OEM – *Original Equipment Manufacturer*) para que se saiba exatamente em que modelos a peça se encaixa, pois, tendo uma numeração diferente não irá servir. Caso a peça danificada não possua o código original da fábrica entra-se em contato com a concessionária para obter essa informação, fornecendo o número da placa do e do chassi do veículo para obter informações sobre o modelo, ano de fabricação, origem do carro e o código da peça que se deseja adquirir.

4.4.3 Ferramentas e procedimentos

A troca é feita extraíndo-se a bandeja e trocando os componentes desgastados utilizando-se ferramentas comuns a outros modelos padronizados. A adoção de plataformas modulares com componentes compartilhados em diferentes modelos de automóveis facilita os serviços de manutenção por reparadores independentes porque as ferramentas também são padronizadas para os procedimentos. Tendo em mente que as interfaces entre componentes são semelhantes entre os dois modelos, isso também acontece com o posicionamento e as dimensões dos elementos de união, de tal modo que isso permite o uso das mesmas ferramentas para trabalhar com os dois modelos. A figura 12 ilustra um procedimento de reparo na suspensão do VW Golf por reparadores independentes.

Figura 12: Imagens de um VW Golf em oficina mecânica.



Fonte: (DIEGO, 2023)

4.4.4 Solução de problemas

O diagnóstico de problemas também é facilitado, pois como a arquitetura modular implica que os módulos são independentes entre si pode-se detectar e consertar avarias separadamente.

Um exemplo é a manutenção da suspensão, em que se pode retirar somente o amortecedor para troca ou recondicionamento. Outro exemplo é no sistema de freios em que se pode somente trocar as pastilhas gastas e/ou os discos de freio, ou ainda somente fazer a troca do fluido de freio, conforme o estado de funcionamento dos componentes.

4.4.5 Verificação do serviço

A verificação do serviço se dá primeiramente por inspeção visual, e depois por teste de rodagem com o veículo. A inspeção visual é feita com a parte inferior ainda situada em posição acessível por meio de plataforma elevatória (figura 13). O arranjo semelhante dos componentes mecânicos facilita o aprendizado do diagnóstico segundo critérios padronizados para modelos diferentes. Dessa forma, a verificação

do serviço pode ser mais atenta aos testes de rodagem, uma vez que se reduz o tempo com a inspeção do veículo.

Figura 13: Imagem de VW Golf em oficina mecânica.



Fonte: (Canal da Peça, 2023).

4.5 Projeto para manutenibilidade: é um caso bem-sucedido?

O estudo foi feito com o objetivo de avaliar a manutenção de veículos de plataforma modular em oficinas mecânicas de reparação independente. O que deu uma visão ampla das ligações entre projeto modular, projeto para manutenibilidade e a manutenção de veículos de plataformas, mostrando-se um caso em que o projeto para manutenibilidade esteve presente em todas as fases dos projetos dos veículos. O que se reflete no tempo de serviços de manutenção e na confirmação de que os conceitos de manutenibilidade como facilidade de detecção de falhas, redução do tempo de troca ou reparo e acessibilidade de componentes estão sendo implementados de forma satisfatória.

4.5.1 Quanto aos princípios de projeto para manutenibilidade

A manutenibilidade é inerente ao projeto do sistema de construção e garante a facilidade, precisão, segurança e economia das tarefas de manutenção dentro desse sistema. O objetivo da manutenibilidade é melhorar a eficácia e a eficiência da manutenção (ROUNDS, 2019).

Somente algumas características do projeto modular, como módulos independentes (em relação a montagem), interfaces desacopláveis e padronizadas, intercambialidade de componentes, já são suficientes para concluir que por si só o projeto modular reflete o princípio predominante do projeto para manutenibilidade, que é a facilidade de execução da manutenção.

Nas plataformas modulares de veículos verifica-se que o projeto para manutenibilidade foi muito bem implementado, pois pode-se isolar falhas e repará-las separadamente, substituindo apenas os módulos danificados, o que diminui o tempo de inatividade do veículo. Além disso tem-se a facilidade de diagnóstico, quando se pode detectar avarias de forma particular nos componentes tornando o reparo mais eficiente.

Quanto ao acesso facilitado de componentes e segurança para os reparadores o projeto para manutenibilidade é visivelmente bem-sucedido nas plataformas.

A padronização de peças e ferramentas é outra consequência da solução de plataforma que reflete nos serviços de oficina, dada a economia de tempo e capital investido em ferramentas para diversos modelos diferentes no mercado de automóveis.

4.5.2 Quanto aos efeitos sobre a reparação independente de veículos

Na reparação independente os efeitos do projeto para a manutenibilidade são perceptivelmente positivos, pois refletem na facilidade de diagnóstico, acesso às peças danificadas e facilidade de reparo. Isso expressa a não necessidade, na maioria dos casos, de uma qualificação técnica aprimorada dos reparadores que executam os serviços de manutenção.

5.1 Validação dos objetivos

5.1.1 Das características do projeto modular

A arquitetura modular é um avanço em um novo método de condução, uma inovação na aparência ou em uma abordagem da possibilidade de novas tecnologias energéticas. Para as marcas automobilísticas, a chave para alcançar avanços em todos os aspectos do design, produção e fabricação é a barreira técnica da arquitetura modular. Seja uma empresa multinacional de automóveis ou uma marca independente, o contínuo surgimento da arquitetura de módulos nos últimos anos parece redefinir a nova direção da fabricação de automóveis.

As plataformas modulares compartilhadas por vários modelos de veículos já são de conhecimento público e, então, sabe-se que são uma estratégia modular para a variabilidade que baixou os custos de projeto e fabricação de veículos automotores. Portanto, as implicações desta estratégia no pós-garantia das concessionárias automotivas não estão definidas em estudos acadêmicos.

5.1.2 Das necessidades dos reparadores independentes

A qualificação dos reparadores independentes é diversificada, podendo ser técnica através de cursos profissionalizantes e/ou por experiência empírica e sabe-se que o conhecimento de plataformas veiculares é bastante escasso, com esse conhecimento poder-se-ia trabalhar sistematicamente para chegar mais rápido ao problema e poder padronizar os serviços em tais modelos, otimizando assim as tarefas de oficina.

Sabe-se empiricamente que muitos veículos compartilham a mesma base e muitas peças, isso por comparação, o que dá aos reparadores independentes algumas oportunidades de facilitar a escolha que melhor beneficia o cliente em termos

de qualidade e/ou preço de peças de reposição. Porém, com o conhecimento de projeto de plataformas e os modelos que compartilham uma mesma plataforma, poder-se-ia trabalhar sistematicamente para chegar mais rápido ao problema e poder padronizar os serviços em tais modelos, otimizando assim as tarefas de oficina.

Não se trata de um sistema organizado e sistematizado, onde se possa medir fatores que são importantes para a manutenção, incluindo a mantenedibilidade, como na indústria por exemplo, onde se pode normalizar planos de manutenção, tempos de execução, relatório de serviços, capacitação de equipe, etc. Aqui atende-se a um serviço de manutenção corretiva no(s) ponto(s) de falha e trata-se de um sistema em que cada empresa ordena os seus processos conforme capacidade da equipe de trabalho, infraestrutura e interesses dos clientes, entre outros.

5.1.3 Oportunidades futuras

Como sugestão para trabalhos futuros é importante caracterizar o tratamento da manutenção desses veículos entre serviços em concessionária e serviços em oficinas independentes e também caracterizar a configuração do mercado local de autopeças entre peças genuínas e peças paralelas. Também seria conveniente utilizar outros componentes como alvo da pesquisa para confirmar os resultados até aqui alcançados.

5.2 Lições aprendidas

A baixa adesão de colaboradores para esta pesquisa remete ao fato de que nos ambientes de reparação independente há muito pouco conhecimento dos projetos de engenharia que definem as estruturas com as quais se trabalha na manutenção.

Um aspecto interessante que foi constatado é a falta de um registro dos dados de manutenção dos veículos que proporcionasse a verificação dos intervalos de troca de componentes para uma possível comparação do tempo de desgaste entre modelos diferentes de automóveis de mesma plataforma.

Não foram encontradas, na literatura, pesquisas que pudessem contextualizar com os resultados obtidos neste estudo. As referências relativas a esses assuntos poderiam conduzir melhor a produção de trabalhos futuros.

5.3 Encerramento

O projeto modular e a conseqüente adoção de plataformas veiculares otimizam os processos de projeto e colocação de produtos novos no mercado automotivo, além disso tem conseqüências na manutenção destes produtos, que é facilitada e, por se ter a padronização de muitos componentes, se torna acessível em termos econômicos tanto para os usuários quanto para os reparadores independentes, com padronização de ferramentas, processos e serviços.

Também se tem a facilidade de acesso às peças de reposição e variedades de opções no mercado, tanto por poder escolher entre peças originais e paralelas, quando as opções de marcas e preços, dessa forma fica claro que arquiteturas modulares podem permitir que os reparadores independentes respondam rapidamente às exigências do mercado de reparação automotiva e dos clientes.

É preciso considerar sob a perspectiva da competitividade das montadoras, que podem produzir mais carros sob a premissa de garantir a qualidade do produto e que quanto menor for o ciclo de desenvolvimento mais vantajoso será ocupar o mercado. Portanto, a futura concorrência no mercado automobilístico provavelmente evoluirá de uma competição puramente modelo para uma rivalidade entre arquiteturas modulares. Sem uma arquitetura modular avançada, o progresso será ainda mais difícil, pois aqueles que controlam a estrutura do produto chegam mais longe. A arquitetura modular tornou-se gradualmente a principal força técnica para o desenvolvimento futuro das empresas automobilísticas, e também é uma nova geração de revolução tecnológica vigorosamente promovida pelas empresas globais líderes automobilísticas

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário de Souza. **Elaboração de Projeto, TCC, Dissertação e Tese**: uma abordagem simples, prática e objetiva. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

ALLPARTS Comércio de Peças Automotivas Ltda - Vinhedo/SP. Disponível em <https://www.allpartsnet.com.br/?ProductLinkNotFound=bandeja-dianteira-aplus-volkswagen-golf-2014-2018-lado-esquerdo-exceto-gti-bjvw2223> acesso em 01 mar 2023.

AMARAL, et. al. **Gestão de desenvolvimento de produtos** 1.ed. Saraiva. 2006.

AMATUCCI, M. Diferenças entre first movers e late movers na capacitação para o desenvolvimento de produtos na indústria automobilística. **Revista de Administração e Inovação**, 7(4), 66-86. 2010.

AMATUCCI, M., & BERNARDES, R. C. O novo papel das subsidiárias de países emergentes na inovação em empresas multinacionais o caso da General Motors do Brasil. RAI – **Revista de Administração e Inovação**, 4(3), 1-15. 2007.

AMATUCCI, M., & BERNARDES, R. C. Formação de competências para o desenvolvimento de produtos em subsidiárias brasileiras de montadoras de veículos. *Produção*, 19(2), 359-375. 2009.

ANDRADE, E. C. Teoria Fundamentada nos Dados: Pesquisa Qualitativa em Saúde. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 20, n. 1, p. 89-102, 2002. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-90252002000100008. Acesso em: 09 fev 2023.

ABRAMAN. Associação Brasileira de Manutenção. **Documento Nacional 2007**. Rio de Janeiro, 2007.

ANDREASEN, M. M., MCALOONE, T. & MORTENSEN, N. H.; **"Multi-product development – Platforms and modularisation"**, Department of Mechanical Engineering, DTU - Technical University of Denmark, Copenhagen, Denmark, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14280**: cadastro de acidentes do trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AutoVideos. "As verdades e detalhes práticos da plataforma TNGA da Toyota." AutoVideos, <https://autovideos.com.br/verdades-ocultas-plataforma-tnga-toyota/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BACK, NELSON; OGLIARI, ANDRÉ; DIAS, ACIRES; SILVA, JONNY C. **Projeto Integrado de Produtos**: planejamento, concepção e modelagem. São Paulo: Manole, 2008.

BARROS, A. J. S e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia**: Um Guia para Iniciação Científica; 2 Ed. São Paulo: Makron BOOKS, 2000.

BLACKENFELT, Michael. **Managing complexity by product modularization: Balancing the aspects of technology and business during the design process.** 2001. 100 f. Thesis (Doctoral) – Dept. of Machine Design, The Royal Institute of Technology, Estocolmo – Suécia, 2001.

CARDOSO, M. A., & KISTMANN, V. B. **Modularização e design na indústria automotiva: o caso do modelo Fox da Volkswagen do Brasil.** Revista Produção Online, 9(1), 146-169.2009.

CARNEVALLI, J. A., CAUCHICK MIGUEL, P. A., & SALERNO, M. S. **Aplicação da modularidade na indústria automobilística: análise a partir de um levantamento tipo survey.** Produção, 23(2), 349-324. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000040>. 2013.

CARNEVALLI, J. A., VARANDAS, A., JR., & CAUCHICK MIGUEL, P. A. Uma investigação sobre os benefícios e dificuldades na adoção da modularidade em uma montadora de automóveis. **Produto & Produção**, 12(1), 60-90. 2011.

CERVO, Armando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica**, 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

Concept SUSPENSÕES. “DUPLA DE PASSAT B8 AZUL PARA MONTAR SUSPENSÃO A AR PERSONALIZADA! | Concept Suspensões 🚗.” YouTube, 14 December 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=tkTfEWgtKP0>. Acesso em: 29 jul. 2023.

COSTA, Marco Antônio F. da; COSTA, Maria de Fátima Barrozoda. **Metodologia da Pesquisa: Conceitos e Técnicas.** 2 Ed. São Paulo: Interciência, 2009.

CRESSWELL, J. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Bookman, 2009.

DIAS, A. V. C. **Produto mundial, engenharia brasileira:** integração de subsidiárias no desenvolvimento de produtos globais na indústria automobilística (Tese de doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

DIAS, A. V. C., & SALERNO, M. S. Condomínios Industriais: novas fábricas, novos arranjos produtivos e novas discussões na indústria automobilística brasileira. In Anais do 19º **Congresso Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: UFRJ. 1999.

DIAS, A. V. C. **Consórcio modular e condomínio industrial:** elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automobilística (Dissertação de Mestrado). Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

DIAS, T. **Coluna Mecânica Online:** entenda como a estratégia modular MQB vai criar uma nova Volkswagen no Brasil. Blog do Caminhoneiro, 26 jul. 2017. Disponível em: <https://blogdocaminhoneiro.com/2017/07/coluna-mecanica-online-entenda-como-a-estrategia-modular-mqb-vai-criar-uma-nova-volkswagen-no-brasil/>. Acesso em: 04 fev. 2023.

DIEGO. “.” ” - Wiktionary, <https://www.youtube.com/watch?v=9-yw3YdLG8A>. Acesso em: 04 ago. 2023.

ERIXON, G.:”Modular Function Deployment (MFD), Support for Good Product Structure Creation, Proceedings of the 2cd WDK Workshop on Product Structuring, Delft University of Technology. Delft, The Netherlands, June 3 - 4, 1996.

FARREL, R. S. & SIMPSON, T. W.; “Product platform design to improve commonality in custom products”, **Journal of Intelligent Manufacturing**, Vol. 14, pp. 541-556, 2003.

FILHO, E. R. **Projeto de Produto**. UFMG. Departamento de Engenharia de Produção. Edição 7, 2004.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GERSHENSON, J. K., PRASAD, G. J., ZHANG, Y.: “Product Modularity: Definitions and benefits”. **Journal of Engineering Design** Vol. 14, No. 3, pp. 295 - 313, 2003.

HANSEN, P.K. & THYSSEN, J.: “Continuous improvement and modularisation in the product development process. Paper for the Fuglsø workshop on integrated production, 2000.

HARLOU, U., “**Developing product families based on product architectures – Contribution to a theory of product families**”, Doctoral thesis, Department of Mechanical Engineering, DTU - Technical University of Denmark, Copenhagen, Denmark, 2006.

HENRIQUES, F. E. **Grau de adoção da modularidade em projeto e em produção em montadoras automotivas no Brasil**: avaliação de novos desenvolvimentos de veículos (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

JUVINALL, Robert C. **Fundamentos do projeto de componentes de máquinas**/ Kart M. Marshek; tradução e revisão técnica Fernando Ribeiro da Silva.- [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC, 2013.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção – Função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARINI, Vinicius Kaster. **Projeto de produtos modulares: Notas de aula, disciplina DEM1034 Projeto de Máquinas**. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria.

MUNIZ, Rui; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Mantenabilidade e a estratégia nas organizações**. Porto Alegre: PGEP/UFRGS, 2010b.

MUNIZ, Rui; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Mantenabilidade: das tarefas aos resultados organizacionais**. Porto Alegre: PGEP/UFRGS, 2010a.

MUNIZ, Rui; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Requisitos de manutenibilidade**. Porto Alegre: PGEP/UFRGS, 2010c.

OFICINA BRASIL. “VW Passat 2.0 TSi DSG comprova que até o melhor da tecnologia alemã precisa da reparação brasileira - Jornal Oficina Brasil | Caderno Premium.” Oficina Brasil, 1 June 2018, <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/caderno-premium/vw-passat-2-0-tsi-dsg-comprova-que-ate-o-melhor-da-tecnologia-alema-precisa-da-reparacao-brasileira>. Acesso em: 03 jul. 2023.

PINTO, Alan Kardec; NASCIJ, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

REI DO KIT AUTOPEÇAS. “4 Bucha Bandeja Balança Passat Alemão 2015 2016 2017 2018.” REIDOKITAUTOPEÇAS, https://www.reidokitautopecas.com.br/MLB-1970322555-4-bucha-bandeja-balanca-passat-alemo-2015-2016-2017-2018-_JM. Acesso em: 03 jul. 2023.

ROUNDS, Darrell. “Facility Design Strategies and Tactics for Improved Maintainability.” FacilitiesNet, 9 May 2019, <https://www.facilitiesnet.com/designconstruction/article/Facility-Design-Strategies-and-Tactics-for-Improved-Maintainability--18396>. Acesso em: 04 jul. 2023.

SCANIA Trucks & Buses. “Next-level modularity in Scania's new chassis programme.” YouTube, 11 November 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=E3HsMDGvs9Y>. Acesso em: 04 jul. 2023.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

TAVARES, Lourival Augusto. **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 2003.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TAKAHASHI, R. S. et al. **Estratégia modular na Volkswagen do Brasil: o caso da plataforma MQB**. In: Anais do XXVI Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.simea.com.br/2017/anais/artigos/2037.pdf>.

TOYOTA. TNGA | Mobility | Toyota Motor Corporation Official Global Website, <https://global.toyota/en/mobility/tnga/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

TRANSPORT & LOGISTIC MIDDLE EAST. “Scania's New Generation Trucks Now in the Middle East.” Transport and Logistics Middle East TLME, 1 November 2018, <https://www.transportandlogisticsme.com/smart-transportation/scanias-new-generation-trucks-now-in-the-middle-east>. Acesso em: 6 jul. 2023

ULRICH, K. e ELLISON, D. - Beyond Make-buy: Internalization and Integration of Design and Production - Working Paper - Dept. Of Operations and Information Management - The Wharton School, University of Pennsylvania – jan.2004.

ULRICH, K. e EPPINGER. S - **Product Design and Development**, Capítulo 7 - McGrawHill, 1995.

VIEIRA, Sérgio José Rocha. **A adoção do conceito de sustentabilidade como estratégia para a inovação da gestão da manutenção civil da FIOCRUZ**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2007.

VOLKSWAGEN. **Manual do proprietário**: Gol G7. Disponível em: <https://www.manualdocarro.com.br/2017-volkswagen-golf-manual-do-proprietario>. Acesso em: 07 mar. 2023.

WILLIAMSON, DAVID; SELLGREN, ULF; SÖDERBERG, ANDREAS. Product Architecture Transition in a Modular Cyber-Physical Truck Transactions of the ASME, Journal of Computing and Information Science in Engineering. 2019.

WLM/SCANIA. “Novos caminhões Scania: porque você ganha mais dinheiro com eles.” blog wlm scania, 3 June 2019, <https://blogwlmSCANIA.itaipumg.com.br/por-que-voce-ganha-mais-dinheiro-com-os-novos-caminhoes-SCANIA/>. Acesso em: 30 jun. 2023.

QUESTIONÁRIO

Questionário: Golf (a partir de 2014), Passat (a partir 2016/2017)

- 1- Quanto acesso de componentes.
- 2- Quanto às ferramentas utilizadas, são as mesmas?
- 3- Como é feito o diagnóstico do problema?
- 4- Duração do procedimento.
- 5- Quanto ao desgaste das peças, por serem modelos de veículos com diferentes propostas de uso.
- 6- Quando as plataformas chegam ao pós-venda?
- 7- No caso de não encontrar no mercado a peça específica para o modelo, compra-se a de outro modelo, sendo que as dimensões das peças para os dois modelos são as mesmas?
- 8- Geralmente se troca o kit inteiro ou peças separadas. Qual o critério para isso?

Q1

1. Acesso fácil e rápido.
2. Ferramentas são comuns e simples da oficina.
3. O diagnóstico se dá a partir de um teste de rodagem o que aponta vibrações, barulhos e descentralizações de alinhamento, o que se nota na dirigibilidade do veículo.

4. Procedimento simples, mas em ... etapas as quais tem tempos diferentes: 1º no caso da substituição integral da peça/kit, uns 30 minutos; 2º no caso de substituição dos componentes da peça/kit, em torno de duas horas.

5. Independente do veículo, o desgaste da peça vai ocorrer pelo uso do veículo, a vida útil da peça para ambos é em torno de 70 mil quilômetros (troca na manutenção preventiva).

6. (Sem resposta)

7. Não

8. O critério é o diagnóstico da peça.

Q2:

1. De maneira geral o acesso é fácil, devido a pandemia alguns componentes ainda não atingiram a capacidade produtiva para atender ao mercado.

2. A grande maioria das ferramentas são ferramentas comuns utilizadas em outros veículos de outras marcas, ferramenta para enquadramento/sincronismo de motor são específicas para o powertrain.

3. Reclame do cliente, teste de rodagem caso necessário (ex: ruído), utilização de equipamentos como o scanner, medição de pressão e vazão de bomba de combustível, máquina de teste de bicos injetores, etc.

Caso necessário é feito a desmontagem do sistema ou componente para averiguação.

4. Muito relativo ao problema em questão, mas uma análise simples de falha de funcionamento pode demorar em média 2 horas.

5. Devido ao baixo número de Passat disponíveis no mercado é temeroso levantar algum dado fidedigno, necessitando de um trabalho estatístico junto a montadora.

Mesmo assim é possível supor que as peças de suspensão podem ter desgaste mais acentuado, não sabemos que os componentes passaram por processo de tropicalização correto.

6. No caso de mecânicas fora da concessionária, geralmente após a última revisão em garantia.

7. A montadora trabalha sempre por numeração de chassis, portanto muitas peças são “carry over”, a depende do dimensional pode ser utilizada com prejuízo na durabilidade.

8. Para o cliente o critério é custo, consegue-se achar as buchas de suspensão no mercado “paralelo” de marcas que fabricam para as montadoras.