



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Curso de Engenharia Mecânica

IURI FERREIRA FALCÃO JUNIOR

**Análise Comparativa de Manutenção entre os
Carros Mais Vendidos do Brasil por Segmento**

SÃO LUÍS/MA

2019

IURI FERREIRA FALCÃO JUNIOR

Análise Comparativa de Manutenção entre os Carros Mais Vendidos do Brasil por Segmento

Monografia de graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Esp. José Ribamar Ribeiro Silva Júnior

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA
DEFENDIDA PELO ALUNO IURI
FERREIRA FALCÃO JUNIOR E
ORIENTADO PELO PROF. ESP. JOSÉ
RIBAMAR RIBEIRO SILVA JÚNIOR

.....
ASSINATURA DO ORIENTADOR

SÃO LUÍS

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL - UEMA

Falcão Junior, Iuri Ferreira.

Análise comparativa de manutenção entre os carros mais vendidos do Brasil por segmento / Iuri Ferreira Falcão Junior. – São Luís, 2019.

... 104p

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Esp. José de Ribamar Ribeiro Silva Junior.

1.Carros. 2.Manutenção. 3.Viabilidade. 4.Segmentos. I.Título

CDU: 62-462(81)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Análise Comparativa de Manutenção entre os Carros mais Vendidos do Brasil por Segmento

Autor: Iuri Ferreira Falcão Junior

Orientador: Prof. Esp. José Ribamar Ribeiro Silva Júnior

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia:

Prof. Esp. José de Ribamar Ribeiro Silva Júnior
UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

Prof^a Mc. Núbia Célia Bergê Cutrim
UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

Prof^a Mc. Maria Amália Trindade de Castro
UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

São Luís/MA, 05 de dezembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter sido a motivação de maior beleza e importância. Foi a razão do início, o refúgio e sustento do meio e a vitória do fim.

Ao meu professor orientador pela paciência e direcionamentos.

Ao meu pai Iuri Falcão e minha mãe Arlete Lobo pelo amor incessante do nosso lar que foi fundamental para essa realização. Sem esse apoio e atenção, nada seria possível.

Ao meu amado irmão Bruno Lobo pela amizade e parceria.

À minha noiva Renata Vasconcelos pelo amor e cumplicidade em cada etapa dessa realização, acreditando no meu sucesso e me motivando a sempre melhorar.

À minha prima Lívia Lobo pela amizade, carinho, cumplicidade, auxílio nas horas que mais precisei e referência na engenharia.

A todos os meus tios, primos e avô pelo amor e exemplos de vida.

Aos meus amigos e professores pela construção do dia-a-dia de alegria e solidariedade.

EPÍGRAFE

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”*

(Albert Einstein)

RESUMO

O carro é o principal meio de transporte do século XXI e também o mais consumido em todo o planeta. Assim, sua comercialização ocupa uma parcela considerável no fluxo econômico mundial. No entanto, como qualquer tecnologia, os automóveis precisam de uma constância de manutenções para o aumento da sua vida útil e conservação do seu rendimento. Dessa forma, postergar os planos de manutenções dos carros é um risco eminente, que pode comprometer a expectativa de funcionamento dos mesmos. Tal rotina de manutenções gera um custo, que muitas vezes, não é levado em consideração pelo consumidor. No entanto, as despesas com as revisões preventivas e corretivas compõem um percentual significativo em cima do valor do carro, acarretando a necessidade de se conhecer tais custos para a decisão da compra. Baseado nesse cenário, foi elaborado um estudo que analisa os planos de manutenções de carros líderes de venda, com seus respectivos valores de mercado e custos com manutenções. Esse estudo disponibiliza um coeficiente que pode ser usado como ferramenta para indicar a viabilidade de manutenção dos carros analisados.

Palavras-chave: carros; manutenção; viabilidade; custos; segmentos.

ABSTRACT

The car is the main means of transportation of the 21st century and also the most consumed in the whole planet. Thus, its commercialization occupies a considerable part in the world economic flow. However, like any technology, automobiles need constant maintenance to increase their service life and maintain their performance. Thus, postponing car maintenance plans is an imminent risk, which may compromise their expected operation. Such maintenance routine generates a cost, which is often not taken into consideration by the consumer. However, expenses with preventive and corrective revisions make up a significant percentage over the value of the car, resulting in the need to know such costs for the purchase decision. Based on this scenario, a study was prepared that analyzes the maintenance plans of leading sales cars, with their respective market values and maintenance costs. This study provides a coefficient that can be used as a tool to indicate the viability of maintenance of the analyzed cars.

Keywords: cars; maintenance; feasibility; costs; segments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Suspensão com feixe de molas (CEARÁ, 2012a).	18
Figura 4.2 - Suspensão com mola helicoidal (CEARÁ, 2012a).....	18
Figura 4.3 - Suspensão independente com mola helicoidal (CEARÁ, 2012a).	19
Figura 4.4 - Exemplos organizacionais do sistema de transmissão (CROLLA, 2009).	21
Figura 4.5 - Componentes do sistema de transmissão (CEARÁ, 2012b).....	21
Figura 4.6 - Componentes da embreagem (CANAL DA PEÇA, 2019).....	22
Figura 4.7 - Caixa de mudanças (CEARÁ, 2012b).	22
Figura 4.8 - Transmissão articulada (CEARÁ, 2012b).....	23
Figura 4.9 - Diferencial (CEARÁ, 2012b).....	23
Figura 4.10 - Semi-árvore (CEARÁ, 2012b).	24
Figura 4.11 - Componentes de um freio a tambor (COSTA, 2002).	26
Figura 4.12 - Principais componentes de um freio a disco (COSTA, 2002).....	27
Figura 4.13 - Elementos básicos da direção (COSTA, 2002).	29
Figura 4.14 - Mecanismo hidráulico (COSTA, 2002).	30
Figura 4.15 - Cambagem positiva e negativa (CARVIZION, 2018).....	31
Figura 4.16 - Sistema elétrico (COSTA, 2002).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Categorias de automóveis e seus líderes de venda (OLIVEIRA, 2019).....	53
Tabela 5.2 – Categorias de automóveis e seus líderes de venda (OLIVEIRA, 2019).....	53
Tabela 6.1 – Ranking valores de mercado (Elaborada pelo autor, 2019).....	61
Tabela 6.2 – Ranking CPR (Elaborada pelo autor, 2019).....	62
Tabela 6.3 – Ranking por valor de mercado (Elaborada pelo autor, 2019).....	69
Tabela 6.4 – Ranking por CPR (Elaborada pelo autor, 2019).....	70
Tabela A.1 – Manutenção Onix (Elaborada pelo autor, 2019).....	78
Tabela A.2 – Manutenção Cruze (Elaborada pelo autor, 2019).....	79
Tabela A.3 – Manutenção Honda Fit (Elaborada pelo autor, 2019).....	80
Tabela A.4 – Manutenção Prisma (Elaborada pelo autor, 2019).....	82
Tabela A.5 – Manutenção Corolla (Elaborada pelo autor, 2019).....	84
Tabela A.6 – Manutenção Classe C (Elaborada pelo autor, 2019).....	85
Tabela A.7 – Manutenção Creta (Elaborada pelo autor, 2019).....	87
Tabela A.8 – Manutenção Compass (Elaborada pelo autor, 2019).....	88
Tabela A.9 – Manutenção Strada (Elaborada pelo autor, 2019).....	90
Tabela B.1 – Manutenção HB20 (Elaborada pelo autor, 2019).....	92
Tabela B.2 – Manutenção Compacto Ka (Elaborada pelo autor, 2019).....	93
Tabela B.3 – Manutenção Gol (Elaborada pelo autor, 2019).....	95
Tabela B.4 – Manutenção Polo (Elaborada pelo autor, 2019).....	96
Tabela B.5 – Manutenção Civic (Elaborada pelo autor, 2019).....	98
Tabela B.6 – Manutenção Cruze (Elaborada pelo autor, 2019).....	99
Tabela B.7 – Manutenção Sentra (Elaborada pelo autor, 2019).....	101
Tabela B.8 – Manutenção Jetta (Elaborada pelo autor, 2019).....	102

LISTA DE ABREVIATURAS DE SIGLAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
ABS	Anti-lock Braking System
CPF	Coeficiente Percentual de Revisões
CVT	Transmissão Continuamente Variável
GMA	Grupo de Manutenção Automotiva
NBR	Norma Regulamentadora Brasileira
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Geral	3
2.2	Específicos	3
3	JUSTIFICATIVA	4
4	REVISÃO DA LITERATURA	6
4.1	Manutenção	6
4.1.1	História da manutenção	6
4.1.2	Conceitos e objetivos	7
4.1.3	Tipos de manutenção	8
4.1.4	Planejamento e organização da manutenção	11
4.1.5	Confiabilidade na manutenção	12
4.2	Sistemas principais de um automóvel	13
4.2.1	Motor	13
4.2.2	Suspensão	16
4.2.3	Transmissão	19
4.2.4	Freios	24
4.2.5	Direção	28
4.2.6	Sistema Elétrico	31
4.3	Elementos do plano de manutenção periódico-revisões	32
5	MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.1	Metodologia	39
5.2	Categorias e veículos	40
5.2.1	Veículos da Análise 1	40
5.2.2	Veículos da Análise 2	41
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1	Análise 1	42
6.1.1	Hatch compacto: Onix Chevrolet	43
6.1.2	Hatch médio: Cruze Chevrolet	43
6.1.3	Monovolume: Honda Fit	44
6.1.4	Sedã Compacto: Prisma Chevrolet	44
6.1.5	Sedã Médio: Corolla Toyota	45

6.1.6 Sedã Premium: Classe C Mercedes	45
6.1.7 Utilitário: Creta Hyundai	46
6.1.8 Utilitário Premium: Compass Jeep	46
6.1.9 Picape: Strada Fiat	47
6.1.10 Discussão comparativa e conclusão da análise 1	48
6.2 Análise 2	50
6.2.1 Hatch Compacto	50
6.2.2 Sedã médio	53
6.2.3 Discussão comparativa e conclusão da análise 2	56
7 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – Tabelas da Análise 1	65
APÊNDICE B – Tabelas da Análise 2	79

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto mundial e competitivo, o desenvolvimento da manutenção tem-se firmado crescentemente como prática fundamental e estratégica das organizações. Sua principal função é garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações para as empresas que dependem desse tipo de prática. Segundo Monchy (1987, p. 5), a manutenção é a soma de atividades necessárias para que os itens sejam preservados ou restaurados de modo que o equipamento continue com suas funções asseguradas.

O seu desenvolvimento deve andar atrelado as demais áreas da empresa, sempre mantendo a harmonia para que a sua aplicação seja eficiente. Com isso, os custos de produção da empresa, que são um item essencial pra o desenvolvimento da companhia, tendem a reduzir. Isso acontece, devido às práticas de manutenção que envolvem desde o planejamento à execução, e que potencializa a receita e abre um leque de opções para novos investimentos.

Todos os setores produtivos poderiam ter um programa de manutenção compatível com suas atividades, pois os benefícios são vários como: segurança, confiabilidade, qualidade, custos de operações mais baixos e aumento do tempo de vida dos ativos. Com isso, os indicadores da manutenção se mostram essenciais para conferir ou estimar a real situação do trabalho efetuado nas linhas de produção.

De acordo com dados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), retirado do Documento Nacional “A situação da Manutenção no Brasil” realizada em 2011, o investimento anual na manutenção pelas empresas no Brasil foi responsável por 4,69% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro no ano de 2013, o que comprova a importância do investimento e o incentivo acadêmico nessa área, que não pode ser vista apenas como uma atividade de restauração simples. A manutenção deve ser vista como uma área estratégica dentro da empresa, não se limitando apenas a funções operacionais, mas também à busca da perfeição entre equilíbrio e técnica.

Dessa forma, o presente trabalho abordará o tema: manutenção aplicada à área automotiva. Através de uma análise comparativa das manutenções corretiva, preventiva e

predictiva em veículos automotores de diferentes categorias. Os três tipos de manutenção citados são possíveis no âmbito automotivo, variando apenas em grau de necessidade e exigência.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

É mister a exposição dos objetivos do presente trabalho: realizar uma análise comparativa entre os planos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva dos carros mais vendidos do Brasil em nove segmentos, para verificação dos custos de manutenção de cada veículo ao completar (100.000) quilômetros rodados.

2.2 Específicos

- a) Estudo das manutenções corretiva, preventiva e preditiva em automóveis;
- b) Seleção os veículos avaliados;
- c) Seleção dos componentes a serem avaliados no projeto;
- d) Levantamento de custos individuais;
- e) Análise comparativa de manutenção entre segmentos de veículos;
- f) Análise comparativa global de todos os itens estudados.

3 JUSTIFICATIVA

Considerando que o carro é o principal meio de transporte no século XXI, postergar o plano manutenção é um risco eminente. De acordo com o estudo feito em 2015 pelo Grupo de Manutenção Automotiva (GMA) (Apud: REDE PIT STOP, 2015) a ausência de manutenção é determinante para a maioria dos acidentes automobilísticos, deixando um rastro de destruição, mortos e incapacitados. Conforme esse estudo, 14% dos acidentes que ocorrem nas estradas são decorrentes do mau estado de conservação do veículo. Portanto, seguir o plano de manutenção do fabricante se mostra essencial para a saúde do automóvel e do condutor.

As manutenções corretiva, preventiva e preditiva têm seus respectivos graus de importância no âmbito automotivo, considerando que cada veículo foi projetado e construído para uma função específica. Como o foco da pesquisa visa automóveis urbanos para transporte de pessoas, a manutenção preventiva seria a ideal por conta da segurança e facilidade de mercado que ela possibilita. Contudo, não podemos descartar os outros modelos de manutenções, pois ainda têm um papel secundário importante na vida útil do veículo.

O processo corretivo em automóveis ocorre meramente com a substituição da peça quando a mesma apresenta falha evidente, sem que tenha ocorrido um estudo relativo prévio. Contudo, o processo preventivo consiste em uma técnica considerada mais segura, pois as substituições são realizadas anteriormente à falha, tendo como base às previsões do fabricante. Assim sendo, o modelo preditivo constitui-se na inspeção dos componentes do veículo com a utilização de equipamentos de medição.

Os custos com as manutenções de um automóvel, muitas vezes, não são avaliados pelos consumidores no ato da compra. Porém, tais gastos devem ser considerados como um investimento agregado ao valor do próprio carro por se tratarem de gastos periódicos, inevitáveis, indispensáveis para a saúde do bem e da expectativa financeira do comprador. Ao ignorar essa variável o comprador permite que o seu orçamento seja extrapolado.

Com isso, a análise detalhada de cada item a ser trocado ou consertado em períodos distintos é crucial para um bom plano de manutenção e uma excelente alternativa de preparo

financeiro para o consumidor, com o objetivo de evitar que o mesmo venha a adquirir um carro - seja qual for seu valor de compra - sem atentar-se à práticas necessárias de médio e longo prazo consideradas de grande relevância.

A análise da manutenção individual torna-se fundamental para o vendedor, porém, para o comprador ainda é um objeto de estudo escasso. A análise individual de cada veículo mais vendido, em suas respectivas categorias, torna-se relevante para a tomada de decisão do cliente. Posteriormente, o entrelaçamento desses dados por meios gráficos será uma ferramenta ainda mais indispensável para qualquer entusiasta do ramo automobilístico e também para futuros clientes.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizado levantamento bibliográfico sobre manutenção e sistemas de um veículo com os principais conceitos julgados como essenciais para o entendimento e a elaboração deste trabalho de conclusão de graduação.

4.1 Manutenção

4.1.1 História da manutenção

De acordo com Pascoli (1994), os primeiros documentos a respeito da manutenção surgiram no século X, a qual foi utilizada pelos *Vikings* para manter seus navios em plenas condições para combate. Ocorre que o maior ganho científico para a manutenção veio com a evolução industrial do último século quando a humanidade teve o seu maior salto tecnológico. No fim do século XIX, com a mecanização das indústrias manifestou-se a necessidade dos primeiros reparos mais sofisticados e até o ano de 1914 a manutenção era vista apenas como uma função secundária.

Com a introdução da produção em série por Henry Ford, as fábricas começaram a implantar programas mínimos de produção. Com isso, a criação de grupos de reparos foi necessária para tentativa de conserto das máquinas operatrizes em menor tempo possível. Surgindo assim, pela primeira vez, um modo de organização interno subordinado à operação, cuja função era o cumprimento da manutenção corretiva.

Logo após o término da Segunda Guerra Mundial, a necessidade de uma produção mais otimizada e confiável foi inevitável, visto que, somente as interferências de caráter corretivo não eram mais suficientes. A partir desse ponto, surgiu a manutenção preventiva a fim de corrigir e evitar falhas, o que permitiu a igualdade da manutenção à operação no que concerne ao grau de importância.

Em meados da década de 1950, a manutenção preventiva, aliada à robusta evolução de alguns setores produtivos, era baseada em estatística e enfatizava a variável tempo,

considerando as horas trabalhadas. Diante disso, notou-se que o tempo para diagnosticar as falhas era superior ao tempo de reparo das mesmas. Consequentemente, foi criado um grupo de assistência que era responsável pelo planejamento e controle da manutenção preventiva de forma particular e analítica, fomentando a importância dessa função.

Com o advento dos computadores e o aprimoramento dos instrumentos de proteção e medição a indústria passou a aderir critérios mais robustos e específicos de operação, juntamente com a automação de sistemas de monitoramento e controle. Com isso, a engenharia de manutenção foi dividida em duas partes: a confiabilidade, na análise das ocorrências e estratégias; e o PCM, no planejamento e controle da manutenção, o qual se manteve em conformidade com a área operacional até os dias atuais.

4.1.2 Conceitos e objetivos

A engenharia de manutenção é um estudo que compreende e envolve inúmeras atividades que objetivam a continuidade, funcionalidade e o desempenho de equipamentos, estrutura-se desde a programação até o reparo. No decorrer dos avanços tecnológicos novos métodos de implantação foram incorporados à essa área, o que promoveu o aumento da viabilidade e sua utilização foi colocada em prática em diversas áreas de atuação.

Segundo a NBR 5462/1994, norma regulamentadora que padroniza a confiabilidade e manutenibilidade: a manutenção é a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou relocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenibilidade pode ser definida como a competência de um item ser mantido em condições favoráveis com que consiga realizar suas funções.

O autor Monchy (1989, p.3) afirma que “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Coexistente a isso, nas palavras de Xenos (1998, p. 13): “a manutenção, além de indispensável, pode ser considerada como a base de toda atividade industrial.”. Assim, o processo de manutenção pode ser visto como essencial para todo o processo produtivo, dessa forma, ganha crescentemente espaço e autonomia com o passar do tempo.

Podemos compreender a manutenção como uma série de atividades técnicas fundamentais ao funcionamento contínuo e permanente de equipamentos, máquinas, ferramentas e instalações. Esses encargos envolvem a conservação, restauração, adequação, substituição e prevenção. De modo geral, as funções da manutenção de uma empresa têm como função manter equipamentos e máquinas em amplo funcionamento, para assegurar a produção e a qualidade dos produtos além de elaborar o planejamento da prevenção de prováveis falhas ou quebras dos equipamentos.

A partir desses conceitos é possível afirmar que a manutenção ideal é aquela que possibilita um aumento na disponibilidade do equipamento para a produção com um custo adequado para a empresa sem que a qualidade e padronização dos produtos sejam perdidas pelo processo.

4.1.3 Tipos de manutenção

Cada tipo de manutenção existente nas literaturas especializadas é definido pelo tipo de intervenção que é feita nos equipamentos ou instalações. Uma série de classificações pode ser encontrada nas bibliografias, porém neste trabalho serão abordados as quatro principais. Conforme Kardec e Nascif (2009) são: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção detectiva. Ressalta-se que nenhum tipo de manutenção pode ser considerado perfeita. Compete à equipe de manutenção definir a manutenção ideal para cada situação.

4.1.3.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é o modelo mais antigo de manutenção, consoante o histórico abordado previamente no presente trabalho. Essa se fundamenta na correção de uma falha ou comportamento não desejado, ou seja, ocorre em momentos críticos. Segundo SLACK; CHAMBERS; JHONSTON (2000, p. 645), “significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra de o equipamento ter ocorrido”. Pode ser classificada em duas formas diferentes: manutenção não planejada e manutenção planejada.

A manutenção corretiva não planejada na visão de Kardec e Nascif (2009), opera em um ato já ocorrido onde não há tempo para a preparação do serviço, o que gera um custo exorbitante para a empresa, pois a quebra do equipamento provoca a descontinuidade da produção, além de outros custos derivados da falha. A manutenção corretiva planejada tem como maior característica o gerenciamento. Tal item não deixa de seguir o modelo de correção de falhas ou comportamento, contudo, se fundamenta na modificação de parâmetros examinados pela manutenção preditiva vide Kardec e Nascif (2009).

4.1.3.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva tem como função impedir as falhas e quedas de rendimento por meio de intervenções no equipamento em espaços de tempo previamente estipulados pela equipe técnica. Em harmonia com Kardec e Nascif (2009), a manutenção preventiva proporciona um bom gerenciamento das práticas, nivelamento dos recursos e previsibilidade do consumo de materiais. Em contrapartida, é necessário o intervalo de parada do equipamento das práticas de execução rotineiras.

Como consequência, a equipe técnica deve saber conduzir com cautela cada item no planejamento de manutenção, visto que, eles são peças importantes em uma produção que se compõe de diversos maquinários. Os mesmos autores, em suas lições, também abordam o fato de que os manuais oferecidos pelos fabricantes não abordam todos os dados necessários para a prática deste modelo de manutenção, pois além de dados imprecisos, as condições ambientes também são fatores que contribuem para o desgaste dos equipamentos.

4.1.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva é um modelo que propõe mínima interferência no processo produtivo ao utilizar o recurso de exame periódico. Busca antever possíveis falhas para poder iniciar o processo de correção sem ter que descontinuar a produção. Esse modelo de ação busca basicamente reduzir os custos e aumentar a produtividade.

Além de outros objetivos mais específicos, encontram-se:

- a) Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- b) Impedir o aumento dos danos;
- c) Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção;
- d) Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento.
- e) aumentar o grau de confiança no desempenho.

A linha de pensamento de Akahashi e Osada (1993) considera a manutenção preditiva como uma filosofia que rejeita a manutenção e os reparos excessivos, além de promover o progresso de práticas econômicas com sustentação em um estudo científico a respeito dos ciclos de manutenção otimizados.

Nas lições de Pinto e Xavier (2001), a manutenção preditiva é um comportamento com o alicerce em modificações de parâmetros de condição ou desempenho, do qual o acompanhamento segue uma sistemática. Isto é, baseia-se em planejamento e elaboração de condutas de manutenção para efetuar vistorias periódicas com a possibilidade de uso de equipamentos para o estudo de vibrações, ruídos, temperaturas e outros.

4.1.3.4 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva passou a ser citada nas bibliografias por volta da década de 1990 e funciona como método que permite a detecção e correção de falhas que estão visíveis ou ocultas ao corpo técnico responsável. Kardec e Nascif (2009) aduzem que a manutenção detectiva consiste em verificações no sistema feitas por especialistas, sem removê-las de operação, ou seja, podem retificar a situação com o conjunto ainda em operação.

Com isso, torna-se um sistema muito utilizado em ambientes sensíveis que não aceitam falhas. Algumas tarefas desse modelo são:

- a) Definir as máquinas e equipamentos que serão monitorados;
- b) Elaborar o tipo de inspeção e definir o responsável em fazê-la;
- c) Registro de intervenções;
- d) Definição rápida do plano de ação para as falhas observadas.

4.1.4 Planejamento e organização da manutenção

O planejamento e organização da manutenção devem estar atrelados aos interesses da empresa com foco no gerenciamento e solução dos problemas produtivos para que a companhia possa manter a competitividade no mercado, em busca de soluções para otimizar os resultados. O custo é um item crucial para qualquer tentativa de implementação de um modelo de planejamento e organização da manutenção, podendo ser dividido em três classes:

- a) **Custos diretos:** são aqueles essenciais para manter o maquinário em funcionamento, como o custo da manutenção preventiva, preditiva, corretiva e detectiva;
- b) **Custo da perda:** são provenientes da perda de produção pela falha do maquinário principal sem que o equipamento de reposição (quando houver) esteja a disposição para uso;
- c) **Custos indiretos:** são os custos associados a supervisão, estrutura gerencial, apoio administrativo dentre outros.

O planejamento e organização da manutenção pode ser executado seguindo três formas de atuação, podendo ser: centralizada, descentralizada e mista. A forma centralizada busca alinhar a manutenção em torno de uma equipe, obtendo diversas vantagens como maior flexibilidade na alocação de mão de obra em diversos locais da companhia, o corpo técnico da manutenção tende a ser menor e a estrutura da manutenção tende a ser pequena.

O modo descentralizado tem *modus operandi* inverso ao centralizado, tendo como principal vantagem a colaboração entre operação e manutenção, de modo que exista simpatia e espírito de equipe. A forma mista, como o nome sugere, é a união dos dois modelos anteriores. Pode ser perfeitamente utilizada em plantas de grande porte, proporcionando as vantagens dos dois itens já esmiuçados.

De acordo com Pinto e Xavier (2001) o planejamento é uma etapa de suma importância, independente da dimensão e dificuldade da incumbência. O planejamento da manutenção cumpre as seguintes obrigações:

- a) Detalhamento dos serviços: nesta etapa é que são definidas as tarefas fundamentais, os recursos indispensáveis e o tempo de execução;
- b) Microdetalhamento: nessa etapa são adicionadas máquinas e ferramentas de elevação que podem representar caminhos críticos na sequência de programação;
- c) Orçamento dos serviços: nesse ponto se definem os custos dos colaboradores, hora/máquina e de materiais para o andamento do trabalho;
- d) Facilitação do serviço: consiste no estudo antecipado dos orçamentos e da aceitação dos custos do trabalho a ser realizado.

Os níveis de prioridade influenciam diretamente nas programações das tarefas, sendo que, os níveis são divididos como: emergência, urgência, normal operacional e normal não operacional. Para auxiliar na programação de tarefas, o grupo responsável utiliza softwares que interligam todo tipo de informação crucial, a exemplo, peças sobressalentes, emissão de ordens de serviço de manutenção corretiva, programa de manutenção preventiva, mão de obra, custos, indicadores, prioridade nas paradas e outros.

4.1.5 Confiabilidade na manutenção

Em concordância com Fogliatto e José Luis (2011), a confiabilidade em seu sentido mais amplo está associada a operação bem-sucedida de um produto ou sistema, na ausência de quebras ou falhas. Porém, em análises de engenharia o fator quantitativo de confiabilidade em termos de probabilidade se faz necessário. A partir disso, Leemis (1996) afirma que a confiabilidade de um item coincide com a sua probabilidade de desempenhar adequadamente o seu plano especificado, por um determinado período de tempo e sob as condições ambientais predeterminadas.

A confiabilidade está diretamente ligada a quatro conceitos principais. Consoante Fogliatto e José Luis (2011), tais quais:

- a) **Qualidade:** pode ser definida como a totalidade de características e aspectos de um produto ou serviço que tornam possível a satisfação de necessidades implícitas e explícitas associadas ao produto ou serviço;

b) **Disponibilidade:** conceituada como a capacidade de um item mediante manutenção apropriada desempenhar sua função requerida em um determinado instante de tempo;

c) **Manutenibilidade:** é definida como a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condição de operação, por meio de condições preestabelecidas de uso, quando submetido à manutenção sob condições predeterminadas e usando recursos e procedimentos padrão;

d) **Segurança:** definida por um nível aceitável de risco que possa causar morte, dano ou doenças ocupacionais a pessoas, bem como dano ou perda de equipamentos ou de propriedades.

4.2 Sistemas principais de um automóvel

Para compreensão do projeto é necessário entender minimamente os sistemas que constituem um veículo, no qual juntos são concebidos como um carro moderno. Esses sistemas principais são: motor, suspensão, transmissão, freios, direção e o sistema elétrico.

4.2.1 Motor

O motor é a fonte de energia do automóvel que converte a energia calorífica produzida pela combustão da gasolina em energia mecânica. (Brunetti, 2012). A mistura gasosa é formada no carburador ou calculada pela injeção eletrônica. Nos motores atuais esse fenômeno ocorre na câmara de explosão. Os pistões que se movem dentro dos cilindros comprimem a mistura que posteriormente é inflamada por uma vela de ignição e à proporção que a mistura se inflama expande-se, o que o impulsiona o pistão para baixo.

No entendimento do autor Paulo Costa (2002), o movimento para cima e para baixo dos pistões é convertido em movimento rotativo pelo virabrequim que segue para as rodas através da embreagem, caixa de câmbio, eixo de transmissão e o diferencial. O virabrequim se liga aos pistões por meio das bielas, e uma sistema de cames, também conhecido como árvore de comando de válvulas, movida pelo virabrequim, aciona as válvulas de admissão e escapamento situadas geralmente na parte superior de cada cilindro.

A energia inicial necessária para colocar o motor em movimento é adquirida através do motor de arranque que, por sua vez, engrena-se a uma cremalheira que envolve o volante do motor, este, é constituído por um disco pesado fixado à extremidade do virabrequim ou árvore de manivelas, (COSTA, 2002). Ademais, o volante do motor tem função de amortecer impulsos bruscos dos pistões e origina uma rotação comparativamente suave ao virabrequim.

Portanto, a estrutura do motor deve ser rígida o suficiente para suportar as elevadas pressões a que estão sujeitos os mancais do virabrequim e as demais peças internas. Dessa forma, o motor é formado basicamente por duas partes ligadas através de parafusos: a porção superior chamada de cabeçote do motor e a parte inferior denominada de bloco do motor, que contém o virabrequim. É ressaltado pelo autor Paulo Costa (2002) que o cabeçote e o bloco podem ser feitos de ferro fundido e alumínio, este último por ser mais leve e possibilitar melhor dispersão do calor.

Percebe-se que atualmente a grande maioria dos motores apresentam as válvulas no cabeçote, visto que para cada cilindro existe uma câmara de explosão, um coletor de admissão, um coletor de escapamento, uma válvula de escapamento, uma válvula de admissão e um orifício com rosca para o alojamento da vela. Assim, o motor recebe a mistura gasosa através das válvulas de admissão e expelle os gases resultantes da combustão através das válvulas de escapamento.

Dessa forma, na parte superior do cabeçote é o local no qual geralmente encontra-se o mecanismo de abertura e fechamento das válvulas. No bloco do motor estão os cilindros e os mancais do virabrequim, no qual estão ligadas as bielas que por sua vez estão ligadas aos pistões. O bloco do motor também pode comportar a árvore de comando de abertura e fechamento das válvulas. Contudo, a árvore de comando também pode ser comportada no cabeçote.

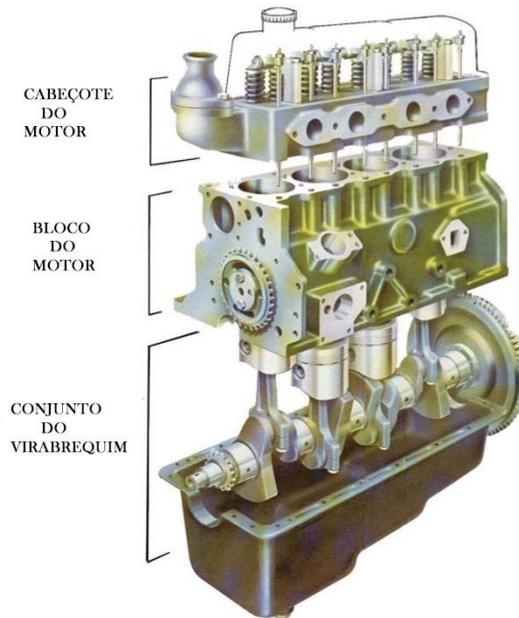


Figura 4.1- Partes do motor (COSTA, 2002).

Destarte, a energia calorífica, resultante da combustão da mistura gasosa, é convertida em energia mecânica por meio dos pistões, bielas, e virabrequim, e o rendimento do motor é dependente da quantidade de energia calorífica que é transformada em energia mecânica. Quanto maior for o volume da mistura constituída de gasolina e ar admitida no cilindro juntamente com a compressão, mais elevada será a potência específica do motor.

Conseqüentemente, à medida que a faísca da vela de ignição inflama a mistura comprimida, a miniexplosão propaga rapidamente e de modo uniforme na cabeça do pistão que limita a câmara de explosão. Se a taxa de compressão for excessiva para o tipo de gasolina utilizada a combustão não apresentará característica progressiva, sendo considerada o tipo ideal para essa situação. (COSTA, 2002). Os motores de automóveis geralmente apresentam um ciclo de funcionamento de quatro tempos, ou Ciclo Otto.

Isto posto, as válvulas de admissão e escapamento devem abrir uma vez a cada ciclo, a árvore de comando que as aciona gira a metade da velocidade de rotação o virabrequim, a qual completa duas rotações a cada ciclo (COSTA, 2002). Nas lições de Brunetti (2012), o primeiro tempo do pistão é chamado de tempo de admissão; o segundo é definido como tempo de compressão; o terceiro, como tempo de expansão; e o último tempo é intitulado como tempo de escape, completando assim um ciclo completo do pistão.

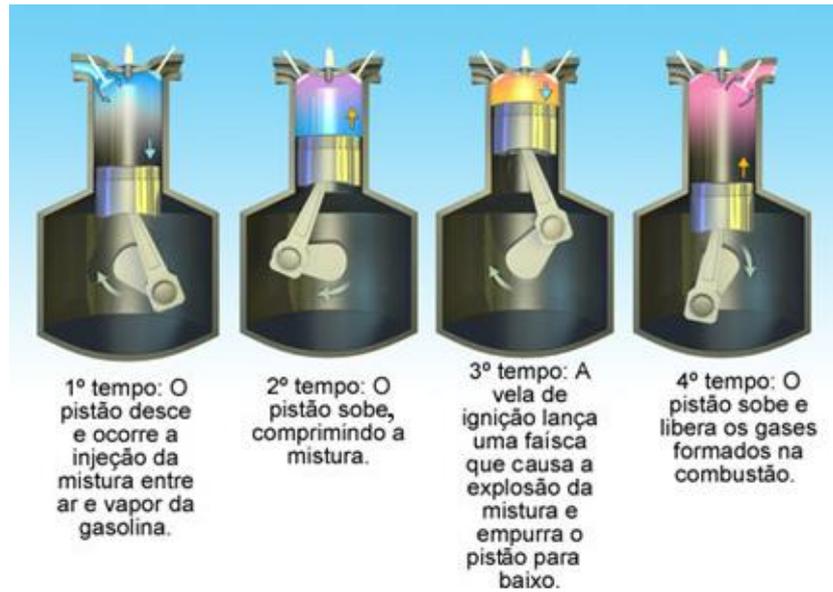


Figura 4.2 - Esquema de funcionamento de um motor de 4 tempos (FOGAÇA, 2019).

4.2.2 Suspensão

O objetivo principal do sistema do sistema de suspensão é manter o contato contínuo das rodas com o terreno, considerando que é necessário controlar o percurso do carro, além de assegurar a estabilidade do veículo, mantendo o conforto dos passageiros. Com isso, a suspensão deve absorver e neutralizar as anomalias do solo, pois esses movimentos serão transmitidos à carroceria e aos ocupantes do automóvel em formato de oscilações. (CEARÁ, 2012a)

Por esse motivo, a carroceria apresenta diversos tipos de oscilações, que variam de acordo com o movimento do carro, vide:

- a) **Oscilações frontais:** que ocorrem ao acelerar e frear;
- b) **Oscilações laterais:** que ocorrem em torno do eixo longitudinal;
- c) **Forças laterais:** produzem inclinação vertical na carroceria;
- d) **Deslocamentos verticais:** são movimentos verticais ao longo do eixo do veículo;
- e) **Deslocamentos transversais:** são produzidos por forças laterais.

À vista disso, o limite padrão de conforto, é de uma a duas oscilações por segundo, sendo que, a variação desse valor pode causar impacto no sistema nervoso do indivíduo. Para corrigir tais oscilações, foram inseridos elementos elásticos no sistema de suspensão. A admissão de pneus em substituição das rodas rígidas foi uma das medidas adotadas para conter as oscilações as quais também contribuíram para a evolução da parte de segurança e conforto. (CEARÁ, 2012a)

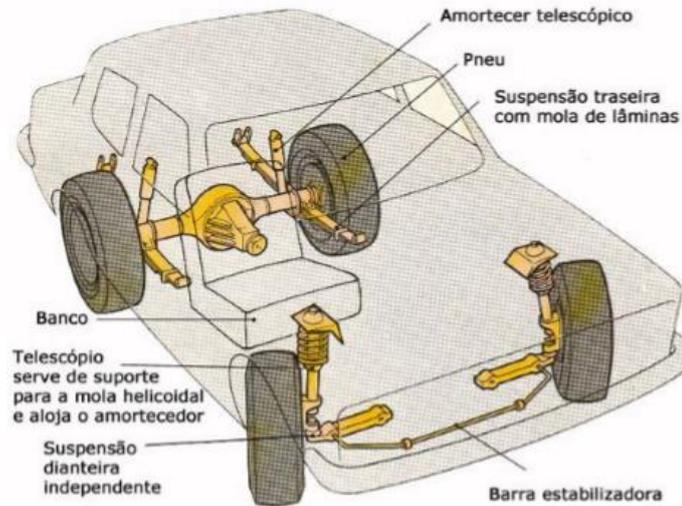


Figura 4.3 - Sistema de suspensão (COSTA, 2002).

Entende-se que os amortecedores trabalham junto com as molas e tem função de amortecer as vibrações para que as molas não oscilem constantemente para cima e para baixo. O amortecedor telescópico é o mais utilizado, no qual consiste basicamente em um cilindro que contém um pistão ligado a uma haste. (COSTA, 2002). Na extremidade fechada do cilindro localiza-se a articulação ou o eixo da roda, enquanto na extremidade exterior da haste que passa através de um vedador existente no cilindro, encontra-se interligada junto à carroceria.

Destarte, outro componente importante em um sistema de suspensão é a barra estabilizadora, utilizada como item estabilizador, consiste em uma barra de aço montada transversalmente a linha de eixo do veículo em buchas de borracha com as suas extremidades inseridas na suspensão, encontram-se dobradas de tal modo que atuam como alancas. Além da barra estabilizadora, também existem os pinos esféricos ou pivôs, consistem em um item de fixação, com a função de acoplar o cubo da roda à suspensão.

Dessa forma, para realizar a menção de outros itens importantes, há de se ressaltar a presença do braço oscilante, um item também presente na suspensão com a função de ligar a

coluna de suspensão ao chassi. Menciona-se também o pivô de suspensão, responsável por admitir que a coluna de suspensão gire em seu próprio eixo.

Conforme disposto no material didático fornecido pela, a parte estrutural da suspensão é classificada como: dependente, independente e semi-independente Secretaria da Educação do Estado do Ceará (2012a). A suspensão dependente é caracterizada por possuir eixo rígido transversal. Nessa situação, os elementos que ligam o eixo ao chassi são o feixe de mola ou a mola helicoidal. Deste modo, os abalos recebidos por uma roda, são transmitidos à outra roda.

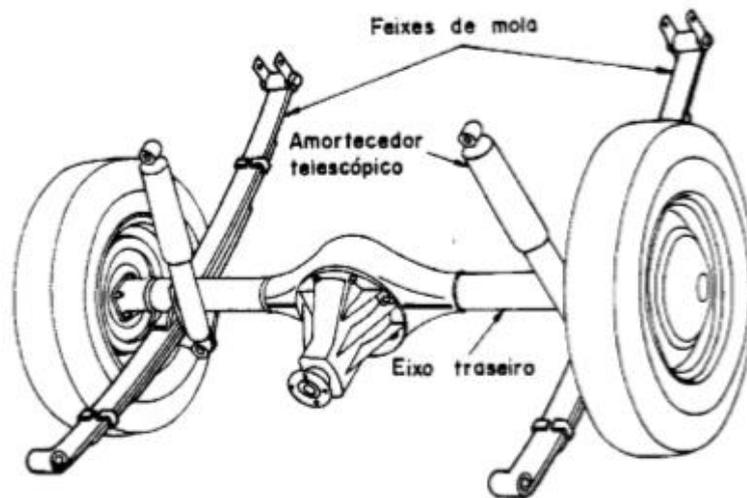


Figura 4.0-1 - Suspensão com feixe de molas (CEARÁ, 2012a).

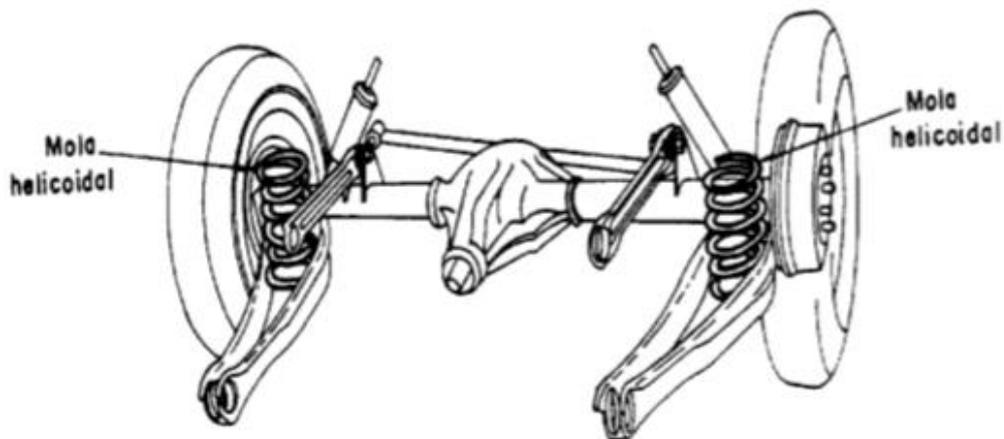


Figura 4.0-1 - Suspensão com mola helicoidal (CEARÁ, 2012a).

Em continuidade, a suspensão independente é caracterizada pela implementação individual da suspensão em cada roda. Dessa forma, as oscilações de uma roda não serão

transmitir as vibrações às outras. O tipo de mola mais utilizada na suspensão independente é a mola helicoidal fabricada em forma de hélice cilíndrica e habitualmente com barras cilíndricas de aço especial.

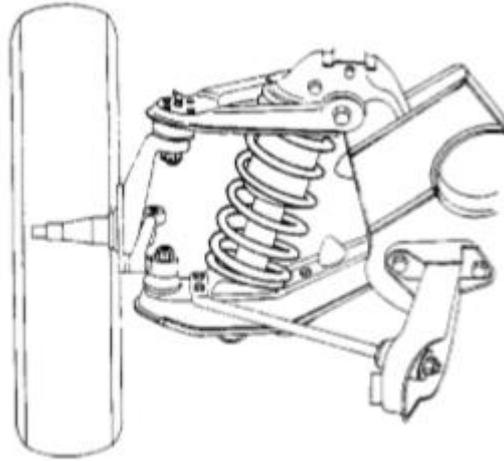


Figura 4.0-2 - Suspensão independente com mola helicoidal (CEARÁ, 2012a).

Ademais, a suspensão semi-independente é similar com a suspensão independente, porém, ela possui um eixo flexível interligando as duas rodas e por conta desse componente quando uma das rodas sofrer um impacto significativo a outra roda vai receber parte dessa oscilação.

4.2.3 Transmissão

David Crolla (2009) aduz que a transmissão pode ser definida como o termo usado para representar uma unidade dentro da linha de transmissão de um veículo, geralmente a caixa de velocidades principal ou como um termo geral para várias unidades. Possui a função de transmissão de força, rotação e torque gerados pelo motor até às rodas. Nessa esteira, o *driveline* ou linha de transmissão inclui todos os conjuntos entre a saída do motor e os cubos das rodas. E o *powertrain* ou trem de carga é essencialmente a linha de transmissão e o motor juntos, esse item também pode ser composto incluindo o sistema de escapamento e combustível.

O autor mencionado no parágrafo anterior afirma que, basicamente, a transmissão leva a potência do motor para as rodas e ao fazer isso torna o veículo utilizável. As funções que

permitem isso incluem permitir que o veículo arranque do repouso com o motor funcionando continuamente, deixar o veículo parado desconectando a unidade quando apropriado, permitir que o veículo comece a taxas variadas e de maneira controlada, variação de velocidade entre o motor e as rodas e transmissão do torque de acionamento para as rodas.

Nessa seara, a transmissão pode ser separada em quatro classes: transmissão manual que, como o nome sugere, o motorista é obrigado a alterar a configuração da relação com as trocas de marchas; transmissão automática que apresenta várias formas, mas tem a capacidade comum de modificar as marchas sem intervenção do motorista; transmissão continuamente variável (CVT) que apresenta a capacidade de variar a proporção entre entrada e saída de maneira contínua, utilizando um sistema de polias; e a transmissão infinitamente variável que é essencialmente um CVT que possui a capacidade adicional de operar com velocidade de saída zero, o que exime a necessidade de um dispositivo de partida separado. (CROLLA, 2009)

Por outro lado, a Secretaria de Educação do Estado do Ceará em suas produções didáticas (2012b) aduz que poderá ser segmentado os tipos de transmissão em: transmissão mecânica convencional, a qual a transmissão dos movimentos de rotação do motor tem início na embreagem, segue através da caixa de mudança, da transmissão articulada, do diferencial e das semi-árvores, até por fim chegar as rodas; a transmissão mecânica compacta, que nesse sistema a embreagem e a caixa de mudanças, para transmitir os movimentos de rotação do motor, às rodas motrizes, também são operadas pelo motorista, por meio de comandos que conjugam o acionamento.

Há também o sistema automático, no qual a embreagem e a caixa de mudanças realizam de modo automático suas funções, indo de acordo com a exigência do condutor; e o sistema automatizado que corresponde a um gerenciamento eletrônico da embreagem e permite que se faça mudanças de marcha no câmbio sem a necessidade de acionamento do pedal. A organização dos componentes do trem de força dentro do veículo tem efeito importante para a engenharia do veículo e os componentes da transmissão.

Assim, os efeitos envolvem a distribuição do peso, tendo em vista que os componentes do trem de força são relativamente pesados; o espaço disponível para o trem de força e como

ele é inserido no veículo, incluindo os componentes auxiliares; e a estrutura de segurança e proteção dos passageiros.

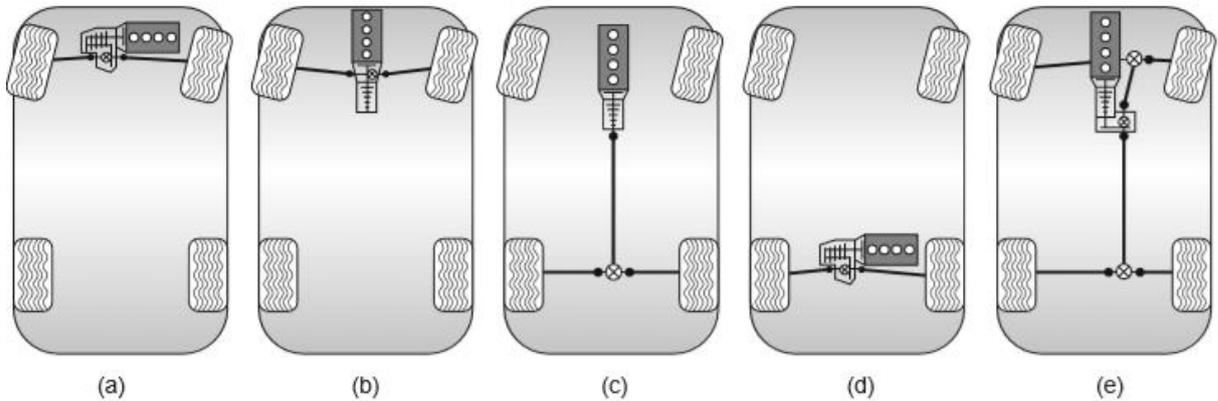
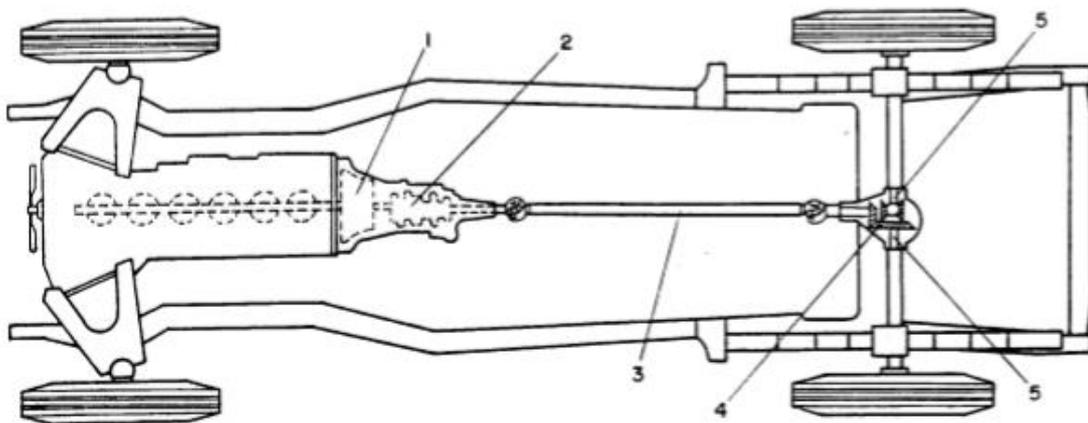


Figura 4.0-3 - Exemplos organizacionais do sistema de transmissão (CROLLA, 2009).

Assim sendo, o sistema de transmissão pode ser dividido 6 componentes gerais, sendo constituídos por: embreagem, caixa de mudanças, transmissão articulada, diferencial e semi-árvore.



1. Embreagem
2. Caixa de mudanças
3. Transmissão articulada
4. Diferencial
6. Semi-árvore

Figura 4.0-4 - Componentes do sistema de transmissão (CEARÁ, 2012b).

Desta forma, a embreagem é instalada entre o motor e a caixa de mudanças. A embreagem é um conjunto de peças que se articulam entre si, com o intuito de acoplar e desacoplar o motor do resto do sistema de transmissão. Alguns componentes da embreagem são:

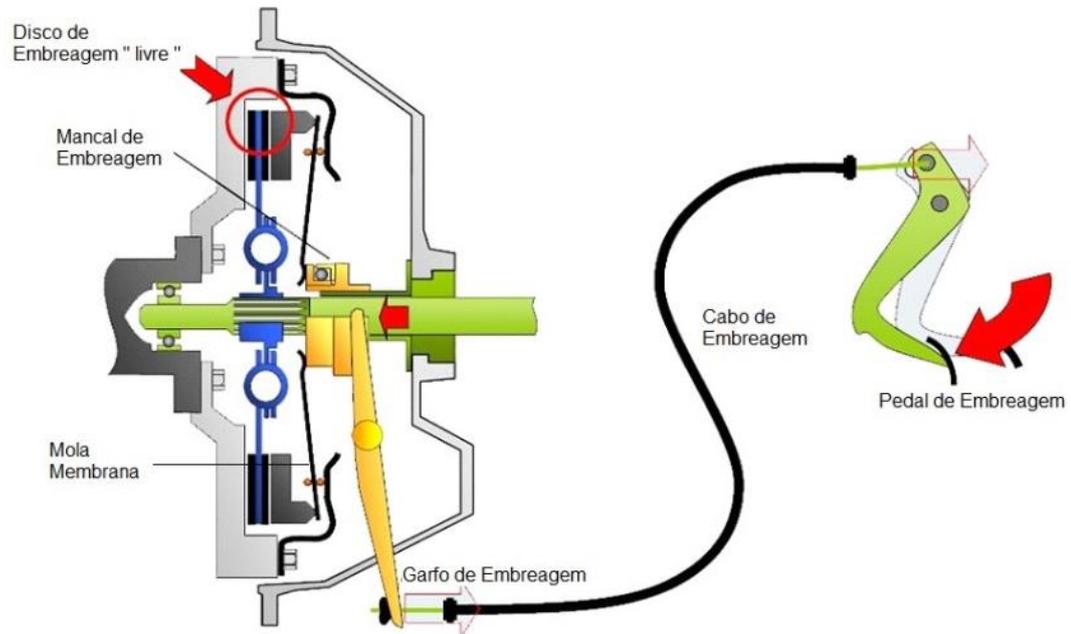


Figura 4.0-5 - Componentes da embreagem (CANAL DA PEÇA, 2019).

Desta maneira, a caixa de mudanças é um conjunto de elementos que habilita o motorista a variar a relação entre o número de rotações do motor e o número de rotações das rodas motrizes do veículo.

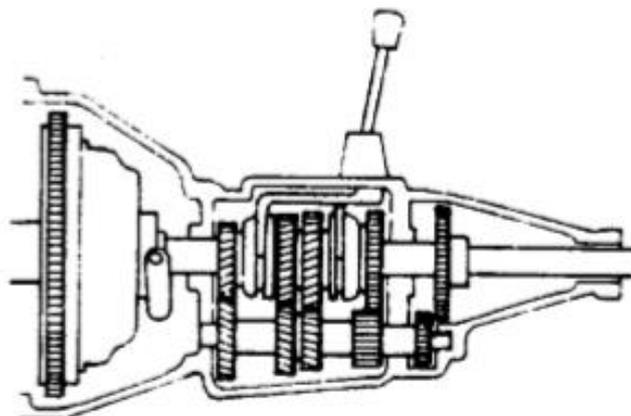


Figura 4.0-6 - Caixa de mudanças (CEARÁ, 2012b).

À vista disso, a transmissão articulada é um item que apresenta seção tubular devidamente balanceado, possuindo juntas universais em suas extremidades e em uma delas junta elástica. Esta tem como função transportar o movimento de rotação da árvore secundária com sentido da caixa de mudança para o diferencial, o que habilita a modificação do ângulo e do comprimento da transmissão através das juntas universais e elásticas. (CEARÁ, 2012b)

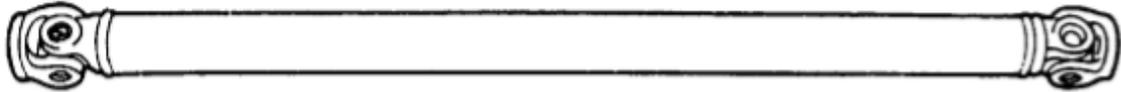


Figura 4.0-7 - Transmissão articulada (CEARÁ, 2012b).

Nesse seguimento, o diferencial do veículo é um agrupamento de engrenagens que se combinam entre si para permitir rotações diferentes das rodas motrizes quando o veículo está se movendo em uma curva, ou seja, o diferencial permite que as rodas de um mesmo eixo atuem em velocidades diferentes para que façam o mesmo trabalho.

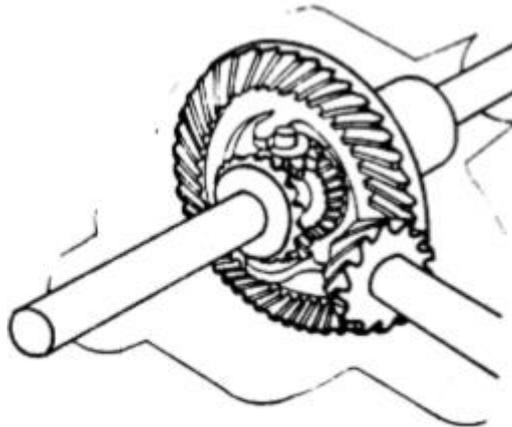


Figura 4.0-8 - Diferencial (CEARÁ, 2012b).

Por esse ângulo, a semi-árvore basicamente transfere o movimento de rotação do diferencial às rodas do veículo, atuando como elemento final da transferência de potência.

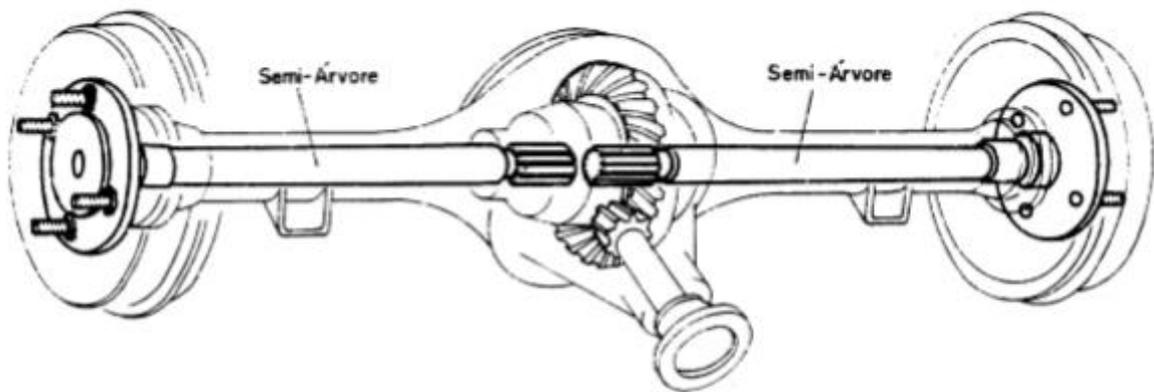


Figura 4.0-9 - Semi-árvore (CEARÁ, 2012b).

A respeito do funcionamento da transmissão, quando o pedal de embreagem não está sendo pressionado pelo motorista, a embreagem faz a conexão do motor com a caixa de mudanças. (CEARÁ, 2012b). Por outro lado, quando a embreagem é acionada ela acopla o motor com a caixa de mudanças. Dessa forma, quando o motor está em movimento, para que haja mudança de marcha, é essencial que a caixa de mudança esteja desacoplada do motor. Logo após da marcha estar engrenada, a embreagem acopla pausadamente a caixa de mudanças ao motor, sem causar trancos. Desta maneira, a ordem da transmissão de movimento é: motor, embreagem, caixa de mudanças, transmissão articulada, diferencial, semi-árvore e rodas motrizes.

4.2.4 Freios

Rudolf Limpert (1999) expõe que quaisquer forças de frenagem devem ser geradas através da área do pneu que entra em contato com a superfície do solo e que até mesmo um sistema de frenagem ideal não pode utilizar mais tração do que a força fornecida pelos pneus e pelo solo. De outra forma, Paulo Costa (2002) alega que o sistema de freio funciona por conta do atrito resultante do contato entre um elemento não rotativo do veículo e um disco ou tambor (polia) que gira com a roda.

Nesse sentido, o atrito gera a força necessária para reduzir a velocidade do automóvel ao converter em calor que se dissipa no ar a energia mecânica do veículo. Para um sistema de freio hidráulico, Rudolf Limpert (1999) declara que, pode separá-lo em quatro subsistemas básicos:

- a) **Fonte de energia:** inclui componentes de um sistema de freio que produz, armazena e disponibiliza a energia necessária para frenagem;
- b) **Sistema aplicado:** inclui todos os componentes usados para modular o nível da frenagem;
- c) **Sistema de transmissão:** inclui todos os componentes dos quais a energia necessária para aplicar os freios viaja do sistema de aplicação para os freios das rodas;
- d) **Freio de roda ou de fundação:** estes são os componentes onde as forças são produzidas e que vão se opor ao movimento existente do veículo.

Assim, os freios de fricção são agrupados em duas classes: os freios a tambor e os freios a disco. No qual os freios a tambor usam sapatas de freio que são empurradas por óleo em uma direção radial contra um tambor de freio, e os freios a disco que usam pastilhas que pressionam axialmente contra o disco. (LIMPERT, 1999)

No que concerne aos freios a tambor, Paulo Costa (2002) alude que esse item consiste em um tambor de ferro fundido contendo um par de sapatas semicirculares. No qual o tambor está conectado a roda e se move de acordo com os seus deslocamentos. O atrito necessário para reduzir a velocidade do tambor deriva da aplicação interna de sapatas, que não rodam, porém estão montadas em um prato metálico físico. Cada sapata é constituída por uma peça curva de aço ou liga metálica leve coberta por um revestimento resistente ao desgaste.

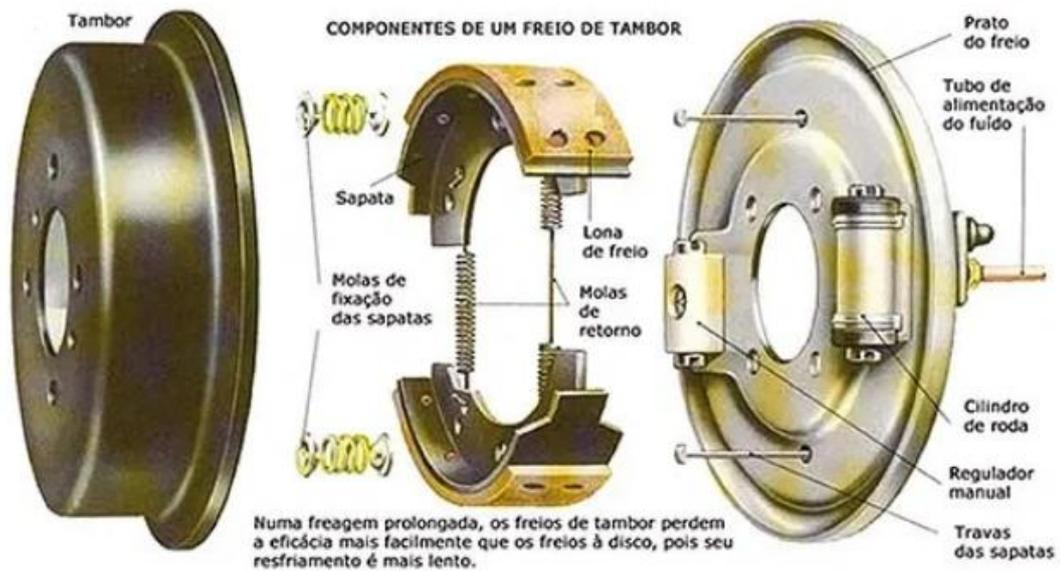


Figura 4.0-10 - Componentes de um freio a tambor (COSTA, 2002).

Em relação aos freios a disco, esse item consiste em um disco maciço de ferro fundido que roda junto a roda do veículo. Uma parte do disco é envolvida por uma caixa em forma de “U” que contém cilindros e pistões. Quando se pisa no pedal de freio, a pressão hidráulica sujeita os pistões e a pastilha de freio a se deslocarem para fora dos cilindros indo ao encontro a área plana do disco. O disco expande-se com o calor, porém em vez de se afastar das pastilhas (como o tambor se afasta das sapatas) ele se aproxima. (COSTA, 2002)

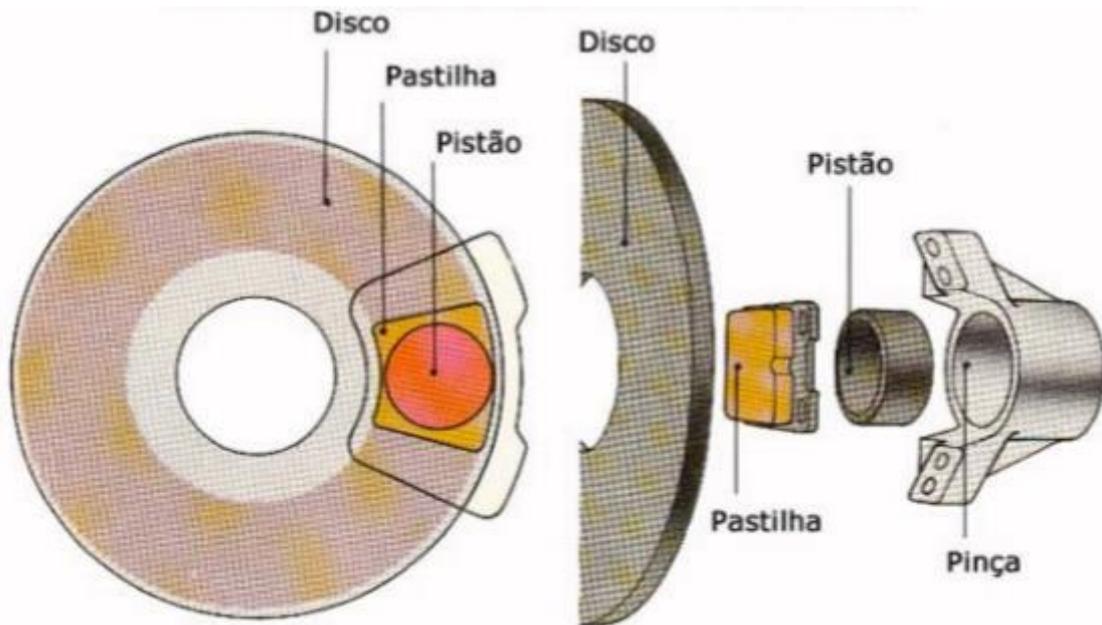


Figura 4.0-11 - Principais componentes de um freio a disco (COSTA, 2002).

Entende-se que o freio ABS (Anti-lock Braking System) tem como componentes: disco de freio, cilindro de roda, pastilhas de freio, mangote, conduíte, cilindro mestre, hidro vácuo, reservatório, pedal de acionamento, roda fônica, bomba hidráulica, válvula, central eletrônica de comando e sensor de rotação. O funcionamento do ABS se dá quando é aplicado um esforço significativo sobre o pedal do freio, em situações de emergência, o sistema antibloqueio assume automaticamente o controle da pressão hidráulica no circuito de cada roda de modo a propiciar o estado ideal de frenagem, e evita o travamento das rodas. (COSTA, 2002)

Um item importante no sistema de frenagem é o freio de mão, ou também conhecido como freio de estacionamento. O freio de estacionamento deve manter o veículo parado na sua lotação máxima em uma inclinação de 30% (16,7 graus) com uma força no respectivo freio não superior a 356 Newton (80lb) ou força no pedal de freio inferior a 445 Newton (100lb). (LIMPERT, 1999)

Com referência ao modo de ativação do freio de mão, a alavanca do freio de mão pode operar sobre um único cabo ligado a uma peça articulada em forma de “T” para transportar a força com intensidade iguais aos dois freios traseiros, ou sobre dois cabos que estão ligados aos freios de trás de cada roda. (COSTA, 2002)

4.2.5 Direção

O sistema de direção é um conjunto de estruturas mecânicas, que se articulam entre si, possibilitando os movimentos laterais das rodas dianteiras do automóvel, com as quais também se articulam, com a finalidade de permitir a condução requerida pelo condutor. (CEARÁ. 2012c) De modo elementar, o conjunto de direção é formado por:

- a) **Volante da direção:** geralmente tem formato circular, com o centro ligado ao circuito externo por raios de vários formatos. É fabricado em ligas de alumínio e revestido de plástico. É um componente que possibilita movimentos rotativos á árvore de direção;
- b) **Coluna de direção:** é um corpo usualmente cilíndrico, metálico, fixado ao chassi do automóvel e alojado a árvore de direção;
- c) **Árvore de direção:** é uma haste cilíndrica de aço, ou um conjunto de hastes menores, articuladas entre si, que transporta os movimentos de rotação, gerados pelo volante da direção, à caixa de direção;
- d) **Caixa de direção:** é uma estrutura metálica que possui elementos que se combinam para converter os movimentos de rotação do volante da direção, em movimentos retilíneos dos braços e barras de direção, que permitem guiar o veículo nas direções almejadas;
- e) **Articulações da direção:** são hastes cilíndricas de aço com as extremidades rosqueadas, que são responsáveis pela ligação dos terminais de direção aos braços de direção. As articulações unem as rodadas dianteiras do automóvel, entre si, proporcionando a lateralidade de movimentos que orientam o veículo.

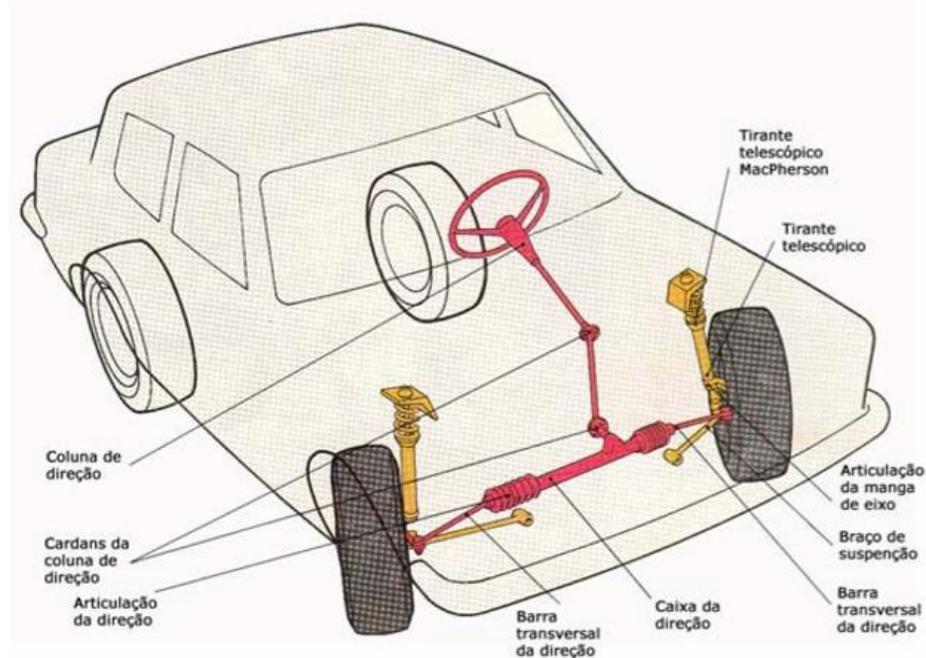


Figura 4.0-12 - Elementos básicos da direção (COSTA, 2002).

Em geral, todos os sistemas de direção são ativados mecanicamente, contudo, de acordo com os elementos auxiliares que as caracterizam, podem ser classificadas em direção mecânica e direção servo assistida. (CEARÁ, 2012c). A direção mecânica o domínio das rodas é realizado através do acionamento de engrenagens mecânicas, a partir dos movimentos rotativos feitos no volante de direção. E seu funcionamento acontece quando o volante de direção é acionado, seus movimentos são transmitidos através da árvore de direção à caixa de direção, que por meio dos seus elementos mecânicos, modifica os movimentos rotativos em movimentos retilíneos das barras e articulações.

Na direção servo assistida, amplamente utilizada, o movimento resulta da combinação de um sistema mecânico, comum, com um sistema auxiliar que pode ser hidráulico ou pneumático. Esse tipo de direção diminui o esforço físico praticado pelo condutor e facilita a movimentação das rodas em manobrar de baixa velocidade. Em relação ao funcionamento, quando esse sistema está em repouso, o óleo passa através de dois orifícios de iguais dimensões, aplicando, assim, uma pressão igual, nos dois lados de um êmbolo, contido em um cilindro, ligado ao mecanismo de direção e bomba hidráulica é acionada pelo motor do próprio veículo, através de uma correia trapezoidal.

Ao mover-se o volante aciona-se uma válvula de distribuição que abre um dos orifícios e fecha o outro, o óleo então desempenha uma pressão sobre apenas um dos lados do êmbolo, o que leva o mecanismo de direção a guiar as rodas na direção requerida.

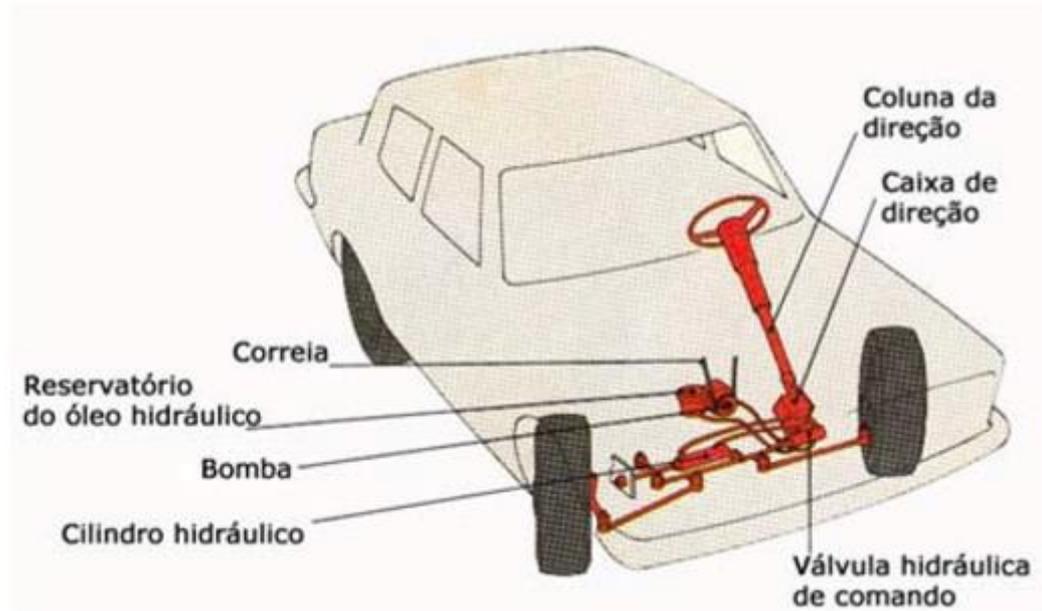


Figura 4.0-13 - Mecanismo hidráulico (COSTA, 2002).

Os componentes da direção hidráulica são divididos em:

- a) **Correia trapezoidal:** é o elemento que aciona a bomba hidráulica, através do motor do veículo;
- b) **Depósito de óleo:** item que armazena o óleo necessário ao funcionamento do sistema;
- c) **Bomba hidráulica:** item que mantém o óleo em fluxo constante e na pressão necessária para cada situação, independente da rotação do motor;
- d) **Cilindro hidráulico:** item que transforma o fluxo de óleo em movimento linear para as tubulações e rodas;
- e) **Válvula hidráulica de comando:** item que direciona o óleo, sob pressão, para a câmara do cilindro hidráulico;
- f) **Tubulações:** itens que conduzem o óleo no sistema;

g) **Caixa de direção:** aglomerado de elementos que se combinam, para converter os movimentos de rotação do volante de direção, em movimentos retilíneos dos braços e barra que permitem guiar o veículo. (CEARÁ, 2012c)

Uma variável no sistema de direção que é importante para condução do veículo é a cambagem. Conforme Paulo (2002), a inclinação da roda é denominada de cambagem, sendo o seu valor é chamado de ângulo de cambagem. A cambagem é considerada positiva quando as rodas se inclinam para fora, negativa quando se inclinam para dentro e nula quando se encontram perpendiculares ao solo.



Figura 4.0-14 - Cambagem positiva e negativa (CARVIZION, 2018)

Na cambagem positiva as rodas estão mais afastas na porção superior em relação a porção inferior o que provoca a redução do desgaste nas articulações da direção, tornando-a mais leve. Na cambagem negativa as rodas estão mais próximas na porção superior em relação a porção inferior e em caso da utilização da suspensão independente, uma roda pode passar de um ângulo de cambagem negativo para um ângulo de cambagem positivo e vice e versa. E a cambagem nula não apresenta qualquer ângulo de cambagem, essa configuração torna a direção mais pesada, tendo em vista que o eixo do pino mestre tende a sofrer maiores cargas verticais.

4.2.6 Sistema Elétrico

Segundo Paulo Costa (2002), há cerca de 1000 metros de fio que unem os componentes elétricos de um automóvel. Todos os fios da instalação à exceção das ligações à bateria e aos cabos de alta tensão da ignição, apresentam cores diversas, que simbolizam a um código de identificação que auxiliam na rápida identificação dos circuitos.

A bateria opera como reservatório de energia que fornece ao sistema quando o motor está parado; quando opera a um regime superior ao da marcha lenta, o alternador atende toda a demanda energética do carro, além de carregar a bateria. Para manter o motor do veículo em funcionamento apenas alguns itens do sistema elétrico são necessários; os restantes são responsáveis por fazer funcionar as luzes, limpadores de para brisas e os demais dispositivos.

Uma das principais funções do sistema elétrico consiste em gerar faísca, que vai ser importante para a ignição do automóvel. Geralmente, o sistema elétrico do carro é dividido em circuitos que desempenham diferentes funções elementares. São eles: o circuito de ignição, o circuito de arranque, o circuito de carga da bateria, o circuito das luzes e os circuitos acessórios, que por vezes é coordenado pelo interruptor da ignição e na maioria dos casos é protegido por um fusível.

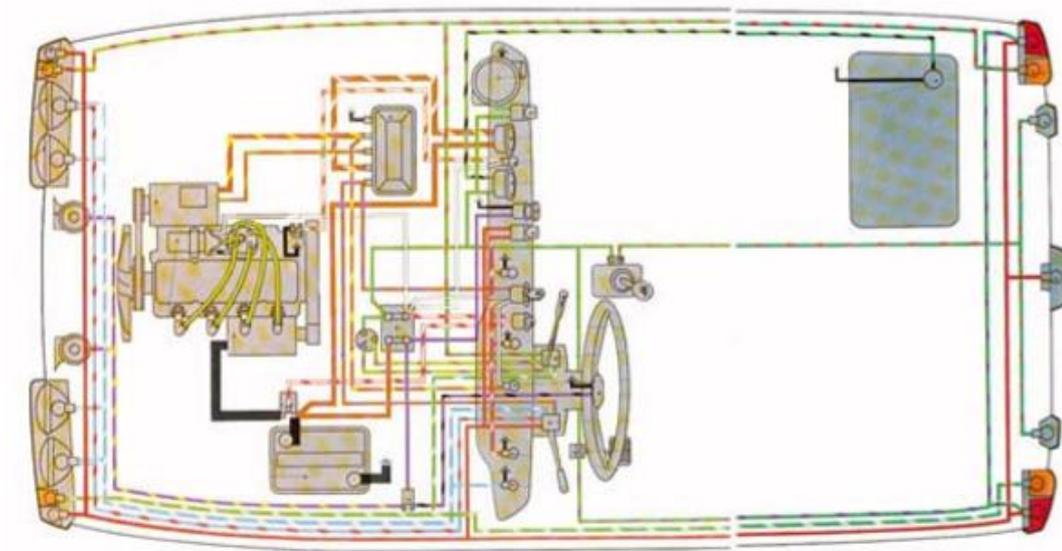


Figura 4.0-15 - Sistema elétrico (COSTA, 2002).

4.3 Elementos do plano de manutenção periódico-revisões

Para a análise comparativa das manutenções/revisões iremos abordar alguns planos de manutenção padronizados, de diferentes marcas/montadoras de automóveis, que possuem tais elementos de troca:

a) **Óleo do motor:** esse item tem a função de lubrificação e manutenção da temperatura de operação do motor;

b) **Filtro de óleo:** sua função é deter as impurezas existentes geradas pelo uso do motor;

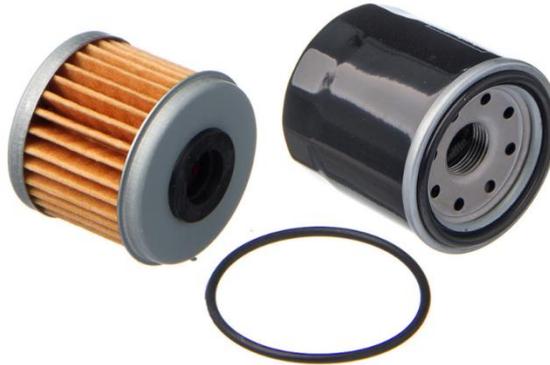


Figura 4.20 – Filtro de óleo (TUNING PARTS, 2019).

c) **Filtro de combustível:** tem a finalidade de filtrar a passagem de contaminantes existentes no combustível;



Figura 4.21 – Filtro de Combustível (PÉ NA ESTRIBO, 2019).

d) **Anel bujão cárter:** item de vedação para a rosca do compartimento que armazena o óleo do motor/câmbio;



Figura 4.22 – Bujão de cárter (WURTH, 2019).

e) **Fluido de freio:** serve para auxiliar na frenagem com a transmissão de pressão;



Figura 4.23 – Fluido de freio (WIDMEN, 2015).

f) **Pastilhas de freio:** tem função de frenagem quando é pressionada contra o disco de freio, conforme detalha o item 4.2.4;



Figura 4.24 – Pastilhas de freio (BLOG MIX AUTO, 2019).

g) **Sapatas de freio:** tem função de frenagem quando é pressionada contra o tambor de freio, conforme detalha o item 4.2.4;



Figura 4.25 – Sapatas de freio (CANAL DA PEÇA, 2019).

h) **Disco de freio:** responsável pela pressão que as pastilhas de freio exercem na roda, conforme detalha o item 4.2.4;



Figura 4.26 – Disco de freio (TUNING PARTS, 2019).

i) **Tambor de freio:** peça que envolve o sistema de freio sendo responsável pelo sistema de frenagem, detalha o item 4.2.4;



Figura 4.27 – Tambor de freio (VOLVO PEÇAS, 2019).

j) **Velas de ignição:** são responsáveis pela criação da faísca dentro da câmara de combustão;



Figura 4.28 – Velas de ignição (CANAL DA PEÇA, 2019).

k) **Filtro de ar do motor:** tem função de impedir que as partículas impuras de ar entrem no sistema do motor;



Figura 4.29 – Filtro de ar do motor (WIDMEN, 2015).

l) **Filtro de ar condicionado:** tem função de impedir a passagem de partículas impuras passem para a cabine do motorista;

m) **Pneus:** tem função de prover acréscimo na qualidade de frenagem, suspensão e direção no automóvel;

n) **Correia dentada:** tem função de sincronizar a abertura e o fechamento das válvulas de acordo com o virabrequim;



Figura 4.30 – Correia dentada (TUNING PARTS, 2019).

o) **Correia acessórios:** tem como objetivo a transmissão de movimento do virabrequim para a direção hidráulica, bomba de água, alternador e o compressor do sistema de ar;

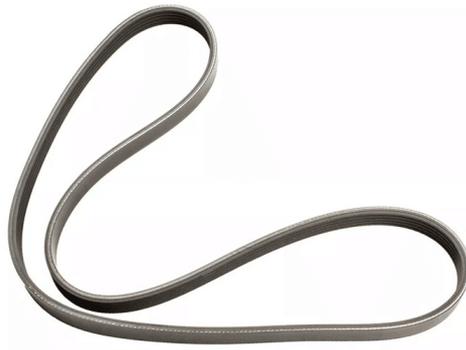


Figura 4.31 – Correia acessórios (TUNING PARTS, 2019).

p) **Junta da tampa de válvulas:** responsável por separar o vácuo do coletor de admissão da parte de lubrificação do cabeçote, fazendo com que o óleo não volte.

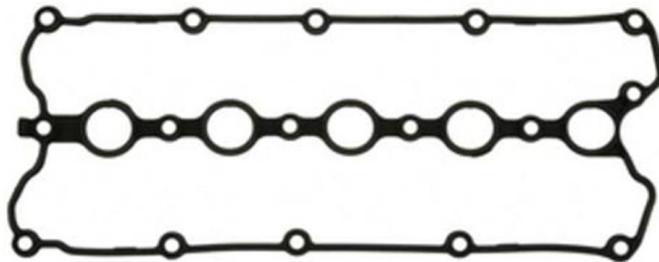


Figura 4.32 – Junta da tampa de válvulas (ALL PARTS, 2019).

q) **Fluido CVT:** função de lubrificação e proteção da caixa de câmbio;



Figura 4.33 – Fluido CVT (CORREIA, 2013).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

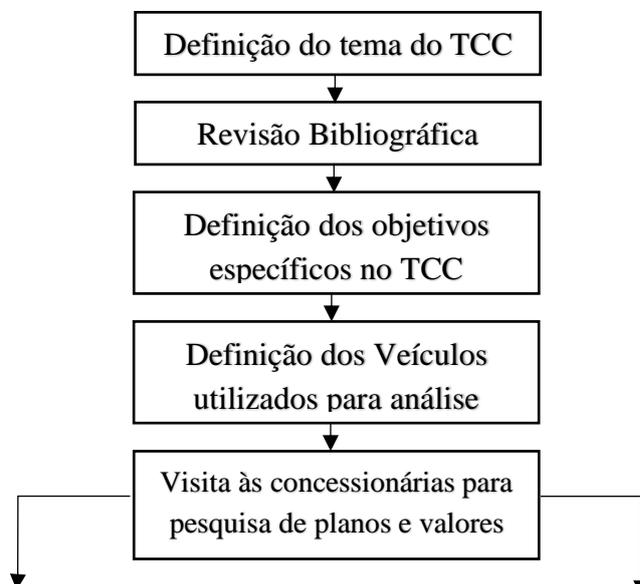
5.1 Metodologia

A metodologia do projeto é dividida em duas análises:

- a) Análise 1: analisar de maneira individual cada veículo campeão em vendas no ano de 2018 de nove categorias, procurando informações a respeito de suas manutenções corretivas, preventivas e preditivas, para traçar gráficos comparativos a respeito do custo da manutenção para cem mil quilômetros (100.000 km) rodados.

- b) Análise 2: selecionar 02 categorias da análise 1 e analisar de maneira comparativa 05 carros de cada uma delas, com as mesmas informações a respeito de suas manutenções, a fim de especificar o de maior viabilidade, também através de gráficos comparativos para cem mil quilômetros (100.000 km) rodados.

A investigação teve início nas respectivas concessionárias representante de cada automóvel, para que a obtenção de informações fosse mais segura e precisa possível. O trabalho envolveu várias atividades, desde a definição do tema até os resultados obtidos, sendo elaborado um fluxograma resumindo todas as atividades realizadas durante este trabalho, o qual pode ser visualizado na Fluxograma abaixo:



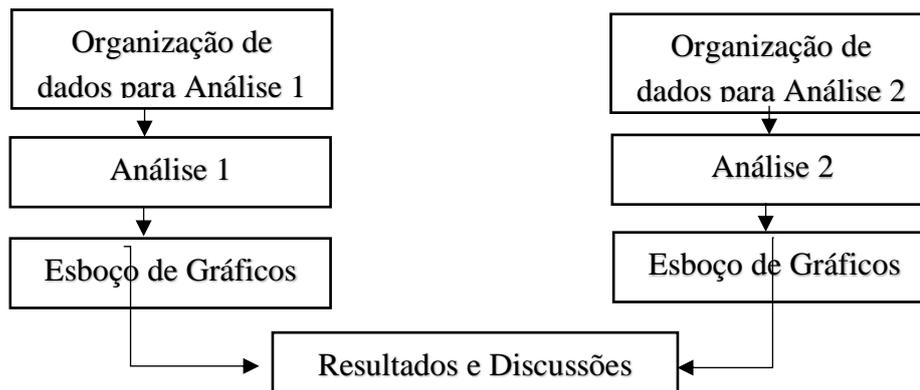


Figura 5.1 - Cronograma do estudo (Elaborada pelo autor, 2019).

5.2 Categorias e veículos

A revista “Auto Esporte” do Grupo Globo, realizou uma pesquisa na qual a intenção foi elencar os carros mais vendidos de 2018 por segmento (OLIVEIRA, 2019). A partir desse estudo foram especificadas nove categorias diferentes cujas informações acerca suas manutenções foram utilizadas para o desenvolvimento das análises. Os dados retirados da revista foram validados pelas concessionárias locais de São Luís, durante a pesquisa de campo.

5.2.1 Veículos da Análise 1

Segue tabela de veículos a serem utilizados na Análise 1:

Tabela 5.1 – Categorias de automóveis e seus líderes de venda (OLIVEIRA, 2019).

Categoria	Carro mais vendido em 2018	Unidades vendidas em 2018
Hatch compacto	Chevrolet - Onix	210.458
Hatch médio	Chevrolet - Cruze	5.535
Monovolume	Honda - Fit	27.359
Sedã compacto	Chevrolet - Prisma	71.735
Sedã médio	Toyota - Corolla	59.062
Sedã Premium	Mercedes - Classe C	6.250
Utilitário	Hyundai - Creta	48.976
Utilitário Premium	Jeep - Compass	60.284

Picape	Fiat - Strada	67.182
--------	---------------	--------

5.2.2 Veículos da Análise 2

Segue tabela de veículos a serem utilizados na Análise 2:

Tabela 5.2 – Categorias de automóveis e seus líderes de venda (OLIVEIRA, 2019).

Categoria	Carros mais vendido em 2018	Unidades vendidas em 2018
Hatch Compacto	Chevrolet - Onix	210.458
	Hyundai - HB20	105.506
	Ford - Ka	103.286
	Volkswagen - Gol	77.612
	Volkswagen - Polo	69.584
Sedã Médio	Toyota - Corolla	59.062
	Honda - Civic	25.942
	Chevrolet - Cruze	19.828
	Nissan - Sentra	4.422
	Volkswagen - Jetta	4.403

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado na organização dos dados, seguem as respectivas análises, segundo o cronograma da Figura 5.1. De acordo com os planos de manutenção preventivos, periodicidades médias de trocas de peças e orçamentos disponibilizados pelas montadoras através dos manuais dos veículos, segue abaixo o levantamento de custos de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) de utilização dos carros.

Os planos de manutenções são constituídos de dois tipos de itens:

a) Prescritos: itens indispensáveis para que o cronograma de revisões esteja cumprido, dimensionados pela montadora da marca.

b) Estimados: itens não obrigatórios na revisão, porém são sugeridos de forma padronizada pelas concessionárias base na periodicidade médias de trocas de peças avulsas às obrigatórias.

A periodicidade média de trocas foi levantada através de informações disponibilizadas em visitas às seguintes concessionárias locais de São Luís - MA:

a) CHEVROLET: visita em: 4 de novembro de 2019.

b) FIAT: visita em: 4 de novembro de 2019.

c) JEEP: visita em: 5 de novembro de 2019.

d) HYUNDAI: visita em 5 de novembro de 2019.

e) VOLKSWAGEN: visita em 6 de novembro de 2019.

f) NISSAN: visita em 6 de novembro de 2019.

g) MERCEDES: visita em 6 de novembro de 2019.

h) FORD: visita em 7 de novembro de 2019.

i) TOYOTA: visita em 7 de novembro de 2019.

6.1 Análise 1

De acordo com a escolha de veículos baseada no ranking de vendas publicado na revista Auto Esporte (OLIVEIRA, 2019), segundo o item 5.2, segue abaixo o estudo na análise 1. As

manutenções destacadas em amarelo nas tabelas consistem em itens prescritos. As manutenções destacadas em azul nas tabelas consistem em itens estimados.

6.1.1 Hatch compacto: Onix Chevrolet

A Tabela A.1 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Chevrolet Ônix, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 13.078,93. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca o fluido de freio dianteiro e das pastilhas de freio;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição e do filtro de ar do motor e do filtro do ar condicionado;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus e das sapatas de freio traseiras;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do tensionador de correia, da correia dentada, da correia de acessórios e o amortecedor dianteiro;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca do amortecedor traseiro;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios e dos tambores traseiros.

6.1.2 Hatch médio: Cruze Chevrolet

A Tabela A.2 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Chevrolet Cruze, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 19.669,14. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessário trocar o fluido de freio, pastilhas de freio e filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessário trocar o filtro de ar do motor;

- c) A cada 40.000 quilômetros é necessário trocar os quatro pneus e as pastilhas de freio traseiro;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessário trocar as velas de ignição, correia de acessório e amortecedor dianteiro;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessário trocar o amortecedor traseiro;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessário trocar os discos de freios traseiros e dianteiros.

6.1.3 Monovolume: Honda Fit

A Tabela A.3 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Honda Fit, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 15.548,90. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluído de freio, filtro de ar do motor e filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca as pastilhas de freio traseiro, das velas de ignição, dos quatro pneus, da junta da tampa de válvulas, da junta do coletor de admissão, da arruela de dreno da transmissão, do fluído de transmissão CVT, da junta do corpo acelerador, da correia de acessórios e dos amortecedores dianteiros;
- d) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- e) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios traseiros e dianteiros.

6.1.4 Sedã Compacto: Prisma Chevrolet

A tabela A.4 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Chevrolet Prisma, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 13.078,93. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km),

consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio dianteiro e das pastilhas de freio;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição, filtro de ar do motor e filtro do ar condicionado;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus e as sapatas de freio traseiras.
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do tensionador de correia, correia dentada, correia de acessórios e o amortecedor dianteiro;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios e tambores traseiros.

6.1.5 Sedã Médio: Corolla Toyota

A Tabela A.5 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Toyota Corolla, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 19.955,30. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo e filtro de combustível. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, pastilhas de freio dianteiro, velas de ignição, filtro de ar do motor, filtro do ar condicionado e o líquido do radiador;
- b) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro, dos quatro pneus e dos amortecedores dianteiros;
- c) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca da correia Poly V e do esticador;
- d) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros, e dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.1.6 Sedã Premium: Classe C Mercedes

A tabela A.6 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Mercedes Classe C, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 62.624,28. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a primeira a cada 10.000 km e posteriormente a cada 20.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, anel de vedação do tubo pneumático e o teste rápido. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro de ar do motor e filtro de ar condicionado;
- b) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro, velas de ignição, quatro pneus, amortecedores dianteiros e correias auxiliares;
- c) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro e amortecedores traseiros;
- d) A cada 90.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios traseiros e dianteiros.

6.1.7 Utilitário: Creta Hyundai

A Tabela A.7 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Hyundai Creta, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 18.726,00. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro de ar condicionado e pastilhas de freio dianteira;
- b) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca do filtro de ar do motor, quatro pneus, amortecedores dianteiros e sapatas de freio traseiro;
- c) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca da correia Poly V;
- d) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- e) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos tambores de freio traseiro e do disco de freio dianteiro.

6.1.8 Utilitário Premium: Compass Jeep

A Tabela A.8 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Jeep Compass, de doze mil quilômetros (12.000 km) a cento e vinte mil quilômetros (120.000 km), é de R\$ 38.666,70. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 12.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de ar do motor e filtro de combustível. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 24.000 quilômetros é necessária a troca do filtro de ar condicionado;
- b) A cada 36.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio e pastilhas de freio dianteiro;
- c) A cada 48.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição, quatro pneus, correias auxiliares e amortecedores dianteiro;
- d) A cada 60.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro;
- e) A cada 84.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 120.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freio traseiros e dianteiros.

6.1.9 Picape: Strada Fiat

A Tabela A.9 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Strada Fiat, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) é de R\$ 9.974,34. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de ar do motor. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro de combustível, pastilhas de freio dianteira e filtro de ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus, amortecedores dianteiros e sapatas de freio traseiro;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca o óleo do diferencial e do kit de correia dentada;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 80.000 quilômetros é necessária a troca dos tambores de freio traseiro e dos discos de freio traseiro.

6.1.10 Discussão comparativa e conclusão da análise 1

A fim de comparar a viabilidade financeira dos veículos em relação a compra e manutenção, utilizaremos um indicador calculado através da relação da soma dos custos com as manutenções, previstas e estimadas de 0 km a 100.000 km, e do valor da compra do veículo (mesmo padrão) no ano de 2019. Chamaremos tal indicador de Coeficiente Percentual de Revisões e o representaremos pela por **CPR**:

$$CPR = \frac{\text{Valor de compra do veículo}}{\text{Soma dos custos de revisões de 0 a 100.000km.}} \quad (6.1)$$

O Coeficiente Percentual de Revisões é um valor entre 0 a 1. Desse modo, analisaremos graficamente a viabilidade financeira em relação a manutenção. Quanto menor for o Coeficiente Percentual de Revisões, maior será a viabilidade financeira do carro em relação ao seu valor de mercado e seus custos com as manutenções. Ou seja, o total a ser gasto com as revisões em até 100.000 km equivale a um percentual relativamente baixo em relação ao valor que ele será comprado.

Analogamente, quanto maior for o Coeficiente Percentual de Revisões, menor será a viabilidade financeira do carro em relação seu ao valor de mercado e seus custos com as manutenções. Ou seja, o total a ser gasto com as revisões em até 100.000 km equivale a um percentual relativamente alto em relação ao valor que ele será comprado. Segue os valores de mercado dos carros utilizados na análise 1, no ano de 2019. As seguintes características:

Tabela 6.1 – Ranking valores de mercado (Elaborada pelo autor, 2019).

RANKING VALORES DE MERCADO			
	Carros	Valor de Mercado	Custos de Manutenção (100.000km)
1°	Onix	41.990	13.078,93
2°	Prisma	54.000	13.078,93
3°	Fit	62.000	15.548,90
4°	Strada	68.000	9.974,34
5°	Creta	75.480	18.726,00
6°	Cruze Sport 6	96.790	19.669,14

7°	Corolla	99.990	19.955,30
8°	Compass	116.990	38.666,70
9°	Classe C	142.000	62.624,28

Tabela 6.2 – Ranking CPR (Elaborada pelo autor, 2019).

RANKING CPR		
Carros		CPR
1°	Strada	0,1467
2°	Corolla	0,1996
3°	Cruze Sport 6	0,2032
4°	Prisma	0,2422
5°	Creta	0,2481
6°	Fit	0,2508
7°	Onix	0,3115
8°	Compass	0,3305
9°	Classe C	0,4410

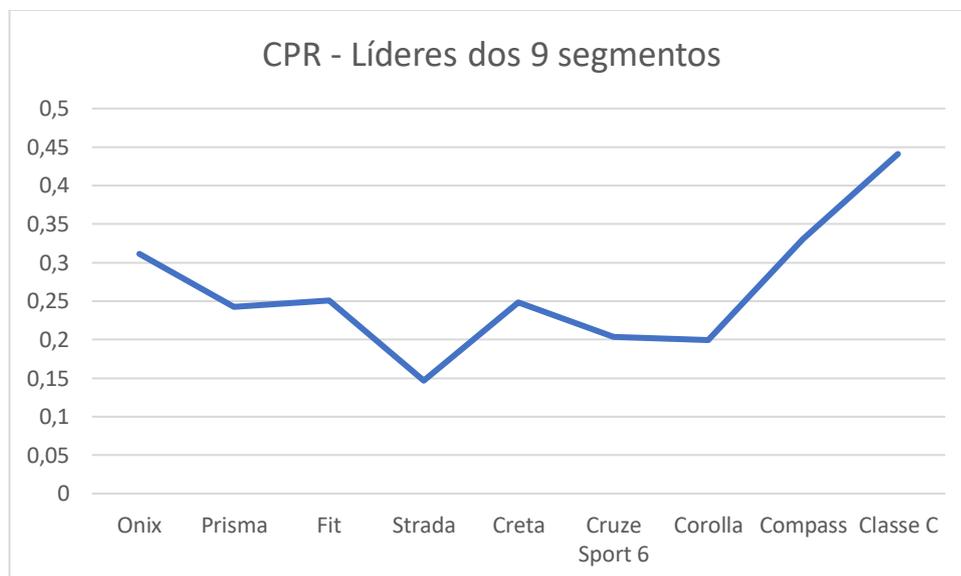


Figura 6.1 – Gráfico CPR (Elaborada pelo autor, 2019).

As tabelas 6.1 e 6.2 apresentam através das alterações de ranking que entre elas, não há, obrigatoriamente, proporção entre o valor de mercado de um carro e seu respectivo custo com manutenção em até 100.000 quilômetros rodados. O Fiat Strada é o sexto carro mais caro do estudo e de acordo com o coeficiente percentual de revisões, apresentou a melhor viabilidade

em comparação aos demais carros dessa análise. O carro mais barato do estudo, o Chevrolet Onix, é o carro com a terceira pior viabilidade, segundo o seu Coeficiente Percentual de Revisões, que é igual a 0,3115.

No mesmo plano, o terceiro carro mais caro do estudo, o Toyota Corolla, é o segundo carro com a melhor viabilidade segundo o seu Coeficiente Percentual de Revisões que é igual 0,1996. Com a ausência de proporção entre os valores demonstrados no gráfico demonstrado na Figura 6.1, entende-se que não há linearidade entre o valor de compra de um carro e seu respectivo custo de manutenções até 100.000 km rodados. Isto é, um carro de maior valor não terá, obrigatoriamente, o maior percentual de custos com manutenção. Assim como um carro de menor valor não terá, obrigatoriamente, o menor percentual de custos com manutenção.

Ambos exemplos citados acima, atestam que caso a soma dos custos de manutenções, gerados até 100.000 km, sejam agregados ao valor do carro, este teria alterações significativas. Portanto, os planos de manutenção dimensionados pelas montadoras de automóveis, devem ser levados em conta na decisão de compra dos mesmos.

6.2 Análise 2

De acordo com a escolha de veículos baseada no ranking de vendas publicado na revista Auto Esporte (OLIVEIRA, 2019), segundo o item 5.2, segue abaixo o estudo na análise 2. As manutenções destacadas em amarelo nas tabelas consistem em itens prescritos. As manutenções destacadas em azul nas tabelas consistem em itens estimados.

6.2.1 Hatch Compacto

Da categoria Hatch Compacto, segue a análise de custos de manutenções dos cinco líderes de vendas:

6.2.1.1 Onix Chevrolet

A Tabela A.1 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Chevrolet Onix, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) é de R\$

13.078,93. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter.

Observa-se outras manutenções:

- g) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca o fluido de freio dianteiro e das pastilhas de freio;
- h) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição e do filtro de ar do motor e do filtro do ar condicionado;
- i) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus e das sapatas de freio traseiras;
- j) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do tensionador de correia, da correia dentada, da correia de acessórios e do amortecedor dianteiro;
- k) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca do amortecedor traseiro;
- l) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios e dos tambores traseiros.

6.2.1.2 HB20 Hyundai

A Tabela B.1 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Hyundai HB20, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 11.570,11. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão do cárter.

Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, pastilhas de freio dianteiro, filtro do ar do motor e filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus, sapata do freio traseiro e amortecedores dianteiros;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do kit de correias dentadas;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca do tambor de freio traseiro e do disco de freio.

6.2.1.3 Ka Ford

A Tabela B.2 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Ford Ka de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 12.402,94. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo e filtro de combustível. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro e do filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca do filtro de ar do motor, dos quatro pneus, das sapatas do freio traseiro e dos amortecedores dianteiros;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do kit de correias dentadas e das velas de ignição;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca do amortecedor traseiro;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos tambores de freio traseiros e dos discos de freio.

6.2.1.4 Gol Volkswagen

A Tabela B.3 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Volkswagen Gol de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 13.303,98. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel do bujão cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro do ar condicionado e filtro do ar do motor;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição, quatro pneus e sapatas de freio traseiro;
- d) A cada 60.000 quilômetros é necessária a troca do kit de correias dentadas e das velas de ignição;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca do amortecedor traseiro;

- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos tambores de freio traseiro e dos discos de freio.

6.2.1.5 Polo Volkswagen

A Tabela B.4 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Volkswagen Polo de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km) que é de R\$ 13.285,56. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível, anel de vedação e anel do bujão cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro do ar condicionado, filtro do ar do motor e velas de ignição;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca dos quatro pneus, sapata de freio traseira e amortecedor dianteiro;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do kit de correias dentadas;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca do amortecedor traseiro;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos tambores de freio traseiro e dos discos de freio.

6.2.2 Sedã médio

Da categoria Sedã Médio, segue a análise de custos de manutenções dos cinco líderes de vendas:

6.2.2.1 Corolla Toyota

A Tabela A.5 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Toyota Corolla, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 19.955,30. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km),

consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo e filtro de combustível. Observa-se outras manutenções:

- e) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, pastilhas de freio dianteiro, velas de ignição, filtro de ar do motor, filtro do ar condicionado e o líquido do radiador;
- f) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro, dos quatro pneus e dos amortecedores dianteiros;
- g) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca da correia Poly V e do esticador;
- h) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros, e dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.2.2.2 Civic Honda

A Tabela B.5 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Honda Civic, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 17.628,90. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e a arruela de dreno. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro, filtro de ar do motor e filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro, das velas de ignição, dos quatro pneus, dos amortecedores dianteiros, das correias auxiliares, da junta da tampa de válvulas, do fluido CVT, do amortecedor dianteiro e da arruela de dreno de transmissão;
- d) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- e) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.2.2.3 Cruze Chevrolet

A Tabela B.6 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Chevrolet Cruze, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 19.669,14. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km),

consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel de bujão cárter. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro, do fluido de freio e do filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do filtro de ar do motor;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro e dos quatro pneus;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca das velas de ignição, das correias de acessórios e dos amortecedores dianteiros;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.2.2.4 Sentra Nissan

A Tabela B.7 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Nissan Sentra, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 17.696,00. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível e anel de vedação. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro, do filtro de ar do motor e do filtro do ar condicionado;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro, das velas de ignição, das correias auxiliares, dos amortecedores dianteiros e dos quatro pneus;
- d) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- e) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.2.2.5 Jetta Volkswagen

A Tabela B.8 apresenta o custo total de revisões preventivas e corretivas do Volkswagen Jetta, de dez mil quilômetros (10.000 km) a cem mil quilômetros (100.000 km), é de R\$ 26.356,98. A manutenção básica, realizada em menor periodicidade (a cada 10.000 km), consiste na troca de óleo do motor, filtro de óleo, filtro de combustível, anel bujão cárter e anel de vedação. Observa-se outras manutenções:

- a) A cada 20.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio dianteiro;
- b) A cada 30.000 quilômetros é necessária a troca do fluido de freio, filtro de ar do motor e filtro do ar condicionado;
- c) A cada 40.000 quilômetros é necessária a troca das pastilhas de freio traseiro, kit de velas de ignição e lubrificante, amortecedores dianteiros e quatro pneus;
- d) A cada 50.000 quilômetros é necessária a troca do kit de correias dentadas;
- e) A cada 70.000 quilômetros é necessária a troca dos amortecedores traseiros;
- f) A cada 100.000 quilômetros é necessária a troca dos discos de freios dianteiros e traseiros.

6.2.3 Discussão comparativa e conclusão da análise 2

Com a finalidade de comparar a viabilidade financeira dos veículos, em relação a compra e manutenção, do mesmo segmento, utilizaremos novamente o CPR (Coeficiente Percentual de Revisões) detalhado no item 6.1.10. Segue abaixo os valores de mercado dos carros utilizados dos segmentos Hatch Compacto e Sedã Médio na análise 2, no ano de 2019, as seguintes características:

Tabela 6.3 – Ranking por valor de mercado (Elaborada pelo autor, 2019).

RANKING POR VALOR DE MERCADO				
		Carros	Valor de Mercado	Custos de Manutenção (100.000km)
HATCH COMPACTO	1°	ONIX	41.990	13.078,93
	2°	KA	42.990	12.402,94
	3°	GOL	43.490	13.303,98
	4°	HB20	44.490	11.570,11
	5°	POLO	49.432	13.285,56

SEDÃ MÉDIO	1°	SENTRA	87.990	17.696
	2°	CRUZE	96.790	19.669,14
	3°	CIVIC	97.900	17.628,90
	4°	COROLLA	99.990	19.955,30
	5°	JETTA	99.990	26.356,98

Tabela 6.4 – Ranking por CPR (Elaborada pelo autor, 2019).

RANKING POR CPR			
		Carros	CPR
HATCH COMPACTO	1°	HB20	0,2601
	2°	POLO	0,2688
	3°	KA	0,2885
	4°	GOL	0,3059
	5°	ONIX	0,3115
SEDÃ MÉDIO	1°	CIVIC	0,1801
	2°	COROLLA	0,1996
	3°	SENTRA	0,2011
	4°	CRUZE	0,2032
	5°	JETTA	0,2636

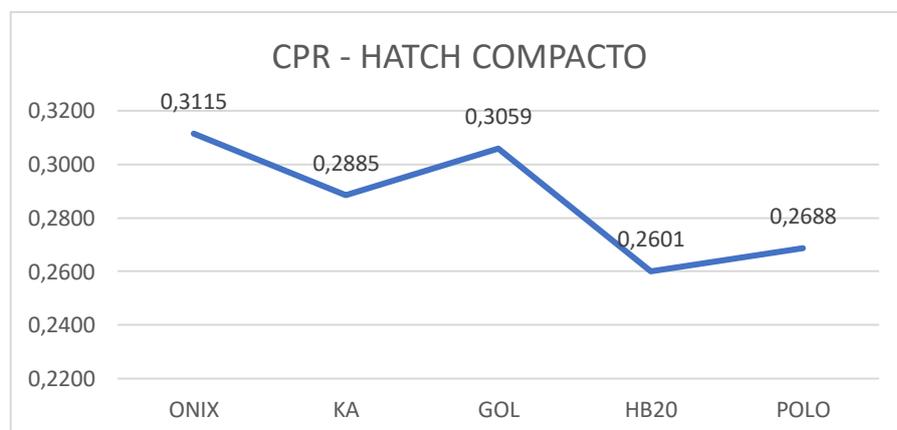


Figura 6.2 – Gráfico CPR Hatch Compacto (Elaborada pelo autor, 2019).

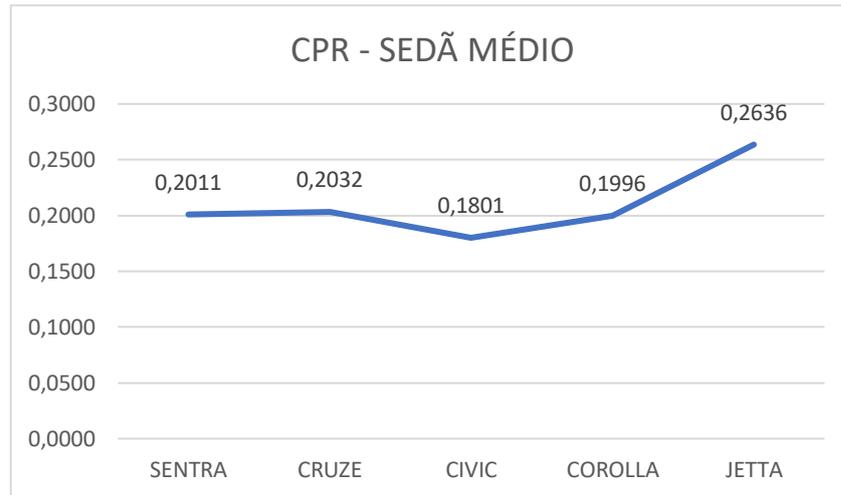


Figura 6.3 – Gráfico CPR Sedã Médio (Elaborada pelo autor, 2019).

As tabelas 6.3 e 6.4 apresentam através das alterações de ranking, semelhante à análise 1, que entre elas não há, obrigatoriamente, proporção entre o valor de mercado de um carro e seu respectivo custo com manutenção em até 100.000 quilômetros rodados. O Hyundai HB20 é o segundo carro mais caro no segmento Hatch Compacto, porém foi líder em viabilidade de acordo com coeficiente percentual de revisões. No segmento Hatch Compacto o carro mais barato do estudo, o Chevrolet Onix, é o carro com pior viabilidade, segundo o seu Coeficiente Percentual de Revisões que é igual a 0,3115. No mesmo plano, o carro mais caro do estudo, o Volkswagen Polo, é o segundo carro com a segunda melhor viabilidade, segundo o seu Coeficiente Percentual de Revisões que é 0,2688. No segmento Sedã Médio, o carro com o terceiro maior, e médio valor de mercado, o Honda Civic, é o que possui melhor viabilidade.

Enquanto que, o Chevrolet Cruze e o Nissan Sentra caíram em duas posições no Ranking. Ou seja, possuem uma viabilidade pior que os outros, em relação a seu preço. Com a ausência de proporção entre os valores demonstrados no gráfico da Figura 6.3, concluímos novamente que não há linearidade entre o valor de compra de um carro e seu respectivo custo de manutenções até 100.000 km rodados. Os exemplos citados acima, atestam que caso a soma dos custos de manutenções, gerados até 100.000 km, sejam agregados ao valor do carro, este teria alterações significativas. Portanto, os planos de manutenção dimensionados pelas montadoras de automóveis, devem ser levados em conta na decisão de compra de carros do mesmo segmento.

As concessionárias em geral não possuem um plano de manutenção preditiva, o único sistema nos veículos que caracteriza como preditivo são os sensores que estão presentes nos veículos e alertam os condutores a certos perigosos com o auxílio do painel do carro, alguns desses alertas são: alerta de abastecimento, alerta de problemas no freio ABS, alerta de mau funcionamento no sistema elétrico, alerta de problemas no funcionamento da direção e alerta de falha no sistema de lubrificação.

7 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos com as concessionárias de veículos, foi possível realizar uma análise comparativa relacionando as manutenções corretivas, preventivas e preditivas de cada carro no estudo. Além de apresentar a viabilidade de manutenção de cada carro com o coeficiente percentual de revisões, de acordo com a proposta da pesquisa, no período de uso de 10.000 km a 100.000 km rodados.

A análise 1 que comparava a manutenção e viabilidade dos líderes de vendas dos 9 segmentos abordados demonstrou que a Fiat Strada foi o carro que teve melhor desempenho de acordo com os critérios escolhidos. Já na análise 2 que consistiu em 2 análises separadas entre os 5 primeiros carros mais vendidos das categorias hatch compacto e sedan médio apresentou respectivamente o Hyundai HB20 e Honda Civic como os carros mais bem avaliados de acordo com os critérios determinados no estudo.

REFERÊNCIAS

AKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto Iman, 1993.

ALL PARTS. **Junta tampa válvula mahle volkswagen jetta 2.5 20v 5 cilindros 2006-2010 - jtvw0515**. Vinhedo. Disponível em: <<https://www.allpartsnet.com.br/junta-tampa-valvula-mahle-volkswagen-jetta-2-5-20v-5-cilindros-2006-2010-jtvw0515/p>>. Acesso em 02 de maio de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento Nacional de Manutenção: A Situação da manutenção no Brasil**. Curitiba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 5462: 1994. Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BLOG MIX AUTO. **Pastilha de freio: 7 lições básicas para não se arrepender com a troca**, 2019. Disponível em: <<https://blog.mixauto.com.br/pastilha-de-freio-automotivo/>>. Acesso em: 16 de set. de 2019.

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna**. São Paulo: Blucher, 2012.

CANAL DA PEÇA. **Disco de embreagem**, 2019. São Paulo. Disponível em: <<https://www.canaldapeca.com.br/guia-do-consumidor/disco-de-embreagem>>. Acesso em: 30 de set de 2019.

CANAL DA PEÇA. **Jogo de Sapatas de Freio - Cobreq - 2631CP – Par**. Disponível em <<https://www.canaldapeca.com.br/p/1067749/jogo-de-sapatas-de-freio-cobreq-2631cp-par?veiculo=carro&montadora=fiat&modelo=tipo&ano=1997>>. Acesso em: 04 de nov. de 2019.

CANAL DA PEÇA. **Velas de Ignição**. Disponível em <<https://www.canaldapeca.com.br/guia-do-consumidor/velas-de-ignicao>>. Acesso em: 04 de nov. de 2019.

CARVIZION. **Cambagem de Rodas: o que é e quais carros precisam fazer**, 2018. Disponível em :<<https://www.carvizion.com.br/blog/tutoriais-e-dicas/cambagem-de-rodas-o-que-e-e-quais-carros-precisam-fazer>>. Acesso em: 11 de out. de 2019.

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Manutenção Automotiva – Sistema de Suspensão:** produção didático-pedagógica, 2012. Fortaleza: SEDUC/CE. Disponível em:<https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/manutencao_automotiva_sistema_de_suspensao.pdf>. Acesso em: 01 de set de 2019.a

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Manutenção Automotiva – Sistema de Transmissão Mecânica:** produção didático-pedagógica, 2012. Fortaleza: SEDUC/CE. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/manutencao_automotiva_sistema_de_transmissao_mecanica.pdf>. Acesso em: 01 de set de 2019.b

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Manutenção Automotiva – Sistema de Direção:** produção didático-pedagógica, 2012. Fortaleza: SEDUC/CE. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/manutencao_automotiva_sistema_de_direcao.pdf>. Acesso em: 01 de set de 2019.c

CORREIA, Antônio Alexandre Ferrira. **Quando trocar óleo do motor, câmbio, freios e direção hidráulica?.** Jornal da Nova, São Paulo, 28 de dez. de 2013. Disponível em: <<http://www.jornaldanova.com.br/noticia/29619/quando-trocar-oleo-do-motor-cambio-freios-e-direcao-hidraulica->>. Acesso em: 7 de set. de 2019.

COSTA. Paulo G. **A bíblia do automóvel.** edição eletrônica, 2002. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/a-biblia-do-carro-1/4834250/>>. Acesso em: 03 de out. de 2019.

CROLLA, David A. **Automotive Engineering:** powertrain, chassis system and vehicle body. EUA: Elsevier, 2009.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Funcionamento do Motor de Combustão Interna.** Disponível em :< <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm>>. Acesso em: 01 de set de 2019.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; DUARTE, José Luis Ribeiro. **Confiabilidade e Manutenção Industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção:** função estratégica. 3. Ed. Rio de Janeiro: Ed Qualitymark, 2009.

LEEMIS, E.E. **Introduction to Reliability Engineering**. 2. Ed. New York: Jhon Wiley, 1996.

LIMPERT, Rudolf. **Brake design and safety**. 2. ed. Pittsburgh: SAE, 1999.

LIMPERT, Rudolf. **Brake Design and Safety**. EUA: SAE International, 1999.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**: Formação para a gerência da Manutenção Industrial. 1. ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987.

OLIVEIRA, Diogo de. **Os carros mais vendidos de 2018 por segmento**. Revista Auto Esporte, 2019. Disponível em: <<https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2019/01/os-carros-mais-vendidos-de-2018.html>>. Acesso em: 05 de out. de 2019.

PASCOLI, José A. **Curso de Manutenção Industrial**, Apostila, 1994.

PÉ NO ESTRIBO. **Filtro de combustível universal original honda - 16910-kw1-900**. Joinville. Disponível em: <<https://www.penoestribo.com.br/filtro-de-combustivel-universal-original-honda--16910kw1900/p>>. Acesso em: 13 de out. de 2019.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymarck, 2001.

REDE PIT STOP. **Benefícios da manutenção preventiva**, 2015. São Paulo. Disponível em: <<https://www.pitstop.com.br/noticias/pitstop/noticias-beneficios-da-manutencao-preventiva.htm>>. Acesso em: 30 de set de 2019.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JHONSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUNING PARTS. **Correia acessórios elástica fox gol polo saveiro voyage 1.0 1.6 8v - c/dh e s/ar**. Curitiba. Disponível em: <https://www.tuningparts.com.br/correia-acessorios-elastica-fox-gol-polo-saveiro-voyage-1-0-1-6-8v-c-dh-e-s-ar?_pid=P6tbc>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

TUNING PARTS. **Disco de freio dianteiro ventilado punto 08/17 nakata**. Curitiba. Disponível em: <https://www.tuningparts.com.br/disco-de-freio-dianteiro-ventilado-punto-08-17-nakata?_pid=4wCbc>. Acesso em: 02 de out. de 2019.

TUNING PARTS. **Filtro de óleo eis para husqvarna tc/te 250/450**. Curitiba. Disponível em: <<https://www.tuningparts.com.br/filtro-de-oleo-eis-para-husqvarna-tc-te-250-450-te-510-610?pid=gkrbc>>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

TUNING PARTS. **Kit correia dentada golf bora jetta beetle polo a3 ibiza cordoba 1.6 sr e 2.0 8v - contitech**. Curitiba. Disponível em: <https://www.tuningparts.com.br/kit-correia-dentada-golf-bora-jetta-beetle-polo-a3-ibiza-cordoba-1-6-sr-e-2-0-8v-contitech?_pid=sFsbcb>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

VOLVO PEÇAS. **Tambor de Freio dianteiro para Caminhões Volvo VM260 – 22421094**. Disponível em: <https://www.volvopecas.com.br/tambor_de_freio22421094/p>. Acesso em: 25 de out. de 2019.

WIDMEN. **Entenda a função do filtro de ar do motor**, 2015. Recreio. Disponível em: <<https://www.widmen.com.br/dicasautomotivas/entenda-a-funcao-do-filtro-de-ar-do-motor/>>. Acesso em: 05 de out. de 2019.

WIDMEN. **Fique atento à baixa do fluido de freio**, 2015. Recreio. Disponível em: <<https://www.widmen.com.br/dicasautomotivas/fique-atento-a-baixa-do-fluido-de-freio/>>. Acesso em: 05 de out. de 2019.

WURTH. **Bujão de cárter**. Disponível em: <<https://www.wurth.com.br/wurth/b2c/produto?R=bujao-de-carter-prod740017-60002>>. Acesso em: 20 de out. de 2019.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998.

APÊNDICE A – Tabelas da Análise 1

Tabela A.1 – Manutenção Onix (Elaborada pelo autor, 2019)

HATCH COMPACTO ONIX MOTOR 1.0											
Plano de Manutenção	10.000 km	20.000 km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000 km	100.000 km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 196,00										
Filtro de óleo	R\$ 21,00										
Filtro de combustível	R\$ 39,00										
Anel bujão cárter	R\$ 9,50										
Fluido de freio	-	R\$ 62,95									
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 168,06									
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	R\$ 70,96	-	-	R\$ 70,96	-	-	R\$ 70,96	-	
Filtro de ar do motor	-	-	R\$ 84,00	-	-	R\$ 84,00	-	-	R\$ 84,00	-	
Filtro de A/C	-	-	R\$ 91,24	-	-	R\$ 91,24	-	-	R\$ 91,24	-	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.200,00	-	-	-	R\$ 1.200,00	-	-	
Correia dentada	-	-	-	-	R\$ 96,00	-	-	-	-	R\$ 96,00	
Correias de acessórios	-	-	-	-	R\$ 165,00	-	-	-	-	R\$ 165,00	

Tensionador da correia	-	-	-	-	R\$ 182,93	-	-	-	-	R\$ 182,93	
Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 333,76	
Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 333,76	
Sapata de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 847,45	-	-	-	R\$ 847,45	-	-	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	R\$ 960,00	-	-	-	-	R\$ 960,00	
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 960,00	-	-	-	
Total	R\$ 265,50	R\$ 496,51	R\$ 511,70	R\$ 2.543,96	R\$ 1.669,43	R\$ 742,71	R\$ 1.225,50	R\$ 2.543,96	R\$ 511,70	R\$ 2.567,96	R\$ 13.078,93

Tabela A.2 – Manutenção Cruze (Elaborada pelo autor, 2019)

HATCH MÉDIO CRUZE SPORT 6 MOTOR 1.4											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 196,00	R\$ 196,00									
Filtro de óleo	R\$ 63,06	R\$ 63,06									
Filtro de combustível	R\$ 39,00	R\$ 39,00									
Anel bujão cárter	R\$ 37,50	R\$ 37,50									
Fluido de freio	-	R\$ 62,59	-								

Filtro de óleo	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	
Filtro de combustível	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	
Anel bujão cárter	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	
Fluido de freio	-	R\$ 74,00	-	R\$ 74,00	-	R\$ 74,00	-	R\$ 74,00	-	R\$ 74,00	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	-	R\$ 430,00	-	R\$ 430,00	-	R\$ 430,00	-	R\$ 430,00	-	
Pastilhas de freio traseiro (par)	-	-	-	R\$ 430,00	-	-	-	R\$ 430,00	-	-	
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	R\$ 179,00	-	-	-	R\$ 179,00	-	-	
Filtro de ar do motor	-	R\$ 81,00	-	R\$ 81,00	-	R\$ 81,00	-	R\$ 81,00	-	R\$ 81,00	
Filtro de A/C	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.800,00	-	-	-	R\$ 1.800,00	-	-	
Junta da tampa de válvulas	-	-	-	R\$ 39,00	-	-	-	R\$ 39,00	-	-	
Junta do coletor de admissão	-	-	-	R\$ 57,00	-	-	-	R\$ 57,00	-	-	
Aruela de dreno (transmissão)	-	-	-	R\$ 4,70	-	-	-	R\$ 4,70	-	-	
Fluido de transm	-	-	-	R\$ 84,50	-	-	-	R\$ 84,50	-	-	

Anel bujão cárter	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	R\$ 9,50	
Fluido de freio	-	R\$ 62,95	-	R\$ 62,95	-	R\$ 62,95	-	R\$ 62,95	-	R\$ 62,95	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 168,06	-	R\$ 168,06	-	R\$ 168,06	-	R\$ 168,06	-	R\$ 168,06	
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	R\$ 70,96	-	-	R\$ 70,96	-	-	R\$ 70,96	-	
Filtro de ar do motor	-	-	R\$ 84,00	-	-	R\$ 84,00	-	-	R\$ 84,00	-	
Filtro de A/C	-	-	R\$ 91,24	-	-	R\$ 91,24	-	-	R\$ 91,24	-	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.200,00	-	-	-	R\$ 1.200,00	-	-	
Correia dentada	-	-	-	-	R\$ 96,00	-	-	-	-	R\$ 96,00	
Correias de acessórios	-	-	-	-	R\$ 165,00	-	-	-	-	R\$ 165,00	
Tensionador da correia	-	-	-	-	R\$ 182,93	-	-	-	-	R\$ 182,93	
Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 333,76	
Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 333,76	
Sapata de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 847,45	-	-	-	R\$ 847,45	-	-	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	R\$ 960,00	-	-	-	-	R\$ 960,00	

Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 960,00	-	-	-	
Total	R\$ 265,50	R\$ 496,51	R\$ 511,70	R\$ 2.543,96	R\$ 1.669,43	R\$ 742,71	R\$ 1.225,50	R\$ 2.543,96	R\$ 511,70	R\$ 2.567,96	R\$ 13.078,93

Tabela A.5 – Manutenção Corolla (Elaborada pelo autor, 2019)

SEDÃ MÉDIO COROLLA GLI MOTOR 2.0											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000 km	30.000km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000km	100.000 km	
Óleo do motor (5L)	R\$ 235,00										
Filtro de óleo	R\$ 51,00										
Filtro de combustível	R\$ 135,00										
Fluido de freio	-	R\$ 32,00									
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 415,00									
Pastilhas de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 393,00	-	-	-	R\$ 393,00	-	-	
Velas de ignição (4 unid.)	-	R\$ 507,00									
Filtro de ar do motor	-	R\$ 99,50									
Filtro de A/C	-	R\$ 83,00									
Líquido do radiador	-	R\$ 70,20									

Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.807,20	-	-	-	R\$ 1.807,20	-	-	
Correias poly V e esticador	-	-	-	-	R\$ 199,20	-	-	-	-	R\$ 199,20	
Disco de freio traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 763,00	-	-		
Disco de freio dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 700,00	-	-		
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 1.190,00	-	-	-	R\$ 1.190,00	-		
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.070,00	-	-	-	
Total	R\$ 421,00	R\$ 1.627,70	R\$ 421,00	R\$ 5.017,90	R\$ 620,20	R\$ 1.627,70	R\$ 2.954,00	R\$ 5.017,90	R\$ 421,00	R\$ 1.826,90	R\$ 19.955,30

Tabela A.6 – Manutenção Classe C (Elaborada pelo autor, 2019)

SEDÃ PREMIUM CLASSE C 180											
Plano de Manutenção	10.000 km	20.000 km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000 km	100.000 km	
Óleo do motor (7L)	R\$ 539,84	-									
Filtro de óleo	R\$ 174,32	-									
Fluido de freio	-	R\$ 85,81									
Anel de vedação do tubo	R\$ 19,57	-									

pneu mático										
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	-	-	R\$ 1.447,87	-	-	-	R\$ 1.447,87	-	-
Pastilhas de freio traseira (par)	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.071,04	-	-	-
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	R\$ 700,00	-	-	-	R\$ 700,00	-	-
Filtro de ar do motor	-	R\$ 607,40	-	R\$ 607,40	-	R\$ 607,40	-	R\$ 607,40	-	R\$ 607,40
Filtro de A/C	-	R\$ 180,34	-	R\$ 180,34	-	R\$ 180,34	-	R\$ 180,34	-	R\$ 180,34
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 7.156,00	-	-	-	R\$ 7.156,00	-	-
Correias auxiliares	-	-	-	R\$ 370,00	-	-	-	R\$ 370,00	-	-
Teste rápido	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00
Disco de freio traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 2.781,36
Disco de freio dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 3.944,82
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 9.607,32	-	-	-	R\$ 9.607,32	-	-
Amortecedor traseiro	-	-	-	-	-	-	R\$ 7.528,28	-	-	-

ro (2 unid.)											
Total	R\$ 803,73	R\$ 943,55	R\$ 803,73	R\$ 20.224, 74	R\$ 803,73	R\$ 943,55	R\$ 9.403, 05	R\$ 20.224, 74	R\$ 803,73	R\$ 7.669, 73	R\$ 62.624, 28

Tabela A.7 – Manutenção Creta (Elaborada pelo autor, 2019)

UTILITÁRIO CRETA MOTOR 1.6 ATTITUDE											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	R\$ 192,00	
Filtro de óleo	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	
Filtro de combustível	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	R\$ 30,00	
Anel bujão cárter	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	R\$ 4,00	
Fluido de freio		R\$ 45,00	-	R\$ 45,00	-	R\$ 45,00	-	R\$ 45,00	-	R\$ 45,00	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 505,00	-	R\$ 505,00	-	R\$ 505,00	-	R\$ 505,00	-	R\$ 505,00	
Filtro de ar do motor	-	-		R\$ 152,00	-		-	R\$ 152,00		-	
Filtro de A/C	-	R\$ 84,00		R\$ 84,00	-	R\$ 84,00	-	R\$ 84,00		R\$ 84,00	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 2.596,00	-	-	-	R\$ 2.596,00	-	-	
Correia Poly V	-	-		-	R\$ 135,00	-	-	-	-	R\$ 135,00	
Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 498,00	

Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.294,00	
Sapata de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 469,00	-	-	-	R\$ 469,00	-	-	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 1.610,00	-	-	-	R\$ 1.610,00	-	-	
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.280,00	-	-	-	
Total	R\$ 256,00	R\$ 890,00	R\$ 256,00	R\$ 5.717,00	R\$ 391,00	R\$ 890,00	R\$ 1.536,00	R\$ 5.717,00	R\$ 256,00	R\$ 2.817,00	R\$ 18.726,00

Tabela A.8 – Manutenção Compass (Elaborada pelo autor, 2019)

UTILITÁRIO PREMIUM COMPASS SPORT 2.0											
Plano de Manutenção	12.000km	24.000km	36.000km	48.000km	60.000km	72.000km	84.000km	96.000km	108.000km	120.000km	
Óleo do motor (5L)	R\$ 245,00										
Filtro de óleo	R\$ 97,47										
Filtro de combustível	R\$ 30,00										
Fluido de freio	-	-	R\$ 120,00	-	-	R\$ 120,00	-	-	R\$ 120,00	-	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	-	R\$ 429,00	-	-	R\$ 429,00	-	-	R\$ 429,00	-	

Pastilhas de freio traseira (par)	-	-	-	-	R\$ 1.127,00	-	-	-	-	R\$ 1.127,00	
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	R\$ 473,00	-	-	-	R\$ 473,00	-	-	
Filtro de ar do motor	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	R\$ 98,00	
Filtro de A/C	-	R\$ 67,00	-	R\$ 67,00	-	R\$ 67,00	-	R\$ 67,00	-	R\$ 67,00	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 4.400,00	-	-	-	R\$ 4.400,00	-	R\$ 4.400,00	
Correias auxiliares	-	-	-	R\$ 290,00	-	-	-	-	R\$ 290,00	-	
Disco de freio traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 900,00	
Disco de freio dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 900,00	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 4.400,00	-	-	-	R\$ 4.400,00	-	-	
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 4.400,00	-	-	-	

Total	R\$ 470,47	R\$ 537,47	R\$ 1.019,47	R\$ 10.100,47	R\$ 1.597,47	R\$ 1.086,47	R\$ 4.870,47	R\$ 9.810,47	R\$ 1.309,47	R\$ 7.864,47	R\$ 38.666,70
--------------	-------------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------

Tabela A.9 – Manutenção Strada (Elaborada pelo autor, 2019)

PICAPE STRADA MOTOR 1.4											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (3L)	R\$ 120,00										
Filtro de óleo	R\$ 40,97										
Filtro de combustível		R\$ 23,40									
Fluido de freio		R\$ 34,88									
Óleo do diferencial					R\$ 80,97					R\$ 80,97	
Pastilhas de freio dianteira (par)		R\$ 295,00									
Sapatilha de freio traseira (par)				R\$ 273,00				R\$ 273,00			
Velas de ignição (4 unid.)			R\$ 90,00			R\$ 90,00			R\$ 90,00		
Filtro de ar do motor	R\$ 51,15										
Filtro de A/C		R\$ 123,00									

Pneus (4 unid.)				R\$ 498,00				R\$ 498,00			
Kit correia dentada					R\$ 95,00					R\$ 95,00	
Tambor de freio traseiro (2 unid.)								R\$ 544,00			
Disco de freio dianteiro (2 unid.)								R\$ 509,80			
Amortecedor dianteiro (2 unid.)				R\$ 836,00				R\$ 836,00			
Amortecedor traseiro (2 unid.)							R\$ 582,00				
Mão de obra											
Total	R\$ 212,12	R\$ 688,40	R\$ 302,12	R\$ 2.295,40	R\$ 388,09	R\$ 778,40	R\$ 794,12	R\$ 3.349,20	R\$ 302,12	R\$ 864,37	R\$ 9.974,34

APÊNDICE B – Tabelas da Análise 2

Tabela B.1 – Manutenção HB20 (Elaborada pelo autor, 2019)

HATCH COMPACTO HB20 MOTOR 1.0											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (3L)	R\$ 142,50										
Filtro de óleo	R\$ 36,20										
Filtro de combustível	R\$ 29,59										
Anel bujão cárter	R\$ 3,57										
Fluido de freio	-	R\$ 55,00									
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 261,70									
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	R\$ 375,00	-	-	R\$ 375,00	-	-	R\$ 375,00	-	
Filtro de ar do motor	-	R\$ 61,49									
Filtro de A/C	-	R\$ 67,28									
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 759,98	-	-	-	R\$ 759,98	-	-	
Kit correia dentada	-	-	-	-	R\$ 310,00	-	-	-	-	R\$ 310,00	

Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 494,68	
Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 795,46	
Sapatilha de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 350,72	-	-	-	R\$ 350,72	-	-	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 745,38	-	-	-	R\$ 745,38	-	-	
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 476,86	-	-	-	
Total	R\$ 211,86	R\$ 657,33	R\$ 586,86	R\$ 2.513,41	R\$ 521,86	R\$ 1.032,33	R\$ 688,72	R\$ 2.513,41	R\$ 586,86	R\$ 2.257,47	R\$ 11.570,11

Tabela B.2 – Manutenção Compacto Ka (Elaborada pelo autor, 2019)

HATCH COMPACTO KA MOTOR 1.0											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 144,00										
Filtro de óleo	R\$ 50,45										
Filtro de combustível	R\$ 81,65										
Fluido de freio	-	-	R\$ 16,14	-	-	R\$ 16,14	-	-	R\$ 16,14	-	

Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 458,69	-	R\$ 458,69	-	R\$ 458,69	-	R\$ 458,69	-	R\$ 458,69
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	-	R\$ 118,00	-	-	-	-	R\$ 118,00
Filtro de ar do motor	-	-	-	R\$ 65,51	-	-	-	R\$ 65,51	-	-
Filtro de A/C	-	R\$ 99,95	-	R\$ 99,95	-	R\$ 99,95	-	R\$ 99,95	-	R\$ 99,95
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.152,00	-	-	-	R\$ 1.152,00	-	-
Kit correia dentada	-	-	-	-	R\$ 360,00	-	-	-	-	R\$ 360,00
Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 564,50
Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 500,00
Sapatilha de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 234,00	-	-	-	R\$ 234,00	-	-
Amortecedor dianteiro esquerdo (1 unid.)	-	-	-	R\$ 391,25	-	-	-	R\$ 391,25	-	-
Amortecedor dianteiro direito (1 unid.)	-	-	-	R\$ 400,00	-	-	-	R\$ 400,00	-	-

Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 294,30	-	-	-	
Total	R\$ 276,10	R\$ 834,74	R\$ 292,24	R\$ 3.077,50	R\$ 754,10	R\$ 850,88	R\$ 570,40	R\$ 3.077,50	R\$ 292,24	R\$ 2.377,24	R\$ 12.402,94

Tabela B.3 – Manutenção Gol (Elaborada pelo autor, 2019)

HATCH COMPACTO GOL MOTOR 1.0											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 180,00										
Filtro de óleo	R\$ 36,00										
Filtro de combustível	R\$ 19,00										
Anel bujão cárter	R\$ 20,00										
Fluido de freio	-	-	R\$ 245,82	-	-	R\$ 245,82	-	-	R\$ 245,82	-	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 280,00									
Velas de ignição (3 unid.)	-	-	-	R\$ 270,00	-	-	-	R\$ 270,00	-	-	
Filtro de ar do motor	-	-	R\$ 56,70	-	-	R\$ 56,70	-	-	R\$ 56,70	-	
Filtro de A/C	-	-	R\$ 45,00	-	-	R\$ 45,00	-	-	R\$ 45,00	-	

Filtro de combustível	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	R\$ 19,00	
Anel de vedação	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	
Anel bujão cárter	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	R\$ 20,00	
Fluido de freio	-	-	R\$ 245,82	-	-	R\$ 245,82	-	-	R\$ 245,82	-	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 195,00	-	R\$ 195,00	-	R\$ 195,00	-	R\$ 195,00	-	R\$ 195,00	
Velas de ignição (3 unid.)	-	-	R\$ 540,00	-	-	R\$ 540,00	-	-	R\$ 540,00	-	
Filtro de ar do motor	-	-	R\$ 56,70	-	-	R\$ 56,70	-	-	R\$ 56,70	-	
Filtro de A/C	-	-	R\$ 25,00	-	-	R\$ 25,00	-	-	R\$ 25,00	-	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 1.360,00	-	-	-	R\$ 1.360,00	-	-	
Kit correia dentada	-	-	-	-	R\$ 129,00	-	-	-	-	R\$ 129,00	
Tambor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 570,00	
Disco de freio (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 560,00	
Sapatilha de freio traseiro	-	-	-	R\$ 210,00	-	-	-	R\$ 210,00	-	-	

ra (par)											
Amor teced or diant eiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 1.040,0 0	-	-	-	R\$ 1.040,0 0	-	-	
Amor teced or trasei ro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 800,00	-	-	-	
Total	R\$ 230,0 0	R\$ 425,0 0	R\$ 1.097,5 2	R\$ 3.035,0 0	R\$ 359,00	R\$ 1.292,5 2	R\$ 1.030,0 0	R\$ 3.035,0 0	R\$ 1.097,5 2	R\$ 1.684,0 0	R\$ 13.285, 56

Tabela B.5 – Manutenção Cívica (Elaborada pelo autor, 2019)

SEDÃ MÉDIO CIVIC 2.0											
Plano de Manut enção	10.00 0km	20.00 0km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.00 0km	100.00 0km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 196,0 0	R\$ 196,0 0	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,0 0	R\$ 196,00	
Filtro de óleo	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	R\$ 51,00	
Filtro de combustível	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	R\$ 43,00	
Arruel a de dreno	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	R\$ 5,85	
Arruel a de dreno transm issão				R\$ 4,70				R\$ 4,70			
Fluido de freio	-		R\$ 74,00			R\$ 74,00			R\$ 74,00		
Pastilh as de freio diantei ra (par)	-	R\$ 375,0 0	-	R\$ 375,00	-	R\$ 375,00	-	R\$ 375,00	-	R\$ 375,00	
Pastilh as de freio				R\$ 375,00				R\$ 375,00			

traseira (par)											
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	R\$ 548,00	-	-	-	R\$ 548,00	-	-	
Filtro de ar do motor	-	R\$ 98,00	-	R\$ 98,00	-	R\$ 98,00	-	R\$ 98,00	-	R\$ 98,00	
Filtro de A/C	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	-	R\$ 71,00	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 2.000,00	-	-	-	R\$ 2.000,00	-	-	
Correias auxiliares	-	-	-	R\$ 83,00	-	-	-	R\$ 83,00	-	-	
Junta da tampa de válvulas	-	-	-	R\$ 62,00	-	-	-	R\$ 62,00	-	-	
Fluido CVT	-	-	-	R\$ 84,50	-	-	-	R\$ 84,50	-	-	
Disco de freio traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 840,00	
Disco de freio dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 840,00	
Amortecedor dianteiro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 1.308,00	-	-	-	R\$ 1.308,00	-	-	
Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.044,00	-	-	-	
Total	R\$ 295,85	R\$ 839,85	R\$ 369,85	R\$ 5.305,05	R\$ 295,85	R\$ 913,85	R\$ 1.339,85	R\$ 5.305,05	R\$ 369,85	R\$ 2.519,85	R\$ 17.554,90

Tabela B.6 – Manutenção Cruze (Elaborada pelo autor, 2019)

SEDÃ MÉDIO CRUZE MOTOR 1.4											
Plano de Manutenção	10.000 km	20.000 km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000 km	100.000 km	
Óleo do motor (4L)	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	R\$ 196,00	
Filtro de óleo	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	R\$ 63,06	
Filtro de combustível	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	R\$ 39,00	
Anel bujão cárter	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	R\$ 37,50	
Fluido de freio	-	R\$ 62,59	-	R\$ 62,59	-	R\$ 62,59	-	R\$ 62,59	-	R\$ 62,59	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 589,69	-	R\$ 589,69	-	R\$ 589,69	-	R\$ 589,69	-	R\$ 589,69	
Pastilhas de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 482,96	-	-	-	R\$ 482,96	-	-	
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	-	R\$ 583,12	-	-	-	-	R\$ 583,12	
Filtro de ar do motor	-	-	R\$ 127,88	-	-	R\$ 127,88	-	-	R\$ 127,88	-	
Filtro de A/C	-	R\$ 120,00	-	R\$ 120,00	-	R\$ 120,00	-	R\$ 120,00	-	R\$ 120,00	
Pneus (4 unid.)	-	-	-	R\$ 2.600,00	-	-	-	R\$ 2.600,00	-	-	
Correias de acessórios	-	-	-	-	R\$ 180,00	-	-	-	-	R\$ 180,00	
Disco de freio traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 524,53	
Disco de freio dianteiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R\$ 326,79	
Amortecedor dianteiro esquerdo	-	-	-	-	R\$ 806,60	-	-	-	-	R\$ 806,60	
Amortecedor dianteiro direito	-	-	-	-	R\$ 614,91	-	-	-	-	R\$ 614,91	

Amortecedor traseiro (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 682,00	-	-	-	
Total	R\$ 335,56	R\$ 1.107,84	R\$ 463,44	R\$ 4.190,80	R\$ 2.520,19	R\$ 1.235,72	R\$ 1.017,56	R\$ 4.190,80	R\$ 463,44	R\$ 4.143,79	R\$ 19.669,14

Tabela B.7 – Manutenção Sentra (Elaborada pelo autor, 2019)

SEDÃ MÉDIO NISSAN SENTRA 2.0											
Plano de Manutenção	10.000km	20.000km	30.000km	40.000km	50.000km	60.000km	70.000km	80.000km	90.000km	100.000km	
Óleo do motor (5L)	R\$ 199,50										
Filtro de óleo	R\$ 50,00										
Filtro de combustível	R\$ 37,40										
Anel de vedação	R\$ 9,89										
Fluido de freio	-	-	R\$ 78,00	-	-	R\$ 78,00	-	-	R\$ 78,00	-	
Pastilhas de freio dianteira (par)	-	R\$ 466,00									
Pastilhas de freio traseira (par)	-	-	-	R\$ 589,82	-	-	-	R\$ 589,82	-	-	
Velas de ignição (4 unid.)	-	-	-	R\$ 412,00	-	-	-	R\$ 412,00	-	-	

iro (2 unid.)											
Amort ecedor diante iro (2 unid.)	-	-	-	R\$ 1.770,0 0	-	-	-	R\$ 1.770,0 0	-	-	
Amort ecedor traseir o (2 unid.)	-	-	-	-	-	-	R\$ 1.300,0 0	-	-	-	
Total	R\$ 359,00	R\$ 907,00	R\$ 805,32	R\$ 5.814,6 0	R\$ 3.070,4 1	R\$ 1.353,3 2	R\$ 1.659,0 0	R\$ 5.814,6 0	R\$ 805,32	R\$ 5.768,4 1	R\$ 26.356, 98