

## EFICIÊNCIA E CONSUMO ENERGÉTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NO SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO

Rafael Guimarães Oliveira dos Santos<sup>1</sup>; Aloísio Santos Nascimento Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vínculo institucional (Graduando em Engenharia Mecânica); Tipo de projeto (Iniciação científica – FAPESB); rafaelgosantos@outlook.com

<sup>2</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; aloisio.nascimento@gmail.com

### RESUMO

Discussões relacionadas ao desenvolvimento sustentável estão cada vez mais em voga buscando aliar desenvolvimento tecnológico com consumo consciente de bens e serviços. Nessa perspectiva, combustíveis utilizados pelos consumidores e eficiência energética dos veículos com esses combustíveis contribuem significativamente no planejamento de medidas mais sustentáveis tanto no mercado de combustíveis como no mercado automotivo. O exemplo dos biocombustíveis, metas de redução de poluentes, incentivos públicos à fabricação de automóveis mais eficientes concorrem para estimular ecossistemas sustentáveis em toda cadeia produtiva. Assim, a ciência de dados foi utilizada como ferramenta de mapeamento e análise do progresso de iniciativas sustentáveis, utilizando fases do método estatístico, incluindo coleta e processamento de dados e análises dos resultados através de medidas de tendência central e variabilidades, bem como análises gráficas. Notou-se assimetrias em eficiência energética, podendo estimular a consciência dos consumidores sobre o papel da tomada de decisão orientada por dados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento Sustentável; Setor Automotivo; Consumo de Combustível; Ciência de Dados.

### 1. INTRODUÇÃO

Para ajudar a desenvolver um consumo mais consciente o Programa Inovar Auto foi desenvolvido para atuar em todo o território nacional durante os anos de 2013 e 2017.<sup>1</sup> Visou criar condições para aumentar a competitividade no setor automotivo, produção de veículos mais econômicos e mais seguros e investimentos em empregos, pesquisa e desenvolvimento no setor. Em contrapartida, as empresas que conseguissem cumprir as metas de eficiência energética estabelecidas, redução de no mínimo 15,46% no consumo energético, tiveram reduções de até 2% no imposto sobre produtos industrializados (IPI).

O programa Rota 2030, em vigor desde 2018, também tem como objetivo aumentar a eficiência energética dos veículos, integrá-los com as novas tecnologias na direção e acessibilidade, promover a capacitação de trabalhadores, investir em Pesquisa e Desenvolvimento, incentivar o uso de biocombustíveis e valorizar a matriz energética brasileira.<sup>2</sup> Porém, no Rota 2030, ao invés de promover descontos no IPI para as montadoras envolvidas no programa, ele se estendeu para todo o setor automotivo, incluindo, por exemplo, as fábricas de autopeças e serviços estratégicos na produção de veículos.

Percebe-se diferenças entre as várias categorias de carros e entre os próprios carros, bem como se esses dados de consumo e eficiência estão cumprindo com as metas e acordos estabelecidos. Assim, por meio dos dados e das diferenças percebidas, propõe-se uma análise do cenário da frota de veículos nacional, ajudando os consumidores no abastecimento, exaltando o consumo consciente, mas além disso, a perceberem que os carros consomem e possuem eficiências energéticas diferentes, o que leva também a emissões de poluentes diferentes.

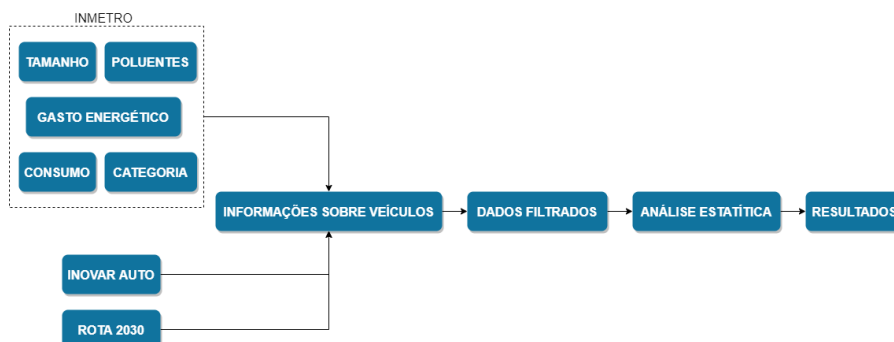
### 2. METODOLOGIA

Analisou-se o desempenho dos veículos após programa Inovar Auto com foco no consumo de combustíveis e eficiência energética veicular, assim como foram utilizadas tabelas, resumos e anuários informativos, disponibilizadas por órgãos governamentais e agências ligadas ao setor automotivo brasileiro. As tabelas, que constituem a maior parte dos dados analisados, foram disponibilizadas pelo INMETRO.<sup>3,4</sup> Essas tabelas contêm informações sobre os modelos dos veículos, seus fabricantes, suas motorizações, transmissões, combustíveis utilizados nos veículos, suas emissões de poluentes por combustível, seus consumos de combustível na cidade e na estrada e suas eficiências energéticas ao longo dos anos de 2010 a 2019.

Com esses dados, primeiramente focou-se na análise da eficiência energética de cada veículo, medida em Mega Joules por Quilômetro ( $MJ/km$ ), de forma que buscou-se analisar as diferenças de eficiência tanto entre as diferentes categorias de veículos como nos veículos de mesmo modelo e configurações distintas, como por exemplo, carro A com motor 1.0 e carro A com motor 1.6. Outra medida das tabelas disponibilizadas pelo INMETRO utilizada para comparar os veículos foi o consumo de combustíveis tanto na

cidade como na estrada, de forma que posteriormente poderia ser criada uma razão entre esses dois consumos. Além disso, os consumos de etanol e gasolina na cidade, em Quilômetros por Litro (*km/l*), serviram de comparativo dos valores entre os dois combustíveis. Após essa comparação, seria feita uma razão entre esses consumos de forma a obter através de uma única medida uma relação entre os dois, esquematizado na figura 1.

Figura 1: Esquema de Processamento e Análise de Dados em Estudo



Dessa forma, com esses dados, busca-se comparar os consumos e as eficiências dos veículos com os mais diferentes tipos de combustíveis, ajudando o consumidor a perceber essas diferenças e ajudando-o escolher a melhor opção para seu veículo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a data limite para atingimento das metas do Inovar Auto, nem todas as montadoras conseguiram reduzir os consumos e aumentar as eficiências de seus veículos. Porém, os consumos que estavam seguindo uma tendência decrescente durante todo o período do programa, apresentaram aumento logo após seu término, podendo ser um indicador de que as montadoras pretendiam somente atingir as metas estabelecidas de reduzir no mínimo 15,46% do consumo energético para obter os descontos.

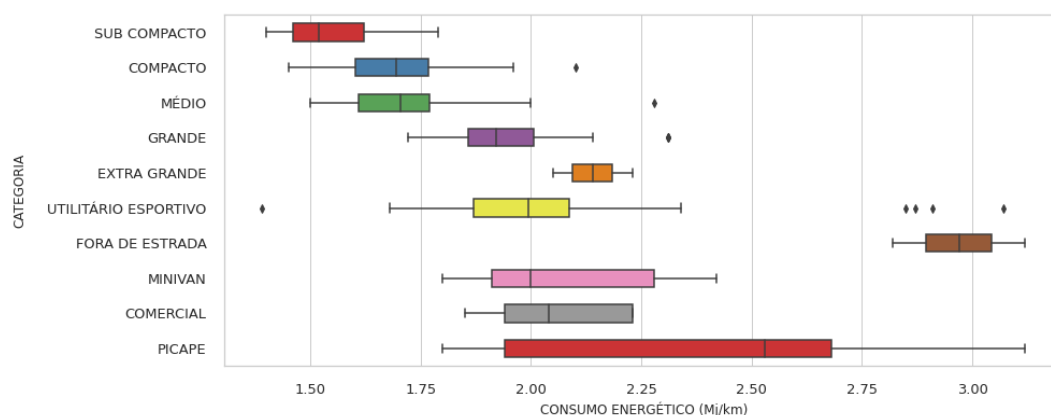
A partir dos dados obtidos nas tabelas, pode-se perceber que houve uma grande variação no consumo ao longo dos anos. Essas variações se propagaram não somente entre as categorias de veículos, mas também entre os modelos analisados, de forma que características de fabricação distintas como motorização, versão e transmissão, causavam variações em seus consumos, exemplificados pelas medidas estatísticas da tabela 1.

Tabela 1: Consumo Energético por Categoria de Veículo em 2019 (em *MJ/km*)

Categoria	Sub				Extra Grande	Utilitário Esportivo	Fora de Estrada			
	Compacto	Compacto	Médio	Grande			Minivan	Comercial	Picape	
Média	1,56	1,69	1,70	1,95	2,14	2,04	2,97	2,08	2,05	2,42
Mediana	1,52	1,69	1,70	1,92	2,14	1,99	2,97	2,00	2,04	2,53
DP	0,12	0,12	0,13	0,15	0,12	0,28	0,21	0,25	0,17	0,42

Percebeu-se um comportamento semelhante com a eficiência energética, a qual também apresentava variações tanto entre as categorias como nos modelos, exemplificado pelas variações no Desvio Padrão na Tabela 1, com 0,12 para compactos e 0,42 para picapes, por exemplo. Os dados revelaram que essas eficiências são proporcionais às categorias veiculares, de forma que as categorias de veículos maiores, apresentaram maiores gastos energéticos. Além disso, as variações nos modelos com características de fabricação diferentes mostraram que, mesmo sendo de uma categoria de veículos específica, certos modelos apresentaram variações significativas em relação a seus modelos similares, a ponto de apresentarem consumos energéticos como se fossem de categorias diferentes, mostrado na figura 2.

Figura 2: Eficiência Energética por Categoria de Veículo em 2019



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo comparativo pode-se inferir que os carros apresentam variabilidades importantes, consumindo combustíveis de maneiras diferentes, com eficiências energéticas assimétricas. Assim, não é possível generalizar consumos e eficiências dentro das categorias visto essas variações e amplitudes analisadas. Uma vez que as categorias, incluem diversos modelos, podemos inferir sobre a variabilidade entre os modelos para os parâmetros avaliados.

Dessa forma, esse estudo visa ajudar os consumidores a perceberem essas diferenças e compreenderem esse panorama complexo dentro do setor automotivo com parâmetros variados. Além de ajuda-los esquematizando todas essas ramificações possíveis dentro desse setor, fazendo-os perceberem os dados e os comportamentos de seus veículos específicos.

Pretende-se dar continuidade ao estudo buscando ainda mais parâmetros sobre os veículos e seus diferentes comportamentos, como por exemplo poluentes emitidos, em prol de uma análise cada vez mais completa sobre os veículos e sobre a frota brasileira.

#### Agradecimentos

A FAPESB pelo apoio, incentivo e suporte nos debates e no desenvolvimento de pesquisas e projetos.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Economia. **Inovar-Auto**: Setor Automotivo. Brasília, DF, 2012
- BRASIL. Lei nº 13.755, de 10 de dezembro de 2018. Institui o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 118, p. 1, 21 jun. 2019.
- Tabelas PBE Veicular**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (BRASIL). Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas\\_pbe\\_veicular.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas_pbe_veicular.asp). Acesso em: 31 mar. 2021.
- BRASIL. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Disponível em: [https://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca\\_o\\_programa.php](https://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php). Acesso em: 02 abr.2021.