

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM MBA EM GESTÃO EMPRESARIAL

FELIPE AUGUSTO SCHWARZBACH CARON

**ANÁLISE MERCADOLÓGICA EM ACÚSTICA AUTOMOTIVA: CORRELAÇÃO
ENTRE AS RECLAMAÇÕES DE CLIENTES E OS NÍVEIS ACÚSTICOS
OBJETIVOS.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

FELIPE AUGUSTO SCHWARZBACH CARON

**ANÁLISE MERCADOLÓGICA EM ACÚSTICA AUTOMOTIVA: CORRELAÇÃO
ENTRE AS RECLAMAÇÕES DE CLIENTES E OS NÍVEIS ACÚSTICOS
OBJETIVOS.**

Monografia de especialização apresentado ao Curso MBA em Gestão Empresarial, do Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão Empresarial

Orientador: Prof. Dr. Thiago Cavalcante Nascimento

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE MERCADOLÓGICA EM ACÚSTICA AUTOMOTIVA: CORRELAÇÃO ENTRE AS RECLAMAÇÕES DE CLIENTES E OS NÍVEIS ACÚSTICOS OBJETIVOS.

Esta monografia foi apresentada no dia 29 de maio de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em MBA em Gestão Empresarial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Felipe Augusto Schwarzbach Caron apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr. Thiago Cavalcante Nascimento
Orientadora

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Dr^a Luciana Vieira de Lima
Banca

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que nesse período de pós-graduação puderam contribuir para melhorar minha formação e preparação para os desafios da minha trajetória profissional. O agradecimento em especial vai para aqueles professores que fizeram a diferença, a coordenação do curso de MBA e principalmente ao meu orientador professor Thiago.

*Nenhum cliente pediu um automóvel.
Temos cavalos: Quer mais do que isso?
William Edwards Deming*

RESUMO

SCHWARZBACH CARON, FELIPE AUGUSTO. Análise mercadológica em acústica automotiva: correlação entre as reclamações de clientes e os níveis acústicos objetivos. 2019. 45f. Monografia. (Especialização em MBA em Gestão Empresarial) – Programa de Pós-Graduação em Administração-PPGA, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O trabalho a seguir apresenta como pode-se correlacionar as reclamações dos clientes de veículos automotivos em acústica, ruído e vibração, com os níveis acústicos objetivos observados durante a fase de desenvolvimento do projeto do veículo, utilizando-se dados fictícios. O objetivo é verificar como uma empresa do setor automotivo brasileiro pode atuar em frente a resolução de problemas vibro-acústicos automotivos identificados pelos clientes, realizando um benchmark com a concorrência e identificando os principais possíveis pontos de melhoria. O foco central dessa monográfica é verificar para um mercado automotivo genérico de três veículos do mesmo segmento Maverick, Gurgel e Opala, quais são os principais níveis acústicos de ruído motor, ruído de rodagem e ruído aerodinâmico, que geram as menores reclamações clientes. Os nomes utilizados para fins de análise Maverick, Gurgel e Opala são nomes fictícios de veículos antigos formosos no Brasil, entretanto os dados são baseados extrações reais. Existem duas principais fontes de dados para essa monografia, a primeira consiste na utilização de uma base de dados de medições acústicas objetivas de veículos automotivos A segunda fonte de informações é a utilização de um portal de retorno das reclamações clientes, onde a métrica a ser utilizada para fim de comparação entre os veículos é o número de reclamações clientes. Segundo o que foi observado no trabalho, os menores níveis de reclamações estão ligados com o balanço das fontes de ruídos do veículo, o veículo com os menores níveis de reclamações foi o Maverick, e é aquele que apresenta um bom balanceamento dos ruídos (motor, rodagem e aerodinâmico), ou seja, ele não apresenta os melhores e nem os piores níveis em nenhum dos ruídos observados. Sendo assim, o cliente não notará nada fora do normal, ou seja, não existe nenhuma fonte de ruído atenuada e nenhuma fonte de ruído excessiva.

Palavras-chave: Acústica Automotiva. Correlação. Reclamações Clientes.

ABSTRACT

SCHWARZBACH CARON, FELIPE AUGUSTO. Análise mercadológica em acústica automotiva: correlação entre as reclamações de clientes e os níveis acústicos objetivos. 2019. 45f. Monografia. (Especialização em MBA em Gestão Empresarial) – Programa de Pós-Graduação em Administração-PPGA, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

The following work presents how we can correlate automotive customer complaints in acoustics, noise and vibration with the objective acoustic levels observed during the development phase of the vehicle design, utilizing mockup data. The objective is to verify how a company in the Brazilian automotive business can act to solve automotive acoustic problems identified by the clients, benchmarking the competition and identifying the main possible improvement points. The central focus of this monograph is to check for a generic automotive market of three vehicles from the same segment Maverick, Gurgel and Opala, which are the main acoustic levels of engine noise, running noise and aerodynamic noise, which generate the smallest customer complaints. The names used for analysis purposes Maverick, Gurgel and Opal are fictitious names of beautiful old vehicles in Brazil, however the data are based on actual extractions. There are two main sources of data for this monograph, the first one is to use a database of objective acoustic measurements of automotive vehicles. The second source of information is the use of a customer feedback system, where the metrics to be used for comparison of vehicles is the number of customer complaints. According to what was observed in the work, the lowest levels of complaints are linked to the balance of noise sources of the vehicle, the vehicle with the lowest levels of complaints was the Maverick, and is one that presents a good balance of noises (engine, road and aerodynamic), in another words, it does not present the best or the worst levels in any of the noises observed. Therefore, the client will not notice anything out of the ordinary, that is, there is no attenuated noise source and no excessive noise source.

Keywords: Automotive Acoustics. Correlation. Customer Complaints.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos emplacamentos anuais no Brasil de 2014 a 2019.....	12
Figura 2 - Vinte veículos mais emplacados em agosto de 2019.....	13
Figura 3 – Participação de emplacamentos de veículo por segmento automotivo no Brasil no ano de 2019.....	14
Figura 4 - Questionamento trazido pela problemática da pesquisa.....	15
Figura 5 - Intensidades dos sons ouvidos pelo ouvido humano.....	24
Figura 6 - Curva de ponderação A.....	25
Figura 7 - Primeira Fonte de informação: níveis objetivos em acústica.....	28
Figura 8 – Segunda fonte de informação: retorno de satisfação cliente.....	29
Figura 9 - Metodologia aplicada.....	29
Figura 10 - Proposta de resposta à pergunta do estudo antes da análise dos resultados.....	31
Figura 11 - Nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o primeiro semestre de 2017.....	32
Figura 12 - Nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o segundo semestre de 2017.....	33
Figura 13 - Diferença de reclamações do primeiro semestre para o segundo semestre.....	34
Figura 14 - Média do nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o ano de 2017..	34
Figura 15 – Resposta correta à problemática do estudo após a análise dos resultados.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de ruído motor de baixa frequência para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB.....	35
Tabela 2 - Níveis de ruído motor de média e alta frequência para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB(A).....	35
Tabela 3 - Níveis de ruído de rodagem para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.....	36
Tabela 4 - Níveis de ruído aerodinâmico a 80 km/h, 100 km/h e 120 km/h para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB(A).....	36
Tabela 5 - Comparativo das métricas de design de ruído motor com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.....	37
Tabela 6 - Comparativo das métricas de design de ruído de rodagem com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.....	38
Tabela 7 - Comparativo das métricas de design de ruído aerodinâmico com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	TEMA DA PESQUISA.....	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	15
1.3	OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	O SETOR AUTOMOTIVO.....	19
2.2	SATISFAÇÃO DO CLIENTE.....	21
2.3	ACÚSTICA AUTOMOTIVA.....	22
3	METODOLOGIA.....	27
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A seguir será apresentado a problemática abordada pela pesquisa, em linha gerais, qual a pergunta que o trabalho tem como objetivo de responder. Em seguida será apresentado o objetivo geral assim como seus objetivos específicos, ou seja, aquilo que a pesquisa tem como intuito de alcançar. Finalmente, nessa seção introdutória será apresentado a justificativa da pesquisa e o procedimento metodológico utilizado.

1.1 TEMA DA PESQUISA

O trabalho a seguir apresenta como relacionam-se as reclamações dos clientes de veículos automotivos em acústica, ruído e vibração, com os níveis acústicos objetivos observados durante a fase de desenvolvimento do projeto do veículo. Existem veículos no mercado automotivo que apresentam baixos índices de reclamações em acústica, mas, também existem aqueles veículos que apresentam níveis consideráveis de reclamações. O presente trabalho tem como objetivo evidenciar quais são os níveis acústicos de ruído e vibração que levam a menores níveis de reclamações de clientes.

A problemática principal do trabalho visa identificar de que forma uma empresa do setor automotivo brasileiro pode-se posicionar em frente a resolução de problemas vibro-acústicos identificados pelos clientes, realizando *benchmark* com a concorrência e identificando os principais pontos de melhoria.

O setor automotivo é responsável por boa parte da estrutura industrial mundial, no Brasil esse setor representar cerca de 22% do PIB industrial brasileiro. Sendo assim, é um setor de relevante e seu desempenho gera impacto em vários outros setores brasileiros (SETOR, 2019?).

As montadoras apresentam uma estrutura de grande porte, isso se deve ao grande padrão de tecnologia do setor e o tamanho do mercado. A tecnologia está diretamente ligada com os altos custos fixos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) do setor, que está em busca de novos produtos, novos processos de produção, processos produtivos com maior eficiência, novos equipamentos e montagem a infraestrutura produtiva. Sendo assim, as montadoras estão voltadas a alcançarem uma economia de escala, por meio da especialização de plataformas automotivas cada vez mais tecnológicas (SETOR, 2019?).

Os centros de tecnologia das montadoras localizadas no Brasil, responsáveis pelas decisões estratégicas e pelo P&D, localizam-se nos países sedes, distribuídos

internacionalmente. Esses centros de tecnologia sabem que devem atender cada um de seus mercados finais, sendo assim, atender as especificidades dos clientes localizados nessas regiões.

A estratégia de investimento da indústria automobilística mundial na década de 90, criou um fluxo de investimentos diretos externos para países e regiões em desenvolvimento. O objetivo era deslocar a saturação da produção mundial dos países sedes para os países em desenvolvimento, e esses países atenderem as demandas de produções regionais. As decisões de quais países emergentes implementar a sedes regiões foram basicamente visando aqueles países que apresentavam o maior potencial de crescimento econômico, e principalmente o maior potencial de crescimento de consumo de automóveis. Sendo assim, as nações emergentes tornaram-se os focos regionais de produção e distribuição. A localização em países emergentes que possuem melhor infraestrutura industrial, de transporte, de comunicações e maior capacitação tecnológica possibilitou que a produção atendesse não apenas ao mercado doméstico, mas também a outros países da região. (SETOR, 2019?)

Existem alguns cenários para o setor automotivo até 2025, e todos eles apresentam uma guerra global entre as montadoras pela competitividade. Os principais elementos ligados a essa guerra de competitividade serão as inovações tecnológicas que estão chegando cada vez mais rápido, com a grande produção no país de carros mais eficientes, conectados, confortáveis, seguros e, por que não, com melhores níveis de tratamento vibro-acústico. Hoje em dia a capacidade produtiva brasileira de produção de veículos das montadoras de cerca de 4,5 milhões de veículos/ano não está sendo utilizada, existe muita capacidade ociosa e isso também reflete em uma crise no setor de autopeças. O mercado de veículos de passeio não é suficiente para sustentar o tamanho de sua indústria (CENÁRIOS, 2017).

Como mostrado por Cenários (2017), devido a fatores como renda baixa, crédito limitado e desemprego alto, é cada vez mais difícil voltar ao patamar de 3,8 milhões de unidades vendidas por ano, como aconteceu pela última e única vez em 2012.

Entretanto a previsão é que o nível de 2 milhões de veículos/ano atualmente, aumente muito até 2025, e como dito anteriormente, a competitividade e melhores níveis de performance do veículo nos mais diferentes segmentos será um grande diferencial. (CENÁRIOS, 2017, p. 1). O setor automotivo Brasileiro está em crescimento ligeiro após a última recessão de 2016, como pode ser visto na Figura 1, segundo os últimos 6 balanços semestrais de emplacamentos de automóveis fornecido pela Fenabrave (RELATÓRIO, 2019).

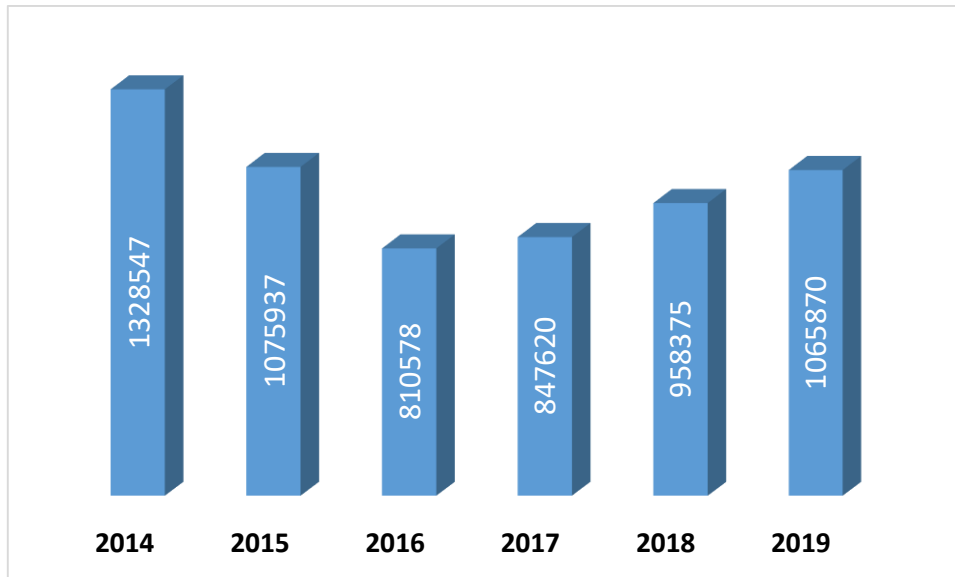


Figura 1 - Evolução dos emplacamentos anuais no Brasil de 2014 a 2019.
Fonte: RELATÓRIO (2019).

A tendência de crescimento apresentado pela Figura 1 é um indicativo muito importante de como hoje em dia, mas que também no futuro, a concorrência está e será cada vez mais acirrada. A capacidade máxima de produção do Brasil é de cerca de 4,5 milhões de veículos/ano atualmente, e o último índice de veículos automotivos vendidos no Brasil em um semestre foi de cerca de 1 milhão de unidades, ou seja, 2 milhões anualmente. Em resumo, a concorrência das montadoras situadas no Brasil é enorme, pois elas têm que se digladiar por um mercado que é a metade do tamanho da sua capacidade de produção, isso já desconsiderando as exportações. Isso salienta uma das premissas da problemática desse estudo. Um veículo que apresenta uma maior quantidade de pontos marcantes tem mais chances de ser atraído pelo cliente, e assim, a montadora terá uma fatia maior de mercado. E como será apresentado a acústica automotiva é uma bela oportunidade de melhoria para as montadoras (CENÁRIOS, 2017).

O estudo da Cenários (2017) continua e apresenta os sete principais temas que deverão ser levados em conta para uma decisão estratégica da indústria automotiva, esses temas são: evolução tecnológica, mudanças nos hábitos de consumo, configuração mutante do mercado com redução de produtos de entrada, tributação e pressão de preços, nível de utilização da indústria, regulação/legislação de emissões e segurança, transformação da rede de distribuição. Segundo Braun (2014), dentro da regulamentação das emissões veiculares, emissões de poluentes de qualquer natureza, como gases, líquidos, existe uma emissão muito importante para a acústica automotiva que é o nível regulamentar de emissão de ruído externo do veículo, que nos próximos 10 anos no Brasil, passará de um nível de 74 dB(A), para a norma R51-02, para valores de 72 dB(A), 70 dB(A) e por fim 68 dB(A) com a nova norma R51-03. Para termos

a ideia da importância da queda dos níveis sonoras dessa regulamentação, baseamo-nos na queda de 3 dB(A) em nível global de emissão sonora representa em termos gerais, uma diminuição do dobro da pressão sonora, e isso se deve ao fato da escala de análise ser logarítmica, no caso, o dB. Sendo assim, estudos e trabalhos de melhoria em acústica automotiva serão cada vez mais importantes.

Colocação	Modelo	Ago/19
1	GM/ONIX	22396
2	FORD/KA	9140
3	HYUNDAI/HB20	8187
4	VW/GOL	7848
5	RENAULT/KWID	7455
6	GM/PRISMA	7251
7	VW/POLO	6815
8	HYUNDAI/CRETA	6643
9	FIAT/ARGO	6560
10	FIAT/MOBI	5418
11	RENAULTSANDERO	5347
12	JEEP/RENEGADE	5188
13	JEEP/COMPASS	4843
14	TOYOTA/COROLLA	4621
15	FORD/KA SEDAN	4593
16	VW/VIRTUS	4334
17	VW/ T CROSS	4224
18	HONDA/HR-V	4054
19	NISSAN/KICKS	3887
20	HYUNDAI/HB20S	3536

Figura 2 - Vinte veículos mais emplacados em agosto de 2019.
Fonte: adaptado de Relatório (2019)

Na Figura 2 temos os vinte veículos mais emplacados no Brasil durante o mês de agosto de 2019, pode-se afirmar que mais da metade dos veículos são de segmentos de entrada. Como vimos o mercado automotivo brasileiro é muito dinâmico e competitivo, e é por isso as empresas precisam criar mais diferenciais a fim de aumentar sua parcela de mercado.

Seguimento	2019 Acumulado
Hatch Pequeno	33,01%
SUVs	26,59%
Entrada	12,13%
Sedan pequeno	13,04%
Sedan Compacto	5,92%
Sedan medio	5,81%
Grandcab	1,27%
Monocab	1,33%
Hatch medio	0,39%
Sedan Grande	0,39%
Sport	0,08%
SW grande	0,02%
Outros	0,02%
Total	100,00%

Figura 3 – Participação de emplacamentos de veículo por segmento automotivo no Brasil no ano de 2019.

Fonte: adaptado de Informativo (2019)

Para as montadoras atingirem o objetivo de aumentar suas parcelas de mercado, esses diferenciais devem também ser considerados para seguimentos de entrada, como hatch pequeno, sedan pequeno e entrada. Esses segmentos de entrada representam mais de 50% dos emplacamentos anuais no Brasil, como pode ser visto na Figura. Ou seja, os veículos de segmento de entrada são os mais importantes de vendas no Brasil. Esse é um dos motivos pelo qual a acústica automotiva foi escolhida como métrica de desenvolvimento e comparação para otimização dos níveis de satisfação cliente, pois, o desenvolvimento e projeto da acústica automotiva ocorre para todos os seguimentos de veículos automotivos de maneira similar.

Abaixo na Figura 4 podemos identificar qual o questionamento que é trazido pela problemática, quais os níveis acústicos objetivos que geram os menores níveis de reclamações cliente? Essa pergunta será respondida ao longo dessa pesquisa. Na Figura 4 também já é possível identificar como a metodologia da pesquisa será abordada, através de uma metodologia quantidade comparativa, onde níveis objetivos acústicos serão comparados com níveis de retorno de satisfação dos clientes.



Figura 4 - Questionamento trazido pela problemática da pesquisa.
Fonte: a pesquisa (2019)

1.2 JUSTIFICATIVA

A acústica automotiva está cada dia mais presente e ganha importância no setor automotivo. Segundo Leite (2017) as montadoras estão cada vez mais buscando a melhor performance acústica de seus veículos. É possível observar veículos mais equipados acusticamente, por exemplo, os mais simples, apresentam um kit de áudio diferenciado, com mais que 4 alto-falantes nas portas, havendo pacotes de 6 a 8 alto-falantes distribuídos no veículo, já os veículos de categorias mais elevadas, apresentam poderosos insonorizantes, feltros 3M e coxins motores capazes de absorver um nível considerável de vibração do grupo motopropulsor – GMP (LEITE, 2017). E tudo isso se deve a dois fatores importantes dentro do mercado automotivo:

O Primeiro deles não é exclusividade do mercado automotivo, mas sim do mercado capitalista mundial como um todo, no caso, as montadoras de veículos cada vez mais querem mostrar ao seu consumidor o diferencial do seu produto com relação a concorrência. Uma estratégia empresarial que vem crescendo, principalmente devido a alguns casos de sucesso como o maior exemplo a Apple, entretanto já é um tema conhecido e segundo Porter (2005) em

seu livro *Estratégia Competitiva (Competitive Strategy)*, Porter descreve a diferenciação com uma das três principais estratégias fundamentais para um planejamento ofensivo.

Já é bem conhecido dentro das montadoras o termo *Unique Selling Point – USP*, que significa o ponto diferencial que influencia na compra do veículo. A acústica automotiva não é um desses pontos, geralmente esses diferenciais que agradam os clientes são como o design, o espaço interno e a potência (DEVELOP, 2019). Como visto durante a problemática deste trabalho, a concorrência entre as montadoras está cada dia mais acirrada, e a acústica automotiva está se tornando um ponto importante de diferencial nos veículos. É um fato que a acústica automotiva não é um USP, de acordo com Cerrato (2009) mas de acordo com o estudo feito por Shkreli e Vandenbrink (2003) a falta de tratamento acústico em um veículo pode gerar um *Dislike*, ou seja, gerar uma possível não compra.

O incomodo gerado pelo desconforto acústico de um cliente, por exemplo, algum ruído anormal, ou vibração indesejada, principalmente no momento do *test drive*, pode definir a compra ou não do veículo. Além disso, qualquer desconforto acústico após, no geral de 3 a 6 meses da compra, pode fazer com que o cliente não opte mais por aquela marca. Sendo assim, a acústica automotiva é importante e seu tratamento e conhecimento dos níveis objetivos que levam a bons níveis de reclamações clientes são importantes (SHKRELI; VANDENBRINK, 2003).

A monográfica verificará para um mercado automotivo genérico de três veículos Maverick, Gurgel e Opala, quais são os principais níveis acústicos que geram as menores reclamações clientes, e, como uma empresa pode utilizar as reclamações clientes de um produto na resolução de problemas de projeto de seus produtos. Os nomes utilizados para fins de análise (Maverick, Gurgel e Opala) são nomes fictícios de veículos clássicos brasileiros, entretanto os dados são baseados em extrações reais. A escolha de três veículos tem como objetivo facilitar o estudo, fornecendo uma boa base de comparação entre: o veículo com os melhores níveis objetivos acústicos, e, por conseguinte, os menores níveis de reclamações em acústica; o veículo com os piores níveis objetivos acústicos, e, por sua vez, os maiores níveis de reclamações em acústica; e o veículo que ficará com a posição intermediária. Ordenando cada um desses veículos em melhor do segmento, médio e pior do seguimento de acordo com os níveis de reclamações acústicas, focando em: ruídos e vibrações motores, ruído aerodinâmico e ruído de rodagem dos pneus. Correlacionar os níveis objetivos acústicos com as reclamações clientes, e evidenciar o mais importante dentre eles. Desenvolver uma metodologia de correlação entre dados objetivos e dados de reclamações de enquetes clientes.

Um dos objetivos do estudo é demonstrar como os níveis de reclamações de clientes podem ser utilizados em paralelo com métricas de *benchmark* de projeto de engenharia para gerarem as métricas mais otimizadas e que gerarão os menores níveis de reclamações. Muitas vezes é sabido pela engenharia qual o melhor valor de uma métrica de projeto em termos somente de engenharia, isso de acordo com a física, mas que não necessariamente gerarão os menores níveis de reclamações. Por exemplo, para se ter um veículo automotivo com o melhor nível de consumo de combustível é sabido da engenharia que é necessário ter o menor torque e potência possíveis, entretanto isso gerará reclamações relacionadas a performance do veículo, ou seja, se olhamos o projeto de um veículo somente da maneira de engenharia isso pode gerar insatisfações clientes, e a ideia dessa pesquisa é utilizar os retornos mercadológicos de qualidade e satisfação cliente como um guia de projeto de engenharia. O estudo também visa apresentar a proposta de metodologia, de análise quantitativa comparativa dos níveis objetivos de métricas de projeto acústica e níveis de reclamações e satisfação de clientes, de uma maneira que possa ser empregada para verificações de outros níveis objetivos de projetos de engenharia, ou seja, que seja possível utilizar o retorno da satisfação e os níveis de reclamações dos clientes para encontrar quais as métricas específicas de um estudo de engenharia que gerarão o melhor retorno da satisfação dos clientes e conseqüentemente os menores níveis de reclamações clientes.

1.3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

Compreender como uma empresa do setor automotivo brasileiro pode atuar em frente a resolução de problemas vibro-acústicos automotivos identificados pelos clientes. Reduzindo as reclamações clientes dos veículos através de um *benchmark* de desenvolvimento de projeto já com o foco em retorno cliente, e não somente métricas de engenharia.

- a) Ordenar os veículos em *best level* (melhor nível), *average* (média) e *worst level* (pior nível) de acordo com seus níveis de reclamações em acústica. Com o foco em:
 - i. Ruído Motor.
 - ii. Ruído Aerodinâmico.
 - iii. Ruído de rodagem.
- b) Correlacionar os níveis objetivos acústicos com as reclamações clientes, e evidenciar o mais importante dentre eles.

- c) Apresentar uma metodologia quantitativa de correlação comparativa entre dados objetivos e dados de reclamações de enquetes clientes, que poderá ser utilizada para comparação de outras métricas de projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na seção a seguir é apresentado o referencial teórico da pesquisa, que está dividido em três seguimentos. O primeiro deles é o setor automotivo, que tem como objetivo apresentar as condições atuais do setor automotivo e principalmente o grande nível de concorrência que esse setor apresenta. O segundo seguimento que será apresentado no referencial teórico é a satisfação cliente, como o cliente se comporta e relação a um produto e como ele pode estar satisfeito, também será apresentado como que a satisfação cliente é percebida no setor automotivo. Por fim, nesse referencial teórico, é apresentado conceitos de acústica e de acústica automotiva, como a definição de som e frequência sonora, mas também a definição das três principais fontes de ruídos automotivos trabalhadas nessa pesquisa, ruído motor, ruído de rodagem e ruído aerodinâmico.

2.1 O SETOR AUTOMOTIVO

O setor automobilístico, produção e venda de veículos automotores, incluindo automóveis, caminhões, equipamentos agrícolas e outros veículos comerciais. Permite seus consumidores viajarem longas distâncias para o trabalho, compras e entretenimento, a indústria automobilística incentivou o desenvolvimento de um extenso sistema rodoviário, possibilitou o crescimento de shopping centers nas principais cidades e desempenhou um papel fundamental no crescimento de indústrias auxiliares, como as empresas de petróleo e viagens (. A indústria automobilística se tornou um dos maiores compradores de muitos produtos industriais importantes, como por exemplo, o aço. O grande número de pessoas que o setor emprega o tornou um determinante essencial do crescimento econômico. E dentro desse setor tão extenso temos o setor focado em veículo de passeio (VLASTIC, 2011).

Segundo o livro de Vlastic (2011), a história do setor automotivo começa em 1914, quando Henry Ford começou a produzir carros em série usando linhas de montagem. Outro fator importante foi sua prática de conceder empréstimos aos consumidores para comprar carros, que tornou o Modelo T acessível à classe média. Na década de 1920, a General Motors mudou ainda mais o setor automotivo ao enfatizar o design do carro. A empresa introduzia novos modelos a cada ano, comercializava diferentes linhas de carros com diferentes faixas de renda, por exemplo, o Cadillac para a classe alta e o Chevrolet para a classe média, e assim foi criado um moderno sistema descentralizado de gerenciamento. As vendas de automóveis nos EUA cresceram de 4.100 em 1900 para 895.900 em 1915, e em 1925 atingindo já cerca de 3,7

milhões. As vendas caíram para apenas 1,1 milhão em 1932 e durante a Segunda Guerra Mundial, as fábricas de automóveis foram convertidas em produção em tempo de guerra.

Somente após o final da segunda guerra mundial em 1945, que as vendas de automóveis voltaram a crescer, atingindo cerca de 6,7 milhões em 1950 e 9,3 milhões em 1965. A indústria automotiva dos EUA dominou o mercado global com 83% de todas as vendas, mas à medida que a Europa e o Japão reconstruíram suas economias, seus mercados automotivos cresceram e a participação dos EUA caiu para cerca de 25%. Após o embargo da Opep em 1973, importações menores e com menor consumo de combustível aumentaram sua participação no mercado dos EUA para 26% em 1980. No início dos anos 80, as montadoras americanas cortaram custos com demissões em massa. Ao longo dos anos 90, as importações, principalmente do Japão, assumiram uma participação crescente no mercado dos EUA (VLASTIC, 2011).

No início da década de 80, montadoras japonesas e, mais tarde, montadoras alemãs instalaram fábricas nos Estados Unidos, e em 1999, elas eram capazes de produzir cerca de 3 milhões de veículos por ano. Em 1999, 8,7 milhões de veículos foram vendidos nos Estados Unidos. Desde então, a produção doméstica das empresas norte-americanas continuou a diminuir, de modo que agora produzem mais da metade de todos os veículos leves vendidos nos Estados Unidos, e muitos de seus veículos contêm uma porcentagem significativa de peças estrangeiras, conforme determinado pelo valor em dólar. Em 2007, mais de US \$ 440 bilhões em veículos e peças foram produzidos nos Estados Unidos por empresas americanas e estrangeiras que empregam mais de 902.000 trabalhadores. A crise de crédito que começou em 2008 e a recessão associada resultaram em perdas significativas para a maioria dos fabricantes de automóveis. A indústria dos EUA foi especialmente afetada, perdendo vendas também do final de 2007 até meados de 2008, quando os clientes buscaram carros mais eficientes em termos de energia, à medida que os preços da gasolina dispararam, e no final de 2008 as empresas automotivas dos EUA procuraram ajuda financeira do governo. Posteriormente, o governo forçou a Chrysler e a General Motors a declarar falência, e a se reorganizar na tentativa de criar empresas viáveis. Os governos dos EUA e do Canadá, a Fiat italiana, que comprou uma participação majoritária na Chrysler, e os United Auto Workers possuíam grande parte das novas empresas. Em 2014, a Fiat anunciou planos de comprar todas as ações da Chrysler e incorporar na Holanda a Fiat Chrysler Automobiles NV (VLASTIC, 2011).

O crescimento do setor automotivo no Brasil e as principais montadoras são apresentados a seguir: Segundo Vallane e Salles (2011, p. 238):

As unidades de produção de automóveis foram instaladas no Brasil somente na segunda metade da década de 1990, motivadas por fatores como abertura do Mercado, políticas públicas específicas criadas para esse setor e previsão de crescimento da economia brasileira, com, conseqüentemente, crescimento das demandas por automóveis. Atualmente, praticamente todas as grandes montadoras automobilísticas do mundo possuem instalações fabris no Brasil. O segmento das montadoras de automóveis no Brasil é composto pelas empresas como General Motors, Volkswagen, Ford e Fiat, instaladas no Brasil há várias décadas. Com a introdução de um novo regime automotriz em 1995, ocorreram grandes investimentos de multinacionais, como Hyundai (Anápolis-Goiás) Mitsubishi (Catalão-Goiás), Nissan (São José dos Pinhais-Paraná), Renault (São José dos Pinhais-Paraná), PSA Peugeot Citroën (Porto Real-Rio de Janeiro), Toyota (Indaiatuba-São Paulo), Honda (Sumaré-São Paulo), Mercedes-Benz (Juiz de Fora-Minas Gerais), Ford (Camaçari-Bahia), GM (Gravataí-Rio Grande do Sul) e VW/Audi (São José dos Pinhais-Paraná). (VALLANE e SALLES, 2011, p. 238)

Em resumo, o setor automotivo é um dos setores que mais cresce ao redor do mundo, e como dito anteriormente, é estratégico para garantir o crescimento de outros setores de suporte a ele, como o de mineração e de prospecção de petróleo. Ou seja, é importante para o crescimento econômico de um país como um todo. O nível de responsabilidade desse setor só demonstra o quão competitivo o mesmo é, sendo assim, estudos como o desse trabalho, que apresentam maneiras de aumentar diferenciais e garantir maior satisfação cliente são importantes.

2.2 SATISFAÇÃO DO CLIENTE

De acordo com Kotler e Armstrong (1999), a satisfação cliente é atingida quando são atendidas as expectativas sobre os produtos e serviços. Hoje em dia a qualidade de um produto está diretamente ligada com a análise e monitoramento dos requisitos dos clientes. O processo de entendimento das expectativas dos clientes está diretamente ligado com a melhoria da qualidade do produto ou do serviço. Conforme apresentado por Paladini (1994) a qualidade, enquanto adequação ao uso, visa garantir que o produto ou serviço em questão atenda aos anseios, expectativas e necessidades básicas do cliente, promovem do assim, a sua satisfação em relação ao produto ou serviço. Ferramentas da qualidade, são de extrema importância no processo de desenvolvimento de produtos e estão sendo utilizadas para definir, analisar, medir e propor soluções aos problemas encontrados que interferem no desempenho dos processos organizacionais.

A cada dia as empresas se preocupam mais com o monitoramento das reclamações de seus clientes. O principal objetivo é resolver uma insatisfação afim de melhorar o seu produto e o seu relacionamento com os seus clientes. De acordo com Gosling, Monteiro e Parente (2007), “é inevitável que as empresas recebam reclamações de seus clientes, já que, de modo geral, os clientes sempre percebem falhas na prestação de serviços”. Sendo assim, é de extrema importância que as empresas saibam gerenciar as reclamações e insatisfações de seus clientes. Segundo Battaglia e Borchardt (2010), a resolução da insatisfação de um cliente pode ser mais importante que a venda do produto ou serviço em primeiro momento, com a resolução da sua insatisfação a sensação de credibilidade na empresa aumenta fazendo com que o cliente tenha ainda mais fidelidade na empresa. Além disso, as reclamações clientes apresentam informações importantes de direcionamento na melhoria de um produto e serviço, a boa gestão dessas informações, através de um sistema de SAC, por exemplo, é muito importante.

Atualmente, a concorrência da indústria automobilística brasileira tem sido muito acirrada. O mercado automobilístico brasileiro é grande e existem inúmeras marcas de veículos, além disso, nos últimos anos houve um crescimento de marcas chinesas e coreanas que entraram no mercado. Hoje em dia as empresas automobilísticas costumam se envolver em "guerras de preços" para atrair mais clientes e manter clientes antigos. Contudo, a fim de aumentar a competitividade no setor, as empresas não devem apenas desenvolver ativamente novos produtos e melhorar a qualidade, mas também deve buscar ativamente aumentar os níveis de satisfação e lealdade do cliente.

De acordo com o estudo feito por Shao Ichiua et al (2011), muitos fatores são importantes para a satisfação do cliente no setor automotivo, uma das variáveis é o renome e imagem da marca empresa. Ou seja, existe um fator para a satisfação cliente que deve ser construído ao longo da história da empresa e exige tempo. Entretanto, existem outros fatores que tem até maior influência na satisfação do cliente da indústria automotiva; que são a qualidade e o valor percebidos no veículo. Ou seja, um veículo de qualidade e com grande valor agregado é mais importante que a identidade de uma marca, e é aí que as novas marcas de veículos emergem. Nesse estudo também foi notado que, a lealdade do cliente está 100% ligada com a satisfação do cliente.

2.3 ACÚSTICA AUTOMOTIVA

Segundo Saliba (2011), o som é percebido pelo ouvido e se origina devido a vibrações mecânicas propagas no ar (o tocar de uma guitarra, a excitação de uma gota de água). As

vibrações mecânicas quando são transferidas para o ar são chamadas de vibrações sonoras, qualquer fonte de vibração quando é traduzida para o meio aéreo é chamada de onda sonora. De acordo com Saliba (2011, p11) “o som é definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas.” O som é composto por três partes importantes, a frequência, duração e intensidade.

Um dos conceitos importantes quando se estuda o som e os diferentes tipos de ruído emitidos por uma fonte é o limiar auditivo, que seria o menor nível de ruído que uma pessoa é capaz de ouvir:

De acordo com Cremonesi (2013, p.30):

É definido como o menor nível de ruído no qual uma pessoa é capaz de repetir corretamente 50% das palavras que lhe são apresentadas. O limiar auditivo varia em função do tipo do estímulo, sendo necessário identificar o estímulo em questão. São utilizados como estímulos, tipicamente, tons puros, tons de frequência oscilante, faixas de ruído e palavras. (CREMONESI, 2013, p.30)

Frequência sonora é a principal característica do som que é evidenciada e utilizada durante tratamentos de tipos específicos de ruídos emitidos por uma ou mais fontes.

Segundo Queiros (2004, p. 18) “frequência é a quantidade de vezes que ocorre um evento em um segundo, e sua unidade é o Hertz (Hz). Assim, frequência de 20 Hz é aquela que completa 20 ciclos em um segundo. E frequência de 20.000 Hz (ou 20 KHz) é aquela que completa 20.000 ciclos em um segundo”.

Dentro do setor automotivo a frequência sonora de um veículo pode evidenciar os diferentes tipos de ruídos sendo emitidos por ele. Por exemplo, a baixa frequência está diretamente ligada com o ruído gerado pelas vibrações torcionais do virabrequim, vibrações estas que surgem da explosão do combustível dentro das câmaras de combustão dos veículos de combustão interna, esse fenômeno gera o ruído conhecido como ruído motor (HEUER, 2001). Já a média frequência está mais ligada com as ondas de alta pressão de ar que são geradas do contato do pneu com o solo, o ar é comprimido de um lado dos pneus a altas pressões, e posteriormente descomprimido do outro lado dos pneus, durante a rodagem dos mesmos, esse efeito gera o ruído de média frequência evidenciado como ruído de rodagem dos pneus, ou ruído de rolamento Sandberg (2001). Por fim, a alta frequência, que é ligada diretamente com o ruído gerado pelo contato do ar na carroceria do veículo, conhecido como ruído aerodinâmico (HER; CONEY, 1998).

Segundo Saliba (2011) a intensidade sonora está diretamente ligada com a quantidade de energia que um determinado som, ou onda sonora, transporta. A unidade de intensidade é

definida pela potência por unidade de área. A escala mais utilizada para avaliação de intensidades sonora é o decibel (dB), que é uma escala logarítmica. Em uma escala logarítmica um aumento de 10 dB corresponde a uma pressão sonora 100 vezes maior, e 3 dB corresponde ao dobro da pressão sonora. A faixa de intensidades sonoras audíveis pelo ouvido humano se estende de 20 dB a 140 dB [Figura 5], nível sonoro esse que já é responsável pela causa de danos auditivos e até perdas auditivas. Os sons do dia-a-dia normalmente encontram-se dentro de uma faixa de 50 dB a 100 dB.



Figura 5 - Intensidades dos sons ouvidos pelo ouvido humano.
Fonte: adaptado de Pujol (2018)

De acordo com Ponzetto (2007) todo som desagradável que incomoda pessoas, sejam elas funcionários em um ambiente de trabalho, é considerado um ruído. O ruído pode ser gerado, e pode estar atuando em um ambiente externo tanto quando em um ambiente interno. O nível de ruído de um ambiente é uma métrica importante e deve ser controlada em ambientes urbanos e de trabalhos, hoje em dia já existem normas que estipulam limites. Segundo Saliba (2011) a resposta do ouvido humano devido a um som pode variar de acordo com a frequência, ou com as frequências, que esse som é composto, em outras palavras, a resposta do ouvido

humano pode variar de acordo com a frequência do som, pode existir uma atenuação ou uma amplificação.

Murphy e King apresentam a curva de ponderação “A” [Figura 6], que é a curva que foi criada experimentalmente para simular qual a resposta do ouvido humano de acordo com a frequência do som. Dentro da faixa de 1000 Hz a 5000 Hz o ouvido humano tem uma boa sensibilidade, já para baixas e altas frequências existem atenuações.

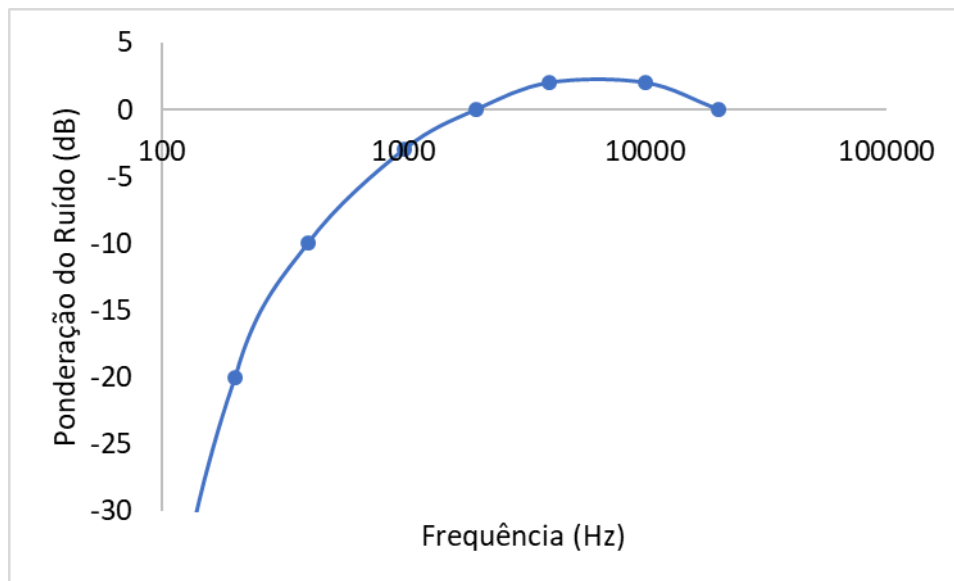


Figura 6 - Curva de ponderação A.
Fonte: adaptado de Fabro (entre 2013 e 2015)

Os veículos apresentam uma variedade de fontes de ruído, ruídos aerodinâmicos, ruídos de rolamento, e ruídos devido ao grupo moto propulsor. Como mostra Heuer (2001), ruídos gerados pelo moto propulsor podem ser separados em ruídos devido a troca de gases gerado pelo sistema de admissão e escape, ruídos do sistema de acionamento de acessórios e ruídos do motor. Dentre as três fontes que compõem o ruído do grupo moto propulsor, o ruído gerado pelo motor que é transferido por via aérea é o mais importante, especialmente em baixas velocidades e momentos de acelerações bruscas. Os ruídos transferidos por vias aéreas podem ser devido a duas diferentes fontes, advindo diretamente de correntes de ar ou indiretamente pela radiação de ruídos de via sólida para o ar.

O som transportado pelo ar pode ser gerado diretamente por correntes de ar ou indiretamente pela radiação sonora de superfícies oscilantes. Uma separação adicional do ruído indireto do motor em um mecânico e uma parte de combustão é possível. Como mostra Zeller (2013) existe uma parcela de ruído motor que é indireta, devido a combustão e ruídos transferidos por via sólida no motor. O ruído de combustão é composto de todos os sons

causados pela pressão do cilindro, tanto diretamente, pela excitação das paredes do cilindro como indiretamente por choque em componentes. O ruído devido a combustão domina o comportamento acústico, é o mais importante quando avaliamos o ruído motor.

Segundo Her e Coney (1998) O ruído aerodinâmico percebido no interior do veículo é cada vez mais importante no setor automóveis, quanto maior a velocidade do veículo, mais importante ele fica, além disso com a crescente evolução no dimensionamento de motores e nos sistemas de isolamento dos veículos, os ruídos motores e de rolamentos deixam de ser os mais importantes. O ruído de vento atinge o interior do veículo através de uma variedade de mecanismos, incluindo a penetração aero acústica e excitação aerodinâmica por vibração e a radiação aerodinâmica pelo teto, para-brisa, vidros laterais e parte inferior da carroceria. Existem dois elementos importantes que definem o nível de ruído aerodinâmico em um projeto de um veículo, são eles: as linhas de design da carroceria do veículo e a definição dos elementos de estanqueidade. A estanqueidade é muito importante para evitar qualquer ruído aerodinâmico devido a estradas de ar. De acordo com Her e Coney (1998) as linhas de fluxo de ar em contato com um veículo em movimento gera turbulências aerodinâmicas que colide com a carroceria do veículo. Fluxos turbulentos típicos induzidos pela forma do veículo geram os vórtices de ruído nos pilares, nos vidros laterais, no para-brisas e no teto. O ruído do vento é gerado à medida que as flutuações da pressão da parede nessas regiões de fluxo turbulento colidem com os painéis da carroceria, causando vibração no painel e irradiando som para a habitáculo do carro.

Segundo Sandberg (2001) o ruído de rodagens dos pneus, ou ruído de rolamento, é gerado pelo contato do pneu rolante com a superfície da estrada. Esse ruído é gerado pelo contato dos pneus, mas é transferido para o interior do veículo principalmente por via solida, ou seja, a vibração gerada é transferida para o habitáculo do veículo e depois transferido para via aérea. O ruído de rolamento dos pneus é importante entre velocidade de 50km/h a 90 km/h.

3 METODOLOGIA

De acordo com Richardson (1999 p. 70), os procedimentos metodológicos da pesquisa podem ser definidos como os “procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação dos fenômenos”. Segundo o autor, os procedimentos metodológicos devem estar de acordo com a problemática da monografia.

Existem duas naturezas de pesquisas, a pesquisa com metodologia quantitativa e a pesquisa com metodologia qualitativa. De acordo com Richardson (1999), a pesquisa quantitativa é identificada pela utilização de dados advindos de coleta de informações e tratamento deles por meio de técnicas estatísticas.

De acordo com Moreira (2002, p. 17):

Pesquisa qualitativa é aquela que trabalha predominantemente com dados qualitativos, isto é, a informação coletada pelo pesquisador não é expressa em números, ou então os números e conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise. Dentro de um tal conceito amplo, os dados qualitativos incluem, além de informações expressas nas palavras oral e escrita, também informações expressas como pinturas, fotografias, desenhos, filmes, videoteipes e até mesmo trilha sonora. (MOREIRA, 2002, p 17)

Nessa pesquisa é utilizada uma abordagem metodológica quantitativa de levantamento de dados, onde dados serão confrontados a fim de chegar a conclusões diante das relações dos mesmos. Os principais dados que serão utilizados serão os níveis objetivos de projetos acústicos e os níveis de reclamações clientes para os três veículos fictícios da análise, Gurgel, Maverick e Opala.

Existem duas principais fontes de dados para essa monografia; dados objetivos em métrica acústicas e números de reclamações clientes. A primeira fonte (Figura 7) de dados consiste na utilização de uma base de dados de medições objetivas de veículos automotivos, através da aquisição de ruído com microfones localizados na região das orelhas esquerda e direita do condutor. Essas medições são realizadas em condições distintas para avaliação dos ruídos motor, aerodinâmico e de rodagem. Esses ensaios foram realizados nos três veículos do mesmo segmento Maverick, Gurgel e Opala. Lembrando que os veículos apresentam nomes factíveis a fim de se manter a confidencialidade e o segmento dos mesmos também não será revelado, e não é objetivo de estudo desse trabalho.

Os ensaios de medições para o ruído motor consistem em rodagens com o veículo em terceira marcha e aceleração máxima, varrendo todo o giro de rotação do veículo, a carga máxima no motor faz com que o ruído do motor seja preponderante durante a medição, fazendo

com que nessa condição seja avaliado especificamente esse ruído. Já os ensaios de medições de ruído aerodinâmico consistem em rodagens com o veículo em velocidade estabilizada em 80 km/h, 100 km/h e 120 km/h, ou seja, com uma velocidade constante e sem carga no motor, fazendo com que a principal fonte de ruído seja o impacto do ar na carroceria, o ruído aerodinâmico.

Por fim, os ensaios de medições de ruído de rodagem consistem em medições com o veículo em velocidade constante a 60 km/h, condição parecida ao ensaio de medição do ruído aero dinâmico, aonde o motor não ter carga e sua fonte de ruído por sua vez é diminuída, entretanto, na condição de avaliação do ruído e rodagem, a velocidade do veículo não é tão grande, sendo assim, o ruído gerado pelo contato das linhas de fluxo de vento na carroceria também está mascarado, fazendo com que o ruído de contato dos pneus no asfalto seja o mais evidente.

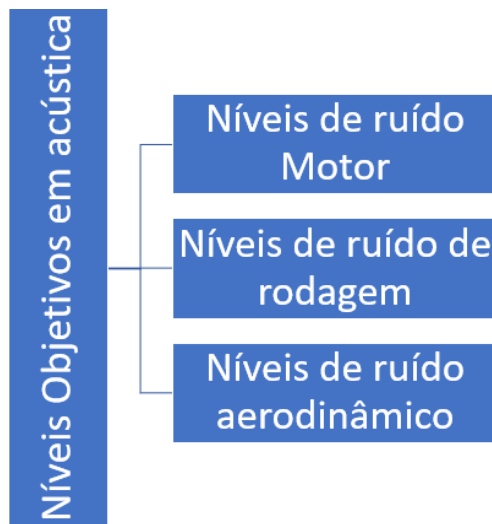


Figura 7 - Primeira Fonte de informação: níveis objetivos em acústica.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A segunda fonte de informações (Figura 8) é a utilização de um portal de retorno das reclamações clientes, que tem por objetivo apresentar as reclamações clientes verbalizadas de acordo com problemas distintos especificados pelos mesmos. A métrica a ser utilizada para fim de comparação entre os veículos será o número absoluto de reclamações clientes na secção em que o cliente está reclamando, mais uma vez, para cada questão foco do trabalho, ruído motor, ruído aerodinâmico e ruído de rodagem. Ou seja, o número absoluto de clientes que selecionaram a opção de reclamação em ruído motor, de rodagem e aerodinâmico para cada um dos veículos em estudo de mesmo segmento Maverick, Gurgel e Opala. Esses questionários são disponibilizados por e-mail para todos os compradores de veículos no Brasil desde 2017.

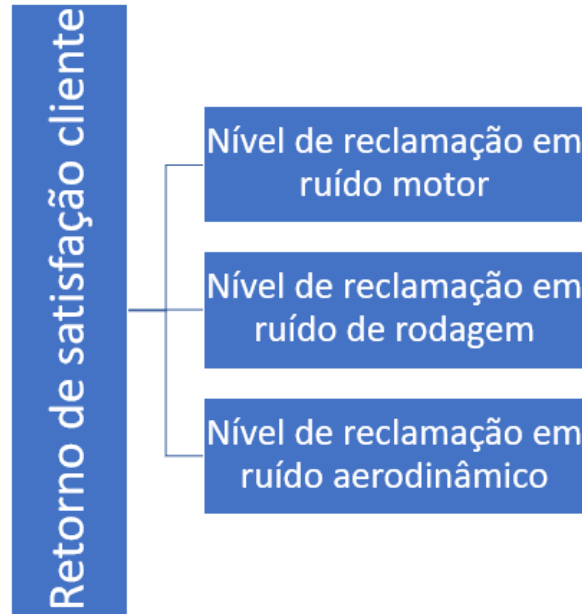


Figura 8 – Segunda fonte de informação: retorno de satisfação cliente.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Por fim, a metodologia tem como proposta evidenciar dentre os veículos analisados quais apresentam menores reclamações e quais são as métricas objetivas acústicas correlatas que geram esses níveis baixos de reclamações. Pode-se evidenciar a metodologia proposta nesse estudo na Figura 9 abaixo.

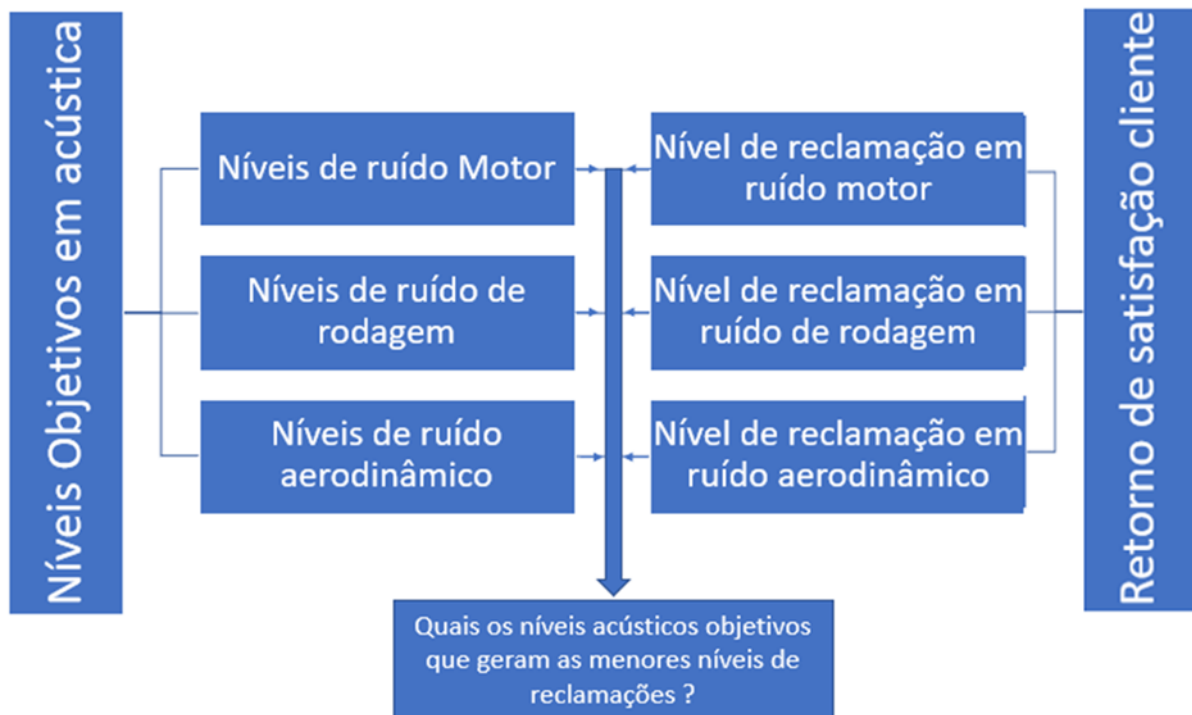


Figura 9 - Metodologia aplicada.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Com o objetivo de ter uma amostragem maior de resultados de retorno cliente, serão utilizados dados de dois semestres distintos, o primeiro e segundo semestre de 2017, e por fim, será feita uma média desses números de reclamações clientes. A amostra de inquietados por veículo é de cerca de 200 pessoas por cada veículo.

O objetivo de utilizar resultados de duas enquetes semestrais distintas faz-se necessário para diminuir a possível dispersão e variação dos resultados, além disso, o fato de ser somente utilizado o intervalo de um ano, é devido a possibilidade que alguns dos veículos tenha sofrido alguma modificação na definição técnica que possa justificar o aumento ou diminuição dos níveis de reclamações. Entretanto, esse não é o objetivo do trabalho, e além de ser uma informação interna sigilosa e de difícil acesso, o intervalo de um ano é pequeno para uma modificação que realmente tenha um impacto importante em ruído e vibração.

A metodologia apresentada na Figura 9 além de demonstrar o que está sendo aplicado na pesquisa visa demonstrar como ela pode ser empregada com outros fatores comparativos, por exemplo, poderia ter sido aplicada a mesma metodologia mas em vez de métricas objetivas acústicas serem utilizadas métricas objetivas de performance e consumo, para também se descobrir quais os níveis objetivos otimizados das métricas de performance e consumo que geram os melhores níveis de satisfação cliente.

Antes de iniciar a próxima seção de apresentação e análise dos resultados com os níveis de reclamações e os níveis objetivos de projeto em acústica será apresentada uma hipótese de resposta à problemática levantada no estudo, para depois ser discutida com os resultados reais. A problemática a ser respondida é, quais os níveis acústicos objetivos que geram os menores níveis de reclamações? Segundo o senso comum de engenharia, e também como foi verificado na seção de referencial teórico deste trabalho, mais especificamente como identificado na Figura 5 de acordo com Pujol (2018), quanto menor o nível de pressão sonora mais agradável é o som. Levando em consideração essa somente essa afirmativa técnica, a resposta a problemática do trabalho é apresenta na Figura 10 abaixo, os menores níveis objetivos de pressão sonora acústica, são aqueles que geram os menores níveis de reclamações. Entretanto, isso é verdade? Será que os níveis de reclamações em acústicas não podem evidenciar outra realidade que só a física e engenharia não pode explicar, que está mais ligada com a percepção dos sons pelas pessoas que dirigem seus veículos.

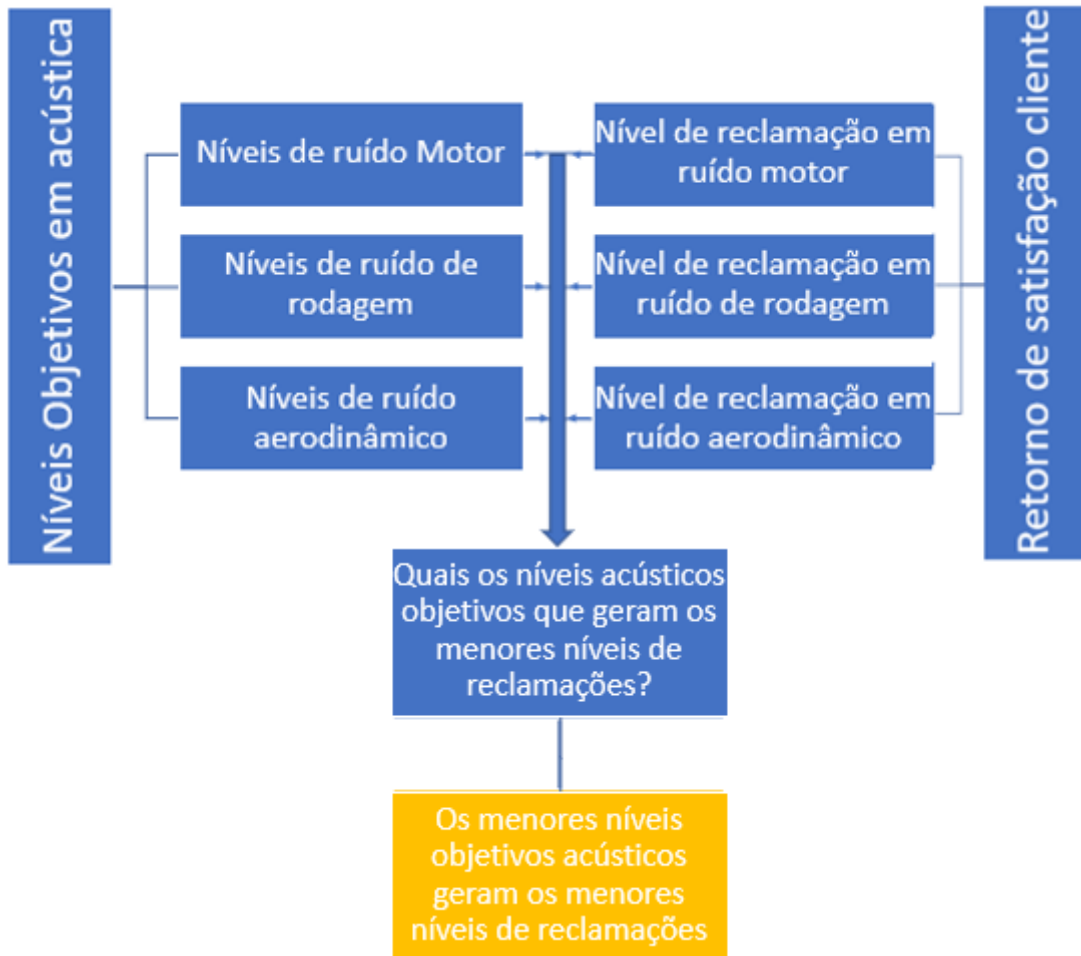


Figura 10 - Proposta de resposta à pergunta do estudo antes da análise dos resultados.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os níveis de reclamações dos clientes que comparam os veículos Gurgel, Maverick e Opala em termos de ruído motor, ruído de rodagem e ruído aerodinâmico para o primeiro semestre de 2017 encontram-se no gráfico abaixo, na Figura 11. Pode-se identificar que para esse semestre o veículo que apresentou os menores níveis de reclamações de ruído de rolamento foi o Opala. Já o veículo que apresentou o menor nível de reclamações em ruído motor e de ruído de vento foi o Maverick. No geral das reclamações de ruídos sendo analisadas o veículo Maverick apresentou o menor nível.

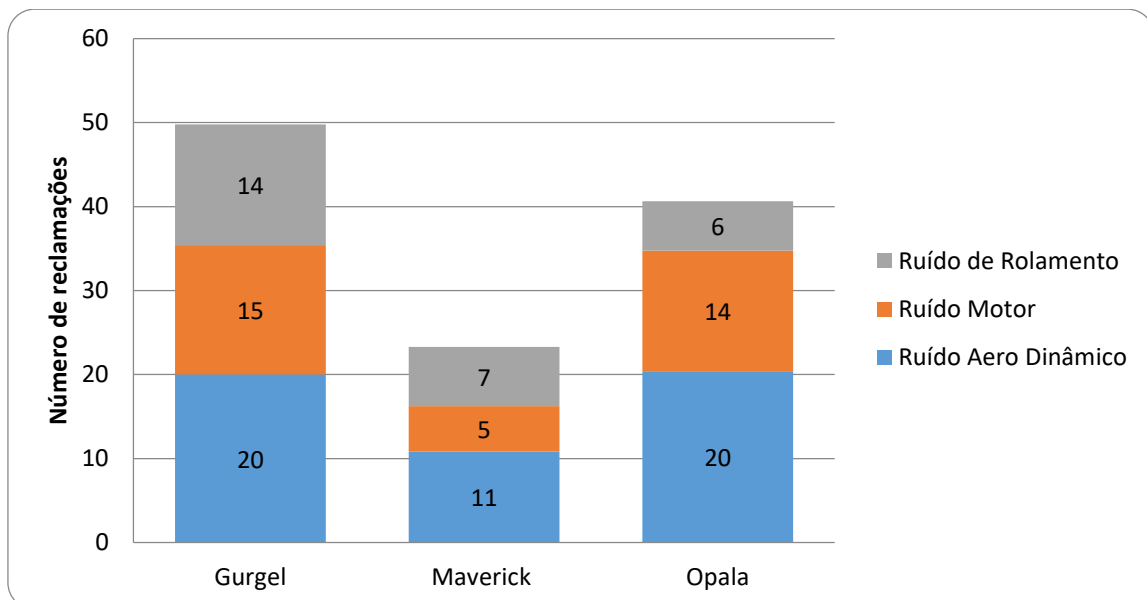


Figura 11 - Nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o primeiro semestre de 2017.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Os níveis de reclamações dos clientes que comparam os veículos Gurgel, Maverick e Opala em termos de ruído motor, ruído de rolamento e ruído aerodinâmico para o segundo semestre de 2017 encontram-se no gráfico abaixo, na Figura 12. Pode-se identificar que para esse semestre o veículo Maverick apresentou os menores níveis de reclamações nas três métricas de ruídos sendo analisadas, ruído aerodinâmico, ruído motor e ruído de rodagem. Isso é um indicativo que o veículo Maverick pode apresentar os menores níveis acústicos objetivos e confirmar a hipótese da Figura 10.

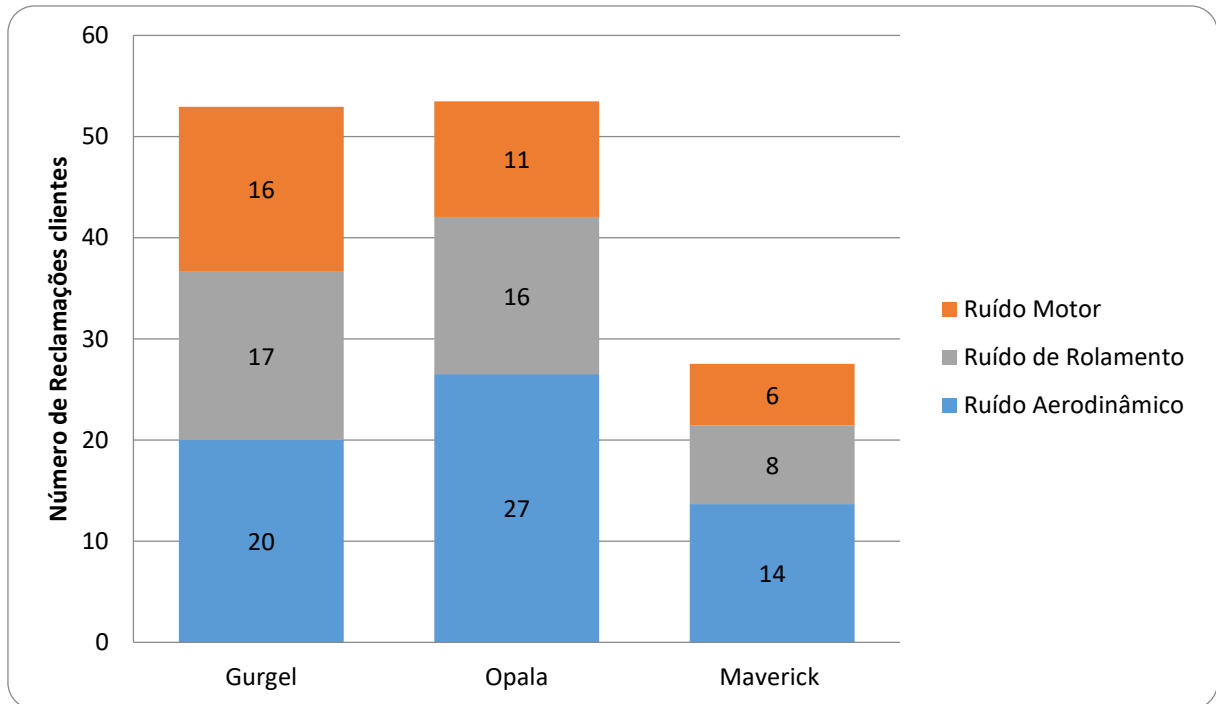


Figura 12 - Nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o segundo semestre de 2017.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Abaixo na Figura 13 pode-se verificar uma comparação dos níveis de reclamações do primeiro para o segundo semestre de 2017 em cada um dos efeitos clientes analisados, para todos os veículos apresentados.

Nesse trabalho será considerado que até 3 reclamos, a mais ou a menos, dentre os dois semestres, está dentro de uma dispersão de reclamações aceitável. Se considerarmos a amostra de 200 veículos inquietados por veículo, isso representa 1,5 % da amostra. Sendo assim, o veículo Opala sofreu uma degradação de 10 reclamos em ruído de rolamento do segundo semestre de 2017 em relação ao primeiro. Isso pode estar relacionado a inúmeros fatores, um possível fator seria uma mudança no pneu utilizado no veículo, que está diretamente ligado com o ruído de rodagem.

Uma economia pode ter ocorrido que acarretou a adoção de um pneu mais barato, porém menos eficiente na contenção de ruído e vibração. Entretanto, essa é uma análise complexa e que necessitaria uma checagem extensiva da definição técnica do veículo ao longo de 2017, esse é somente um exemplo dos fatores que poderiam acarretar nesse fato, mas existem inúmeros outros, entretanto essa análise não é escopo desse trabalho.

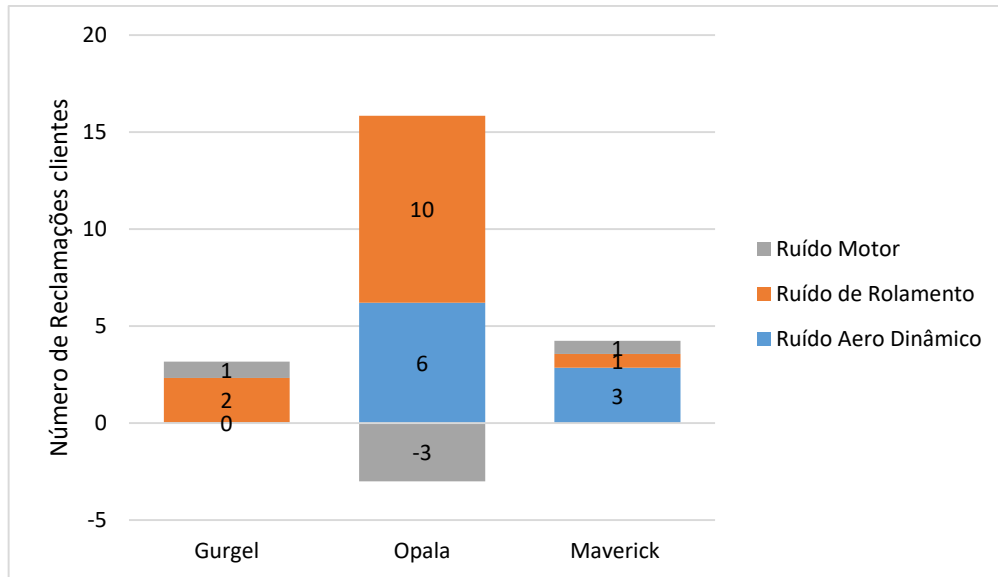


Figura 13 - Diferença de reclamações do primeiro semestre para o segundo semestre de 2017.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A média dos níveis de reclamações dos clientes que comparam os veículos Gurgel, Maverick e Opala em termos de ruído motor, ruído de rolamento e ruído aerodinâmico para o ano de 2017 encontram-se no gráfico abaixo, na Figura 14. Com a média das duas ondas semestrais de reclamações apresentada na Figura 14 abaixo, existe-se mais confiança nos menores níveis de reclamações de ruído aerodinâmico, motor e de rolamento para o veículo Maverick. Pois, poderia ter sido somente um resultado de uma onda da pesquisa. Como dito anteriormente na metodologia de acordo com a hipótese feita, isso é um indicativo que o veículo pode apresentar os menores níveis acústicos objetivos e confirmar a hipótese da Figura 10.

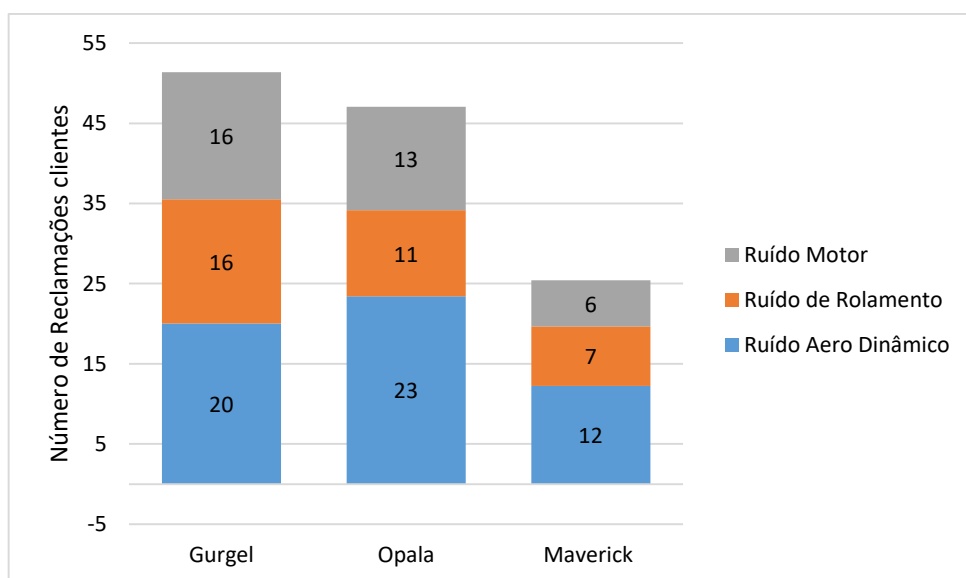


Figura 14 - Média do nível de reclamação cliente por reclamo de ruído para o ano de 2017.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Os níveis de ruído motor para os veículos Opala, Maverick e Gurgel são apresentados nas tabelas abaixo. Esses níveis de ruído motor estão divididos em baixa, média e alta frequência:

Tabela 1 - Níveis de ruído motor de baixa frequência para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB.

Nível de ruído motor	Baixa Frequência [dB]					
	Média 1000-2400 (rpm)	Máx 1000-2400 (rpm)	Média 2400-4000 (rpm)	Máx 2400-4000 (rpm)	Média 4000-6000 (rpm)	Máx 4000-6000 (rpm)
Opala	71,50	75,34	66,59	70,93	67,81	73,55
Maverick	72,00	78,06	70,27	75,11	69,86	72,49
Gurgel	72,88	79,74	65,31	69,47	69,34	75,25

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Como identificado na Figura 5 da seção de referencial teórico de acordo com Pujol (2018), quanto menor o nível de pressão sonora mais agradável é o som. Sendo assim, quanto menor o valor da Tabela 1, melhor o nível de ruído, os menores níveis por métrica são apresentados em verde, nesse sentido, o veículo que apresenta maior quantidade de melhores níveis é o Opala.

Tabela 2 - Níveis de ruído motor de média e alta frequência para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB(A).

Nível de ruído motor	Média Frequência [dB(A)]		Alta Frequência [dB(A)]		
	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)
Opala	51,74	48,87	42,72	34,93	28,13
Maverick	53,63	50,18	46,66	38,21	27,80
Gurgel	55,77	52,94	45,98	37,89	29,80

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Os níveis de ruído de rodagem para os veículos Opala, Maverick e Gurgel são apresentados na tabela abaixo. Para os ruídos de rodagem, o veículo Opala também é aquele que apresenta a maior quantidade de menores níveis, exceto por uma métrica.

Tabela 3 - Níveis de ruído de rodagem para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.

Nível de ruído de rodagem	Global	Baixíssima Frequência	Baixa Frequência	Média Frequência	Alta Frequência
Opala	50,35	42,78	45,48	46,63	45,73
Maverick	54,28	44,12	51,99	50,43	45,35
Gurgel	57,88	43,66	53,23	56,33	48,10

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Na Tabela 3, onde temos os níveis objetivos acústicos de ruído de rodagem, verificamos que mais uma vez o veículo Opala apresenta a maior quantidade de métricas em verde, ou seja, com os melhores e menores níveis acústicos.

Os níveis de ruído aerodinâmico para os veículos Opala, Maverick e Gurgel são apresentados na tabela abaixo. Para o ruído aerodinâmico, o veículo Opala também é aquele que apresenta os melhores níveis. E mais uma vez, pode-se confirmar que o veículo Opala é aquele que apresenta os melhores níveis acústicos, mas nesse caso para as métricas de ruído aerodinâmico. Ou seja, o veículo Opala apresentou os menores níveis de métricas acústicas nos três níveis de métricas sendo observadas, métricas de ruído motor, métricas de ruído aerodinâmico e métricas de ruído de rodagem. Sendo assim, a hipótese feita na Figura 10, que o veículo que apresentasse os menores níveis objetivos em acústica, seria aquele que teria os menores níveis de reclamações está errada, pois o veículo com menores níveis de reclamação é o Maverick.

Tabela 4 - Níveis de ruído aerodinâmico a 80 km/h, 100 km/h e 120 km/h para os veículos Opala, Maverick e Gurgel em dB(A).

Nível de ruído aerodinâmico [dB(A)]			
Velocidade	80 km/h	100 km/h	120 km/h
Opala	50,00	52,00	55,00
Maverick	54,00	56,00	57,00
Gurgel	54,00	57,00	59,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Se fossemos observar somente os dados apresentados nas tabelas 1 a 4, o melhor veículo para acústica automotiva e aquele que deveria ser utilizado como *benchmark* de definição técnica para design de métricas acústicas, seria o veículo Opala. Entretanto, agora será feito um comparativo entre métricas objetivas de engenharia de níveis de pressão sonora com os níveis de reclamações clientes, que já foram apresentados nesse trabalho, a fim de se descobrir qual

realmente é o veículo que apresenta os menores níveis de reclamações acústicas, ou seja, o veículo mais agradável acusticamente para os clientes. E enfim se verificar qual o veículo que deve ser utilizado como *benchmark*.

Como pode ser observado nas Figuras 11 e 12, o veículo Maverick é aquele que apresenta os menores níveis de reclamações nos três tópicos em questão, ruído motor, aerodinâmico e de rodagem. As tabelas abaixo fazem os comparativos das métricas de designs de ruído motor, ruído de rodagem e ruído aerodinâmico com os respectivos níveis de reclamações de cada um dos veículos. As flechas em verde evidenciam os melhores níveis acústico para cada uma das métricas, já as flechas em vermelho evidenciam os piores níveis acústicos para cada uma das métricas.

Tabela 5 - Comparativo das métricas de design de ruído motor com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.

Comparativo Ruído motor	Opala	Maverick	Gurgel
Reclamação Cliente	13	6	16
Média 1000-2400 (rpm)	71	72	73
Máx 1000-2400 (rpm)	75	78	80
Média 2400-4000 (rpm)	67	70	65
Máx 2400-4000 (rpm)	71	75	69
Média 4000-6000 (rpm)	68	70	69
Máx 4000-6000 (rpm)	74	72	75
250 (Hz)	51,74	54	55,77
500 (Hz)	48,87	50	52,94
1000 (Hz)	42,72	47	45,98
2000 (Hz)	34,93	38	37,89
4000 (Hz)	28,13	28	29,80

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Na tabela 5 (acima) é apresentado um comparativo das métricas de design de ruído motor com os níveis de reclamações de ruído motor sendo apresentados na primeira linha da tabela, as demais linhas apresentam os valores das métricas acústica. A coluna destacada em verde destaca o veículo com o menor nível de reclamação em ruído motor, já as flechas verdes e vermelhas, evidenciam qual o menor e maior métrica acústica de cada linha.

De acordo com a tabela 5, para um bom design de ruído motor que gere os menores níveis de reclamações clientes, no caso, o veículo Maverick, deve-se focar no balanço entre a média frequência, 250 e 500 Hz, e a baixa frequência até 2400 rpm do motor.

Na tabela 6 abaixo é apresentado um comparativo das métricas de design de ruído de rodagem com os níveis de reclamações de ruído de rodagem sendo apresentados na primeira linha da tabela, as demais linhas apresentam os valores das métricas acústica. A coluna destacada em verde destaca o veículo com o menor nível de reclamação em de rolamento, já as flechas verdes e vermelhas, evidenciam qual o menor e maior métrica acústica de cada linha.

Tabela 6 - Comparativo das métricas de design de ruído de rodagem com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.

Comparativo Ruído de Rolamento	Opala	Maverick	Gurgel
Reclamação Cliente	11	7	16
BT:D Global	50,35	54,28	57,88
BT:D TBF	42,78	44,12	43,66
BT:D BF	45,48	51,99	53,23
BT:D MF	46,63	50,43	56,33
BT:D HF	45,73	45,35	48,10

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

De acordo com a Tabela 6, para um bom design de ruído de rodagem que gere os menores níveis de reclamações clientes, no caso, o veículo Maverick, deve-se focar na alta frequência do ruído, e a sensibilidade do cliente para a baixíssima frequência é pequena, e isso pode até ser degradado.

Na tabela 7 abaixo é apresentado um comparativo das métricas de design de ruído aerodinâmico com os níveis de reclamações de ruído aerodinâmico sendo apresentados na primeira linha da tabela, as demais linhas apresentam os valores das métricas acústica. A coluna destacada em verde destaca o veículo com o menor nível de reclamação em de rolamento, já as flechas verdes e vermelhas, evidenciam qual o menor e maior métrica acústica de cada linha.

Tabela 7 - Comparativo das métricas de design de ruído aerodinâmico com os níveis de reclamações clientes para os veículos Opala, Maverick e Gurgel.

Comparativo ruído aerodinâmico	Opala	Maverick	Gurgel
Reclamação Cliente	23	12	20
80 km/h	↓ 50,00	54	↑ 55,00
100 km/h	↓ 52,00	56	↑ 57,00
120 km/h	↓ 55,00	57	↑ 59,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

O resultado da Tabela 7 é muito interessante, pois, para termos os menores níveis de reclamações relacionados a ruído aerodinâmico em um veículo, no caso em específico seria o veículo Maverick, não é necessário ter os menores níveis de ruído para todas as velocidades devido a uma grande isolação, e sim estar dentro da média.

Em conclusão, após avaliar os resultados de comparativos entre níveis objetivos acústicos e níveis de reclamações nas Tabelas de 5 a 7, para as três condições avaliadas, ruído motor, ruído de rodagem e ruído aerodinâmico, foi possível identificar, que para se atingir os menor níveis de reclamações, não é necessários atingir os menores níveis objetivos acústicos para as métricas de design de engenharia, como havia sido discutido anteriormente na hipótese do trabalho apresentada na Figura 10. No caso do veículo que apresenta as menores reclamações, o veículo Maverick, ele sempre encontra-se na média dos níveis objetivos acústicos, ou seja, existe um nível médio acústico que é mais agradável para o cliente e gera menores reclamações. Esse resultado é muito importante pois o *benchmark* para desenvolvimento de um veículo em menores métricas acústicas é mais custoso para o projeto dele, se for considerado que o como benchmark a média dos níveis acústicos objetivos, isso pode economizar dinheiro no desenvolvimento do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos atingidos com esse estudo foram a ordenação dos veículos estudados em best level, average e worst level de acordo com seus níveis de reclamações em acústica, com o foco em ruído motor, ruído aerodinâmico e ruído de rodagem. Também foi correlacionado os níveis objetivos acústicos com as reclamações clientes, e evidenciado o mais importante dentre eles. E é apresentado uma metodologia de correlação entre dados objetivos e dados de reclamações de enquetes clientes. O foco era compreender como uma empresa do setor automotivo brasileiro poderia reduzir as reclamações clientes dos veículos através de um *benchmark* de desenvolvimento de projeto já com dados de retorno cliente, e não somente métricas de engenharia.

O principal resultado encontrado na pesquisa é possível de ser sintetizado na Figura 15, que apresenta a resposta correta a problemática do estudo, onde os níveis médios objetivos acústicos são aqueles que apresentam os menores níveis de reclamações, e não os menores níveis como havia sido discutido nesse trabalho e apresentado como hipótese, só pensando que quanto menor a pressão sonora, mais agradável é o ruído, como visto do referencial teórico. Pode-se concluir então que não são os menores níveis acústicos objetivos que geram os menores níveis de reclamações, ou seja, é o balanço das fontes de ruídos que geram os menores níveis de reclamações, ou seja, é esse balanço de níveis que faz com que os ruídos sejam mais agradáveis. Isso se deve ao fato de um cliente estar exposto a todas as fontes de ruído dentro de um veículo, e como pode ser observado nas tabelas de 5 a 7, é que o veículo Maverick apresenta um bom balanceamento dos ruídos. Sendo assim, o cliente não nota nada fora do normal em termos de ruído, ou seja, não existe nenhuma fonte de ruído extremamente atenuada e nenhuma fonte de ruído excessiva.

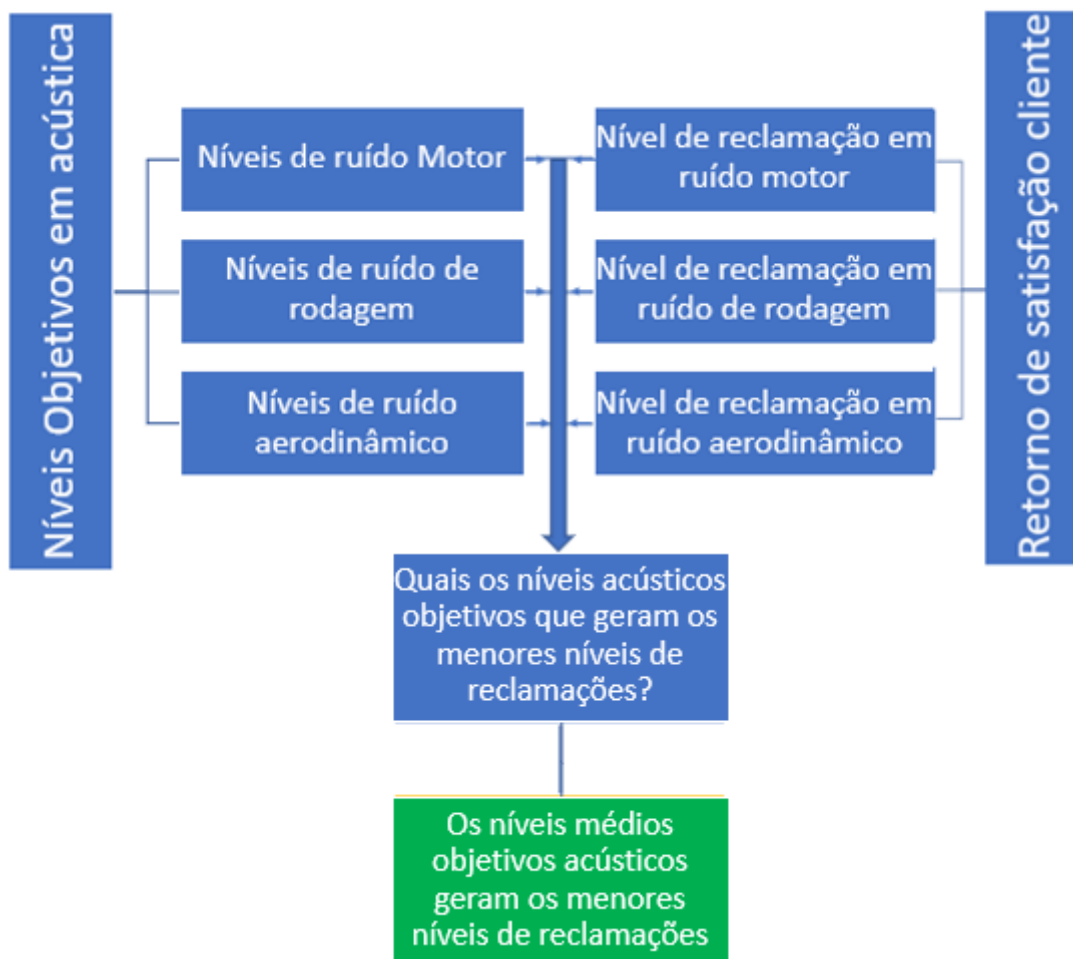


Figura 15 – Resposta correta à problemática do estudo após a análise dos resultados.
Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Se para o desenvolvimento de um novo veículo o *benchmark* tivesse sido realizado somente com o foco de métricas acústicas, com olhar somente de engenharia, o veículo definido como *benchmark* seria o veículo Opala, e não o veículo Maverick que é na realidade é aquele que apresenta os menores níveis de reclamações. Outro ponto interessante é que, como os níveis acústicos do veículo Opala são menores, isso significa que seu tratamento acústico é melhor, ou seja, o investimento feito nele para essa especificação foi maior que os outros veículos, então, o *benchmark* através do retorno cliente e de dados de engenharia ajuda na economia durante o desenvolvimento de novos projetos, pois haverá uma permissibilidade maior para um tratamento acústico mais fraco. Sendo assim, é importante utilizar outras informações de entrada, como retorno cliente, para definir os principais pontos de engenharia a serem melhorados em um produto.

Para estudos futuros a proposta seria de avaliar a definição técnica dos veículos envolvidos nessas reclamações, ou seja, verificar os componentes e soluções acústicas que foram empregadas em cada um dos veículos em questão. Por exemplo, definir uma listagem de insonos, feltros, coxins, maltas asfálticas, etc... de cada veículo e compara-los, afim de descobrir quais são as soluções que fazem um veículo atingir níveis objetivos acústicos médios em relação a concorrência, pois essas soluções com certeza são mais baratas para um projeto de engenharia em acústica do que as soluções acústicas empregadas em um veículo que atinge os menores níveis objetivos em acústica. Em outras palavras, utilizar o resultado de que o veículo com os níveis médios em acústica apresenta os menores níveis de reclamação para definir uma definição técnica moderada e assim fazer um projeto mais econômico, entretanto, como dito anteriormente, isso deve ser analisado e validado.

REFERÊNCIAS

- BATTAGLIA, D.; BORCHARDT, M. Análise do processo de recuperação de serviços a partir das reclamações dos clientes: estudo de caso em três organizações. **Revista Produção**, v. 20, n. 3, p. 455-470, jul./set. 2010.
- BRAUN, M. E. **Sound source contributions for the prediction of vehicle pass-by noise**. 2014. 247 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Loughborough University, Loughborough, Reino Unido, 2014. Disponível em: <https://repository.lboro.ac.uk/articles/Sound_source_contributions_for_the_prediction_of_vehicle_pass-by_noise/9214709/1>. Acesso em: 14 mai. 2019.
- CENÁRIOS 2025 mostram futuro do setor automotivo brasileiro**. Automotive Business, 08 ago. 2017. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/26235/cenarios-2025-mostram-futuro-do-setor-automotivo-brasileiro>>. Acesso em 13 mai. 2019.
- CERRATO, G. Automotive sound quality—powertrain, road and wind noise. **Sound & vibration**, v. 43, n. 4, p. 16-24, 2009. Disponível em: <http://www.sandv.com/downloads/0904_cerr.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2019.
- CREMONESI, J. F. **Método de análise do ruído em áreas industriais e controle por enclausuramento acústico das fontes**. 2013. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. doi:10.11606/T.16.2013.tde-07062013-135401. Acesso em: 15 mai. 2019.
- DEVELOP Your USP, Sell More Cars**. Convertus, 14 fev. 2019. Disponível em: <<https://www.convertus.com/develop-usp-sell-cars/>>. Acesso em 15 jun. 2020.
- FABRO, D. **Ponderação A ou C**. [entre 2013 e 2015]. Disponível em: <http://medisom.com.br/blog/ponderacao-a-ou-c>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- GOSLING, M.; MONTEIRO, P. R. R.; PARENTE, E. Estratégias de Marketing de Relacionamento em Instituições de Ensino: um Estudo Exploratório. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A energia que move a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade, 27, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: ABPRO, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR630469_9316.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2019.
- HER, J. Y.; CONEY, W. B. Wind Noise Challenge in Automobile Industry. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 103, n. 5, p. 2850-2851, mai. 1998. Disponível em: <<https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.421980>>. Acesso em: 17 jul. 2019.
- HEUER, S. **Verbrennungsgeräusch des direkteinspritzenden Hubkolbenmotors**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência) - Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen, Alemanha, 2001. Disponível em: <http://publications.rwth-aachen.de/record/61924/files/Heuer_Stefan.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- INFORMATIVO – Emplacamentos**. 200 ed. São Paulo: Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores – FENABRAVE, set. 2019. Disponível em: <<http://online.fliphtml5.com/ordey/xagw/index.html#p=46>>. Acesso em: 30 set. 2019.

KOTLER, P; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1999.

LEITE, J. **Silêncio, barulho e emoção nos carros**. *Automotive Bussiness*, 04 jan. 2017. Disponível em: <<http://automotivebusiness.com.br/artigo/1382/silencio-barulho-e-emocao-nos-carros>>. Acesso em 15 jun. 2020.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

PONZETTO, G. **Mapa de riscos ambientais: NR-5**. 2 ed. São Paulo: Editora LTR, 2007.

PORTER, M. E, **Estratégias Competitivas: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.

PUJOL, R. **Campo Auditivo Humano**. 2018. Disponível em: <<http://www.cochlea.org/po/som/campo-auditivo-humano/>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

QUEIROS, M. L. **Contextualização do Ensino do Som ao Nível Médio: a Psicoacústica e a Poluição sonora**. 2004. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RELATÓRIO Semestral 2019 do Setor de Distribuição de Veículos Automotores no Brasil. Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores – FENABRAVE, 2019. Disponível em: <<https://online.fliphtml5.com/ordey/bfrr/#p=1>>. Acesso em: 30 set. 2019.

RICHARDSON, J. R. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle do ruído**. 6 ed. São Paulo: Editora LTR, 2011.

SANDBERG, U. Tyre/road noise – Myths and realities. In: The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, 2001, Haia, Holanda. **Proceedings...** Haia: International Institute of Noise Control Engineering, 2001. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e8f6/254c911edda90da6164af46d7cb89be01790.pdf?_ga=2.105025091.1945020819.1593877830-1290850136.1588632504>. Acesso em: 06 set. 2019.

SETOR Automotivo. **Ministério da Economia**. [2019?] Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

SHAO, I; CHING-CHAN, C; TIEH, M; HSIU, Y. Preliminary research on customer satisfaction models in Taiwan: A case study from the automobile industry. **Elsevier**, v. 38, n. 8, p. 9780-9787, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220215814_Preliminary_research_on_customer_satisfaction_models_in_Taiwan_A_case_study_from_the_automobile_industry>. Acesso em: 17 jul. 2019.

SHKRELI, V.; VANDENBRINK, K. A. The use of subjective jury evaluations for interior acoustic packaging. In: SAE 2003 Noise & Vibration Conference and Exhibition, 2003, Michigan, Estados Unidos. **Anais...** Michigan: SAE International, 2003. Disponível em: <<https://saemobilus.sae.org/content/2003-01-1506/>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

VALLANE, R; SALLES, J. Relação entre montadoras e fornecedores: modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística brasileira. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 237-250, 2011. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/gp/v18n2/02.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

VLASTIC, B. **Once Upon a Car: The Fall and Resurrection of America's Big Three Automakers**. Nova York: William Morrow Paperbacks, 2011.

ZELLER, P. **Handbuch Fahrzeugakustik: Grundlagen, Auslegung, Berechnung, Versuch**. 2 ed. Wiesbaden: Vieweg Teubner Verlag, 2013.