

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
EDUARDO AUGUSTO ROSSITO

**ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS VISANDO A
MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VEICULAR, NO CONTEXTO
INOVAR - AUTO**

São Bernardo do Campo

2017

EDUARDO AUGUSTO ROSSITO

**ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS VISANDO A
MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VEICULAR, NO CONTEXTO
INOVAR - AUTO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário FEI, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica, orientado pelo Prof. Dr. João Chang Junior.

São Bernardo do Campo

2017

Rossito, Eduardo Augusto.

Estudo para aplicação de novas tecnologias visando a melhoria da eficiência energética veicular, no contexto Inovar auto / Eduardo Augusto Rossito. São Bernardo do Campo, 2017.

125 p. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.

Orientador: Prof. Dr. João Chang Júnior.

1. Eficiência energética. 2. Inovar-Auto. 3. Tecnologia. 4. Análise de Regressão. I. Chang Júnior, João, orient. II. Título.

Aluno: Eduardo Augusto Rossito

Matrícula: 214112-5

Título do Trabalho: Estudo para aplicação de novas tecnologias visando a melhoria da eficiência energética veicular, no contexto inovar-auto.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. João Chang Junior

Data da realização da defesa: 03/03/2017

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, 03 / 03 / 2017.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Chang Junior Ass.: _____

Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini Ass.: _____

Prof.^a Dr.^a Adriana Marotti de Mello Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO

REPROVADO

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

**APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE
FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA
EXAMINADORA**

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

Ao meu querido Pai, Pedro P. Rossito (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, pelo amor de uma vida dedicada aos filhos e aos ensinamentos que me permitiram trilhar um caminho justo e correto; aos meus irmãos, meus eternos amigos e companheiros, que sabem compreender os momentos de ausência. A minha esposa pela paciência, companheirismo e apoio demonstrado ao longo de nossa convivência comum, especialmente nos últimos meses, durante este curso.

Agradeço ao orientador deste trabalho e professor do curso, Prof. Dr. João Chang Junior pela confiança na proposta, paciência em orientar um “não acadêmico tradicional”, valioso acompanhamento e sugestões ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Ao corpo docente do PPGEM–Produção/FEI, pela oportunidade de ingressar no programa de mestrado; pelas orientações, sugestões e ensinamentos transmitidos ao longo das aulas, pela convivência, explicações e disponibilidade ao longo do curso.

Aos funcionários da secretaria de PPGE/FEI, Márcia e Ricardo, pela eficiência e atenção que sempre dispensam aos alunos.

Ao amigo Carlos M. Scandura, colega de trabalho e estudos; pelas críticas, comentários e apoio ao longo do curso.

RESUMO

A indústria automotiva está aumentando seu foco no desenvolvimento de veículos mais eficientes em termos de economia de combustível e redução na emissão de gases. A crescente demanda mundial de petróleo e as preocupações com uma base de suprimento, que é largamente dependente do petróleo, levam à incerteza em relação à estabilidade dos preços do combustível. Aumento da consciência ambiental entre o público e dentro do governo contribui para desenvolvimento de veículos eficientes em combustível, mas é o rigor da legislação é o que favorece o aumento de eficiência.

Concentrar os esforços atuais de desenvolvimento de veículos na melhoria da eficiência energética veicular pode ser uma alternativa de baixo custo, prática e necessária para aumentar a economia de combustível geral. Portanto, uma maior compreensão da distribuição da energia entre os subsistemas de um veículo é fundamental. Neste contexto é que se vislumbra a possibilidade de estudar as tecnologias existentes que permitam melhoria do consumo de combustível e redução nas emissões de gases, e o impacto destas no Consumo Energético, permitindo a habilitação ao programa Inovar-Auto.

A análise simultânea e a interpretação teórica das diferentes variáveis nos subsistemas de um veículo denominam-se no contexto estatístico de “Análise Multivariada” de dados e a técnica que permite estudar a relação funcional entre umas variáveis dependentes e várias outras independentes, é a Análise de Regressão. A aplicação desta ferramenta estatística permite estabelecer equações que representam a relação entre a Eficiência Energética e os demais subsistemas do veículo.

Palavras chave: Eficiência energética. Inovar-Auto. Tecnologia. Análise de Regressão.

ABSTRACT

The automotive industry is increasing its focus on developing fuel efficient and GHG reduced emissions vehicles. Growing worldwide oil demand and concerns about a supply base that is largely dependent on oil has led to uncertainty with respect to fuel price stability. Increase environmental awareness among the public and within the government has resulted in larger demand for fuel efficient vehicles and increased legislation on fuel economy.

Focusing on current vehicle development efforts on improving vehicle energy efficiency can be a low-cost, practical and necessary alternative to increase overall fuel economy. Therefore, a greater understanding of the distribution of energy between the subsystems of a vehicle is fundamental. In this context, it is possible to study the existing technologies that allow the improvement of fuel consumption and reduction in gas emissions, and the impact of these technologies on the vehicle energy consumption, allowing the qualification to the Inovar-Auto program.

The simultaneous analysis and theoretical interpretation of the different variables in the subsystems of a vehicle are called in the statistical context of "Multivariate Analysis" of data and the technique that allows studying the functional relation between some dependent and several other independent variables is the Analysis of Regression. The application of this statistical tool allows establishing equations that represent the relation between the Energy Efficiency and the other subsystems of the vehicle.

Key words: Energetic efficiency. Inovar-Auto. Technology. Regression Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Principais poluentes: características e origem.....	15
Figura 1 - Distribuição Global das Emissões de Gases de Efeito Estufa (2010).....	20
Figura 2 - Emissões totais no Brasil (2013), em Mt CO ₂ por setor de atividade.....	21
Figura 3 - Perdas de energia nos sistemas de um veículo	25
Figura 4 - Distribuição da Energia utilizada pelos subsistemas do veículo	27
Figura 5 - Aumento médio da massa veicular (kg): UE, Japão e EUA.....	28
Figura 6 - Aumento da Potência dos veículos (kW): UE, Japão e EUA	29
Figura 7 – Relação entre Consumo (l/km) e Potência veicular (kW): UE, Japão e EUA	29
Figura 8 - Relação entre consumo (l/km) e massa veicular (kg): UE, Japão e EUA.	30
Figura 9 - Aproveitamento da eficiência energética veicular.....	31
Figura 10 – Relação entre consumo (l/100 km) e autonomia por litro (km/l).....	33
Figura 11 - Layout de Célula de Testes de emissões e consumo – dinamômetro de chassi.....	37
Figura 12 - Ciclo urbano – NBR 6601: fases 1, 2 e 3	38
Figura 13 - Ciclo rodoviário – fase única.....	39
Figura 14 - Consumo energético pela massa média	44
Figura 15 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Veicular	49
Figura 16 - Forças atuando em um veículo	52
Figura 17 - Distribuição percentual de veículos por marca, em estudo.	65
Figura 18 - Distribuição percentual de veículos por categoria de estudo.....	66
Figura 19 - Distribuição de Classes a partir da Análise de Correspondência.....	74
Quadro 2 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 1.....	80
Quadro 3 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 2.....	81
Quadro 4 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 3&4.....	83
Quadro 5 - Representação da Análise de Variância – dados Cluster 5	84
Quadro 6 – Interpretação dos resultados: equação CE1	88
Quadro 7 – Interpretação dos resultados: equação CE2.....	88
Quadro 8 – Interpretação dos resultados: equação CE _{3&4}	89
Quadro 9 – Interpretação dos resultados: equação CE ₅	89
Figura 20 – Ciclo Padrão de Teste <i>FPT-72</i>	102
Figura 21 – Ciclo Europeu – Fase I.....	103
Figura 22– Ciclo Europeu – Fase II	103
Figura 23 – Ciclo “10 – 15” no Japão	104

Quadro 10 – Categoria de veículo de passageiro subcompacto	110
Quadro 11 – Categoria de veículo de passageiro compacto	110
Quadro 12 – Categoria de veículo de passageiro médio	111
Quadro 13 – Categoria de veículo de passageiro grande.....	111
Quadro 14 – Categoria de veículo utilitário esportivo compacto.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso da energia no Brasil, em 2013.....	21
Tabela 2 - Dados para conversão de Consumo (km/l) em Eficiência Energética (MJ/km)	35
Tabela 3 - Sumários dos Ciclos Urbano e Rodoviário no Brasil.....	38
Tabela 4 - Metas de Eficiência Energética no Inovar-Auto	43
Tabela 5 - Gastos com P&D pelo ano-calendário	45
Tabela 6 – Percentual de modelos a serem etiquetados pelo ano-calendário	46
Tabela 7 - Categorias de veículos pelo INMETRO.....	50
Tabela 8 - Tecnologias de caráter incremental – aplicação em veículos leves	60
Tabela 9 - Ilustração da primeira página da tabela de Consumo/Eficiência Energética	62
Tabela 10 - Tecnologias de caráter incremental – aplicação em veículos leves	75
Tabela 11 – Síntese dos resultados da Classe 1.....	75
Tabela 12 – Síntese dos resultados da Classe 2.....	76
Tabela 13 – Síntese dos resultados da Classe 3.....	77
Tabela 14 – Síntese dos resultados da Classe 4.....	77
Tabela 15 – Síntese dos resultados da Classe 5.....	78
Tabela 16 – Análise de Regressão – dados Classe 1.....	79
Tabela 17 – Análise de Regressão – dados Classe 2.....	81
Tabela 18 – Análise de Regressão – dados Classe 3 & 4.....	82
Tabela 19 – Análise de Regressão – dados Classe 5.....	84
Tabela 20 – Síntese de Programas de Eficiência Energética.....	108

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
AEH	Álcool Etílico Hidratado (ver E0).
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível.
CAFÉ	<i>Corporate Average Fuel Economy</i>
CE	Consumo Energético
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CG	Centro de gravidade
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
Crr	Coefficiente de resistência ao rolamento
CVT	<i>Continuously Variable Transmission</i>
DCT	<i>Dual Clutch Transmission</i>
E0	Gasolina comum, sem adição de etanol anidro.
E22	Gasolina comum adicionada com 22% a 25% de Etanol Anidro
E100	Etanol Hidratado a 7%.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EOBD	<i>European Union On-board Diagnostic</i>
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FTP	<i>Federal Test Procedure</i>
GDI	<i>Gasoline Direct Injection</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

INOVAR-AUTO	Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MMMT	Marca, modelo, motor e transmissão
Mt CO ₂	Mega tonelada de Dióxido de Carbono
MPG	<i>miles per galon</i>
NBR	Norma Brasileira
NEDC	<i>New European Driving Cycle</i>
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
NO _x	Óxido(s) de Nitrogênio
NRC	<i>National Research Council</i>
OBD	<i>On-board Diagnostic</i>
PBEV	Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PECO	Programa Nacional de Economia de Combustível
PROCONVE	Programa de Controle das Emissões Veiculares
UDDS	<i>Urban Dynamometer Driving Schedule</i>
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>
WLTP	<i>World harmonized Light vehicles Test Procedures</i>
VVT	<i>Variable Valve Transmission</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2	OBJETIVO	17
1.3	MOTIVAÇÃO	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	REVISAO BIBLIOGRAFICA	20
2.1	USO DE ENERGIA E OS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)	20
2.2	EMISSÕES VEICULARES E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	22
2.3	DESENVOLVIMENTO DOS COMPONENTES DO VEÍCULO	24
2.4	BALANÇO ENERGÉTICO VEICULAR	26
2.5	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VEICULAR	27
2.5.1	Eficiência energética	31
2.5.2	Fuel efficiency vs Fuel economy	32
2.5.3	Definições básicas	33
2.5.4	Relação do consumo de combustível – Urbano e Estrada	34
2.5.5	Determinação da eficiência energética	35
2.6	CICLOS DE TESTE - ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	35
2.6.1	Ciclos de teste automotivos para medição de emissões	36
2.6.2	O Padrão de testes no Brasil	37
2.7	POLITICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	39
2.7.1	Contexto no Brasil	39
2.7.2	O Programa INOVAR–AUTO	40
2.7.2.1	<i>O Decreto n° 7819</i>	41
2.7.2.2	<i>Habilitação ao programa no contexto de eficiência energética</i>	42
2.7.2.3	<i>Obtendo créditos adicionais</i>	42
2.7.2.4	<i>Investimentos em pesquisa e desenvolvimento</i>	45
2.7.2.5	<i>Adesão ao Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular</i>	45
2.7.3	Programas de etiquetagem veicular	46
2.7.3.1	<i>Método de implantação</i>	47
2.7.3.2	<i>Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)</i>	48
2.7.3.3	<i>Objetivos do programa</i>	48
2.8	PARÂMETROS DO VEICULO INFLUEM NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	50
2.8.1	Fundamentos sobre movimento do veículo	51
2.8.2	O Movimento veicular	51
2.9	TECNOLOGIAS PARA MELHORA DE EFICIÊNCIA VEICULAR	53

2.9.1	Introdução.....	53
2.9.2	Alterações em Veículo.....	54
2.9.2.1	<i>Redução do coeficiente de arrasto aerodinâmico (Cx)</i>	54
2.9.2.2	<i>Redução da massa do veículo</i>	54
2.9.2.3	<i>Resistência ao rolamento dos pneus ou “rolling resistance”</i>	54
2.9.2.4	<i>Redução de massa de acessórios</i>	55
2.9.2.5	<i>Sistema de partida integrada (Start Stop System)</i>	55
2.9.3	Alterações do Motor à Combustão Interna.....	56
2.9.3.1	<i>Downsizing de motores supercharger</i>	56
2.9.3.2	<i>Injeção direta</i>	56
2.9.3.3	<i>Comando variável de válvulas (VVT)</i>	57
2.9.3.4	<i>Óleo lubrificante de baixo atrito</i>	57
2.9.3.5	<i>MCI Diesel</i>	57
2.9.3.6	<i>MCI FlexFuel</i>	58
2.9.4	Alterações na Transmissão.....	58
2.9.4.1	<i>Transmissões manuais de múltiplas relações</i>	59
2.9.4.2	<i>Transmissões automáticas de múltiplas relações</i>	59
2.9.4.3	<i>Transmissão variável contínua (CVT)</i>	59
2.9.5	Veículos elétricos híbridos.....	60
2.9.6	Veículos elétricos.....	61
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	62
3.1	INTRODUÇÃO.....	62
3.2	OBTENÇÃO DE DADOS.....	63
3.2.1	Apresentação dos dados na tabela - CONPET	63
3.2.2	Caracterização da pesquisa e composição da amostra	64
3.3	OBTENÇÃO DE DADOS PARA ESTUDO.....	66
3.3.1	Dados complementares à tabela CONPET	67
3.4	MÉTODOS DE ANÁLISE DE DADOS.....	69
3.4.1	Análise multivariada de dados	69
3.4.2	Análise de correspondência	69
3.4.3	Análise de regressão	70
3.4.3.1	<i>Premissas</i>	71
3.4.3.2	<i>Multicolinearidade</i>	71
3.4.3.3	<i>Heteroscedasticidade</i>	71
3.4.3.4	<i>Autocorrelação serial</i>	71
3.4.4	Softwares utilizados – tratar dados	72
3.4.4.1	<i>Spad 3.5</i>	72

3.4.4.2	<i>Minitab</i>	72
4	EXECUÇÃO DA ANÁLISE E RESULTADOS	74
4.1	CLASSES (<i>CLUSTERS</i>)	74
4.2	ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA (CLASSES).....	75
4.2.1	Resultado da classe 1/5	75
4.2.2	Resultado da classe 2/5	76
4.2.3	Resultado da classe 3/5	77
4.2.4	Resultado da classe 4/5	77
4.2.5	Resultado da classe 5/5	78
4.3	ANÁLISE DE REGRESSÃO	79
4.3.1	Modelo a partir de dados classe 1	79
4.3.2	Modelo a partir de dados Classe 2	80
4.3.3	Modelo a partir de dados classe 3&4	82
4.3.4	Modelo a partir de dados classe 5	83
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	86
5.1	ANALISE DOS RESULTADOS	86
5.2	PROJEÇÕES PARA NOVOS TRABALHOS.....	90
5.3	CONSOLIDANDO DADOS DO INOVAR AUTO.....	91

1 INTRODUÇÃO

“Não se pode ensinar tudo a alguém, pode-se apenas ajuda-lo a encontrar por si mesmo, o caminho”.

(Galileu Galilei - 1564/1642)

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao longo dos últimos anos, discussões relacionadas ao uso racional de energia têm ocupado espaço crescente no cenário mundial. Grande parte das fontes de energia conhecidas não é renovável e o consumo excessivo, o desperdício e os impactos ambientais provocados pelo mau uso, principalmente de combustíveis fósseis, proporcionam um alerta associado à possibilidade do esgotamento e conseqüentemente uma maior conscientização a respeito do uso racional de energia.

Cenários energéticos para o futuro são inevitavelmente providos de incertezas, uma vez que não é simples o modelamento matemático das variáveis envolvidas ou mesmo as diversas interações entre discontinuidades ou interrupções das condições sociais e econômicas, tecnologia, condições de clima e meio ambiente, ou seja, as previsões de longo prazo certamente não têm um elevado grau de precisão (ZACHARIADIS, 2006). Apesar da incerteza, previsões a respeito do uso de energia, são realizadas e atualizadas continuamente. Hall, 2008 apresenta estudo, como base em previsões realizadas pelo *United States Department of Energy (US – DoE)*, prevendo aumento de 57% no consumo global de energia no período 2004 – 2030.

As conseqüências ambientais da produção, transformação e uso da energia também têm causado preocupação, principalmente em decorrência de mudanças climáticas, somadas a problemas de poluição urbana. Um dos mais importantes problemas ambientais globais, vinculado ao uso da energia, está relacionado à emissão de gases de efeito estufa (GEE) e seus efeitos. A manutenção do caminho energético atual, sem qualquer mudança de políticas governamentais, pode acarretar em um aumento da dependência por combustíveis fósseis, com conseqüências alarmantes. O petróleo deve permanecer como a fonte primária de energia

mais importante na matriz energética até 2030 e o setor de transporte deverá representar o grande responsável pelo aumento pela queima de petróleo (SMITH, 2010).

A partir da década de 1990, questões associadas à energia e meio ambiente passaram a ter maior impacto no dia a dia dos cidadãos e um novo vocabulário tornou-se parte integrante da vida cotidiana; temas como “emissões de gases de efeito estufa, emissões veiculares, e eficiência energética” se acentuaram a partir da Conferência Mundial do Meio Ambiente no Rio de Janeiro – Eco 92, a partir da qual, a maioria dos países desenvolvidos criou ou reestruturou agências de fomento à eficiência energética de maneira a cumprir metas quantitativas para redução da produção de emissão de gases na atmosfera (ABREU, 2007).

O setor de transportes é um dos principais alvos destas agências, pois um dos maiores problemas ambientais vinculados ao uso de energia de maneira indiscriminada está associado à emissão de Gases de Efeito Estufa como consequência do consumo de combustíveis fósseis. Nas reações convencionais de combustão baseadas nestes combustíveis, os reagentes interagem com o oxigênio comburente, liberando grande quantidade de calor formando os produtos de combustão, tornando o ar impróprio e nocivo; são os denominados poluentes atmosféricos (gases e material particulado).

A emissão dos chamados gases de efeito estufa (GEE) aumenta a quantidade de energia que fica retida na atmosfera devido ao calor refletido ou emitido (radiação infravermelha) pela superfície da Terra o que causa a elevação da temperatura ambiente. (LEMOS, 2010). Nas áreas metropolitanas, o problema da poluição do ar tem-se constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde. Neste sentido o Dióxido de Carbono (CO_2) é grande o vilão em termos de impacto ambiental por sua concentração na atmosfera. Outros elementos também provocam impactos ambientais, como Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO_2). Óxido Nitroso (N_2O) além de Óxidos de Nitrogênio (NO_x), Hidrocarbonetos (HC) e materiais particulados. O monóxido de carbono (CO) é uma substância inodora, insípida e incolor, atuando atua no sangue reduzindo sua oxigenação. Os óxidos de nitrogênio (NO_x) se formam em razão da alta temperatura na câmara de combustão e os Hidrocarbonetos (HC) são a parcela de combustível não queimado ou parcialmente queimado que é expelido pelo motor. A fuligem (partículas sólidas e líquidas), sob a denominação geral de material particulado (MP), devido ao seu pequeno tamanho, mantém-se em suspensão na atmosfera e podem penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares (WILLS, 2008).

O Quadro 1 apresenta os principais poluentes atmosféricos que têm como origem os processos de combustão de combustíveis fósseis.

Quadro 1 - Principais poluentes: características e origem

POLUENTE	CARACTERÍSTICAS E ORIGEM
Gás Carbônico (CO ₂)	É o principal composto resultante da combustão completa de combustíveis fósseis e de outros combustíveis que contêm o elemento carbono.
Monóxido de Carbono (CO)	Combustão incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham o elemento carbono na sua composição.
Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	Produzidos nos processos de combustão realizados em altas temperaturas. Nessas condições, o oxigênio e o nitrogênio do ar atmosférico reagem formando os óxidos de nitrogênio
Hidrocarbonetos	Combustão incompleta de combustíveis fósseis, evaporação desses combustíveis e de solventes orgânicos.
Material Particulado (MP)	São partículas de material sólido e líquido, capazes de permanecer em suspensão; têm origem nos processos de combustão (fuligem e partículas de óleo) ou devido aos fenômenos naturais.

Fonte: Lemos, 2010

Em diversos países, sobretudo aqueles mais desenvolvidos, tem surgido e se consolidado programas com objetivo de redução do consumo de combustível, geralmente em associação à regulação de emissões. Esses programas definem metas mínimas de eficiência ou máximas de consumo que devem ser seguidas pelos fabricantes. São estas políticas públicas e contrapartidas fiscais, que estimulam o aumento da eficiência energética veicular através da introdução de novas tecnologias automotivas, uma alternativa para diminuir a intensidade energética e emissões atmosféricas do setor de transporte. Por outro lado, a etiquetagem dos veículos também pode atuar no sentido de redução do consumo facilitando a comparação de dados nem sempre acessíveis, como o consumo específico do veículo e o seu fator de emissão de gases de efeito estufa, bem como induzir a introdução de tecnologias automotivas em prol da eficiência energética (CENTRO CLIMA, 2014).

O Brasil não está alheio a esses movimentos e tem renovado a atenção às políticas para as questões de conservação de energia, a redução de emissões e a eficiência energética, que veem sendo objeto de normatização pelo poder público, de tal forma que a legislação do setor tem se consolidado de maneira progressiva e abrangente.

Visando promover o crescimento sustentável da indústria automotiva e a aceleração da convergência dos limites de emissões aos principais mercados mundiais, o Governo Federal lançou em janeiro de 2013 o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto I). Um dos pilares deste programa é a melhoria da eficiência energética dos veículos através de contra partidas fiscais às montadoras que apresentarem evoluções tecnológicas em seu produto e/ou processo ou ainda que demonstrem investimentos em atividades para atingir esse objetivo. Um detalhamento a respeito deste programa, comparação com experiências no exterior, condições de adesão e contrapartidas, será discutido nos capítulos seguintes deste trabalho, como suporte metodológico à proposta.

Um aspecto não comentado anteriormente, mas de inegável relevância refere-se às relações entre um maior desempenho energético dos veículos e os objetivos da política energética nacional. Certamente há um alinhamento de propósitos nesse sentido, cabendo destacar os ganhos decorrentes da maior eficiência energética, do aumento da produtividade econômica e melhoria das condições ambientais além da possibilidade de se consolidar a autossuficiência no abastecimento. Também deve ser lembrado que a maior visibilidade das diferenças de eficiência entre os veículos disponibilizados no mercado e de seu impacto energético e ambiental pode e deve induzir à implantação de medidas de diferenciação tributária, como frequentemente adotado em países desenvolvidos. A ampla disponibilidade de informações de consumo veicular pode também induzir à adoção de critérios de eficiência, tornando mais competitivos os processos de compra de veículos.

O incremento da eficiência veicular é de real interesse para desenvolvimento da indústria automobilística nacional, associando-se à evolução tecnológica dos veículos brasileiros e sua harmonização com os modelos oferecidos nos países desenvolvidos. A redução da relativa “distância” da tecnologia automotiva brasileira daquela praticada nos países mais desenvolvidos certamente significará um relevante diferencial competitivo adicional para esse segmento. O desafio nesse contexto é atender a essa demanda tecnológica em um mercado com limitações aquisitivas como o brasileiro (CONPET, 2005).

A implantação de programas de informação ao consumidor, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) que será avaliado adiante, cria a necessidade de se compilar informações de consumo específico e/ou emissões de todos os fabricantes de maneira a tornar possível a comparação entre veículos. Então, estaria encaminhada uma alternativa para o consumidor analisar a aquisição de um veículo mais eficiente e sustentável;

visto que, pode-se considerar que não há uma cultura sedimentada em termos de economia de combustível e uma consciência ambiental enraizada.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar as relações entre os subsistemas de veículos leves e os impactos na eficiência energética veicular num contexto adicional que não apenas a massa média veicular, já conhecida no Inovar Auto

Este estudo irá considerar a base de dados CONPET, já em uso para qualificar veículos fabricados ou não no Brasil em termos de consumo de combustível e emissão de gases, mas com enfoque na correlação entre os veículos de diferentes marcas e modelos, utilizando-se a Análise de Regressão, que é um método descritivo de análise de dados e que permitirá explorar a relação entre a Eficiência Energética e os diversos subsistemas do veículo.

1.3 MOTIVAÇÃO

Discussões relacionadas ao uso racional de energia têm ocupado espaço crescente no cenário mundial. Grande parte das fontes de energia conhecidas não é renovável e o consumo excessivo, o desperdício e os impactos ambientais provocados uso indiscriminado, principalmente de combustíveis fósseis, proporcionam um alerta sobre a possibilidade do esgotamento das reservas. O setor de transportes é um dos principais responsáveis pela queima de combustível fóssil e em diversos países, tem surgido e se consolidado programas de fomento à redução do consumo de combustível, geralmente em associação à regulação de emissões. Esses programas definem metas mínimas de eficiência ou máximas de consumo que devem ser seguidas pelos fabricantes. O Programa brasileiro denominado Inovar–Auto, propõe a melhoria da eficiência energética dos veículos através de contra partidas fiscais às montadoras que apresentarem evoluções tecnológicas em seu produto. Então, a contribuição que pode ser dada em sua síntese final é a modelagem do consumo energético em função dos subsistemas que integram um veículo leve de maneira a possibilitar avaliar o impacto de cada um sobre as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e sobre o consumo de combustível.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos descritos e comentados resumidamente nesta seção.

O primeiro capítulo apresenta a introdução ao problema abordado apresentando os primórdios sobre uso racional de energia a partir da década de 1970 e as primeiras discussões sobre economia de combustível veicular; a seguir, a questão ambiental, associada à redução de emissões de gases efeito estufa, que tomou forma a partir da década de 1990. Nestes dois tópicos, apresentam-se comentários a respeito de políticas públicas que visando mitigar emissão de gases veiculares e por consequência a redução de consumo de combustível e uma pequena apresentação do regime automotivo brasileiro – Inovar-Auto, ponto central no desenrolar deste trabalho. Neste capítulo, também são apresentados o Objetivo e a Motivação para desenvolvê-lo.

O capítulo dois apresenta uma revisão bibliográfica sobre temas relacionados à eficiência energética veicular, e programas de eficiência veicular de maneira a ter-se a identificar referencial teórica base para as análises posteriores; a seguir, ainda neste capítulo, é apresentado o modelo de um veículo e o balanço energético além de uma breve explanação a respeito das equações de movimento que podem alterar a representatividade das perdas de energéticas nos dos subsistemas do veículo.

A partir das definições observadas na literatura, apresentam-se os ciclos de testes que padronizam as medidas de consumo e eficiência energética, que servirão de base para o programa de etiquetagem veicular. Este programa, especificamente o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular é aqui apresentado bem como as premissas para as empresas se habilitarem ao Programa Inovar-Auto. Então, a base teórica que irá suportar as considerações finais, é aqui apresentada.

O capítulo três apresenta uma descrição dos procedimentos metodológicos para desenvolvimento da análise; ou seja, a caracterização da pesquisa, a obtenção de dados e os métodos estatísticos que serão empregados para construção do modelo. Como a proposta é avaliar o comportamento de uma variável em função de mais de três outras, com uma considerável quantidade de dados, considerando-se que a Análise de *Clusters* (correspondência) e a Análise de Regressão como as “ferramentas” estatísticas que balizam este estudo, e neste capítulo são mais bem apresentadas; bem como as premissas que indicam o uso da Análise de Regressão para obtenção das equações matemáticas indicando a interação e o “peso” de cada variável na Eficiência Energética Veicular.

Também os Programas computacionais (*Softwares*) utilizados na construção dos Clusters e posteriormente na Análise de Regressão, também apresentados neste tópico.

No capítulo quatro, se apresentará os resultados das análises, os *clusters* obtidos e as equações de Regressão. É o momento da análise de impacto de cada subsistema e as considerações sobre as tecnologias que poderiam ser utilizadas para melhorar a Eficiência Energética, conforme proposto no objetivo.

Para finalizar, o quinto e último capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, os comentários sobre o programa Inovar-Auto e sugestões para trabalhos futuros. A expectativa é que modelo resultante possa servir de orientação à maior exploração para a aplicação das novas tecnologias.

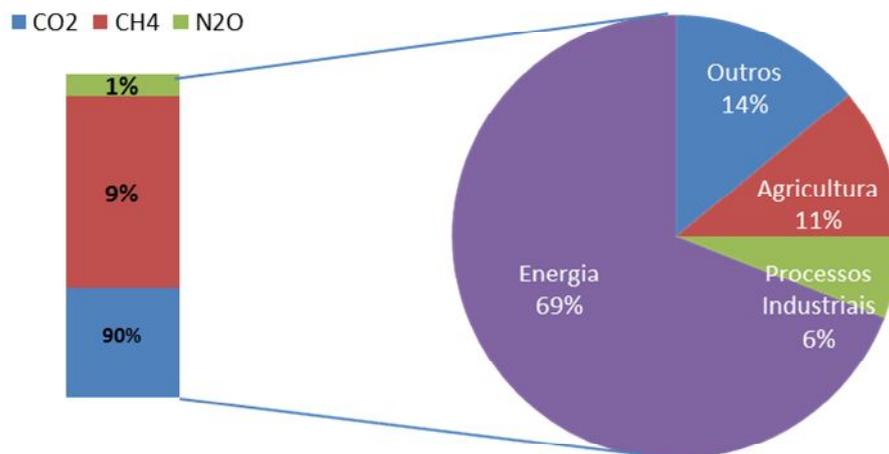
2 REVISAO BIBLIOGRAFICA

Dentre as muitas atividades humanas que produzem gases de efeito estufa, o uso de energia representa, de longe, a maior fonte de emissões; em termos globais este setor, isoladamente, representa 70% das emissões de gases, onde 90% associados à CO₂, provenientes da queima de combustíveis fósseis no final da cadeia energética.

2.1 USO DE ENERGIA E OS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

A distribuição dos setores que apresentam maior impacto nas emissões de Gases Efeito Estufa é representada na Figura 1 onde se verifica que o setor de transporte é o principal contribuinte para este consumo elevado (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA, 2014).

Figura 1 - Distribuição Global das Emissões de Gases de Efeito Estufa (2010)



Fonte: International Energy Agency, 2014

No Brasil, segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2014 (ano base 2013), a produção industrial, transporte de carga e a mobilidade de pessoas respondeu por 66% do consumo de energia; somente o setor de transportes é responsável por 32,0% deste consumo, mas representando 46,9% do total de emissões de CO₂ (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE;, 2014).

Na tabela 1, observa-se que mesmo não sendo o maior consumidor de combustível fóssil na cadeia energética nacional – é superado pelo setor industrial – o setor de transportes é o maior responsável pela emissão de gases provenientes da queima de combustível.

Tabela 1 - Uso da energia no Brasil

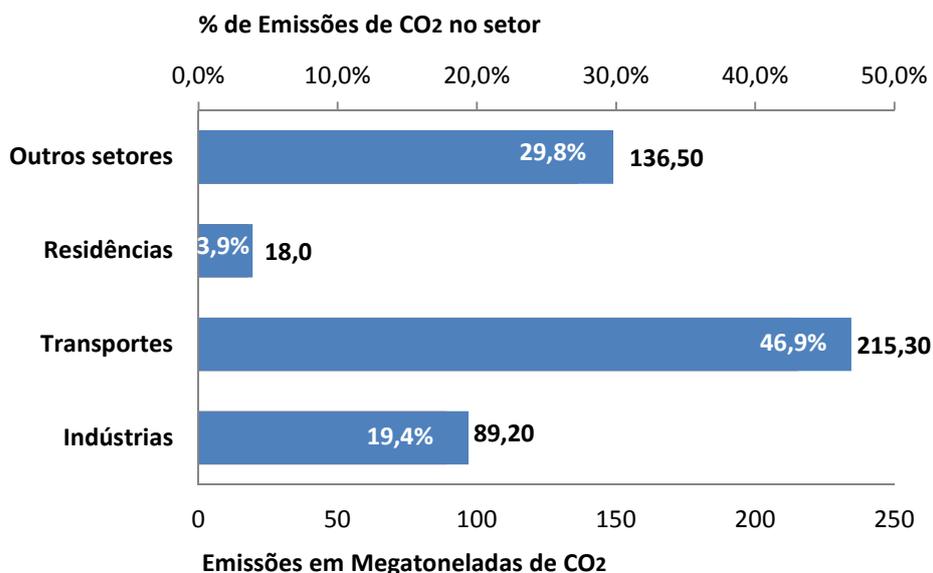
Setor da Economia	Consumo de Energia	Emissões de CO ₂
Indústrias	33,9%	19,4%
Transportes	32,0%	46,9%
Residências	9,1%	3,9%
Outros setores	25,0%	29,8%

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2014

Em 2013, o total de emissões antrópicas¹ associadas à matriz energética brasileira atingiu 459,0 MT CO₂.

A Figura 2 mostra a predominância do setor de transportes como principal responsável, na matriz energética brasileira, pelas emissões totais de CO₂, associadas a queimas dos derivados de petróleo, como gasolina e óleo Diesel ou ainda o Gás Natural Veicular (GNV).

Figura 2 - Emissões totais no Brasil (2013), em Mt CO₂ por setor de atividade



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2014

¹ Termo usado em Ecologia que se refere a tudo aquilo que resulta da atuação humana

Para melhor compreensão, o setor de transportes pode ser classificado em quatro modais: rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário. Desses, o transporte rodoviário é o mais relevante em termos de consumo de energia e também em emissões de Gases de Efeito Estufa. O modal rodoviário também pode ser classificado em subcategorias, em função da massa e do tipo de uso, quais sejam: veículo leve de passageiros, veículo leve comercial, veículo com características especiais para uso fora de estrada e veículo pesado. Dentre essas subcategorias, os veículos leves representam o meio de transporte dominante no setor de transporte rodoviário (SCHIMITT, 2010).

Além disso, o setor de transportes é o que mais rapidamente tem aumentado as taxas de emissões e deve apresentar um crescimento de 2% ao ano, até 2025, devido a ampliação do uso dos diversos modais, considerando já uma compensação por ganhos de eficiência, sejam voluntárias ou por obra de legislação (WILLS, 2008).

O foco deste trabalho não está associado às emissões automotivas, mas será apresentado adiante há uma relação entre emissão de gases, consumo de combustível e eficiência energética. Então, para fins de suporte às discussões futuras serão consideradas as emissões de gases e partículas pelo escapamento do veículo (subprodutos da combustão lançados à atmosfera pelo escapamento) e emissões evaporativas de combustível (lançadas na atmosfera através de evaporação de hidrocarbonetos do combustível);

2.2 EMISSÕES VEICULARES E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

O uso da energia baseada na queima de combustível fóssil está fortemente associado ao setor de transportes, conseqüentemente, o consumo de combustível veicular está cada vez mais em evidência principalmente devido às previsões sobre o esgotamento destas reservas, não renováveis. Mas, em geral, este fato não é suficiente para provocar uma sensibilização para economia de combustível. Exceto por períodos de crise econômica ou especificamente pela “Crise do Petróleo” nas décadas de 1970 e 1980, o preço da gasolina tem reduzido. (TURRENTINE; KURANI, 2006).

Discussão específica sobre economia de combustível em veículos automotores tomou forma a partir do embargo de petróleo pelos países produtores nos primórdios da década de 1970. Na esteira desta crise, o comitê "*Energy Policy and Conservation*" do Congresso Americano, aprovou em 1973 um Ato com o objetivo de reduzir a dependência do país do petróleo estrangeiro estabelecendo o programa *Corporate Average Fuel Economy (CAFE)*, exigindo dos fabricantes de automóveis ações para aumentar a economia de combustível,

ponderado pela média de veículos vendidos no mercado americano. Neste mesmo segmento diversos países também instituíram leis ou criaram medidas de incentivo à economia de combustível fóssil desenvolvendo combustíveis alternativos e veículos com motores muito mais eficientes em termos energéticos. Posteriormente, já com a Crise do Petróleo controlada, a grande preocupação passou a ser o meio-ambiente e as altas emissões de poluentes verificadas em todo o mundo.

Historicamente, à medida que os choques do petróleo foram contornados e os preços internacionais se mantiveram estáveis, as regras e as políticas de controle também foram reduzindo seu efeito e, no Brasil, como os valores das multas por não atender à legislação não tinham correção da inflação este efeito acabou sendo ainda menor. Neste cenário, as montadoras rapidamente voltaram a produzir veículos maiores, mais potentes, rápidos e confortáveis; e a ideia de economia de combustível reduziu seu efeito sobre o consumidor. Veículos econômicos, em termos de consumo de combustível, passaram a ser menores e direcionados para pessoas de menor poder aquisitivo, onde há a perspectiva que, em se economizando combustível haveria a recuperação do investimento feito na compra do veículo. Então, com o mercado oferecendo veículos com diferentes características, *designs*, motorização, conforto e opcionais tecnológicos a questão sobre economia de combustível passou a ser apenas uma variável neste para o mercado; facilmente esquecida quando há queda no preço do combustível (TURRENTINE; KURANI, 2006).

Neste contexto, novas razões surgiram para que maior atenção fosse direcionada para propostas de economia de combustível, sendo duas de maior importância para este trabalho:

- a) a necessidade de reduzir a dependência de petróleo importado pelo justo receio de uma nova “guerra” por preços pelo cartel de produtores induzindo a volatilidade de preços internacionais e,
- b) impactos ambientais criados pela queima de combustível fóssil, principal responsável pelo aumento do efeito estufa, devido em grande parte pela emissão de CO₂, acarretando mudanças climáticas significativas.

A redução no consumo de combustível veicular está diretamente associada à redução da emissão de gases, produzidos na sua queima e, com efeito potencial, na qualidade do ar e no meio ambiente (HARRINGTON, 1997). Então, uma vez que as emissões de CO₂ – principal agente associado ao efeito estufa e aquecimento global – são proporcionais à quantidade de combustível queimado, uma redução no consumo implica também na redução de emissões. Entretanto, mesmo com os benefícios ambientais associados à redução de consumo de combustível fóssil constituindo uma oportunidade de mitigação de emissões dos

Gases de Efeito Estufa o que se verifica nos últimos anos é uma tendência ao aumento da frota de veículos, seja em países desenvolvidos ou emergentes – particularmente no Brasil até 2014 – em nível mundial, com intervalos regulares devido a crises econômicas; ou seja, com preço de combustível relativamente estável no mercado internacional os consumidores procuram sempre por veículo de maior potência, conforto e segurança com preços acessíveis e econômicos, em relação a consumo de combustível (WILLS e ROVERE, 2009). De certa maneira, não há uma sensibilização popular a respeito de emissões veiculares e seus impactos; a relação “custo *versus* benefício”, aparentemente, toma frente na decisão de compra de um veículo novo.

No Brasil, as informações técnicas relativas ao desempenho e consumo de combustível de veículos leves são usualmente disponibilizadas pelos fabricantes para o consumidor; mas por não estarem sistematizadas de forma a ser possível uma análise comparativa entre os veículos, estas informações acabam não recebendo a devida importância. Vendedores e compradores de veículos apenas observam o preço, a potência e os dados de consumo de combustível (cidade e estrada). Dados sobre emissões de poluentes, ou não são apresentados ao consumidor ou são de difícil interpretação e dificilmente são considerados no momento da tomada de decisão pela escolha e aquisição de um determinado modelo (CONPET, 2005).

2.3 DESENVOLVIMENTO DOS COMPONENTES DO VEÍCULO

A Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio Ambiente define um desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2004).

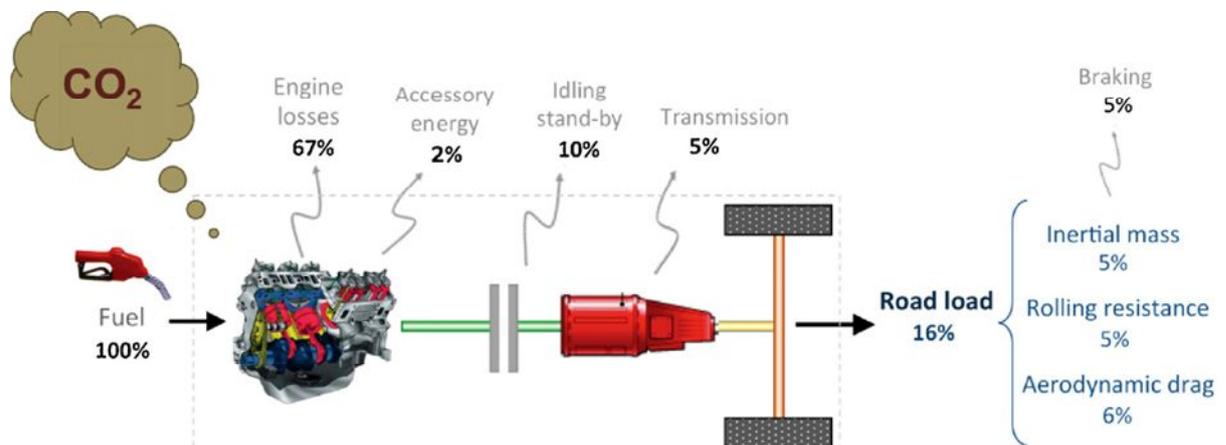
Alcançar soluções para os problemas ambientais e de consumo de combustível que enfrentamos hoje requer não só ações potenciais de longo prazo, como políticas ambientais, conscientização e legislação, como também desenvolvimento adequado de um produto quando as escolhas na concepção, estrutura, materiais e processos irão determinar o modo como o produto influirá no meio ambiente, ou seja, nas consequências que a sua produção acarretará ao longo do seu ciclo de vida.

A indústria automotiva está aumentando seu foco no desenvolvimento de veículos eficientes, concentrando os esforços na melhoria da eficiência veicular em nível sistêmico, para reduzir custos.

Muitas vezes, quando se trata da economia de combustível e conseqüentemente redução de emissões de gases, apenas a eficiência do motor é considerada; entretanto, enquanto alcançar essa economia é desejável, algumas vezes outros atributos de veículos e componentes que afetam a economia são desconsiderados. Os benefícios potenciais de economia de combustível de um motor com um projeto eficiente pode ser inútil se componentes de transmissão e acessórios não são devidamente integrados ou se o motor não corresponde à aplicação do veículo. Além disso, o peso do veículo, o arrasto aerodinâmico, e resistência ao rolamento desempenham um papel chave no projeto (BAGLIONE, 2007).

A fim de desenvolver veículos mais eficientes em termos de combustível, uma maior compreensão da demanda de energia dentro do sistema do veículo é essencial, pois a quantidade de combustível consumido por um veículo em relação a certa distância percorrida é justamente afetada pela eficiência na conversão da energia química proveniente do combustível no tanque do veículo em energia mecânica no motor para que este transmita aos eixos das rodas e em conseqüência, o movimento (ATABANI, BADRUDDIN, *et al.*, 2011).

Figura 3 - Perdas de energia nos sistemas de um veículo



Fonte: Silitonga, Atabani, Nahlia, 2012

Como pode ser visto na Figura 3, apenas 15% a 20% da energia do combustível é utilizado para mover um veículo. O restante é consumido por perdas no motor, acessórios, sistema de transmissão ou pela manutenção em marcha lenta (*idle ou stand-by*), ou seja, quando o veículo está parado, mas o motor continua a funcionar, consumindo combustível.

Tratando-se do projeto do veículo, duas grandes categorias de tecnologia de eficiência são usadas para reduzir o consumo de combustível e as emissões de GEE em veículos. O

primeiro visa melhorar a conversão da energia do combustível em trabalho útil, melhorando a eficiência trem de força (*drivetrain*) e recapturar as perdas de energia. A segunda visa reduzir as cargas que o veículo deve superar, de forças aerodinâmicas, resistência ao rolamento e as perdas associadas com a aceleração à escalada de veículos e colina, assim como cargas de acessórios, para reduzir o trabalho que o veículo deve fazer (KOBAYASHI, PLOTKIN, RIBEIRO, 2009).

2.4 BALANÇO ENERGÉTICO VEICULAR

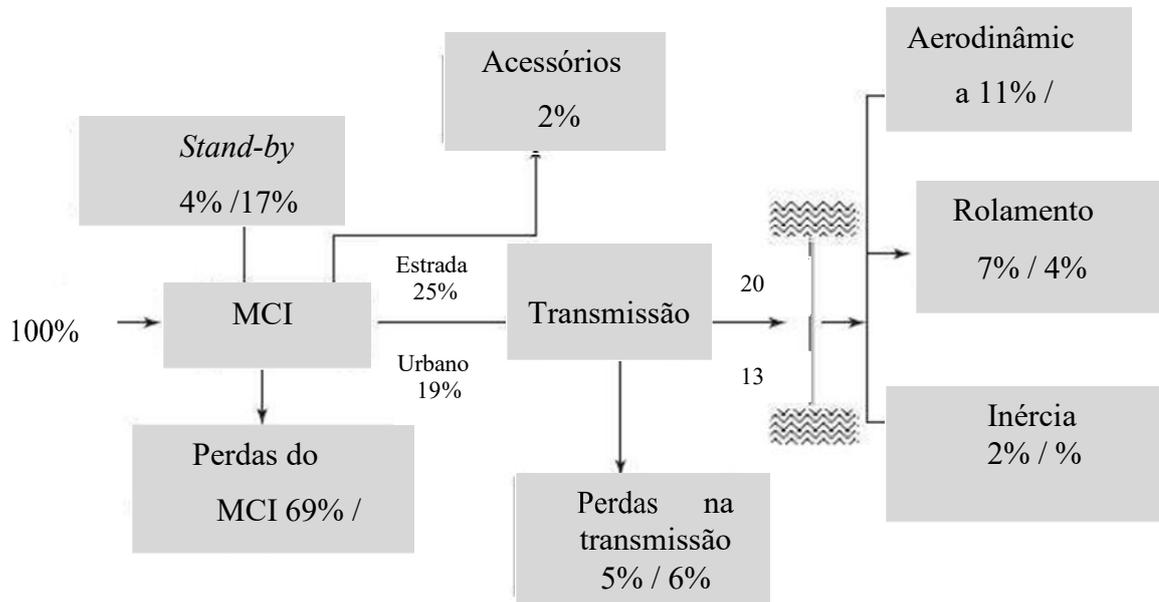
O veículo deve ser entendido como um sistema quando se analisa a sua eficiência energética. Inevitavelmente, cerca de dois-terços da energia disponível no tanque do veículo é perdida na forma de calor durante a conversão da energia química do combustível em energia mecânica no motor do veículo.

Outras perdas ocorrem no sistema de transmissão, no uso dos acessórios do veículo (ar condicionado), direção hidráulica/automática ou elétrica, no sistema de refrigeração do motor e na frenagem. O restante da energia original do combustível transmitida para as rodas (em torno de 13 a 20%) deverá ainda superar a inércia (peso), a resistência do ar (arraste aerodinâmico – *drag resistance*) e a resistência por atrito dos pneus (*rolling resistance*) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2002)

A Figura 4 mostra um exemplo das perdas energéticas em um veículo trafegando no meio urbano e em estrada. Observa-se uma perda significativa de energia (15 a 20%) quando o veículo opera no perímetro urbano, em decorrência das constantes paradas e do período em que o veículo fica em ponto morto ou marcha lenta (*idle - stand-by*). Em percursos em estrada, as perdas em *stand-by* (veículo não para) são menores e o motor opera de forma mais eficiente, e desta forma, maior porcentagem da energia do combustível poderá chegar às rodas.

Com base na distribuição das perdas energéticas de um veículo convencional, os fabricantes de automóveis podem otimizar a eficiência energética veicular a partir de duas maneiras: o aumento da eficiência do *powertrain* e a diminuição do trabalho para movimentar o veículo (peso, aerodinâmica, atrito e acessórios) (NRC, 2002).

Figura 4 - Distribuição da Energia utilizada pelos subsistemas do veículo



Fonte: Schimit, 2010

Adiante, neste trabalho serão listadas e comentadas algumas das tecnologias automotivas que aumentam a eficiência de consumo a partir da revisão da literatura científica sobre este tema e que são aplicadas usualmente na indústria automobilística.

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VEICULAR

Governos, ao redor do mundo, têm trabalhado insistentemente para encontrar soluções para as questões citadas anteriormente – segurança de suprimento de combustível e consequências ambientais relativas a emissões de poluentes - que, apesar de diferentes estão totalmente conectadas como já comentado; cada país busca alternativas próprias, levando em consideração aspectos econômicos, estratégicos (industrialização local) e até sociais (saúde da população) associados. Especificamente no setor automotivo, tem ocorrido nos últimos anos um intenso debate sobre se os padrões de economia onde a tributação do combustível é o instrumento de política mais eficiente para aumentar esta economia de combustível e reduzir as emissões de CO₂ (SCHIMITT, 2010).

Em geral há um reconhecimento global que a adoção de normas e regulações induz a melhorias da economia de combustível, ou pelo menos, em assegurar que a economia de combustível dos automóveis novos não irá deteriorar-se apesar de as preferências dos

consumidores; ou seja, veículos maiores e potentes, fato que naturalmente implicaria em aumento de peso e em consequência, aumento de consumo de combustível. (SOFRONIS, ZACHARIADIS, 2008).

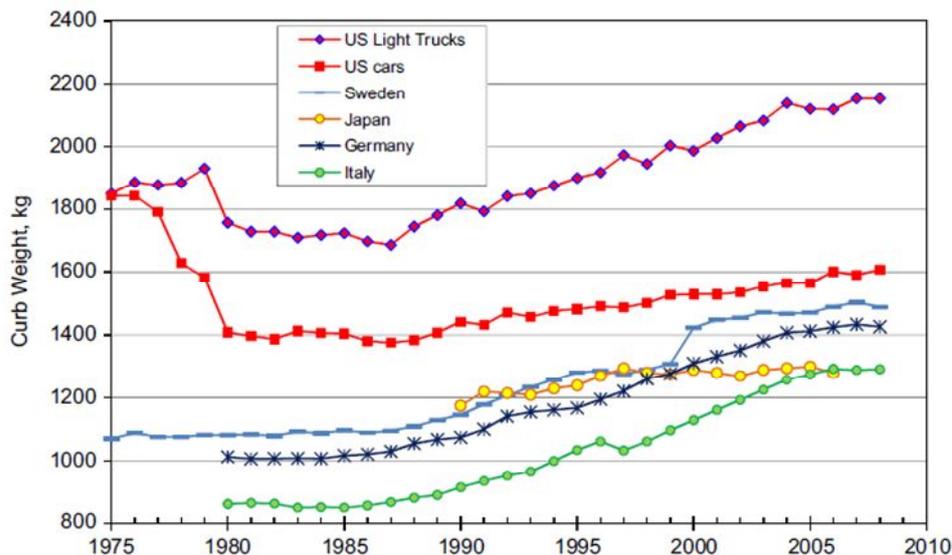
Dentre as várias alternativas de políticas governamentais que visam reduzir o consumo de energia no setor automotivo, três merecem destaque:

- a) regulamentação de padrões de eficiência energética veicular,
- b) programas de etiquetagem e informação ao consumidor e
- c) instrumentos de incentivo à fabricação e aquisição de veículos mais eficientes.

A combinação destas medidas irá refletir nas propriedades de novas tecnologias veiculares para atingir metas de redução de consumo e emissões onde a utilização de veículos mais eficientes é a principal estratégia. Dados sobre a utilização do automóvel e economia de combustível revelam tendências surpreendentes que aponta para mudanças na demanda do petróleo e as emissões de CO₂. Para veículos novos, a economia de combustível da frota em estrada tem aumentado, desde a década de 1990 na União Europeia, Japão e Estados Unidos. (SCHIPPER, 2011).

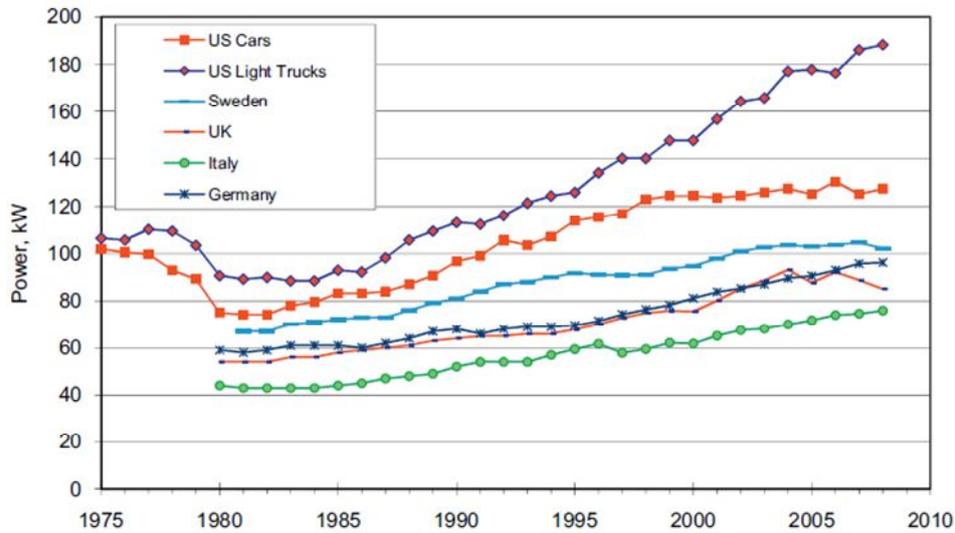
As Figuras 5, 6, 7 e 8 ilustram este comentário.

Figura 5 - Aumento médio da massa veicular (kg): UE, Japão e EUA



Fonte: Schipper, 2011

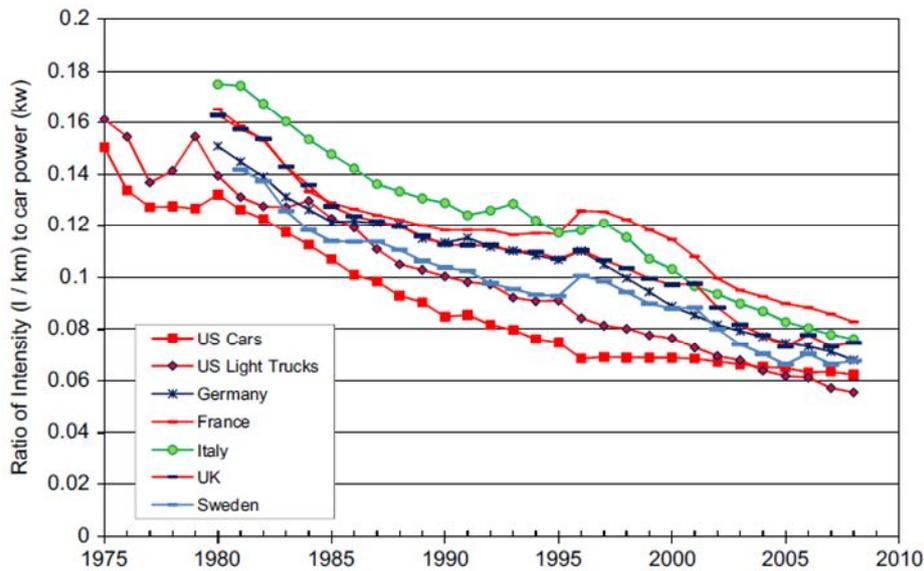
Figura 6 – Aumento da Potência dos veículos (kW): UE, Japão e EUA



Fonte: Schipper, 2011

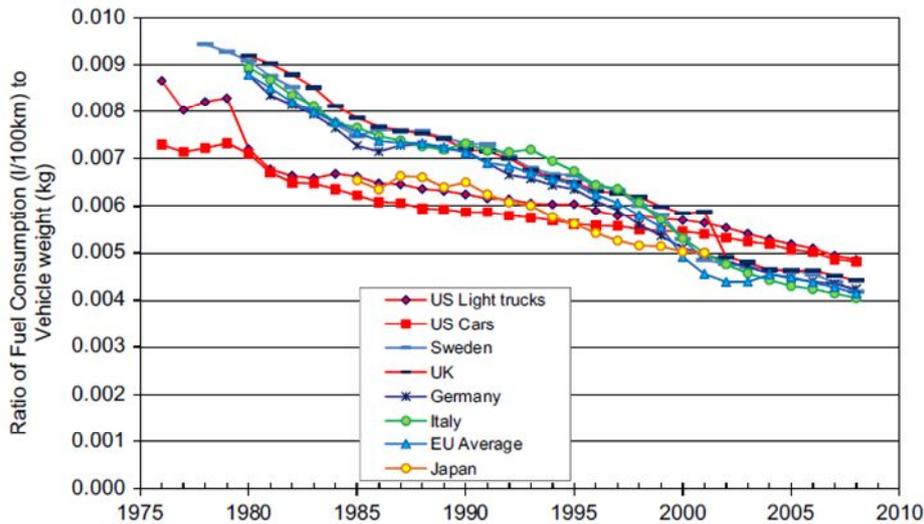
O que se observa, analisando as Figuras 5 e 6 é que tanto o peso dos veículos quanto a potência têm aumentado a partir da década de 1970, independente das questões de relativas à economia de combustível e emissões e poluentes.

Figura 7 – Relação entre Consumo (l/km) e Potência veicular (kW): UE, Japão e EUA



Fonte: Schipper, 2011

Figura 8 - Relação entre consumo (l/km) e massa veicular (kg): UE, Japão e EUA.



Fonte: Schipper, 2011

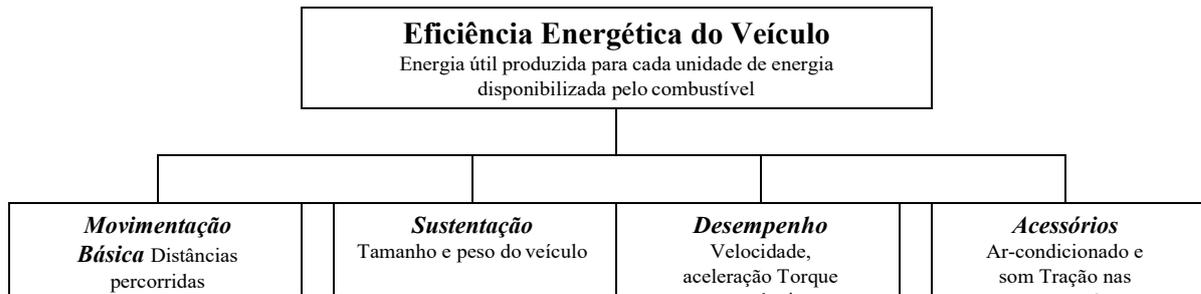
Em um primeiro momento, pode-se dizer que a atenção às questões de segurança e conforto ao usuário demandaram introdução de novos componentes e conseqüentemente a necessidade de motores mais potentes para manter a mesma prestação; entretanto, isso não é válido ao se observar as Figuras 7 e 8 onde se observa que, mesmo com aumento da massa veicular e da potência do motor para compensar esta elevação, no mesmo período a quantidade de combustível consumido (em litros) para percorrer a mesma distância (100 km) tem reduzido significativamente; ou seja, os veículos estão mais eficientes e tecnologicamente mais seguros, confortáveis.

Esta eficiência é tratada como a “energia útil produzida em função da energia disponibilizada na queima do combustível” (PETTERSON, 1996). Portanto, um aumento da eficiência energética significa uma maior quantidade de energia útil produzida na movimentação do veículo para cada unidade de energia disponibilizada pelo combustível. Uma vez produzida, a energia útil será consumida no veículo de quatro formas diferentes:

- na movimentação básica do veículo - percorrer maiores distâncias com a mesma quantidade de combustível;
- na sustentação do veículo - permitir que o veículo com a mesma quantidade de combustível possa ser maior e mais pesado;
- no desempenho do veículo - maiores velocidades, acelerações e torques com a mesma quantidade de combustível e,
- nos acessórios do veículo - disponibilidade de ar-condicionado, direção elétrica ou hidráulica, sistemas de áudio e iluminação (TURRENTINE; KURANI, 2006).

Uma ilustração dos comentários acima pode ser verificada na Figura 9 a seguir, onde se observa que a aplicações de tecnologias, podem implicar na modificação da representatividade energética de cada subsistema veicular.

Figura 9 - Aproveitamento da eficiência energética veicular



Fonte: Abreu, 2007

Desta forma, entende-se que para uma efetiva redução de emissões de CO₂ pelos veículos são necessárias medidas de eficiência energética de maneira a reduzir o consumo específico. Por outro lado, embora o aumento da eficiência energética possa ser uma medida para redução do consumo de combustível há também o efeito contrário, chamado *Rebound*; o aumento da eficiência energética reduz o consumo de combustível por quilometro percorrido, mas, pode ser um incentivo para o aumento dos quilômetros percorridos (GREENING; GREENE; DIFIGLIO, 2000).

O avanço da eficiência energética dos veículos é uma realidade alcançada pelo avanço tecnológico, mas, os custos envolvidos podem tornar impeditiva a aplicação. Neste trabalho, diversas tecnologias custos associados à aplicação serão apresentados para uma análise sobre o efetivo potencial de melhoria possa ser proposto.

2.5.1 Eficiência energética

Este termo encontra diferentes interpretações ou pontos de vista sobre a correta definição adequando-se à atividade na qual é empregado (JAFFE; STAVINS, 1994).

Segundo (PETTERSON, 1996), eficiência energética é um termo genérico e não há uma medida quantitativa inequívoca para sua medida; em vez disso, pode-se apresentar uma série de indicadores para quantificar as “variações” na eficiência energética.

Na literatura que abrange o setor de transporte, a eficiência energética a eficiência energética veicular pode ser definida como a energia útil produzida pelo veículo para cada unidade de energia fornecida pelo combustível que alimenta o mesmo. Os termos mais utilizados em artigos científicos para expressar a eficiência energética veicular têm sido *fuel consumption*, *fuel economy* e *fuel efficiency* ((NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2011).

Em termos de Inovar-Auto a definição de eficiência energética esta expressa em níveis de autonomia expressos em quilômetros por litro de combustível (km/l) ou em níveis de consumo energético (CE) expressos em Mega Joule por quilometro (MJ/km).

2.5.2 Fuel efficiency vs Fuel economy

“*Fuel economy* está associado à economia de dinheiro enquanto que *fuel efficiency* relaciona-se à economia de combustível” (TURRENTINE; KURANI, 2006).

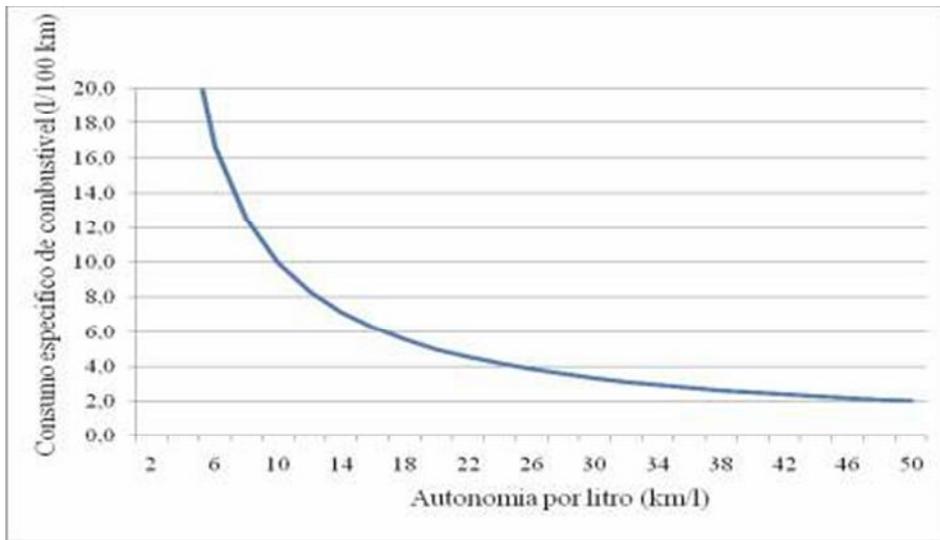
O termo *fuel economy* (economia de combustível ou autonomia), refere-se à distância percorrida por combustível consumido e é expresso em quilômetros por litro (km/l); está relacionado à quantidade de energia útil obtida na queima do combustível e é utilizada principalmente pelos fabricantes de veículos e órgãos reguladores.

O termo *fuel efficiency* ou *fuel consumption* (consumo de combustível) é se refere à quantidade de combustível consumida para se percorrer uma distância, normalmente, de 100 quilômetros sendo expresso em litros por 100 quilômetros (l/100 km). Também é usual se utilizar o termo *fuel economy*, também como eficiência energética (ABREU, 2007). É uma unidade de medida utilizada frequentemente em estudos de Engenharia, pois é empregada diretamente no cálculo do volume de combustível economizado (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2011).

No Brasil, o termo autonomia por litro (ou simplesmente autonomia) é utilizado de forma frequente, e semelhante à *fuel economy* para expressar a eficiência energética veicular, diferindo-se apenas na unidade de medida (km/l).

National Research Council (2002) considera que o consumo específico de combustível (*fuel consumption*) é o termo mais adequado para expressar a eficiência energética veicular, e também mais compreensível ao consumidor do que o termo economia de combustível ou autonomia por litro. A relação entre estas duas medidas – consumo específico de combustível em l/100 km e autonomia por litro em km/l – não é linear, como indica a Figura 10, a seguir (SMITH, 2010).

Figura 10 – Relação entre consumo (l/100 km) e autonomia por litro (km/l)



Fonte: Smith, 2010

2.5.3 Definições básicas

Eficiência energética no setor de transportes é geralmente discutida utilizando terminologia específica. Os termos mais utilizados para quantificar o combustível consumido por um veículo são autonomia por litro (km/l), consumo de combustível (l/100 km) e consumo de energia (MJ/km) (BRASIL, 2011). Neste trabalho, a terminologia utilizada seguirá as definições apresentadas na Portaria 377 do INMETRO (2011), como segue:

- a) autonomia do veículo: é a distância em quilômetros (km) que o veículo percorre com o volume de um tanque de combustível.
- b) autonomia por litro (*fuel economy*): é um número que indica quantos quilômetros um veículo percorre com um litro de combustível;
- c) consumo de combustível (*fuel efficiency*): é o volume de combustível que o veículo consome para percorrer 100 km (cem quilômetros);
- d) consumo de energia: é o consumo de energia em Mega Joule (MJ) por quilômetro percorrido.

Entretanto, boa parte do combustível comercializado no Brasil possui uma quantidade de biomassa renovável, o etanol proveniente da cana-de-açúcar, que é adicionado à gasolina (E22) ou consumido na forma hidratada (E100). Portanto, visando à comparação entre

veículos leves no Brasil, o INMETRO realiza a conversão energética dos combustíveis de maneira a trabalhar com o conteúdo energético dos mesmos, uma vez que o poder calorífico da gasolina é diferente do etanol, 38,92 MJ/kg e 24,80 MJ/kg respectivamente. Portanto, o indicador utilizado para a classificação de veículos dentro de suas respectivas categorias será o nível de consumo energético expresso em Mega Joule por quilômetro (MJ/km) (BERTONCINI, 2014).

2.5.4 Relação do consumo de combustível – Urbano e Estrada

De acordo com o INMETRO, os valores de referência da quilometragem por litro são obtidos a partir de medições de consumo efetuadas em laboratório, de acordo com os padrões NBR 7024 (Ciclos de Teste, que serão apresentados em tópicos seguintes). As medições laboratoriais normatizadas permitem que todos os modelos sejam testados de forma padronizada, em condições controladas e utilizadas em uma comparação uniforme entre modelos de veículos diferentes, dentro de uma mesma categoria.

De acordo com a norma NBR 7024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006), a quilometragem por litro de cada veículo tem como base um ciclo urbano e um ciclo rodoviário. A eficiência de cada veículo é posteriormente calculada por meio de uma média harmônica ponderada, indicada a seguir:

$$Eficiência_{combustível} = \frac{1}{\left(\frac{0,55}{Eficiência_{Ciclo Urbano}} + \frac{0,45}{Eficiência_{Ciclo Rodoviário}} \right)}$$

Onde:

$Eficiência_{combustível}$ = Eficiência combinada, medida em km/l

$Eficiência_{Ciclo Urbano}$ = Eficiência no ciclo urbano, medida em km/l

$Eficiência_{Ciclo Rodoviário}$ = Eficiência no ciclo rodoviário, medido em km/l

No entanto, observa-se que em condições reais de uso do veículo, o rendimento energético costuma ser diferente daquele resultante das medições de laboratório. Características na forma de dirigir do usuário, condições climáticas, padrões de tráfego, uso de acessórios, tipo de solo e cargas impostas aos veículos são fatores que repercutem em variações do consumo de combustível por quilometro de um mesmo veículo (MORAES; MACHADO, 2015).

2.5.5 Determinação da eficiência energética

A conversão entre Consumo de Combustível (km/l) e a Eficiência Energética (MJ/km), utilizando-se o Poder Calorífico (MJ/kg), Densidade (kg/l) e Densidade Energética é indicada na Portaria n° 377, do INMETRO e é apresentada a seguir, no caso deste trabalho, base combustível líquido (BRASIL, 2011):

$$CE = DE / A$$

Onde:

CE = consumo de energia em MJ/km

A = autonomia em km/l

DE = densidade energética em MJ/l

A Tabela 2 indica os valores de Densidade Energética (DE) para cada combustível de referência E0, E22 e E100 (AEH):

Tabela 2 – Conversão: Consumo (km/l) em CE (MJ/km)

	E0	E22	E100 (AEH)
Poder Calorífico (MJ/kg)	43,06	38,92	24,80
Densidade (kg/l)	0,74	0,75	0,81
Densidade Energética (MJ/l)	31,65	28,99	20,09

Fonte: INMETRO, 2011

Nos próximos capítulos, o tema Eficiência Energética será mais abordado e as informações indicadas acima serão úteis, permitindo as avaliações no Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular, permitindo avaliar a situação “atual” de cada montadora e o quanto seria necessário evoluir para alcançar as metas do Inovar – Auto.

2.6 CICLOS DE TESTE - ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os níveis de emissões produzidos por qualquer veículo dependem do modo de operação do veículo e da tecnologia por trás do projeto do mesmo. Os ciclos de ensaios

utilizados para avaliar as emissões produzidas pelos veículos devem representar adequadamente o padrão de condução do veículo real para fornecer a estimativa mais realista destes níveis. No entanto, há uma preocupação crescente com os ciclos de condução representativos utilizados pelas várias entidades certificadoras e reguladoras de veículos (SAMUEL; AUSTIN; MORREY, 2002).

2.6.1 Ciclos de teste automotivos para medição de emissões

Assim como ocorre nos demais países que controlam as emissões de poluentes e o consumo de combustível dos veículos comercializados, normalmente são feitas comparações entre veículos de mesma categoria a partir de um indicador de consumo específico que demonstre ou o combustível consumido ou as emissões de gases pela distância percorrida. Portanto, é habitual ver indicadores de controle específicos como o de galões por milha (g/milha) nos Estados Unidos da América, ou o de litros para cada 100 km rodados (l/100 km) na China, ou ainda o de gramas de CO₂ por quilômetro (g CO₂/km) na União Europeia (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - IEMA, 2011).

No entanto, foi adotado no Brasil um indicador de eficiência energética que apresenta a distância que se pode percorrer com apenas uma unidade de combustível, o quilômetro por litro (km/l), também chamado de autonomia de combustível.

Um procedimento de teste é a base para os padrões de economia de combustível, programas de etiquetagem veicular e outros programas relacionados. Ele fornece os fabricantes, autoridades reguladoras e consumidores um método de avaliar consistentemente o uso de combustível nos diversos modelos.

Para os veículos que utilizam combustíveis fósseis como a gasolina, diesel, gás natural, uma tubulação é ligada ao escapamento do veículo em teste de maneira a coletar os gases durante o ensaio. O carbono coletado no exaustor é utilizado para medir e calcular a quantidade de combustível queimado durante o ensaio e também a quantidade de gases emitidos no teste.

A Figura 11 apresenta um o modelo de uma célula de testes padrão. O ciclo de testes utilizado pode variar em cada país; normalmente o procedimento segue as seguintes etapas:

- a) rodas motrizes do veículo são colocadas em um dinamômetro para simular o ambiente de condução. A energia necessária para mover os rolos pode ser ajustada para ter em conta a resistência do vento e peso do veículo;

dois combustíveis de referência, utilizados nos ensaios descritos na norma NBR 7024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006), estão definidas na Resolução da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – nº 21 de 02 de julho de 2009 e na Resolução ANP nº 23 de 06 de julho de 2010, respectivamente.

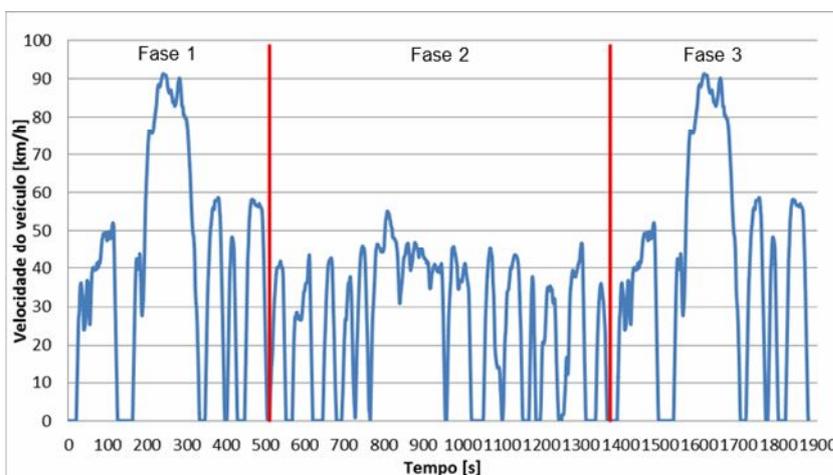
A autonomia combinada é calculada em função do consumo de combustível (km/l), rodando 55% do tempo em ciclo urbano, conforme NBR 6601, e 45% do tempo em ciclo rodoviário, conforme NBR 7024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006). O ciclo urbano é caracterizado por três fases distintas e uma parada, representadas na figura 12. O ciclo tem início na fase fria tem duração de 505 segundos (5,8 km); a fase seguinte é um transiente, estabilizada, que tem duração de 864 segundos (6,3 km). A seguir, tem-se o *hot soak*, que é o período entre as fases 2 e 3 onde há uma parada de 540 segundos mínimo a 660 segundos máximo e ao final, segue repetição da primeira fase, porém a quente, com a mesma duração de 505 segundos (5,8 km). O ciclo rodoviário é caracterizado por uma fase única de duração de 765 segundos (16,5km), representada na Figura 13.

Tabela 3 - Sumários dos Ciclos Urbano e Rodoviário no Brasil

Ciclo	Duração (s)	Distância (km)	Velocidade média (km/h)	Velocidade máxima (km/h)
NBR 6601	1874	17,77	34,20	91,20
NBR 7024	765	16,50	77,77	96,40

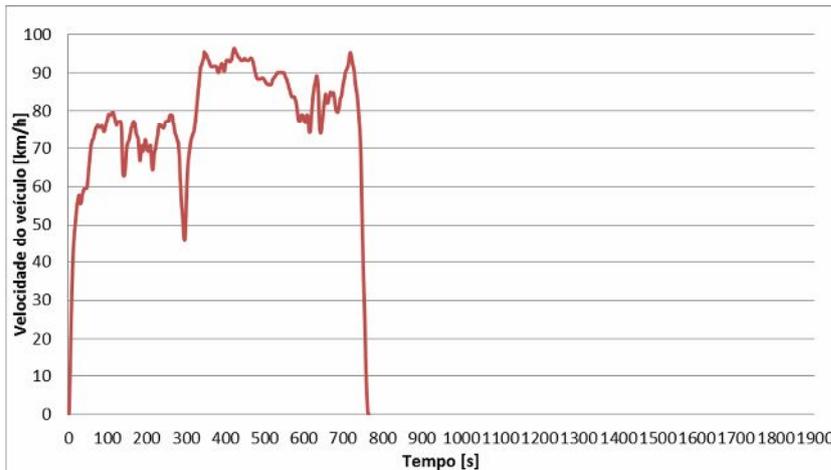
Fonte: Bertoncini, 2014

Figura 12 - Ciclo urbano – NBR 6601: fases 1, 2 e 3



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006.

Figura 13 - Ciclo rodoviário – fase única



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006.

No Apêndice A, se apresenta uma visão genérica sobre padrões de testes utilizados internacionalmente e que serviram como comparativo para a adoção do padrão de referência utilizado no Brasil.

2.7 POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Retomando a questão a respeito das questões de como reduzir as emissões de gases de efeito estufa e reduzir o consumo de combustível, este tópico apenas irá apresentar de maneira genérica, como alguns países vêm tratando questões associadas à eficiência energética veicular e como as metas são definidas, no sentido de tornar as frotas mais eficientes. Em relação às definições no Brasil, esta sim será mais bem avaliada e explicada.

2.7.1 Contexto no Brasil

No Brasil, até alguns anos, não havia uma estratégia para incentivos as montadoras de veículos para melhoria de eficiência de veículos ou mesmo incentivos à compra de veículos novos e tecnologicamente mais eficientes. Como um precedente do maior significado, durante os anos oitenta desenvolveu-se um programa nacional de eficiência nos veículos automotivos, o Programa de Economia de Combustíveis (PECO), formalizado mediante um protocolo firmado em 1979 entre o Governo Federal e as montadoras através de seu representante a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) e implementada nos anos 1980. Um pressuposto importante para este programa foi à existência da norma NBR

7024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006) “Medição do Consumo de Combustível de Veículos Rodoviários Automotores Leves” que permitiu a padronização da metodologia de ensaios, baseando-se na simulação de ciclo de condução real do veículo em cidade e em estrada.

Ainda durante os anos oitenta, como resultado da maior consciência da relevância da poluição atmosférica para a saúde e o bem estar da população, foi possível a cooperação entre instituições federais, estaduais e privadas (ANFAVEA), que levou à instituição do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), que estabelece níveis máximos de emissões para homologação. Os indicadores de consumo, não se encontram limitados, podendo ter uma ampla variação, pois motores mais eficientes são também menos poluentes quando se trata das emissões de CO₂.

Em vigor desde 1º de janeiro de 2013, o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto) foi lançado pelo governo em 04 de outubro de 2012 como parte do Plano Brasil Maior, e tem validade entre 1º de janeiro de 2013 e 31 de dezembro de 2017. O programa voluntário aumentou o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) em 30% para os veículos leves vendidos no país entre os anos de 2013 a 2017 e prevê um desconto de 30 pontos percentuais no IPI para montadoras que aderirem ao programa. Para ter direito ao incentivo, no entanto, os interessados devem cumprir uma série de contrapartidas, que vão aumentar gradualmente a partir do início do programa.

No Apêndice B são se apresenta algumas políticas utilizadas internacionalmente em Estados Unidos, Japão e União Europeia, indicando a grande demanda nas tratativas relacionadas à emissão de gases de efeito estufa.

2.7.2 O Programa INOVAR–AUTO

As medidas introduzidas pelo Programa Inovar-Auto concedem benefícios para as empresas que estimularem e investirem na inovação e em pesquisa e desenvolvimento dentro do Brasil. O novo regime prevê ainda a concessão de créditos presumidos adicionais de IPI para incentivar as empresas a extrapolarem as metas estabelecidas para habilitação ao Inovar-Auto. O governo também estipulou um benefício de até dois pontos percentuais do IPI para os fabricantes que ultrapassarem a meta de habilitação, fixada em 1,82 MJ/km (melhoria de 12,08% em comparação com valores de 2011), como estímulo à eficiência energética. Esse desconto na alíquota do IPI é válido para o período entre 2017 e 2020, e será de um ponto

percentual no caso para as empresas que atingirem a média de 1,75 MJ/km (15,46%) e de dois pontos percentuais, no caso de atingirem 1,68MJ/km (18,84%). A meta-alvo de 1,68MJ/Km equivale à meta europeia de 2015 de 130 g de CO₂/Km.

Para fins deste trabalho, apenas o contexto de melhoria da eficiência energética veicular, as implicações em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que venham a atender este objetivo, além da necessária adesão ao Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) é que serão tratados nos tópicos seguintes. A descrição completa do Decreto n° 7.819 – Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores – não é escopo do trabalho e por esse motivo não será detalhada.

2.7.2.1 O Decreto n° 7819

O programa Inovar-Auto, idealizado pelo governo brasileiro, entrou em vigor em 01 de janeiro de 2013, através do Decreto n° 7.819 de 03 de outubro de 2012 que regulamenta os artigos 40 a 44 da Lei n° 12.715 de 17 de setembro de 2012, com o objetivo de fomentar o crescimento da pesquisa e do desenvolvimento (P&D), da engenharia e da produção industrial local, bem como acelerar a convergência dos limites de emissões regulamentárias aos padrões internacionais. Apesar de este programa vir a deixar de ter validade em 31 de dezembro de 2017, os seus resultados serão percebidos durante anos uma vez que, ao seu término nenhuma das leis e ações em curso serão cancelados; o sucesso do programa Inovar-Auto I, se confirmado, permitirá a criação da segunda fase deste programa, o Inovar-Auto II já a partir do início de 2018.

O Inovar-Auto está baseado em quatro grandes eixos de trabalho, assim, a empresa que se habilitar neste programa deverá se comprometer a ampliar a produção local, a melhorar a Eficiência Energética dos seus produtos e deverá escolher duas das três opções restantes: investimento em Pesquisa & Desenvolvimento ou em Engenharia (industrial) ou inscrição no Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV).

Os principais benefícios da adesão ao Programa Inovar Auto, são tributários, através de crédito presumido de trinta pontos percentuais de IPI para as empresas que se habilitarem ao regime (a partir da data de habilitação). Apesar de a adesão ao Inovar-Auto, ser facultativa, a criação do programa se deu pouco depois de um aumento de justamente 30 pontos percentuais no IPI de automóveis; ou seja, a adesão ao Programa gera um diferencial competitivo relevante para as empresas. A partir de 2017, há a possibilidade de abatimento

adicional de um ou dois pontos percentuais de IPI, dependendo do consumo energético dos veículos fabricados pela empresa.

2.7.2.2 Habilitação ao programa no contexto de eficiência energética

De acordo com a redação do Anexo II do Decreto nº 7.819 de 2012, para a empresa se habilitar ao Programa Inovar-Auto, no caso dos veículos leves, esta deverá se comprometer a cumprir, até o dia 1º outubro de 2017, compulsoriamente, à exigência de consumo energético máximo (CE1), em MJ/km, calculado conforme a seguinte expressão:

$$CE1 = 1,155 + 0,000593 * (M \text{ empresa habilitada})$$

Onde M empresa habilitada é a massa média, em kg, de todos os veículos leves comercializados no Brasil pela empresa, ponderada pelas vendas ocorridas nos doze meses anteriores ao mês no qual será feito o cálculo. O cálculo do consumo energético atingido por cada empresa habilitada será baseado no ciclo de condução combinado descrito na norma NBR 7024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006).

Para habilitação ao programa, os veículos de passageiros que são comercializados no país deverão ter uma melhoria obrigatória mínima de 12,08% em eficiência energética para 2017 (equivalente a 1,68MJ/km), em relação aos níveis de 2012; em termos de emissões de gases tem-se como limite 1,30g de CO/km. Esta meta, de certa maneira ambiciosa em função da necessidade de adaptação peças montadoras, teve por referência níveis da Europa (EURO IV) adaptados ao Brasil (L6) devido às diferenças de ciclo de condução, características do veículo, combustível e especificações das estradas.

2.7.2.3 Obtendo créditos adicionais

Além da obtenção de créditos de 30% do IPI ao se habilitar ao Programa, as empresas também poderão se qualificar para um desconto de 1% ou 2% no IPI, atendendo a metas mais agressivas.

Para se credenciar - neste caso de maneira voluntária - à redução de alíquota de dois pontos percentuais do IPI, a empresa deverá cumprir a meta de consumo energético menor ou igual ao valor máximo calculado de acordo com a expressão (MJ/km):

$$CE2 = 1,067 + 0,000547 \times M(\text{empresa habilitada})$$

Para se credenciar à redução de alíquota de um ponto percentual do IPI, a empresa deverá cumprir a meta de consumo energético menor ou igual ao valor máximo calculado de acordo com a expressão (MJ/km):

$$CE3 = 1,111 + 0,000570 \times M(\text{empresa habilitada})$$

As metas adicionais refletem à meta global de todos os veículos comercializados no país no período de 01 Outubro de 2016 a 30 de Setembro de 2017.

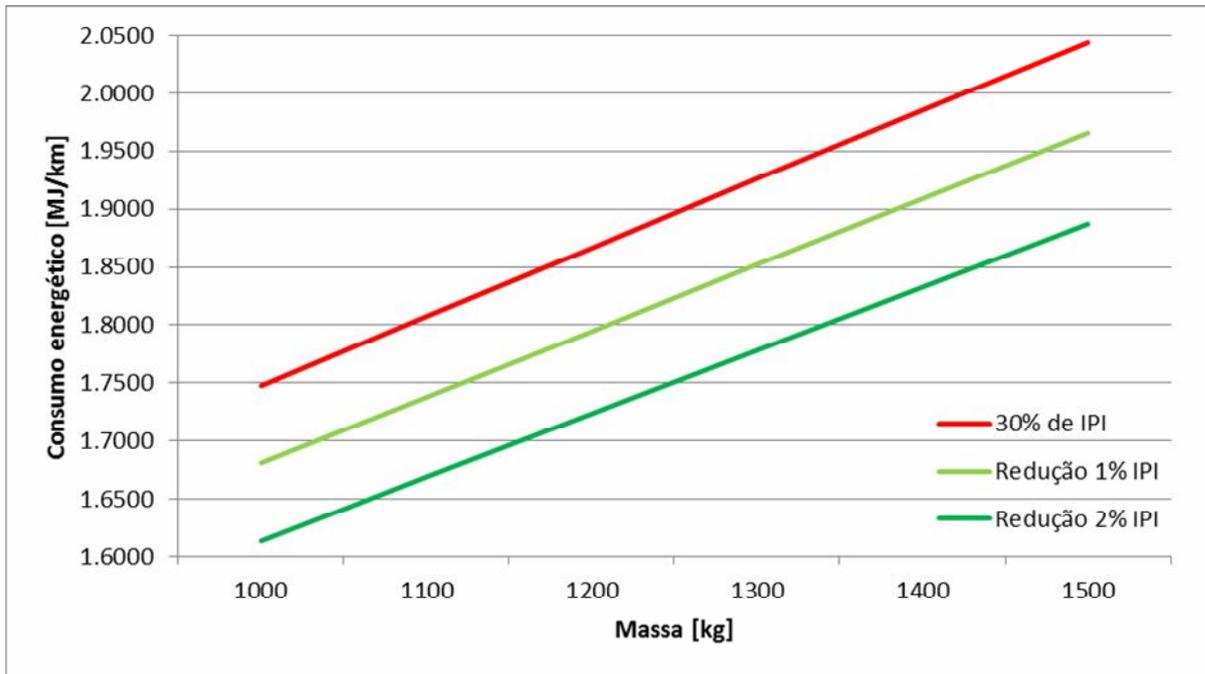
Tabela 4 - Metas de Eficiência Energética no Inovar-Auto

Metas	Autonomia (km/l)		Consumo energético (MJ/km)	Incremento de eficiência energética (%)
	Gasolina (E22)	Álcool(E100)		
Linha de base - 2012	14,00	9,71	2,07	
Habilitação	15,93	11,04	1,82	12,08%
Redução de 1% no IPI - 2017	16,57	11,48	1,75	15,46%
Redução de 2% no IPI - 2017	17,26	11,96	1,68	18,84%

Fonte: Brasil, 2012

Os cálculos de consumo energético apresentados acima, na Tabela 4, geram o gráfico de consumo energético pela massa média em ordem de marcha (MOM), conforme a apresentada na Figura 14:

Figura 14 - Consumo energético pela massa média



Fonte: Brasil, 2012.

Para as empresas cujo valor de consumo energético pela massa média de sua produção estiver acima da linha vermelha haverá uma sobretaxação de 30% do IPI, colocando-as numa situação crítica quanto à competitividade dos seus produtos frente aos seus concorrentes. No entanto, se este valor estiver entre as linhas vermelha e verde-clara, não haverá qualquer alteração sobre o IPI aplicado. Já a empresa que se posicionar entre as linhas verde-clara e verde-escura poderá se beneficiar de uma redução de um ponto percentual de IPI e, a empresa que for além e se posicionar abaixo da linha verde-escura, irá se beneficiar de uma redução de dois pontos percentuais de IPI, colocando-a numa situação de referência energética e de preço frente à concorrência. Como referência, o consumo energético pela massa média em ordem de marcha das montadoras no Brasil em 2012 foi de 2,07 MJ/km a 1115,5 kg (INMETRO, 2012).

Para atingir as metas de eficiência energética e obter créditos ou, no mínimo, evitar taxaço, as empresas terão que incorporar novas tecnologias nos veículos, elevando o padrão nacional com produtos de maior valor agregado.

2.7.2.4 Investimentos em pesquisa e desenvolvimento

Os investimentos em P&D é a maneira correta para que as empresas nacionais possam se tornar eficientes e competitivas. Aliado a esta tendência, a nova política industrial para o setor automotivo (Inovar-Auto) pretende elevar o nível tecnológico associado aos produtos e processos da indústria automotiva nacional por meio de incentivos à P&D visando o desenvolvimento e produção de veículos mais modernos, seguros e eficientes. O foco é a tentativa de equiparar o desenvolvimento tecnológico nacional, com padrões de países desenvolvidos, beneficiando não só as empresas automotivas, mas também os consumidores que terão a possibilidade de adquirir veículos seguros e ambientalmente corretos.

“A empresa habilitada deverá realizar gastos com pesquisa e desenvolvimento correspondentes, no mínimo, aos percentuais listados na Tabela 5 incidentes sobre a receita bruta total de vendas de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda” (BRASIL, 2012).

Tabela 5 - Gastos com P&D pelo ano-calendário

Ano calendário	Percentual
2013	0,15%
2014	0,30%
2015	0,50%
2016	0,50%
2017	0,50%

Fonte: Brasil, 2012

2.7.2.5 Adesão ao Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular

Ainda como parte integrante deste trabalho, considerando a habilitação ao Programa Inovar-Auto, a empresa deverá aderir ao Programa de Etiquetagem Veicular definido pelo Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e estabelecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), com eventual participação de outras entidades públicas, com os seguintes percentuais mínimos de veículos a serem etiquetados, no âmbito do programa, indicados na Tabela 6:

Tabela 6 – Percentual de modelos a serem etiquetados pelo ano-calendário

Ano calendário	Percentual
2013	36%
2014	49%
2015	64%
2016	81%
2017	100%

Fonte: Brasil, 2012.

2.7.3 Programas de etiquetagem veicular

Consumidores de veículos cada vez mais se deparam com um crescente número de características e opções veiculares que dificultam a sua escolha no momento da compra. Embora existam informações a respeito do consumo específico e das emissões veiculares, algumas vezes estas informações são difíceis de serem entendidas e nem sempre o consumidor tem acesso fácil às mesmas. Os consumidores precisam de informações comparativas a respeito do consumo específico e/ou das emissões de CO₂ para que possa analisar as possibilidades e opções para escolher um veículo mais eficiente. Em função disto, a maior parte das medidas de adoção de padrões que refletem a eficiência energética é acompanhada simultaneamente pela adoção de programas de informação ao consumidor, como verificado anteriormente como premissa para habilitação ao Inovar-Auto.

Antes que os políticas governamentais direcionassem as empresas a adotarem programas de informação ao consumidor, os fabricantes de veículos forneciam apenas informações de consumo específico dos modelos produzidos por eles e que eram disponibilizadas no próprio manual do proprietário. Este tipo de informação é útil, mas, no entanto, não facilita a realização de comparações que ajudem o consumidor a tomar uma decisão de compra. A implantação de programas de informação ao consumidor cria a necessidade de se compilar dados de consumo específico e/ou emissões de todos os fabricantes de maneira a tornar possível a comparação entre os veículos. Outro ponto importante é a necessidade de se disseminar estas informações de modo claro a fim de atingir o consumidor antes da decisão de compra, ou seja, no ponto de venda.

2.7.3.1 Método de implantação

Conforme apresentado anteriormente na Tabela 4 e sem maior detalhamento, a implantação dos padrões de eficiência energética veicular pode ser obrigatória (compulsórios) ou voluntária.

Padrões obrigatórios são normas que estipulam um valor máximo de consumo específico ou mínimo de eficiência de consumo. Estes limites podem ser definidos para determinados grupos de veículos ou para a frota como um todo. Por sua vez, padrões de emissão de CO₂, que também refletem a eficiência energética, determinam um valor máximo de emissão para certos veículos de uma frota ou para toda a frota em questão.

Alguns países desenvolveram seu próprio protocolo de testes para medição de emissões e de eficiência de consumo ou consumo específico, sendo estes protocolos adotados por outros países. O elemento chave de um protocolo de teste é o ciclo de direção desenvolvido de modo a representar os padrões de direção dos veículos em uso de cada país. O ciclo de direção é uma curva velocidade versus tempo a ser seguida em cada ensaio e que já foi apresentado em capítulo anterior deste trabalho.

Padrões voluntários são acordos firmados entre o governo e os fabricantes de veículos, para estipular um valor máximo de consumo específico, mínimo de eficiência de consumo ou máximo de emissão de CO₂. Estes limites, assim como os limites obrigatórios, podem ser definidos para determinados grupos de veículos ou para a frota como um todo. Os padrões voluntários também podem diferir quanto ao rigor, à forma, à abrangência e ao teste utilizado para medir o consumo específico ou as emissões do veículo.

Em termos de sistema de informação, baseado em etiquetagem veicular, dois tipos básicos se destacam, o sistema não comparativo e o sistema comparativo (ABREU, 2007).

No sistema não comparativo as etiquetas e os guias apresentam apenas o valor do consumo específico, ou da eficiência de consumo e/ou das emissões de CO₂ do veículo, sem compará-lo aos de outros veículos. Este tipo de sistema reflete uma solução simples, de fácil aceitação por parte da indústria automobilística, mas que dificilmente apresenta informação adicional ao consumidor visto que normalmente é disponibilizada nos manuais do veículo e em panfletos de divulgação do mesmo.

Já no sistema comparativo as etiquetas e os guias podem primeiramente apresentar dois tipos de comparação. A comparação absoluta, quando feita em relação a todos os tipos de veículos vendidos, ou a relativa quando feita com base nos veículos similares agrupados por preço, massa, potência ou por tamanho. Outro critério também aplicado na comparação

relativa é a distinção ou não do combustível utilizado. A definição do fator de comparação (consumo específico, eficiência de consumo ou emissões de CO₂) vai depender do público alvo definido na elaboração das estratégias.

2.7.3.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)

De acordo com Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMATM), em 1983 foi instituído o Programa Nacional de Economia de Combustível (PECO), cuja principal medida foi a publicação dos valores de consumo de combustível obtidos por meio de ensaios padronizados, de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2006). Este programa, que previu o estabelecimento de metas de consumo de combustível, foi descontinuado em 1987.

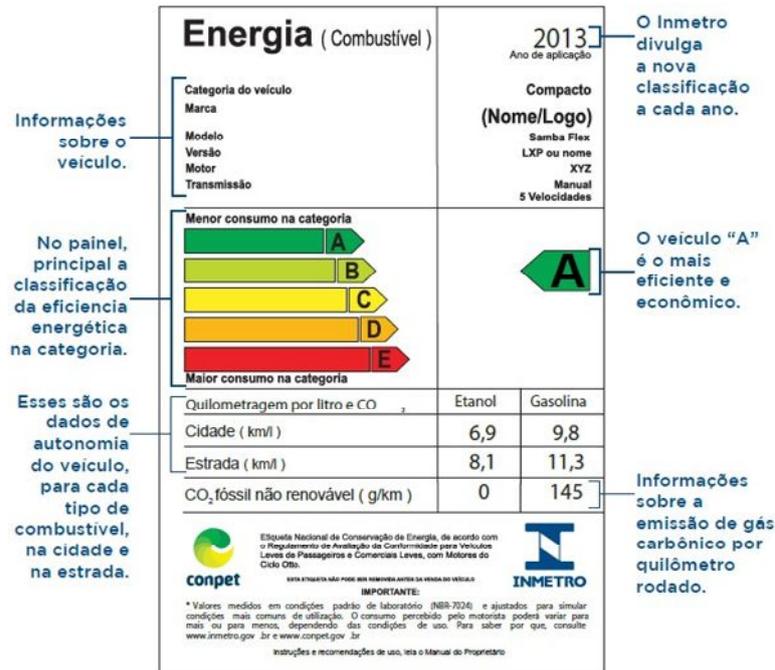
Em 1991 foi instituído o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) para promover o desenvolvimento de uma cultura de redução de desperdício no consumo dos recursos naturais não renováveis que, até meados de 2000, focou as suas atividades na capacitação para a adequada manutenção de frotas cativas de ônibus e caminhões, inspeções de opacidade, cursos de educação ambiental e etiquetagem de eletrodomésticos a gás.

Em 2005 a coordenação do CONPET, em conjunto com o INMETRO, instituiu um grupo técnico para a discussão de um programa de etiquetagem para veículos leves. Como resultado deste trabalho foi criado, em novembro de 2008, através da portaria INMETRO nº 391, o Regulamento de Avaliação da Conformidade para Etiquetagem de Veículos Leves de Passageiros e Comerciais Leves com Motores do Ciclo Otto - PBEV, estabelecendo o programa voluntário de etiquetagem veicular no Brasil.

2.7.3.3 Objetivos do programa

O objetivo deste programa é a promoção da melhoria da eficiência energética dos veículos leves por meio da adoção de uma etiqueta que disponibiliza as informações de eficiência e a classificação de consumo de um determinado veículo em relação aos demais de mesma categoria (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - IEMA, 2011).

Figura 15 - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Veicular



Fonte: CONPET, 2012.

A divulgação destes dados de desempenho energético tem por objetivo disponibilizar ao consumidor informações que lhe permitam tomar uma decisão quando for comprar um veículo, estimulando assim a venda dos veículos mais eficientes. Desta maneira, este programa faz uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, que tem sido aplicada em todos os demais programas de etiquetagem nacional, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBEV). A figura 15 apresenta o modelo de etiqueta utilizada no programa.

Portaria n.º 377, de 29 de setembro de 2011 apresenta a classificação dos veículos por categorias ou agrupamento de modelos definido em função da área ou uso do veículo; sendo esta determinada pelo produto do comprimento máximo, excluindo-se saliências dos para-choques e o conjunto de roda e pneu sobressalente quando afixado externamente, pela largura máxima medida, excluindo-se os retrovisores externos.

A Tabela 7 apresenta esta classificação, de maneira resumida, já com indicação das categorias que serão utilizadas posteriormente neste trabalho.

Tabela 7 - Categorias de veículos pelo INMETRO

Categoria	Área (<i>footprint</i>)
Subcompacto	$(6,0 \pm 0,1\text{m}^2 \leq 6,5 \pm 0,1\text{m}^2)$
Compacto	$(6,5 \pm 0,1\text{m}^2 \leq 7,0 \pm 0,1\text{m}^2)$
Médio	$(7,0 \pm 0,1\text{m}^2 \leq 7,5 \pm 0,1\text{m}^2)$
Grande	$(7,5 \pm 0,1\text{m}^2 \leq 7,5 \pm 0,1\text{m}^2)$
Utilitário Esportivo Compacto	$(8,0 \pm 0,1\text{m}^2 \leq 8,5 \pm 0,1\text{m}^2)$

Fonte: INMetro, 2011

A partir desta categorização, também são definidos os valores de Eficiência Energética esperada para o PBEV.

No Apêndice C são apresentadas as tabelas da Portaria n.º 377 com a classificação da Eficiência Energética referência para o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (BRASIL, 2011).

A título de informação, em 2015 o PBEV contou com a adesão voluntária de 36 fabricantes representados por 693 modelos / versões de automóveis na categoria Comerciais Leves; destes 165 modelos apresentavam Etiqueta com indicação de Eficiência, representando 23,80%. Já em 2016, com incentivos do Inovar-Auto mais evidentes, 35 fabricantes ou marcas, representados por 965 modelos / versões, na mesma categoria já tenham representatividade de 29,70% no programa de etiquetagem veicular, ou seja, 287 modelos ou versões apresentavam a etiqueta veicular.

O aumento da adesão dos fabricantes de automóveis pode ser visto como um bom indicador do desenvolvimento e aprimoramento do programa que, em seu início contava apenas com Cinco montadoras e 54 modelos e/ou versões inscritos.

2.8 PARÂMETROS QUE INFLUEM NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Aparentemente é perceptível que a que a redução de peso do veículo tem o potencial de reduzir o consumo de combustível; isto porque a reduzindo-se a massa do veículo, as forças de inércia que o motor tem de “ultrapassar” à medida que o veículo é acelerado também serão reduzidas, ou seja, diminuindo também a energia necessária para deslocar o veículo.

2.8.1 Fundamentos sobre movimento do veículo

Para entender o impacto físico do peso do veículo no consumo de combustível, os parâmetros principais que têm relação no balanço energético veicular podem ser avaliados na relação a seguir, proposta por (CHEAH, 2010).

$$FC = \frac{\int b_e \cdot P dt}{\int v dt} = \frac{\int b_e \cdot \left(\frac{F_t \cdot v}{\eta} \right) dt}{\int v dt}$$

Onde:

FC = consumo combustível ou autonomia - “*fuel consumption*” (l/km);

b_e = consumo específico – obtido a partir da curva característica do motor;

P = Potência de saída ou fornecida pelo motor (kW);

t = tempo (s ou h);

v = velocidade instantânea do veículo (m/s ou km/h);

F_t = força de tração (kN);

η = eficiência ou rendimento do trem de força – “*drivetrain*”;

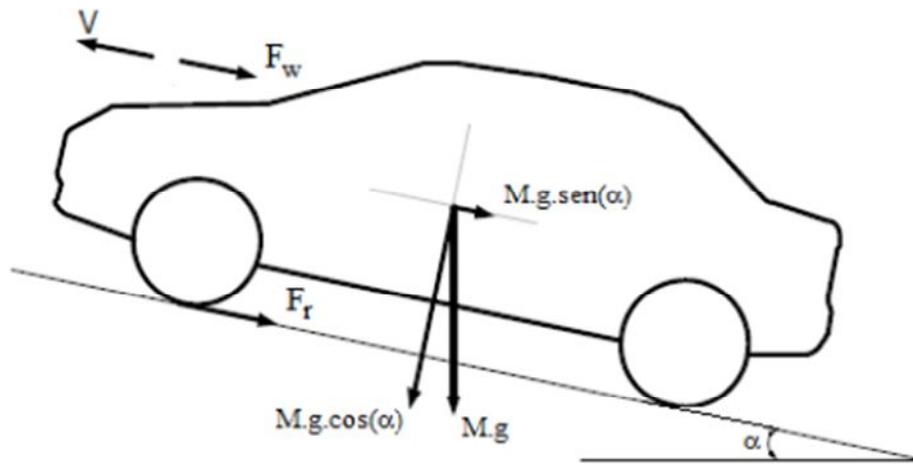
O dimensionamento de um sistema de tração é importante para a previsão do desempenho e da autonomia em qualquer veículo automotor; os fundamentos que descrevem o comportamento dos veículos baseados nos princípios gerais da mecânica, como indicado anteriormente serão mais bem detalhados na sequência. Parâmetros de desempenho como velocidade, capacidade de aclone, aceleração e consumo de energia serão abordados de uma maneira bem simplificada (TANAKA, 2013).

Visando maximizar a eficiência energética de qualquer veículo, a massa, o coeficiente aerodinâmico e a resistência ao rolamento devem ser minimizados enquanto que ao mesmo tempo as eficiências do motor / acionamento e transmissões são maximizadas.

2.8.2 O Movimento veicular

As características de movimento de um veículo em uma direção específica são determinadas pelas forças atuantes no veículo, nessa direção.

Figura 16 - Forças atuando em um veículo



Fonte: Tanaka, 2013

O primeiro passo é determinar uma equação para a força de tração, que é a força que impulsiona o veículo, transmitidas ao solo através das rodas.

Considerando-se um veículo de massa “m”, deslocando-se a uma velocidade “v”, em uma rampa com inclinação “α” como indicado na Figura 16, a força propulsora que traciona o veículo deve:

- superar a resistência ao rolamento;
- superar a resistência aerodinâmica;
- superar o aclave, ou seja, fornecer a força necessária para superar o componente peso do veículo na direção do movimento;
- acelerar o veículo para atingir a velocidade desejada (TANAKA, 2013)

A seguir, a descrição desta equação: (CHEAH, 2010)

$$F_i = F_{ROLL} + F_{ACC} + F_{DRAG} = (f \cdot mg) + (ma) + \left(\frac{1}{2} C_D \cdot \rho_{AIR} \cdot v^2 \cdot A \right)$$

Onde:

F_T = Força Trativa (N);

F_{roll} = Resistência ao Rolamento (N);

F_{acc} = Resistência à Aceleração (N);

f = coeficiente de resistência ao rolamento (0,01 a 0,35) (TANAKA, 2013)

g = aceleração da gravidade (m/s^2);

a – aceleração do veículo (m/s^2);

C_D ou C_x – Coeficiente de resistência aerodinâmica (0,15 a 0,5) (TANAKA, 2013);

ρ_{ar} – densidade do ar (kg/m^3);

A = área frontal d veículo (m^2);

v = velocidade instantânea do veículo (m/s);

Para fins de estudo neste trabalho, as avaliações de Eficiência Energética têm como base os dados extraídos do CONPET com as, medições realizadas em Ciclos de Teste padrão, conforme normas ABNT. Estas avaliações são realizadas em Dinamômetro de Rolo plano (ver item 2.6), ou seja, sem inclinação; logo, “ α ” = 0° .

2.9 TECNOLOGIAS PARA MELHORA DE EFICIÊNCIA VEICULAR

Neste momento, verificam-se as opções tecnológicas que podem suportar a melhoria de eficiência energética veicular e também do sistema de propulsão e que poderiam ser aplicadas pela indústria automobilística brasileira, considerando veículos convencionais (não híbridos ou elétricos).

2.9.1 Introdução

Em princípio, avaliam-se as principais tecnologias que elevam de modo incremental à eficiência energética nos veículos comerciais leves de propulsão convencional (Ciclo Otto) atual padrão de Motor de Combustão Interna (MCI).

Para analisar a eficiência energética e a consequente economia de combustível, o veículo deve ser entendido como um sistema, onde a economia de é apenas um dos atributos de desejo do consumidor; desempenho, segurança, conforto, confiabilidade, estilo e custo também são características importantes. Portanto, os fabricantes devem avaliar entre estas características, por vezes conflitantes para produzir veículos que os consumidores acham atraente, acessível e confiável, mas que também respeitem as regulamentações e ainda deem lucro (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2011).

Algumas alternativas tecnológicas aplicadas pelas montadoras de veículos, após estudos e pesquisas são apresentadas a seguir:

2.9.2 Alterações em Veículo

Excluindo-se as perdas do sistema de tração do veículo, o arraste aerodinâmico é responsável por 25% das perdas remanescente em ciclos urbanos e de 40-45% em ciclos rodoviários (IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012). A redução do coeficiente aerodinâmico é uma forma de redução da autonomia por litro em veículos leves.

2.9.2.1 Redução do coeficiente de arrasto aerodinâmico (Cx)

Existem diversas maneiras para reduzir o arrasto aerodinâmico ou como é conhecido o termo em inglês “*Drag Resistance*”; mas a mais comum é através do *design* do veículo com alterações ou mesmo remoção de apêndices aerodinâmicos externos, como espelhos retrovisores, para-choque. A adoção de defletores de ar frontais, defletores no assoalho e sistemas automáticos de asas posicionadas à frente do veículo também podem ser parte do projeto, visando reduzir o arrasto proporcionado pelo ar.

2.9.2.2 Redução da massa do veículo

A massa do veículo impacta fortemente tanto a eficiência energética quanto o desempenho de aceleração de um veículo. No entanto, isso implica em retirada de material ou então, utilização de matérias mais leves, mas de mesma que apresentem a mesma eficiência e segurança que os usualmente utilizados principalmente à base de Aço.

A redução da Massa Veicular tem propiciado diversos estudos de equipe de engenheiros de estrutura veicular ou de materiais; uso de Alumínio e suas ligas, novos polímeros (materiais plásticos) ou mesmo novas fibras para confecção de tecidos são os itens mais usuais e conhecidos, mas também novas técnicas e conceitos de estrutura (soldas e processos de estamparia de chapas) também têm contribuído para a redução de massa veicular.

2.9.2.3 Resistência ao rolamento dos pneus ou “rolling resistance”

A resistência de rolamento é outro tipo de força que se opõe ao movimento do veículo, em decorrência do processo repetitivo de deformação do pneu em contato com o solo. A resistência ao rolamento depende da construção, do design, dos materiais que compõem o

pneu, bem como de sua manutenção e condições de operação. O coeficiente de resistência ao rolamento nos veículos leves varia entre 0,070 a 0,014 e a redução de 10% na resistência ao rolamento pode propiciar uma economia de combustível de 1 a 2%.

A resistência ao rolamento em pavimentos duros a baixas velocidades é o principal fator de resistência ao movimento do veículo. Diferentemente das outras forças de resistência ao movimento do veículo que só atuam em condições específicas, a resistência ao rolamento se manifesta a partir do início do movimento do veículo.. Além disto, boa parte da potência gasta por um pneu em movimento é transformada em calor para o próprio pneu. Desta maneira, as resistências à abrasão e à fadiga do pneu são reduzidas à mesma proporção em que o pneu aquece, limitando o desempenho e a vida útil do mesmo (BERTONCINI, 2014). Do ponto de vista tecnológico, os chamados “pneus verdes” apresentam menor coeficiente de resistência ao rolamento, ajudam a reduzir o consumo de combustível, sendo aplicados cada vez mais nos veículos modernos.

2.9.2.4 Redução de massa de acessórios

Outra maneira de reduzir massa do veículo pode reduzir significativamente o consumo de combustível. Em média, para a cada 10% de redução do peso de um automóvel ocorre uma redução de consumo de 7%. Basicamente, a redução de peso de um veículo pode ser obtida por substituição por materiais mais leves, mas neste caso a questão é sobre acessórios; ou seja, itens considerados de conforto ao usuário e que normalmente não podem ser desconsiderados. Ar Condicionado, por exemplo, representa uma massa significativa, pois há um compressor e tubulação necessários ao sistema. Além disso, equipamentos multimídia, navegadores e itens de suporte à direção também elevam a massa global de um veículo. As alternativas, neste caso, são os módulos eletrônicos de controle que permitem a integração de sistemas ou seja equipamentos multimídia com áudio, vídeo e navegador integrados; sistemas de alarme, travas também integrados. Assim, uma única central de comando eletrônico faz a gestão de diversos sistemas de conforto e auxílio a direção.

2.9.2.5 Sistema de partida integrada (Start Stop System)

Esses sistemas desligam o motor automaticamente quando o veículo para e o (re)liga instantaneamente quando o acelerador é pressionado. Dependendo tipo e do tamanho da bateria, é possível converter parte da energia mecânica perdida na frenagem em eletricidade

através do sistema de regeneração dos freios, armazenando-a na bateria. Esta tecnologia pode alcançar de 4 a 7% de melhoria no consumo de combustível.

2.9.3 Alterações do Motor à Combustão Interna

Os MCI à gasolina, que utilizam ignição por centelha, são dominantes no segmento de veículos leves no mundo e a redução na emissão de Gases Efeito Estufa pode ocorrer com investimentos em tecnologias veiculares e/ou utilização de combustíveis substitutos como medidas complementares para melhoria da eficiência.

2.9.3.1 Downsizing de motores supercharger

O princípio do downsizing se baseia na redução do tamanho da capacidade do motor (cilindrada), com conseqüente redução do consumo de combustível, mas sem perda expressiva de desempenho (potência e torque do motor). Para minimizar o impacto de uma redução da capacidade do motor, adiciona-se um turbo compressor ou compressor mecânico. Os principais ganhos na economia de combustível são mais visíveis no meio urbano, em situações de marcha lenta, pois o carro passa a consumir menos em baixa rotação. A economia de combustível do downsizing é variável e dependente do tamanho da redução do motor. Para pequenas reduções de capacidade do motor, a economia obtida é de 3 a 4%; além de uma potencial redução em emissão de CO₂ de 2 a 5% (SILITONGA, ATABANI; MAHLIA, 2012)

2.9.3.2 Injeção direta

A injeção direta tem como princípio a injeção do combustível com alta pressão diretamente na câmara de combustão, substituindo os injetores no coletor de admissão, usuais na injeção indireta convencional. Com esta tecnologia, o perfil da mistura ar/combustível e seu tempo de entrada nos cilindros são precisamente controlados. Esse sistema apresenta maior taxa de compressão, e permite trabalhar com misturas ar-combustível mais pobres (com maior quantidade de ar), com ganhos na economia de combustível entre 10 a 15%. O ganho de potência e torque com esta tecnologia é de cerca de 5%. No entanto, esse sistema requer uma gasolina com baixo teor de enxofre, pois gera maiores emissões de NO_x (SCHIMITT,

2010). Uma redução potencial e significativa na emissão de CO₂ é esperada na ordem de 8 a 15% (SILITONGA, ATABANIA, *et al.*, 2011).

2.9.3.3 Comando variável de válvulas (VVT)

O momento em que as válvulas abrem e fecham, a sua abertura (seu curso e levantamento) e o tempo em que permanecem abertas (duração), influencia significativamente no funcionamento do motor. O comando de válvulas é o componente do motor responsável por determinar o momento de abertura e fechamento das válvulas de admissão e de exaustão. O sistema variável de comando de válvulas pode adaptar o momento de abertura e fechamento, bem como o levantamento das válvulas conforme a rotação do motor e a abertura do acelerador, por comando eletrônico. Esse sistema pode atingir de 2,0 a 3,04% de economia de combustível (SILITONGA, ATABANI e MAHLIA, 2012).

2.9.3.4 Óleo lubrificante de baixo atrito

O óleo também desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência energética de um veículo uma vez que, ao incorporar os modificadores de atrito em sua composição, ele é capaz de reduzir o atrito nas interfaces dos componentes do motor e da transmissão, contribuindo para a redução do consumo de combustível. Adicionalmente, a vida útil destes óleos é mais elevada propiciando o aumento do tempo entre trocas no pós-venda. Assim, apesar destes óleos serem mais caros ele é trocados menos vezes e ajudam a reduzir o consumo de combustível durante este período. Portanto, como a sua relação custo-benefício é muito atraente, também considerado como um ganho rápido os óleos de baixo atrito vêm sendo aplicados cada vez mais nos veículos atuais (BERTONCINI, 2014). Em termos de potencial no consumo e combustível, esta ocorre entre um e 5%, associada à aplicação de componentes de motor, elaborados com materiais de baixo atrito (SILITONGA *et al.*, 2011).

2.9.3.5 MCI Diesel

Alternativa ao MCI Ciclo Otto, os MCI por compressão (Ciclo Diesel) apresentam eficiência superior aos veículos com motores ciclo Otto. A taxa de compressão é superior, e a ignição não precisa de centelha sendo motivada pela própria pressão. Esses motores, quando

integrados ao turbocharger, podem atingir 20-25% a mais de potência *que os veículos à gasolina* (SCHIMITT, 2010).

2.9.3.6 MCI FlexFuel

Utilizado principalmente no Brasil como alternativa aos motores 100% a Gasolina (E0) os motores FlexFuel podem utilizar em sua combustão 100% Etanol (E100) ou a mistura Etanol/Gasolina (E22), normalmente utilizado no Brasil. vendas significativas de veículos com MCI flexfuel acontecem basicamente no Brasil e nos Estados Unidos. Estudos mostram que os progressos tecnológicos aplicados em MCI Gasolina geralmente podem ser estendidos ao MCI *flexfuel* (SCHIMITT, 2010).

2.9.4 Alterações na Transmissão

O trem de força é o conjunto de componentes de um veículo responsável por gerar movimento e transferi-lo ao pavimento. Este movimento é gerado por um motor de combustão interna e a transmissão do movimento ao pavimento é feita por meio do sistema de transmissão, composto pela caixa de transmissão, pelo diferencial, pelos eixos de transmissão e pelos conjuntos roda/pneu.

A função da transmissão é converter o torque disponível no motor em torque disponível nas rodas tratoras, levando em consideração as influências do veículo, do perfil do pavimento, do condutor e das condições ambientais. A transmissão é fundamental para o desempenho da condução e do transporte de pessoas e cargas, assim como desempenha um papel importante quanto à confiabilidade do veículo, o consumo de combustível, a facilidade de operação e a segurança viária.

Durante o desenvolvimento de uma transmissão, busca-se a ótima conversão do torque disponível no motor para a força de tração do veículo em todas as velocidades. Esta tarefa deve ser feita de tal forma que exista um compromisso favorável entre a definição do número de marchas, o desempenho de aceleração, a saída de rampa e o consumo de combustível. Outros pontos a serem considerados são a confiabilidade e a durabilidade do conjunto (BERTONCINI, 2014). Existem, atualmente, diversas transmissões veiculares conforme segue:

2.9.4.1 Transmissões manuais de múltiplas relações

São aquelas nas quais o condutor muda as marchas manualmente. São as transmissões mais comumente aplicadas uma vez que apresentam um custo de produção e de manutenção menos elevado.

2.9.4.2 Transmissões automáticas de múltiplas relações:

São aquelas nas quais as trocas de marcha são realizadas automaticamente de acordo com a rotação e a carga do motor, a carga do veículo, o pavimento e as condições climáticas, por meio de um sistema hidráulico acionado por válvulas solenoides comandado por uma central de controle. Estas transmissões, embora amplamente aplicadas, são mais caras e podem ser responsáveis por um maior consumo de combustível em relação às transmissões manuais, mas apresentam também uma melhor condição na emissão de CO₂, de 3 a 5%, devido à melhor sincronismo nas trocas de marcha (SILITONGA; ATABANI; MAHLIA, 2012).

2.9.4.3 Transmissão variável contínua (CVT)

Os tradicionais sistemas de transmissão controlam a razão entre a velocidade do motor e a velocidade da roda usando um número fixo de marchas. Ao invés de usar marchas, a transmissão variável contínua utiliza um sistema de polias de diâmetros variados conectados em um cinto ou correia que pode produzir uma infinidade de razões de velocidade motor/roda. Esta tecnologia pode melhorar o consumo de combustível em torno de 6% e em redução na emissão de CO₂ na ordem de 4 a 6% (SILITONGA, ATABANI, MAHLIA, 2012).

A aplicação de tecnologias em veículos, além de atender a uma demanda crescente dos usuários para economia de combustível há um ganho associado que é a redução nas emissões de gases efeito estufa, principalmente CO₂. Portanto, condições não imaginadas a 30, 40 ou 50 anos passam agora a ser consideradas em qualquer projeto de veículo de maneira a se atender a uma legislação cada vez mais rigorosa, bem como um público mais consciente e exigente. O conteúdo tecnológico de um veículo está em contínuo desenvolvimento de maneira a permitir que as montadoras continuem atuantes em um mercado competitivo.

A Tabela 8, a seguir, apresenta alguns dados de pesquisas indicando o ganho potencial na eficiência em consumo com base nas tecnologias:

Tabela 8 - Tecnologias para aplicação em veículos leves

Tecnologias	Potencial de aumento da eficiência de consumo
Downsizing do Motor e Supercharging	3-8%
Injeção Direta	10-15%
HCCI - Homogeneous Charge Compression-Ignition	15%
Comando Variável de Válvula (VVT&L)	3-8%
Variador do Tempo de Válvula (VVT)	2-3%
Desativação de Cilindros	4-6%
Motor sem Árvore de Cames (Camless Valve Actuation - CVA)	5-10%
Razão de Compressão Variável (VCR)	2-6%
Transmissão Variável Contínua (CVT)	4-6%
Transmissão automática em seis velocidades	1-2%
Transmissão automática/manual (AST/AMT)	4-8%
Redução do coeficiente de arraste aerodinâmico (10%)	1-2%
Resistência de rolamento (10%)	1-2%
Redução da Massa do Veículo (10%)	7%
Sistema elétrico do veículo mais avançado	1%

Fonte: Smith, 2010

2.9.5 Veículos elétricos híbridos

Os VEH apresentam como característica principal o uso combinado de dois ou mais dispositivos conversores de energia em Torque e Velocidade, tais como um Motor a Combustão Interna (Otto ou Diesel) e um Motor Elétrico, tendo como objetivo resultar em um sistema com maior eficiência, pois permitem o desligamento do motor na condição de parado do veículo, permitem uma redução nas dimensões e na potência do MCI e, conseqüentemente, uma maior eficiência além de permitir uma frenagem regenerativa com armazenamento da energia em baterias.

2.9.6 Veículos elétricos

Os veículos elétricos à bateria (VEB) apresentam somente Motor Elétrico e operam exclusivamente com base em energia elétrica. Sua eficiência é maior que as outras categorias de veículos, todavia questões relacionadas a custos e à autonomia são desvantagens verificadas. São usualmente construídos sobre plataformas de veículos compactos, pois são geralmente mais leves e assim é possível uma maior autonomia das baterias.

Os veículos elétricos têm sido vendidos em alguns mercados, todavia, as vendas ainda não são significativas; nos mercados Americano e Japonês, representam atualmente 0,02% e 0,2% das vendas, respectivamente (SCHIMITT, 2010).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Programa Inovar-Auto, conforme já apresentado, visa incentivar a inovação tecnológica dos veículos, do parque automotivo nacional e propiciar aplicação de tecnologias para redução do consumo de combustível com aumento da eficiência energética veicular.

3.1 INTRODUÇÃO

Tendo em conta as premissas do Inovar-Auto, apresentadas em capítulo anterior, para desenvolvimento deste estudo a proposta é de utilizar os dados dos fabricantes que aderiram ao programa, testaram seus veículos (marcas/modelos) e declaram ao INMETRO os valores de consumo de cada combustível, que são, então, comparados de "A" a "E" dentro de suas categorias. Estes dados são disponibilizados na página do CONPET (CONPET, 2016) e em sua publicação em Seis de Dezembro de 2016, tinha a apresentação de 36 Marcas, 1106 modelos/versões, sendo 394 modelos com Selo CONPET do PBEV.

Tabela 9 - Ilustração da primeira página da tabela de Consumo/Eficiência Energética

Ano: 2016
Categoria: Todas
Marca: Todas

Modelo: Todos
Motor: Todos

Data: 06/12/2016
Última Atualização: 06/12/2016



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA
PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM - PBE
Tabelas de Consumo/Eficiência Energética
Veículos Automotores Leves
Categoria Todas

Modelos com classificação PBE para ENCE
Comparação entre modelos participantes

Ano 2016
36 Marcas
1102 Modelos/Versões
349 Modelo(s) com Selo CONPET

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE
Classificação quanto ao consumo energético

Menor consumo energético ▶
A B C D E

Maior consumo energético ▶
E D C B A

Valores em km/l medidos em condições padrão de laboratório (NBR7021) e ajustados para similar condições reais com base de utilização. O consumo permitido pelo momento possui maior peso em seu peso motor, dependendo das condições de uso. Para saber por que, consulte: www.inmetro.gov.br e www.conpet.gov.br

Categoria	Marca ⁽¹⁾	Modelo ⁽²⁾	Motor	Versão	Transmissão Velocidades (n ^o)	Ar Cond.	Direção Assistida	Combustível	Emissões no Escapeamento					Quilômetros por Litro ⁽³⁾			Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética		
									Poluentes ⁽⁴⁾			Gás Efeito Estufa ⁽⁵⁾		Etanol	Gasolina / Diesel	Consumo Energético (MJ/km)	Comparação Relativa na Categoria	Comparação Absoluta Geral			
									NHHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	CO ₂ fósil (g/km)							Cidade (km/l)	Estrada (km/l)
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ	1.0-12V	QQ 1.0	M6-5	S	H	G	0,020	0,130	0,017	A	\	103	\	12,3	13,8	1,67	A	A	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ	1.0-12V	QQ 1.0 Act	M6-5	S	H	G	0,020	0,130	0,017	A	\	103	\	12,3	13,8	1,67	A	A	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Look	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Look Plus	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Smile	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Smile Plus	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Act	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%
MICRO COMPACTO	CHERY	New QQ (2017)	1.0-12V	Act Plus	M6-5	S	H	G	0,018	0,179	0,021	A	\	107	\	11,9	13,1	1,73	A	B	100%

Fonte: CONPET, 2016

Na Figura 9, apresenta-se a primeira página da tabela com dados de eficiência energética, consumo e emissões de GHG. São 44 páginas de dados contemplando, como indicado acima, 1106 linhas com informações de veículos de fabricação nacional ou importados. Anexar esta tabela ao trabalho seria inconveniente e não produtiva visto que a mesma pode ser consultada diretamente no sitio citado.

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS

A tabela oficial apresenta os dados de consumo de combustível relativos a todos os veículos, referenciados a uma mesma base de forma a permitir uma análise comparativa, que sejam reconhecidos pelas montadoras, incluindo além das informações sobre desempenho e emissões permitindo ao consumidor considerar tais fatores no momento da tomada de decisão pela aquisição de um determinado modelo.

3.2.1 Apresentação dos dados na tabela - CONPET

Estão tabelados os “melhores e os piores” veículos do ano de referência, conforme Selo CONPET, apresentando diversas informações técnicas dos veículos nacionais e importados para fins de comparação:

- a) categoria ou classe de uso do veículo;
- b) marca (fabricante);
- c) modelo, como definido pelo fabricante;
- d) motor;
- e) versão;
- f) transmissão de velocidades (manual, automática, dct, mta ou cvt);
- g) ar condicionado (sim ou não)
- h) direção assistida (manual, elétrica, hidráulica ou eletro-hidráulica);
- i) combustível (gasolina, etanol ou *flex fuel*)
- j) emissões no escapamento (poluentes e gases de efeito estufa);
- k) quilometragem por litro
 - etanol (cidade / estrada);
 - gasolina (cidade / estrada);
- l) consumo energético (mj/km);
- m) classificação no programa brasileiro de etiquetagem veicular – pbe;

- comparação relativa à categoria (a, b, c, d ou e);
 - comparação absoluta geral (a, b, c, d ou e);
- n) selo conpet de eficiência energética.

3.2.2 Caracterização da pesquisa e composição da amostra

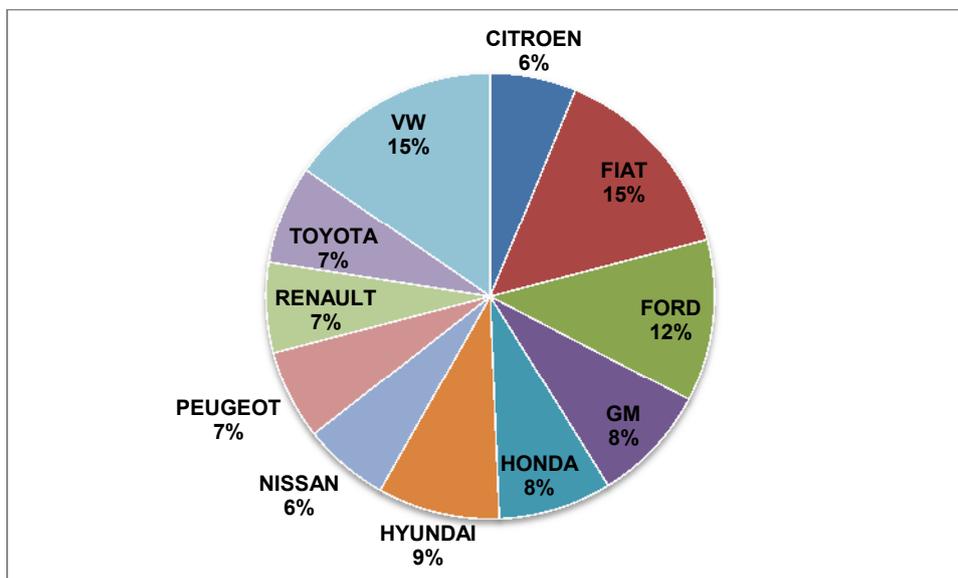
Conforme visto no tópico anterior, a quantidade de informações disponibilizadas é significativamente grande ou uma Matriz com 1106 linhas x 24 colunas, sendo que muitos dos dados teriam pouco ou nenhum valor para uso neste trabalho; portanto, uma primeira estratificação dos dados foi realizada para adequação à proposta em estudo, sem comprometimento significativo a análise, visto que esta redução é a considerada como escopo do modelo a ser desenvolvido:

- a) Considerar dados apenas das montadoras instaladas no Mercosul, totalizando 10 marcas/montadoras:
- Citroën (PSA);
 - Fiat (FCA);
 - General Motors (Chevrolet);
 - Honda;
 - Hyundai;
 - Nissan;
 - Peugeot (PSA);
 - Renault;
 - Toyota;
 - Volkswagen;
- b) Considerar apenas as categorias associadas a Veículos Leves, conforme classificação em Portaria nº 377 do INMETRO, totalizando um total de Cinco categorias:
- Sub Compacto;
 - Compacto;
 - Médio;
 - Grande;
 - Utilitário Esportivo Compacto;

Esta seleção de dados para fins de análise apresentam 306 linhas com as informações que serão utilizadas preliminarmente na análise de 10 montadoras. A classificação dos diferentes modelos, estratificado para fins de complemento de dados para o trabalho e separados por Fabricante (marcas) é apresentada a seguir na Figura 17:

CITROEN	19
FIAT	45
FORD	36
GM	26
HONDA	25
HYUNDAI	27
NISSAN	19
PEUGEOT	20
RENAULT	20
TOYOTA	22
VW	47

Figura 17 - Distribuição percentual de veículos por marca, em estudo.



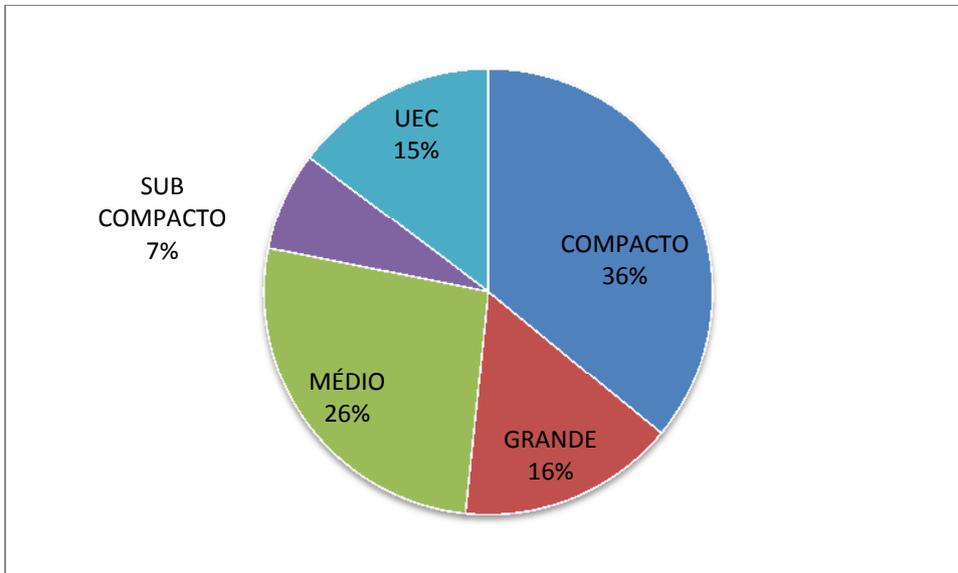
Fonte: Autor adaptado de CONPET,2016

Visualizando-se em termos da classificação das Categorias em estudo, apenas a título de ilustração, tem-se - graficamente na Figura 18:

- 22 modelos classificados na categoria de sub compactos;
- 110 modelos classificados como compactos;
- 81 modelos classificados como médios;

- d) 48 modelos classificados como grandes e finalmente;
- e) 45 modelos classificados como utilitário esportivo compacto;

Figura 18 - Distribuição percentual de veículos por categoria de estudo



Fonte: Autor adaptado de CONPET,2016

A partir dos dados da Tabela CONPET muitas outras classificações poderiam ser aqui ilustradas, como as motorizações, tipo de combustível ou tipo de transmissão, mas sem agregar nenhuma informação adicional que não se pudesse visualizar diretamente na tabela.

O Apêndice D apresenta a tabela completa dos dados selecionados para estudo, conforme explicado, com base CONPET. O importante a partir destas informações são os dados adicionais à tabela base, e que servirão para complemento real do trabalho.

3.3 OBTENÇÃO DE DADOS PARA ESTUDO

Conforme já observado anteriormente, neste trabalho na apresentação do Inovar-Auto, percebe-se claramente e em seguida graficamente o comportamento linear na Curva de Consumo Energético (CE), tendo como variável para fins do programa, a Massa Média da frota de veículos de cada montadora (item 2.7.2 e subsequentes). Então, a proposta como descrita no objetivo do trabalho é identificar para cada modelo e/ou marca da tabela CONPET estratificada, os subsistemas que influenciam diretamente no balanço energético veicular associando-se a tecnologias que possam permitir uma otimização na eficiência energética e consequentemente no consumo de combustível e na redução em emissões de gases.

Parece claro que ao se considerar o conteúdo de um tanque de combustível (100%), a aplicação das tecnologias irá alterar a representatividade de cada subsistema, mantendo-se “100%” no balanço energético, mas em termos de eficiência em consumo de combustível, isso implicará em uma maior autonomia e poluindo menos.

3.3.1 Dados complementares à tabela CONPET

A proposta é apresentar um modelo que represente a relação funcional entre a Eficiência Energética e os subsistemas do veículo, além de simplesmente da massa (kg) média da frota, como preconizado no Inovar-Auto. Então, estabelecer uma Análise de Regressão é a proposta e para isso é necessário inclusão de novos parâmetros à tabela já conhecida ou mesmo uma adaptação aos dados já existentes.

Os dados adicionados, para fins de complemento da análise são:

- a) volume de cada cilindro (mnemônico VOL);
- b) numero de válvulas (mnemônico VALV);
- c) numero de Cilindros (mnemônico NR_CIL);
- d) numero de válvulas por cilindro (mnemônico VAL_CIL);
- e) taxa de compressão (mnemônico TX_COMP);
- f) tipo de Transmissão de Velocidades (mnemônico TRANS_TY), sendo:
 - manual,
 - automática,
 - DCT,
 - MTA e
 - CVT;
- g) presença de Ar Condicionado (mnemônico AR_COND);
- h) numero de marchas (mnemônico NR_SHIFT);
- i) direção Assistida (mnemônico DA), sendo as opções:
 - hidráulica;
 - manual;
 - elétrica;
 - eletro-hidráulica;
- j) tipo de Combustível (mnemônico FUEL_TY), sendo:
 - gasolina;
 - etanol;

- flex;
- k) Tipo de óleo lubrificante de motor (mnemônico OIL_TY), sendo as possibilidades:
 - 0W20;
 - 0W30;
 - 5W20;
 - 5W30;
 - 5W40;
 - 10W40;
 - 15W40;
- l) tipo de tração (mnemônico DR_LINE), sendo:
 - dianteira;
 - traseira;
 - integrada;
 - total (4x4);
- m) aspiração (mnemônico INT_AIR), sendo:
 - aspiração Natural;
 - turbo;
- n) potência (mnemônico POWER);
- o) área Frontal (mnemônico AR_FR_CR);
- p) coeficiente de penetração aerodinâmica (mnemônico CX);
- q) massa (mnemônico WEIGHT);
- r) consumo Energético (mnemônico CE) → variável em estudo.

Para obtenção destes novos dados, relacionados às informações já disponíveis foi necessária uma consulta item a item, modelo a modelo, linha a linha da tabela de maneira a garantir de maneira fidedigna a validade dos dados. O ponto de partida foi o sitio “Carros na Web” (WEB) e a confirmação dos dados, foi realizada observando-se uma a uma as versões de veículos nos manuais de cada fabricante (inclusive em Referências), obtidos a partir dos sítios de cada fabricante no Brasil.

Informações compiladas dos manuais de fabricantes constam da tabela no Apêndice E, e que servirão para Análise de Correspondência (*clusters*) a ser detalhada nos próximos tópicos.

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISE DE DADOS

A demanda crescente de informações implica em melhor conhecimento de técnicas para a organização e interpretação de dados assim como para a interpretação dos resultados que podem ser gerados em cada tipo de aplicação. Nesse contexto, a Análise Multivariada dispõe de uma diversidade de técnicas que favorecem o entendimento de muitos fenômenos. As técnicas existentes podem ser de diversas naturezas e devem ser utilizadas de acordo com o interesse da pesquisa. A escolha da técnica estatística é justificada basicamente pelo que se pretende investigar através de um conjunto de dados (ALVES; SCARPEL; BALDERRAIN, 2007).

3.4.1 Análise multivariada de dados

A denominação “Análise Multivariada de Dados” corresponde a um conjunto de métodos e técnicas estatísticas que analisam simultaneamente diversas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados.

O passo inicial para a utilização da análise multivariada é saber o que se pretende afirmar a respeito dos dados. A técnica e o método estatístico ideal para a aplicação devem ser escolhidos de acordo com o objetivo da pesquisa. Há diversas técnicas para a análise multivariada e cada uma delas se aplica a um objetivo de pesquisa específico. Contudo, a especificação de uma determinada técnica não implica em não se utilizar a combinação de uma segunda técnica para atingir resultados. Uma análise conjunta, quando bem estruturada, pode revelar melhores respostas para uma análise. É exatamente desta maneira que este trabalho propõe para analisar os dados; utilização de análise de correspondência de maneira a agrupar os dados em categorias e posteriormente a utilização de Análise de Regressão para se estabelecer uma equação que represente o fenômeno em estudo, ou seja, a Eficiência Energética e a relação com os subsistemas de um veículo.

3.4.2 Análise de correspondência

A Análise de Correspondência e Análise de Agrupamentos, são consideradas técnicas de interdependência por analisar simultaneamente todas as variáveis, requerem a inclusão de diferentes tipos de dados para sua análise. Na técnica de Análise de Correspondência, tal inclusão é restrita a dados discretos (variáveis categóricas), enquanto na Análise de

Agrupamentos é restrita a dados contínuos. Este trabalho apresenta considerações sobre a utilização da análise de correspondência que é uma técnica exploratória para grandes matrizes de dados; em função das variáveis que serão analisadas terem características muito diversas, é necessário um agrupamento destas variáveis, conforme características estatisticamente representativas destas categorias próximas.

Na medida em que o programa estatístico a ser utilizado contempla a existência de dados em colunas bem definidos, a da análise de correspondências múltiplas poderá ser aplicada com as seguintes fases:

- a) Análise fatorial - a descrição dos fatores, a análise classificatória e descrição da partição; tem como objetivo é a tipificação das trajetórias de todos os dados tendo sido atribuído, a cada um, um peso uniforme. O resultado obtido nesta fase consubstancia-se nos fatores ou coordenadas fatoriais.
- b) Descrição dos fatores - partir da descrição dos fatores, selecionamos as modalidades ou valores das variáveis retidas para a análise com um valor-teste cujo peso absoluto é igual ou superior a dois. Todas as modalidades que não obedecem a este critério são, automaticamente, eliminadas. Cada fator é constituído pelos elementos mais significativos e a proximidade entre os indivíduos corresponde à similitude das suas respostas.
- c) Análise classificatória - a partir dos fatores obtidos é efetuada uma classificação hierárquica dos indivíduos, caracterizados pelas primeiras coordenadas fatoriais. A classificação é ascendente, na medida em que parte do total de indivíduos, e os mais próximos vão sendo agregados dois a dois até chegar a uma agregação única de todos os casos. Os indivíduos são agrupados pelas similitudes das suas respostas e, conseqüentemente, pela distância em relação a todos os outros. São constituídos classes ou agrupamentos de indivíduos homogêneos e distintos uns dos outros, os quais comportam, igualmente, a vantagem de poderem ser mais facilmente descritos do que os eixos fatoriais.

3.4.3 Análise de regressão

A realização da Análise de Regressão demanda algumas premissas para que sejam estimados os parâmetros.

3.4.3.1 Premissas

Na medida do possível, tamanho da amostra deve ser igual ou superior a 30 observações de maneira a se obter uma especificação correta do modelo. A linearidade do modelo também deve ser considerada além de as variáveis serem isentas de erro (HAIR JR, BLACK, *et al.*, 2009). Além destas considerações, duas outras devem ser “respeitadas”, melhor detalhadas a seguir:

3.4.3.2 Multicolinearidade

Problema comum em regressões, no qual as variáveis independentes possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas. O indício mais claro da existência da multicolinearidade é quando o R^2 é bastante alto, mas nenhum dos coeficientes da regressão é estatisticamente significativo. As consequências da multicolinearidade em uma regressão são a de erros-padrão elevados e até mesmo a impossibilidade de qualquer estimação.

3.4.3.3 Heteroscedasticidade

Ocorre quando o modelo de hipótese matemático apresenta variâncias não iguais para todas as observações, outras palavras, a heterocedasticidade apresenta-se como uma forte dispersão dos dados em torno de uma reta. Uma definição mais precisa seria na qual uma distribuição de frequência em que todas as distribuições condicionadas têm desvios padrão diferentes.

3.4.3.4 Autocorrelação serial

É uma medida que informa o quanto o valor de uma realização de uma variável aleatória é capaz de influenciar seus vizinhos: ou seja, o quanto a existência de um valor mais alto condiciona valores também altos de seus vizinhos. A autocorrelação de uma dada variável se define pela distância, ou atraso com que se deseja medi-la. Quando essa distância é zero, trata-se da variável correlacionada com ela mesma.

3.4.4 Softwares utilizados – tratar dados

Dois programas computacionais serão utilizados nas no tratamento e suporte a análise dos dados são eles:

- a) SPAD® by Coheris (*Système Portable pour l'Analyse de Données*),
- b) Minitab® (*registered trademark of Minitab Inc.*)

3.4.4.1 SPAD 3.5

O SPAD® by Coheris (*Système Portable pour l'Analyse de Données*), é um programa computacional que permite a implementar uma estratégia de análise adequada ao tratamento exploratório multivariada de grandes quantidades de dados. Ele oferece um método original e pouco usual para caracterizar uma resposta variável a partir de um conjunto de variáveis explicativas, aplicando um algoritmo que executa várias comparações entre as médias e/ou proporções para encontrar as variáveis explicativas relacionadas. É um método que se encaixa claramente entre as técnicas mineração de dados mais recentes (MARSAL e BERTAUT).

As colunas que apresentam os resultados da análise têm as seguintes explicações:

- a) MODALITES CARACTERISTIQUES - Característica que resulta ser significativa;
- b) DES VARIABLES – Variável nominal associada à característica;
- c) GLOBAL - Percentagem de indivíduos na amostra que apresentam a característica;
- d) MOD/CLA - Percentagem de indivíduos na sub amostra definida que apresentam a característica;
- e) CLA/MOD - Percentagem de indivíduos na sub amostra definida pelo recurso explicativo presente;
- f) PROBA - P-valor associado a estatística de teste;
- g) V.TEST - Valor de teste associados com a estatística de teste;

3.4.4.2 Minitab

O Minitab® (*registered trademark of Minitab Inc.*) é um programa de computador voltado para fins estatísticos que temo funções mais específicas voltadas para gerenciamento. Sua interface é parecida com a de uma planilha eletrônica como Microsoft Excel, mas com a

capacidade de executar análises estatísticas complexas. O programa foi desenvolvido em 1972. O Minitab® geralmente é utilizado em conjunto com

o Seis Sigma, que é uma forma de aperfeiçoar processos rotineiros. Neste trabalho, a Análise de Regressão a partir dos dados agrupados e o desenho do modelo a partir de cada cluster definido terão como base a análise estatística e o algoritmo do Minitab®.

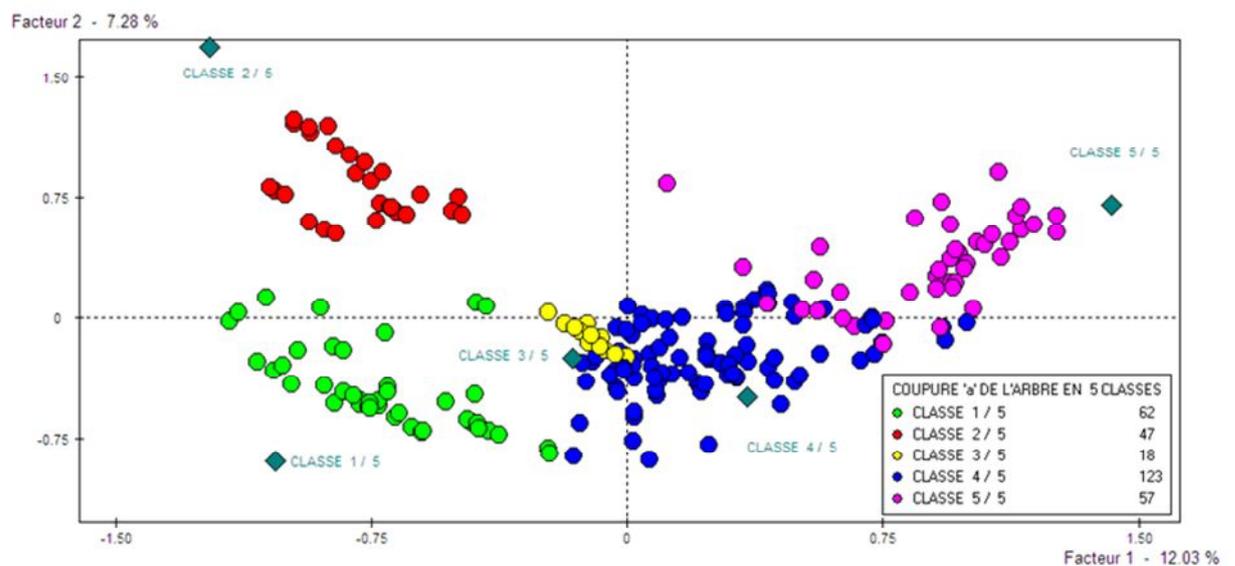
4 EXECUÇÃO DA ANÁLISE E RESULTADOS

A análise realizada pelo Software SPAD orientou a correspondência em Cinco diferentes Clusters ou grupos.

4.1 CLASSES (*CLUSTERS*)

O detalhamento de cada grupo de componentes e a correlação obtida é apresentado na apresentado graficamente na Figura 19, tendo em conta que o resultado indica apenas os dados com *V. Test* mais significativos (*Chi-Quadrado*).

Figura 19 - Distribuição de Classes a partir da Análise de Correspondência.



Fonte: Autor adaptado de Marsal e Bertaut

Este resultado gráfico sugere a distribuição correlacionada da seguinte maneira:

- Classe 1/5 → 62 componentes;
- Classe 2/5 → 47 componentes;
- Classe 3/5 → 18 componentes;
- Classe 4/5 → 123 componentes;
- Classe 5/5 → 56 componentes;

Para uso do SPAD, na configuração desejada foi necessários dados discretos, então, as variáveis contínuas somente neste momento foram “discretizados” em faixas (histograma), conforme orientação na legenda apresentada na Tabela 101.

Tabela 10 - Tecnologias de caráter incremental – aplicação em veículos leves

TRANSM	DA	OIL_Tipo	Dia_Roda	Potência	WEight	TX_COMP	AR_FR	CE	CLASSE
		-	-	75,00	892,00	9,50	1,96	1,32	-
Manual	Hidráulica	0W20	R13	91,11	968,33	9,91	2,07	1,50	1
Automática	Manual	0W30	R14	107,22	1044,67	10,32	2,18	1,67	2
DCT	Elétrica	5W30	R15	123,33	1121,00	10,73	2,29	1,85	3
MTA	Eletro-hidral.	5W20	R16	139,44	1197,33	11,14	2,40	2,03	4
CVT	-	5W40	R17	155,56	1273,67	11,56	2,51	2,20	5
		10W40	-	171,67	1350,00	11,97	2,61	2,38	6
		15W40	-	187,78	1426,33	12,38	2,72	2,56	7
				203,89	1502,67	12,79	2,83	2,73	8
				220,00	1579,00	13,20	2,94	2,91	9

Fonte: Autor

4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA (CLASSES)

As tabelas que serão apresentadas na sequência, representam os resultados obtidos na classificação de Clusters pelo Software SPAD

4.2.1 Resultado da classe 1/5

Tabela 11 – Síntese dos resultados da Classe 1.

V.TEST	PROBA	----	POURCENTAGES	----	MODALITES		IDEN	POIDS
CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CHARACTERISTIQUES	DES VARIABLES				
			20.20	CLASSE 1 / 5			aala	62
14.60	0.000	87.88	93.55	21.50	8	NR_VALV	NR8	66
14.60	0.000	87.88	93.55	21.50	2	NR_VALV Cilindro	NR_2	66
9.10	0.000	49.07	85.48	35.18	1	DIReção ASSISTida	DIR1	108
7.07	0.000	84.00	33.87	8.14	1	AREA_Frontal	ARE1	25
7.07	0.000	90.48	30.65	6.84	7	OIL_Tipo	OIL7	21
7.00	0.000	54.69	56.45	20.85	2	POTência	POT2	64
6.92	0.000	33.93	91.94	54.72	5	NR_MARCHAS	NR_5	168
6.41	0.000	47.44	59.68	25.41	7	TX_COMP	TX_7	78
6.38	0.000	70.97	35.48	10.10	4	VOLUME	OL4	31
4.66	0.000	43.55	43.55	20.20	2	WEight	WEI2	62
4.40	0.000	41.54	43.55	21.17	1	POTência	POT1	65
4.35	0.000	23.94	100.00	84.36	4	NR_Cilindros	NR_4	259
4.31	0.000	40.00	45.16	22.80	3	WEight	WEI3	70
3.85	0.000	23.22	100.00	86.97	1	ENGINE_Tipo	ENG1	267
3.42	0.000	40.00	32.26	16.29	8	TX_COMP	TX_8	50
3.41	0.000	26.97	77.42	57.98	1	TRANSMissão	TRA1	178
3.38	0.000	28.87	66.13	46.25	3	DIAM_WHEEL	DIA3	142
3.06	0.001	41.03	25.81	12.70	2	DIAM_WHEEL	DIA2	39

Fonte: Autor

Para esta Classe 1, com síntese dos resultados apresentado na Tabela 11, 20,20% dos dados ou o equivalente a 62 itens tem correlação significativa.

Análise para a primeira linha da tabela, tem-se que 21,50% dos itens presente nesta Classe apresentam veículos com motor com 8 cilindros; dos veículos com duas válvulas por cilindro, 93,55% têm motorização 8 cilindros. Ainda, 87,88% dos itens desta classe têm motor com 8 cilindros e duas válvulas por cilindro. Esta categoria representa 14,60% das observações ou correspondência do total de itens em estudo.

Para melhor detalhamento do resultado, em se tratando de Direção Assistida, 108 itens têm correspondência dentro desta classe, representando 35,18% das correspondências. 85,48% dos veículos em análise apresentam Direção Hidráulica (DIR1).

4.2.2 Resultado da classe 2/5

Tabela 12 – Síntese dos resultados da Classe 2.

V.TEST CLA/MOD	PROBA MOD/CLA	---- GLOBAL	POURCENTAGES CARACTERISTIQUES	---- MODALITES	DES VARIABLES	DEN POIDS

15.31 CLASSE 2 / 5						aa2a 47
99.99	0.000	100.00	100.00	15.31	3	NR_Cilindros NR_3 47
99.99	0.000	100.00	100.00	15.31	12	NR_VALV NR12 47
11.39	0.000	72.73	85.11	17.92	1	VOLUME VOL1 55
9.70	0.000	58.46	80.85	21.17	1	POTência POT1 65
6.11	0.000	43.55	57.45	20.20	5	TX_COMP TX_5 62
5.74	0.000	25.60	91.49	54.72	5	NR_MARCHAS NR_5 168
5.61	0.000	46.81	46.81	15.31	5	OIL_Tipo OIL5 47
5.29	0.000	24.16	91.49	57.98	1	TRANSMissão TRA1 178
5.24	0.000	63.64	29.79	7.17	1	CATegoria CAT1 22
4.70	0.000	100.00	14.89	2.28	2	VOLUME VOL2 7
4.52	0.000	19.58	100.00	78.18	4	NR_VALV Cilindro NR_4 240
4.10	0.000	24.65	74.47	46.25	3	DIAM_WHEEL DIA3 142
3.74	0.000	25.20	65.96	40.07	2	AREA_Frontal ARE2 123
3.70	0.000	32.26	42.55	20.20	2	WEIght WEI2 62
3.34	0.000	38.24	27.66	11.07	1	WEIght WEI1 34
2.88	0.002	33.33	27.66	12.70	2	ENGINE_Tipo ENG2 39

Fonte: Autor

Seguindo a mesma base de análise do item anterior, para esta Classe 2, com síntese dos resultados apresentado na Tabela 12, 15,31% dos veículos/modelos em estudo ou o equivalente a 47.

Na análise da primeira linha da tabela aparece o praticamente óbvio em termos de correlação, ou seja, 100% dos motores com 12 válvulas são motores de 3 cilindros. Ainda como observação, 21,17% ou 55 veículos/modelos tem potência na faixa entre 75,0 e 91,11kW (POT1); 85,11% destes, têm motor com 3 cilindros.

4.2.3 Resultado da classe 3/5

Tabela 13 – Síntese dos resultados da Classe 3.

V.TEST CLA/MOD	PROBA MOD/CLA	POURCENTAGES GLOBAL	MODALITES CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
5.86 CLASSE 3/5					aa3a	18
99.99	0.000	42.86	50.00	6.84 4	NR_MARCHAS	NR_4 21
10.74	0.000	90.00	100.00	6.51 9	TX_COMP	TX_9 20
7.89	0.000	47.06	88.89	11.07 1	WEIght	WEI1 34
7.41	0.000	28.12	100.00	20.85 2	POTência	POT2 64
7.40	0.000	39.02	88.89	13.36 5	VOLUME	VOL5 41
4.86	0.000	12.59	100.00	46.58 3	OIL_Tipo	OIL3 143
4.17	0.000	13.01	88.89	40.07 2	AREA_Frontal	ARE2 123
3.68	0.000	9.52	100.00	61.56 3	DIReção ASSISTida	DIR3 189
3.58	0.000	9.33	100.00	62.87 16	NR_VALV	NR16 193
3.25	0.001	20.51	44.44	12.70 2	DIAM_WHEEL	DIA2 39
2.91	0.002	15.79	50.00	18.57 2	TRANSMissão	TRA2 57

Fonte: Autor

Para esta Classe 3, com resultado síntese dos resultados apresentado na Tabela 13, apenas 18 itens apresentaram correspondência, fato que adiante veremos que são poucos dados para a amostra na Análise de Regressão; por esse motivo, serão incorporados ao Cluster 4, visto a proximidade das observações, conforme representado na Figura 19.

Estes 18 itens, correspondem a 5,86% do total de veículos/modelos em análise, então a integração ao Cluster 4, não deverá ter impacto ou erro significativo na equação final.

4.2.4 Resultado da classe 4/5

Tabela 14 – Síntese dos resultados da Classe 4.

V.TEST CLA/MOD	PROBA MOD/CLA	POURCENTAGES GLOBAL	MODALITES CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
40.07 CLASSE 4/5					aa4a	123
12.41	0.000	100.00	56.91	22.80 3	POTência	POT3 70
9.59	0.000	59.59	93.50	62.87 16	NR_VALV	NR16 193
8.40	0.000	92.16	38.21	16.61 4	POTência	POT4 51
7.60	0.000	70.59	58.54	33.22 6	VOLUME	VOL6 102
7.01	0.000	47.49	100.00	84.36 4	NR_Cilindros	NR_4 259
6.47	0.000	84.44	30.89	14.66 5	CATegoria	CAT5 45
6.03	0.000	83.33	28.46	13.68 5	WEIght	WEI5 42
5.80	0.000	68.35	43.90	25.73 4	DIAM_WHEEL	DIA4 79
5.49	0.000	47.92	93.50	78.18 4	NR_VALV Cilindro	NR_4 240
5.47	0.000	89.29	20.33	9.12 4	WEIght	WEI4 28
5.10	0.000	80.56	23.58	11.73 7	VOLUME	VOL7 36
4.55	0.000	94.12	13.01	5.54 5	AREA_Frontal	ARE5 17
4.40	0.000	71.11	26.02	14.66 3	TX_COMP	TX_3 45
3.07	0.001	43.45	94.31	86.97 1	ENGINE_Tipo	ENG1 267
2.78	0.003	56.45	28.46	20.20 5	TX_COMP	TX_5 62
2.73	0.003	68.00	13.82	8.14 1	OIL_Tipo	OIL1 25
2.73	0.003	41.55	100.00	96.42 1	FUEL_Tipo	FUEL1 296
2.60	0.005	72.22	10.57	5.86 4	TX_COMP	TX_4 18
2.60	0.005	46.03	70.73	61.56 3	DIReção ASSISTida	DIR3 189

Fonte: Autor

Para esta Classe 4, com resultado síntese dos resultados apresentado na Tabela 14, 123 itens representam 40,07% do total de veículos/modelos; sendo que nesta correspondência a “Potência” é a variável de maior representatividade (POT3), na faixa de 107,22 kW à 123,33kW, com 70 veículos/modelos nesta categoria, representando 22.80% do global em estudo. Demais análises, seguem a estrutura já comentada nas classes anteriores.

4.2.5 Resultado da classe 5/5

Tabela 15 – Síntese dos resultados da Classe 5.

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES	MODALITES	IDEN	POIDS			
CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES				
		18.57	CLASSE	5/5	aa5a 57			
12.18	0.000	89.58	75.44	15.64	4	CATegoria	CAT4	48
11.25	0.000	92.50	64.91	13.03	5	POTência	POT5	40
9.52	0.000	79.07	59.65	14.01	5	DIAM_WHEEL	DIA5	43
9.03	0.000	87.50	49.12	10.42	8	VOLUME	VOL8	32
8.11	0.000	95.45	36.84	7.17	2	TX_COMP	TX_2	22
7.60	0.000	41.82	80.70	35.83	3	AREA_Frontal	ARE3	110
6.85	0.000	29.02	98.25	62.87	16	NR_VALV	NR16	193
6.66	0.000	42.86	68.42	29.64	6	NR_MARCHAS	NR_6	91
6.23	0.000	62.16	40.35	12.05	6	WEIght	WEI6	37
5.63	0.000	72.73	28.07	7.17	7	WEIght	WEI7	22
5.46	0.000	100.00	17.54	3.26	2	FUEL_Tipo	FUE2	10
5.37	0.000	91.67	19.30	3.91	7	POTência	POT7	12
4.77	0.000	100.00	14.04	2.61	4	OIL_Tipo	OIL4	8
4.52	0.000	23.33	98.25	78.18	4	NR_VALV Cilindro	NR_4	240
4.51	0.000	48.72	33.33	12.70	2	ENGINE_Tipo	ENG2	39
3.96	0.000	87.50	12.28	2.61	8	WEIght	WEI8	8
3.87	0.000	38.60	38.60	18.57	2	TRANSMissão	TRA2	57
3.45	0.000	21.62	98.25	84.36	4	NR_Cilindros	NR_4	259
3.27	0.001	44.83	22.81	9.45	5	TRANSMissão	TRA5	29
3.10	0.001	63.64	12.28	3.58	1	TX_COMP	TX_1	11
3.08	0.001	52.94	15.79	5.54	3	TRANSMissão	TRA3	17
2.60	0.005	23.28	77.19	61.56	3	DIReção ASSISTida	DIR3	189

Fonte: Autor

Para esta Classe 5, com síntese dos resultados apresentado na Tabela 15, 57 itens representam 18,57% do total de veículos/modelos; sendo que nesta correspondência a “Potência” (POT5) bem como a “Categoria” (CAT4) são as variáveis de maior impacto na correspondência. Basicamente são os veículos da categoria “Grande” é a variável de maior representatividade (15,64%). 64,91% destes itens têm Potencia na faixa de 149,44 kW e 155,56 kW; demais análises, seguem a estrutura já comentada nas classes anteriores.

4.3 ANÁLISE DE REGRESSÃO

Para a realização da Análise de Regressão e identificação dos modelos para cada uma das classes, foi necessário um ajuste entre as estas que permitisse a adequação ao número mínimo de componentes em uma amostra; então, pela proximidade que pode ser observada na Figura 19 acima, as Classes 3&4 foram agrupadas em uma única resultando para a Análise de Regressão, Quatro Grupamentos.

Os resultados obtidos no Minitab® – análise de regressão múltipla, tendo a variável CE (consumo energético) em função das demais variáveis detalhadas no Capítulo Três são:

4.3.1 Modelo a partir de dados classe 1

A equação de regressão para esta classe é:

$$CE_1 = 1,02 + 0,0159 \text{ CAT} + 0,231 \text{ VOL} - 0,0183 \text{ NR_VALV} - 0,0528 \text{ TX_COMP} + 0,0236 \text{ TRANSM_Tipo} + 0,198 \text{ NR_MARCHAS} - 0,0285 \text{ AR_COND} - 0,112 \text{ DIR} - 0,0161 \text{ OIL_Tipo} - 0,00703 \text{ POWER} - 0,0060 \text{ DIAM_WHEEL} + 0,263 \text{ AR_FR_CR} + 0,000544 \text{ WEIght}$$

Os dados que permitiram a obtenção desta equação são apresentados na Tabela 16, a seguir:

Tabela 16 – Análise de Regressão – dados Classe 1.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,0223	0,7051	1,4500	0,1540
CATegoria	0,0159	0,0125	1,2700	0,2090
VOL	0,2307	0,2053	1,1200	0,2670
NR_VALV	-0,0183	0,0083	-2,2100	0,0320
TX_COMP	-0,0528	0,0282	-1,8700	0,0670
TRANSM_Tipo	0,0236	0,0107	2,2100	0,0320
NR_MARCHAS	0,1982	0,0473	4,1900	0,0000
AR_COND	-0,0285	0,0637	-0,4500	0,6560
DIR_ASSISTida	-0,1119	0,0369	-3,0300	0,0040
OIL_Tipo	-0,0161	0,0138	-1,1600	0,2520
POWER	-0,0070	0,0044	-1,5900	0,1180
DIAM_WHEEL	-0,0060	0,0358	-0,1700	0,8670
AR_FR_CR	0,2628	0,1621	1,6200	0,1120
WEIght	0,0005	0,0003	1,6000	0,1170

Fonte: Autor

Os valores de P-value $\geq 0,05$ são desconsiderados, pois não têm a significância desejada ($\geq 95\%$). Logo, apenas as variáveis indicadas em **Negrito** na síntese acima é que apresentam esta significância.

$$S = 0,0739842 \quad R\text{-Sq} = 75,0\% \quad \mathbf{R\text{-Sq(adj)} = 68,3\%}$$

Os dados que permitiram a realização desta análise são apresentados no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 1

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	13	0,7898	0,0608	11,10	0
Residual Error		48,00	0,2627	0,0055	
Total	61	1,0525			

Fonte: Autor

Um inconveniente para esta Classe na Análise é o fato de R^2 Corrigido representa apenas 68,30%, sendo um “bom número” 80%; portanto o erro associado à esta equação é considerável na representação das variáveis que impactam o Consumo Energético.

A equação de regressão corrigida para Classe_1 é:

$$CE_1 = 1,02 - 0,0183 \text{ NR_VALV} + 0,0236 \text{ TRANSM} + 0,198 \text{ NR_MARCHAS} - 0,112 \text{ DA}$$

Com representatividade de 68,30% na Classe, Numero de Válvulas do motor e Tipo de Direção Assistida têm impacto negativo na Eficiência Energética, enquanto que Tipo de Transmissão e o Número de Marchas representam impacto positivo neste caso específico.

4.3.2 Modelo a partir de dados Classe 2

Os dados que permitiram a obtenção desta equação de regressão que representa os dados da Classe 2, são apresentados na Tabela 17.

A equação de regressão para esta classe é:

$$CE_2 = - 0,175 - 0,0293 \text{ CATegoria} - 1,44 \text{ VOL} + 0,0269 \text{ TX_COMP} + 0,00076 \text{ TRANSM_Tipo} + 0,099 \text{ NR_MARCHAS} - 0,0724 \text{ DIR_ASSISTida} + 0,0030 \text{ OIL_Tipo} - 0,0535 \text{ ENGINE_Tipo} - 0,00034 \text{ POWER} + 0,0038 \text{ DIAM_WHEEL} + 0,919 \text{ AR_FR_CR} + 0,000719 \text{ WEIght}$$

Tabela 17 – Análise de Regressão – dados classe 2.

Predictor	Coef	SE Coef.	T	P
Constant	-0,1748	0,9516	-0,1800	0,8550
CATegoria	-0,0293	0,0181	-1,6100	0,1160
VOL	-1,4391	0,1982	-7,2600	0,0000
TX_COMP	0,0269	0,0355	0,7600	0,4530
TRANSM_Tipo	0,0008	0,0090	0,0900	0,9320
NR_MARCHAS	0,0993	0,1237	0,8000	0,4280
DIR_ASSISTida	-0,0724	0,0267	-2,7100	0,0100
OIL_Tipo	0,0030	0,0107	0,2800	0,7780
ENGINE_Tipo	-0,0535	0,0401	-1,3300	0,1910
POWER	-0,0003	0,0027	-0,1300	0,8990
DIAM_WHEEL	0,0038	0,0174	0,2200	0,8270
AR_FR_CR	0,9192	0,4440	2,0700	0,0460
WEIght	0,0007	0,0003	2,1300	0,0410

Fonte: Autor

$$S = 0,0406939 \quad R\text{-Sq} = 90,8\% \quad \mathbf{R\text{-Sq(adj)} = 87,6\%}$$

Os dados que permitiram a realização desta análise são apresentados no Quadro 3, a seguir:

Quadro 3 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 2

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	12	0,5589	0,0466	28,13	0
Residual	Error	34,00	0,0563	0,0017	
Total	46	0,6152			

Fonte: Autor

Para esta Classificação, R^2 Corrigido = 87,60% representa bem o modelo com as variáveis que impactam o Consumo Energético e, da mesma maneira que no item anterior, os valores de P-value $\geq 0,05$ são desconsiderados, pois não têm a significância desejada ($\geq 95\%$).

A equação de regressão corrigida para Classe_2 é:

$$CE_2 = - 0,175 - 1,44 \text{ VOL} - 0,0724 \text{ DIR_ASSIST} + 0,919 \text{ AR_FR_CR} + 0,000719 \text{ WEIght}$$

Com representatividade de 87,60% na Classe, o Volume do Cilindro (“cilindrada”) e o Tipo de Direção Assistida têm impacto negativo na Eficiência Energética, enquanto que a alteração da Área Frontal e da Massa representa impacto positivo neste caso específico.

4.3.3 Modelo a partir de dados classe 3&4

A equação de regressão para esta classe é:

$$CE_{3\&4} = 0,533 + 0,0353 \text{ CATegoria} + 0,248 \text{ VOL} - 0,0197 \text{ NR_VALV} + 0,0074 \text{ TX_COMP} + 0,00751 \text{ TRANSM_Tipo} - 0,0345 \text{ NR_MARCHAS} - 0,0751 \text{ DIR_ASSISTida} + 0,0546 \text{ OIL_Tipo} - 0,0776 \text{ ENGINE_Tipo} + 0,00213 \text{ POWER} + 0,0212 \text{ DIAM_WHEEL} + 0,177 \text{ AR_FR_CR} + 0,000556 \text{ WEIght}$$

Os dados que permitiram a obtenção desta equação são apresentados na Tabela 18, a seguir:

Tabela 18 – Análise de Regressão – dados Classe 3 & 4.

Predictor	Coef	SE Coef.	T	P
Constant	0,53260	0,33900	1,570	0,119
CATegoria	0,03527	0,00952	3,710	0,000
VOL	0,24820	0,12190	2,040	0,044
NR_VALV	-0,01973	0,00640	-3,080	0,003
TX_COMP	0,00741	0,01466	0,510	0,614
TRANSM_Tipo	0,00751	0,00775	0,970	0,335
NR_MARCHAS	-0,03452	0,01568	-2,200	0,030
DIR_ASSISTida	-0,07508	0,01142	-6,580	0,000
OIL_Tipo	0,05463	0,00998	5,470	0,000
ENGINE_Tipo	-0,07763	0,04510	-1,720	0,088
POWER	0,00213	0,00141	1,510	0,134
DIAM_WHEEL	0,02122	0,01758	1,210	0,230
AR_FR_CR	0,17737	0,09290	1,910	0,059
WEIght	0,00056	0,00016	3,540	0,001

Fonte: Autor

$$S = 0,0891358 \quad R\text{-Sq} = 83,7\% \quad \mathbf{R\text{-Sq(adj)} = 81,8\%}$$

Os dados que permitiram a realização desta análise são apresentados no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4 – Representação da Análise de Variância – dados Cluster 3&4

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression Error	13	4,45614	0,34278	43,14	0
Residual		109	0,86603	0,00795	
Total	122	5,32217			

Fonte: Autor

Para esta Classificação, R^2 Corrigido = 81,80% representa bem o modelo / equação das variáveis que impactam o Consumo Energético. Da mesma maneira que no item anterior, os valores de P-value $\geq 0,05$ são desconsiderados, pois não têm a significância desejada ($\geq 95\%$). Logo, apenas as variáveis indicadas em Negrito na síntese acima é que apresentam esta significância.

A equação de regressão corrigida para Classe_3 & 4 é:

$$CE_{3\&4} = 0,533 + 0,0353 \text{ CAT} + 0,248 \text{ VOL} - 0,0197 \text{ NR_VALV} - 0,0345 \text{ NR_MARCHAS} - 0,0751 \text{ DIR_AS} + 0,0546 \text{ OIL} + 0,000556 \text{ WEIght}$$

Com representatividade de 81,80% na Classe, a Categoria, o Volume do Cilindro o Tipo de Óleo e a Massa têm impacto positivo na Eficiência Energética, quando alterados enquanto que o Numero de Válvulas e o Numero de Marchas representam impacto negativo, se alterados.

4.3.4 Modelo a partir de dados classe 5

A equação de regressão para esta classe é:

$$CE_5 = 0,351 - 0,0898 \text{ CAT} + 0,713 \text{ VOL} - 0,0300 \text{ TX_COMP} + 0,0240 \text{ TRANSM} - 0,153 \text{ NR_MARCHAS} - 0,0464 \text{ DIR_AS} + 0,134 \text{ FUEL} + 0,0153 \text{ OIL} + 0,105 \text{ ENGINE} - 0,00622 \text{ POWER} + 0,0066 \text{ DIAM_WHEEL} + 0,303 \text{ AR_FR_CR} + 0,00145 \text{ WEIght}$$

Os dados que permitiram a obtenção desta equação são apresentados na Tabela 19, a seguir:

Tabela 19 – Análise de Regressão – dados Classe 5.

Predictor	Coef	SE Coef.	T	P
Constant	0,35120	0,93570	0,380	0,709
CATegoria	-0,08980	0,03615	-2,480	0,017
VOL	0,71300	0,30350	2,350	0,024
TX_COMP	-0,02998	0,04257	-0,700	0,485
TRANSM_Tipo	0,02403	0,01554	1,550	0,130
NR_MARCHAS	-0,15337	0,03563	-4,300	0,000
DIR_ASSISTida	-0,04642	0,02728	-1,700	0,096
FUEL_Tipo	0,13370	0,05251	2,550	0,015
OIL_Tipo	0,01534	0,01477	1,040	0,305
ENGINE_Tipo	0,10530	0,18340	0,570	0,569
POWER	-0,00622	0,00316	-1,970	0,056
DIAM_WHEEL	0,00657	0,04394	0,150	0,882
AR_FR_CR	0,30330	0,22260	1,360	0,180
WEIght	0,00145	0,00028	5,160	0,000

Fonte: Autor

Os dados que permitiram a realização desta análise são apresentados no Quadro 5, a seguir:

$$S = 0,100954 \quad R\text{-Sq} = 87,3\% \quad R\text{-Sq(aj)} = \mathbf{83,4\%}$$

Quadro 5 - Representação da Análise de Variância – dados Cluster 5

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	13	2,9498	0,22691	22,26	0
Residual Error		42	0,42805	0,01019	
Total	55	3,37786			

Fonte: Autor

Para esta Classificação, R^2 Corrigido = 83,40% representa bem o modelo / equação das variáveis que impactam o Consumo Energético.

Da mesma maneira que no item anterior, os valores de P-value $\geq 0,05$ são desconsiderados, pois não têm a significância desejada ($\geq 95\%$). Logo, apenas as variáveis indicadas em **Negrito** na síntese acima é que apresentam esta significância.

A equação de regressão corrigida para Classe_5 é:

$$CE_5 = 0,351 - 0,0898 \text{ CAT} + 0,713 \text{ VOL} - 0,153 \text{ NR_MARCHAS} + 0,134 \text{ FUEL} + 0,00145 \text{ WEIght}$$

Com representatividade de 83,40% na Classe, a Categoria e o Numero de Marchas, têm impacto negativo na Eficiência Energética se alterados enquanto que o Volume do Cilindro o Tipo de Combustível e a Massa têm impacto positivo na Eficiência Energética, quando alterados.

5 CONCLUSÕES

Um aspecto não comentado anteriormente, mas de inegável relevância refere-se às relações entre um maior desempenho energético dos veículos e os objetivos da política energética nacional. Certamente há um alinhamento de propósitos nesse sentido, cabendo destacar que entre os ganhos decorrentes da maior eficiência energética, além do aumento da produtividade econômica e melhoria das condições ambientais, tem-se um ajuste racional das dimensões do mercado de combustíveis e a possibilidade de consolidar a autossuficiência no abastecimento atuando pela demanda.

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Também deve ser lembrado que a maior visibilidade das diferenças de eficiência entre os veículos disponibilizados no mercado e de seu impacto energético e ambiental pode e deve desejavelmente induzir à implantação de medidas de diferenciação tributária, aliás, como frequentemente adotado em países desenvolvidos. A ampla disponibilidade de informações de consumo veicular pode também induzir à adoção de critérios de eficiência em processos competitivos de compra de veículos, como nas licitações promovidas pelo poder público. Outras possibilidades por detalhar são a concessão de prêmios e selos de alta eficiência energética e baixa emissão de poluentes anuais para os veículos nacionais. Em todos esses casos os custos são bastante reduzidos frente aos importantes benefícios que podem ser obtidos.

Em suma, em termos da Análise realizada e proposta para o trabalho, os modelos propostos em função da classificação dos 306 veículos/modelos propostos como uma amostra do CONPET resultou em quatro equações, com diferentes impactos em cada um dos subsistemas do veículo.

$$CE_1 = 1,02 - 0,0183 \text{ NR_VALV} + 0,0236 \text{ TRANSM} + 0,198 \text{ NR_MARCHAS} - 0,112 \text{ DA}$$

$$CE_2 = - 0,175 - 1,44 \text{ VOL} - 0,0724 \text{ DIR_ASSIST} + 0,919 \text{ AR_FR_CR} + 0,000719 \text{ WEIght}$$

$$CE_{3\&4} = 0,533 + 0,0353 \text{ CAT} + 0,248 \text{ VOL} - 0,0197 \text{ NR_VALV} - 0,0345 \text{ NR_MARCHAS} \\ - 0,0751 \text{ DIR_AS} + 0,0546 \text{ OIL} + 0,000556 \text{ WEIght}$$

$$CE_5 = 0,351 - 0,0898 \text{ CAT} + 0,713 \text{ VOL} - 0,153 \text{ NR_MARCHAS} + 0,134 \text{ FUEL} + 0,00145 \text{ WEIght}$$

Deve-se destacar que cada uma das equações é válida única e exclusivamente nesta condição de classificação e seleção de componentes em estudo, associados a possíveis propostas tecnológicas.

A partir destes resultados, uma primeira observação já é retirada; dos itens adicionais à tabela CONPET propostos no tópico 3.3.2, itens associados à tecnologia de motor e melhoria no rendimento energético do mesmo, para estes modelos o Numero de Cilindros, Numero de Válvulas por Cilindro, a Taxa de Compressão e Tipo de Aspiração e a Potência Efetiva não apresentam impacto significativo em nenhum dos modelos obtidos; o mesmo vale em termos de Tipo de Tração (DR_LINE) e a presença ou não de Ar Condicionado.

É perfeitamente claro que os dados indicados para motor afetam significativamente o Consumo de Combustível a Emissão de Gases e, por conseguinte a Eficiência Energética, mas para o modelo estruturado neste trabalho, estes itens não são significantes, pois, em uma análise superficial já se verifica que praticamente todos os veículos/modelos têm tração dianteira ou a grande maioria apresenta Aspiração Natural, mesmo tendo em conta os ganhos para um motor Turbo. Esta pode ser considerada uma análise superficialmente técnica, mas do ponto de vista estatístico, para a análise de regressão o que se supõe é a existência de Multicolinearidade entre os itens do motor apresentados acima, pois parece evidente haver relações lineares exatas ou aproximadamente exatas entre as variáveis independentes associadas ao Motor. O R^2 corrigido pode ser elevado, mas alguns coeficientes da regressão não são estatisticamente significativos e são eliminados do modelo.

No caso do Tipo de tração e a presença ou não de Ar Condicionado, ao que parece há uma auto correlação serial, onde pela reduzida variabilidade de opções, supõe-se haver correlação forte entre estas variáveis, reduzindo a significância para o modelo.

Para cada uma das equações ou modelos, seguem comentários, no Quadro 6 referente à equação CE₁, no Quadro 7, comentários referentes à equação CE₂, no Quadro 8, comentários referentes à equação CE_{3&4} e finalmente no Quadro 9 comentários associados à equação CE₅. Lembrando apenas que a designação “CE” é referente ao Consumo Energético.

Quadro 6 – Interpretação dos resultados: equação CE₁

Constante	1,02	
NR_VALV	-0,0183	Numero de válvulas por cilindro, apresenta impacto negativo à eficiência energética quando alterado ou seja, o impacto na alteração de numero de válvulas e portanto na concepção do motor é negativo e da ordem de 1,83% para esta classe de veículos/modelos
TRANS_TY	0,0236	Tipo de transmissão, parte integrante do trem de potência, apresenta impacto positivo quando alterado, em relação à uma condição existente; ou seja, há uma tendência de 2,36% de ganho em eficiência energética somente na evolução do tipo de transmissão.
NR_MARCHAS	0,198	Associada ao tipo de transmissão, o numero de marchas também tem impacto positivo na eficiência energética na ordem de 1,98% quando proposta uma alteração, até mesmo sem alterar o tipo de transmissão.
DA	-0,112	A alteração da direção assistida já apresenta impacto negativo na ordem de 1,12% na eficiência energética, quando se propõe alteração especificamente neste modelo e na condição desta analise.

Fonte: Autor

Quadro 7 – Interpretação dos resultados: equação CE₂

Constante	-0,175	
VOL	-1,44	Associado diretamente à eficiência energética e ao motor, o volume da mistura Ar/Combustível no cilindro ou o enchimento do motor tem forte impacto negativo na eficiência energética, na ordem de 14,40%; ou seja, aumento de capacidade volumétrica não é recomendado e sim o <i>downsizing</i> ou outras técnicas para ganho de torque e potência.
DA	-0,0724	Assim como para a equação CE ₁ , a alteração da direção assistida já apresenta impacto negativo na ordem de 0,72% na eficiência energética, quando se propõe alteração especificamente neste modelo e na condição desta analise.
AR_FR_CR	0,919	A redução da área frontal e, por conseguinte a redução do coeficiente de penetração aerodinâmica apresenta ganho significativo (9,19%) quando se aplica tecnologias nesta modificação; conforme teoria apresentada anteriormente a redução da área frontal impacta em menor arrasto aerodinâmico.
WEIGHT	0,000719	Redução da massa veicular confirma ter impacto positivo em sua diminuição, mesmo que seja em ordem inferior à 0,1% nesta classificação.

Fonte: Autor

Quadro 8 – Interpretação dos resultados: equação $CE_{3&4}$

Constante	0,533	
CAT	0,0353	Impacto positivo de 0,35% apenas na alteração da categoria na qual o veículo/modelo está situado; este ganho deve estar associado à outras variáveis em estudo.
VOL	0,248	Para esta classe, a alteração na capacidade de enchimento do motor já apresenta impacto positivo, possivelmente com motores de menor capacidade, mas com elevada eficiência em outros parâmetros.
NR_VALV	-0,0197	Também já comentado anteriormente, neste caso espera-se uma perda pequena e na ordem de 0,20% em caso de alteração no número de válvulas do motor.
NR_MARCHAS	-0,0345	O mesmo vale para alteração no número de marchas, com perda de 0,35% em caso de alteração; ou seja, ao que parece nesta classe as alterações em motor não são significativamente positivas.
DA	-0,0751	Também já discutido anteriormente e apresenta impacto negativo de 0,75% quando sujeita a alteração.
OIL_TY	0,0546	única característica do motor que apresenta melhora na eficiência energética é a aplicação de óleo de baixo atrito; ou seja, a cada redução espera-se um ganho de 0,55%.
WEIGHT	0,000556	Já apresentado anteriormente e nesta Classe representa um ganho em eficiência energética de 0,0056% a cada quilograma reduzido em massa no veículo.

Fonte: Autor

Quadro 9 – Interpretação dos resultados: equação CE_5

Constante	0,351	
CAT	-0,0898	Impacto negativo de quase 1,0% apenas na alteração da categoria na qual o veículo/modelo está situado.
VOL	0,713	Impacto positivo na alteração no volume do motor na ordem de 0,71%; explica-se somente para esta classe de veículo que este modelo representa.
NR_MARCHAS	-0,153	O mesmo vale para alteração no número de marchas, com perda de 1,53% em caso de alteração;
FUEL_TY	0,134	Único caso no qual o tipo de combustível apresenta algum impacto na eficiência energética; ou seja, a alteração do tipo de combustível contribui com ganho energético de 1,34% neste modelo.
WEIGHT	0,00145	Seria esperado para toda e qualquer Classificação, a redução da massa também está presente neste modelo; espera-se um ganho de 0,0145% em eficiência energética a cada quilograma de massa reduzida no veículo, desta classe.

Fonte: Autor

Esta extensiva análise permite uma comparação com as tecnologias propostas no item 2.9 deste trabalho, ou seja, as tecnologias normalmente contribuem para Ganho em Eficiência Energética e otimização dos sistemas de um veículo, mas não podem ser aplicadas sem uma análise dos ganhos associados ao tipo de veículo a que se pretende obter a melhoria.

Em linhas gerais, o objetivo proposto para este trabalho foi completado, pois as relações entre as variáveis que compreendem os subsistemas de um veículo leve e os respectivos impactos na eficiência energética veicular foram analisados e como modelos individualizados por Classes desenvolvidos, deixando ainda margem para novas propostas de estudos e melhorias.

O incremento da eficiência veicular é de real interesse para desenvolvimento da indústria automobilística nacional, associando-se à evolução tecnológica dos veículos brasileiros e sua harmonização com os modelos oferecidos nos países desenvolvidos. A redução da relativa distância da tecnologia automotiva brasileira daquela praticada nos países mais desenvolvidos certamente significará um relevante diferencial competitivo adicional para esse segmento.

5.2 PROJEÇÕES PARA NOVOS TRABALHOS

O incremento da eficiência veicular vem certamente associado à evolução tecnológica dos veículos e sua harmonização com os modelos oferecidos nos países desenvolvidos. A redução da relativa distância da tecnologia automotiva brasileira daquela praticada nos países mais desenvolvidos certamente significará um relevante diferencial competitivo adicional para esse segmento. Então, proposta associada ainda ao programa Inovar – Auto em sua segunda fase em estudo pelo Governo Federal está associada à obtenção de dados que permitam melhorias tecnológicas associadas aos subsistemas veiculares, quase que até seu “esgotamento”, pois a hibridização veicular ou mesmo veículos com propulsão elétrica já são uma realidade.

Em termos de Motor de Combustão Interna, algumas melhorias de eficiência ainda podem ser exploradas principalmente no que se refere a perdas térmicas ou por atrito entre componentes ou mesmo redução de massa; além de novas propostas de sistemas de injeção.

Com relação a sistemas de transmissão, a transmissões automáticas otimizadas e com maiores relações de marcha e de transmissões continuamente variáveis são uma tendência mercadológica, mas seus efeitos e melhorias efetivas podem ser melhores estudados a partir dos dados mais recentes de uso. Novas plataformas veiculares, integradas à tecnologia 4.0,

novos materiais para redução de massa e o uso cada vez maior de itens elétrico de controle também têm sua contribuição na melhoria da eficiência energética e podem ser objeto de estudo no futuro próximo.

As premissas deste trabalho, indicando o uso da Análise de Regressão na elaboração de modelos ou equações que representem certa quantidade de dados permite uma abrangência de análises de cada parâmetro de um veículo associado à melhoria de eficiência, consumo de combustível ou redução de gases. Nestes dois casos, poderia se utilizar a mesma tabela CONPET para se analisar a correlação entre os subsistemas do veículo e os impactos em redução de consumo de combustível ou de emissão de emissões exatamente da mesma maneira que foi considerado o impacto na Eficiência Energética. Ainda, pode-se analisar qual tecnologia seria mais eficaz na melhoria de cada um dos itens não verificados neste trabalho.

Em suma, o resultado deste trabalho indica que a análise estatística focada em dados concretos e o uso da Análise de Regressão permite uma gama muito abrangente de análises e estudos para novas propostas de trabalhos.

5.3 CONSOLIDANDO DADOS DO INOVAR AUTO

Conforme apresentado no relatório do Congresso SAE Brasil de 2016, começam agora as auditorias técnicas do programa de eficiência energética iniciado pelo Inovar-Auto. Um dos primeiros pilares de questionamento se encontra no fato de o programa ter ou não alavancado tecnologia no cenário brasileiro. Ao se comparar os dados do Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET), que compila todas as referências de eficiência energética de modelos comercializados no Brasil, já podemos ter uma boa noção da evolução tecnológica. Através inclusive das retas de regressão dos diferentes modelos, nota-se uma redução sensível na inclinação do consumo energético com a massa do veículo, se aproximando da reta dos limites do Inovar-Auto. Para um olhar mais aprofundado do avanço tecnológico, toma-se os dados de agosto de 2016, filtrando apenas aqueles modelos que atingiram os limites do Inovar-Auto com relação aos ganhos adicionais de 2% de IPI, Essa faixa é bem interessante, pois compreende o equivalente à meta europeia atual, tida inicialmente como foco principal do Inovar-Auto.

Analisando agora cada um dos modelos nesta faixa, notam-se tendências claras para a introdução de nova tecnologia no Brasil. Em primeiro lugar, 88% desses carros pertencem a novas famílias de motores no Brasil, isto é, foram implementados depois de anunciado o programa Inovar-Auto. Com relação à redução de atrito, 100% dos motores

de combustão interna desses veículos apresentam componentes com menor peso e força de contato. Oitenta e seis por cento utilizam óleo de viscosidade igual ou inferior ao 5W30. E 74% utilizam pneus verdes e 60% utilizam câmbio CVT ou caixa com número de marchas igual ou superior a seis. O bombeamento nos motores também foi melhorado, sendo que 79% aplicam quatro válvulas por cilindro e comando de fase variável (VVT). O mapeamento ainda apresenta que houve aumento de potência superior ao aumento do peso, pois 72% desses veículos apresentam razão superior a 65 W/kg entre potência máxima e peso do veículo. Quanto ao motor, 51% deles apresentaram densidade de potência superior a 60 kW/l.

Ainda há conjunto de tecnologias aplicadas no Brasil, que precisa de consolidação em mais modelos. É o caso dos motores com três cilindros, presentes em 33% dos modelos que atendem o limite de 2% de IPI. Isso mostra que fomos capazes de trazer tecnologia para o nosso país, mas fizemos menos trabalhos de melhorias do que poderíamos. É claro que o cenário tecnológico depende de uma continuidade do programa de eficiência energética trazendo previsibilidade de competitividade internacional. Isso será fundamental para que haja consolidação dos investimentos, ampliando a aplicação dessas tecnologias em mais modelos da frota brasileira (FERRARESE; SILVA, 2016).

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Veículos rodoviários automotores - Massas, Vocabulários e Códigos - NBR 1176**. ABNT. Rio de Janeiro - RJ. 2006. Disponível em: <<http://bit.ly/2qekExZ>>. Acesso em: 21 abr. 2017
- ABREU, A. A. D. **Medidas de eficiência energética como instrumento de mitigação do aquecimento global no setor de transportes rodoviário Brasileiro**. COPPE / UFRJ. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2q7kKuR>>. Acesso em 01 set. 2015.
- ALVES, L. B.; SCARPEL, R. A.; BALDERRAIN, M. C. N. Tratamento multivariado de dados por análise de correspondência e análise de agrupamentos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓSGRADUAÇÃO DO ITA, 13., São José dos Campos, 2007. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: ITA, 2007. p. 1-7. Disponível em: <<http://www.bibl.ita.br/xiiiencita/MEC17.pdf>>. Acesso em 21 abr. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Método de ensaio para medição de consumo de combustível em veículos rodoviários automotores leves - NBR 7024**. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Rio de Janeiro - RJ. 2006. Disponível em: <<http://bit.ly/2ovPICs>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escapamento - NBR 6601**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ, p. 44. 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2qekExZ>>. Acesso em 21 abr. 2017.
- ATABANI, A. E. et al. A review on global fuel economy standarts, labels and technologies in the transportation sector. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 9, 2011. p. 4586 - 4610 Disponível em: <<http://bit.ly/2oJj5XL>> Acesso em: 13 nov. 2014.
- BAGLIONE, M. L. **Development of system analysis methodologies and tools for modeling and optimizing vehicle system efficiency**. University of Michigan. [Michigan], p. 207. 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2p3W5WN>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- BAGLIONE, M.L.; DUTY, M.; PANNONE, G. Vehicle system energy analysis methodology and tool for determining vehicle subsystem energy supply and demand. **SAE International**, Detroit, 16 Abril 2007. 10. Disponível em: <<http://bit.ly/2q5dY61>>. Acesso em 21 abr. 2017.
- BEER, T. et al. **Life Cycle emissions analysis of fuels for light vehicles**. Australian Greehouse Office. Melbourne, p. 112. 2004. Disponível em: <<http://bit.ly/2pihfz0>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- BERTONCINI, R. B. **Estudo de melhoria da eficiência energética de um veículo flex fuel no contexto do Inovar-Auto**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Centro Universitário FEI. São Bernardo do Campo, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2pihAlc>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

- BISHOP, J. et al. An engine start/stop system for improved fuel economy. **SAE International**, Detroit, 2007. Disponível em: <<http://papers.sae.org/2007-01-1777/>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Portaria nr 377**, Rio de Janeiro: INMETRO, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2qc8rK1>>. Acesso em: 21 abr. 2017.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. **Decreto nº 7819 - Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores**. Brasília - DF. 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2q5iNMA>>. Acesso em: 17 abr 2014.
- CARVALHO, R. N. D. et al. Technologies for CO2 mitigation on light duty vehicles - an overview. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE DA SAE BRASIL, 18., 2009, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SAE Brasil, 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/2p3Xv3i>>. Acesso em: 21 abr. 2107.
- CENTRO CLIMA. **Eficiência Energética e Gases de Efeito Estufa (GEE)**. Centro Clima - Centro de Estudos Integrados Sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro - RJ, 2014. Relatório. Disponível em: <<http://bit.ly/2ovVH4s>>. Acesso em: 17 abr 2014.
- CHEAH, L. W. **Cars on a diet: the material and energy impacts of passenger vehicle weight reduction in the U.S.** Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas) - MIT. Massachusetts, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2pz5PcT>>. Acesso em 21 abr. 2017.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development**. New York: The Free Press, 1993.
- CONPET. **Promovendo a eficiência energética nos automóveis brasileiros**. 2005. Relatório. Disponível em: <<http://bit.ly/2q4qMwn>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- CONPET. PBE - Informação ao Consumidor. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**, 2016. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp>>. Acesso em: 21 abr. 2016.
- CONPET. **Tabela de consumo/eficiência energética de veículos automotores leves**. Outubro 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/1Rpclux>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- DOMINGUES, J. M.; PERES, L. A. O.; MOTTA, R. S. D. Environmental regulation and automotive industrial policies in Brazil: the case of Inovar Auto. **Law and Business Review of the Americas**, v. 20, Summer 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2oLPD43>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional (BEN)**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 54. 2014. Disponível em <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em 08 set. 2015.

ESPEY, M.; SANTOSH, N. Automobile fuel economy: what is it worth? **Contemporary Economic Policy**, v. 23, n. 5, 2005. 7. Disponível em <<http://bit.ly/2q5fwNr>>. Acesso em 21 abr. 2017.

FERRARESE, A.; SILVA, E. L. D. É hora de consolidar. **Engenharia Automotiva e Aeroespacial, SAE Brasil**, São Paulo, v. 16, n. 71, 2016. p. 50. Disponível em: <<http://saebrasil.org.br>>. Acesso em 21 abr. 2017.

GALI, M. G. et al. Rolling resistance: technological advances and current outlook for commercial vehicles. **SAE Technical Paper Series**. Rio Grande do Sul - 2014. 7 p. Disponível em: <<http://bit.ly/2pzJJar>>. Acesso em: 12 mai. 2015.

GILLINGHAM, K. **The economics of fuel economy standards versus feebates**. New Haven: Yale University, 2013. Paper for National Energy Policy Institute. Disponível em: <<http://bit.ly/2pgaAFc>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

GREENING, L. A.; GREENE, D. L.; DIFIGLIO, C. Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey. **Energy Policy**, v. 28, n. 6-7, Jun. 2000. p. 389-401. Disponível em: <<http://bit.ly/1yHo7q2>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

HAIR JR, J. F. et al. **Análise Multivariada de Dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna. [S.l.]: Bookman, 2009

HALL, P. J. Energy storage: The route to liberation from the fossil fuel economy? **Energy Policy**, Glasgow, v. 36, n. 15, out. 2008. p. 4363-4367. Disponível em: <<http://bit.ly/2plxZFzn>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

HARRINGTON, W. Fuel economy and motor vehicle emissions. **Journal of Environmental Economics and Management**, Washington, DC, v. 33, n. 9 Aug. 1997. p. 240-252. <<http://bit.ly/2pzkDZg>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

HAUSCHILD, M. Z.; JESWIET, J.; ALTING, L. Design for Environment - do we get the focus right? **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 53, n. 1, 2004. p. 1-4. Disponível em: <<http://bit.ly/2oJABuK>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

HERRING, H.; ROY, R. Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect. **Technovation**, v. 27, n. 4, Apr. 2007. p. 194-203. Disponível em: <<http://bit.ly/2pzvmTi>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Technology Roadmap - fuel economy of road vehicles**. Paris: International Energy Agency, 2012. Anuário. Disponível em: <<http://bit.ly/2pin5jV>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

INMETRO. Programa Brasileiro de Etiquetagem. **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial**, 2012. Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - IEMA. **Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Instituto de Energia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro - RJ, 2011. Disponível em: <<http://www.energiaeambiente.org.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **CO2 Emissions from fuel combustion - highlights**. Paris, 2014. Disponível em: <<http://www.iea.org>>. Acesso em 15 ago. 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. International Energy Agency. **International Energy Agency**, 2015. Disponível em: <<http://www.iea.org/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

JAFFE, A. B.; STAVINS, R. N. The energy efficiency gap - what does it mean? **Energy Policy**, v. 22, n. 10, p. 804 - 810, 1994. Disponível em: <<http://bit.ly/2oM4YSb>>. Acesso em 25 abr. 2017.

KOBAYASHI, S.; PLOTKIN, S.; RIBEIRO, S. K. Energy efficiency technologies for road vehicles. **Energy Efficiency**, v.2, n.2, p. 125 - 137, May 2009.. Disponível em: <<http://bit.ly/2q7CtCz>>. Acesso em 25 abr. 2017.

LEMOS, J. F. **Poluição veicular: Avaliação dos impactos e benefícios ambientais com a renovação da frota veicular leve na cidade de São Paulo**. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2owRJsB>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

MAHLIA, T. M. I. et al. Sensitivity analysis of potential fuel savings by implementation of fuel economy standards for motorcycle. **Clean Techn Environ Policy**, v. 16, n. 1, p. 175 - 182, Jan. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2oMhHEA>>. Acesso em 25 abr. 2017.

MAHLIA, T. M. I.; TOHNO, S.; TEZUKA, T. A review on fuel economy test procedure for automobiles: Implementation possibilities in Malaysia and lessons for other countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n.6, p. 4029 - 4046, April 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2q5XaM0>>. Acesso em 25 abr. 2017.

MARSAL, J. V.; BERTAUT, M. B. **Manual de introducción a los métodos factoriales y clasificación con SPAD**. Barcelona: Servei d'Estadística Universitat Autònoma de Barcelona. Disponível em: <<http://bit.ly/2oMuqXG>>. Acesso em 25 abr. 2017

MEMON, L. A.; MAHLIA, T. M. I.; MASJUKI, H. H. A review on fuel economy standards and labels for motor vehicles implementation possibility in Pakistan. **Journal of Applied Sciences** v. 7, n. 4, p. 626 - 632, 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2oJHzQl>>. Acesso em 21 abr. 2017.

MESQUITA, D. L. et al. Inovar-Auto: Estudo de Caso sobre sua Adesão por uma Montadora Brasileira. In. ENCONTRO DA ANPAD, 38., 2014, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2oK12kd>>. Acesso em 21 abr. 2017.

MIERLO, J. V.; MAGETTO, G.; LATAIRE, P. Which energy source for road transport in future? A comparison of battery, hybrid and fuel cell vehicles. **Energy Conversion and Management**, v. 47, n. 17 Oct. 2006, p. 2748 - 2760. Disponível em: <<http://bit.ly/2qf711m>>. Acesso em 21 abr. 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards**. National Research Council. Washington, DC, 2002. 164 p. Relatório. Disponível em: <<http://bit.ly/2oJQL7n>>. Acesso em 21 abr. 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Assessment of fuel economy technologies for light duty vehicles**. Washington - DC: The National Academies, 2011. 233 p. Disponível em: <<http://bit.ly/2p4kVWt>>. Acesso em 23 jun. 2016.

ONODA, T. **Review of international policies for vehicle fuel efficiency**. International Energy Agency - IEA. 2008, 54 p.. Disponível em: <<http://bit.ly/2q7YOjb>>. Acesso em 21 04 2017.

PASCOAL, E. T.; SILVA, A. L. N. D. O estímulo do Inovar-Auto ao desenvolvimento de materiais ecológicos e veículos mais eficientes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA. 22., 2014, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2014. p. 1-9. Disponível em: <<http://bit.ly/2q889Y9>>. Acesso em 21 abr. 2017.

PEREIRA, M. C. et al. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo**. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo - SP. 2014. Relatório. Disponível em: <<http://bit.ly/2qeUWcC>>. Acesso em: 25 abr. 2017

PETTERSON, M. G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 25, 1996. p. 377 - 390. Disponível em: <<http://bit.ly/2qeUWcC>>. Acesso em: 25 abr. 2017

PLOTKIN, S. E. Examining fuel economy and carbon standards for light vehicles. **Energy Policy**, Washington, DC, v. 37, n.10, 2009. p. 3843 - 3853. Disponível em: <<http://bit.ly/2pzxIBy>>. Acesso em: 25 abr. 2017

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM VEICULAR. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Disponível em: <<http://pbeveicular.petrobras.com.br/TabelaConsumo.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

ROCHA, H. M. et al. Competition and Inovar-Auto: strategies to create R&D infrastructure on brazilian automotive industry. **SAE Technical Papers Series**, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2qf5wR1>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

ROMM, J. The car and fuel of the future. **Energy Policy**, Arlington (VA), v. 34, n. 17, Aug. 2005. p. 2609 - 2614. Disponível em: <<http://bit.ly/1FRxJye>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

ROSA, L. P.; SKLO, A.; BASTIN, C. Diffusion of new automotive technologies for improving energy efficiency in Brazil's light vehicle fleet. **Energy Policy**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 7, p. 3586 - 3597, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2q7Xwoe>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

SAMUEL, S.; AUSTIN, L.; MORREY, D. Automotive test drive cycles for emission measurement and real-world emission levels - review. **Journal of Automobile Engineering**, D, v. 216, n.7, p. 555 - 564, 2002. Disponível em: <<http://bit.ly/2owxU4p>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

SARMENTO, A. A. et al. Body structure contribution for automotive energy efficiency improvement - Inovar Auto Program. **SAE Technical Paper Series**, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2p4t0u4>>. Acesso em: 12 maio 2015.

SCHIMITT, F. W. **Metodologia de avaliação de eficiência energética em veículos leves e seus impactos em termos de uso de combustíveis**. 2010, 212 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE / UFRJ. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2oMpYIv>>. Acesso em: 12 maio 2015.

SCHIPPER, L. Automobile use, fuel economy and CO2 emissions in industrialized countries: encouraging trends through 2008?. **Transport Policy**, v. 18, n.2, p. 358 - 372, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2pILGWU>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

SHIAU, C.-S. N.; MICHALEK, J. J.; HENDRICKSON, C. T. A structural analysis of vehicle design responses to Corporate Average Fuel Economy. **Transportation Research**, v. 43, n. 9-10, p. 814-828, 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/2oJYxOB>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

SILITONGA, A. S. et al. Techno-economic analysis and environmental impact of fuel economy labels for passenger cars in Indonesia. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Kuala Lumpur, v.15, n. 9, p. 5212-5217, 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2q6u5QS>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

SILITONGA, S.; ATABANI, A. E.; MAHLIA, T. M. I. Review on fuel economy standard and label for vehicle in selected ASEAN countries. **Renewable and Sustainable Review**, v. 16, n. 3, p. 1683-1695, 2012. Disponível em: <<http://bit.ly/2q8vzwN>> Acesso em: 21 abr. 2017.

SINGH, A. et al. Trends of greenhouse gas emissions from the road transport sector in India. **Science of the Total Environment**, v. 390, n.1, p. 124-131, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2qfm9Mc>> Acesso em: 21 abr. 2017.

SMITH, C. B. **Anaise da difusão de novas tecnologias automotivas em prol da eficiência energética na frota de novos veículos leves no Brasil**. 2010, 277 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

SOFRONIS, C.; ZACHARIADIS, T. The effect of standards and fuel prices on automobile fuel economy: An international analysis. **Energy Economics**, v. 30, n. 5, p. 2657-2672, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2pA3ZZB>>. Acesso em 21 abr. 2017.

STEINER, E. **Consumer views on transportation and energy**. National Renewable Energy Laboratory - NREL. 2003. Relatório. Disponível em: <<http://bit.ly/2oMw9wj>>. Acesso em 21 abr. 2017.

TANAKA, C. N. **Metodologia de dimensionamento do sistema de tração para veículos elétricos**. 2013, 106 f. Dissertação (mestrado em Ciências) - USP. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2piSAu5>>. Acesso em 21 abr. 2017.

TREVIZANI, A. P. D. S. B.; FARIA, A. C. D. **Impactos tributários do Inovar-Auto em uma montadora de veículos automotores na região do Grande ABC**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. 2., 2014, São Paulo, **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2014. p. 1-17. Disponível em: <<http://bit.ly/2p4KU00>>. Acesso em 21 abr. 2017.

TURRENTINE, T. S.; KURANI, K. S. Car buyers and fuel economy? **Energy Police**, Davis - CA, v. 35, n. 2, p. 12313-1223, Feb. 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2p4A360>> Acesso em 21 abr. 2017.

WAGNER, J.; BERNHARD, M.; KELLER, S. **Bosch system solutions for reduction of CO2 and emissions**. SAE International. 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2oJWdXP>> Acesso em 21 abr. 2017.

WEB, C. N. Carros na Web - o site do carro. **Carros na web**. Disponível em: <<http://www.carrosnaweb.com.br/>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

WILLS, W. **O aumento da eficiência energética nos veículos leves e suas implicações nas emissões de gases de efeito estufa: cenários brasileiros entre 2000 e 2030**. 2008, 155 f. Tese (Mestre em Planejamento Energético) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2pj4KTT>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

WILLS, W.; ROVERE, E. L. L. Light vehicle energy efficiency programs and their impact on Brazilian CO2 emissions. **Energy Policy**, v. 38, n.11, 2009. p. 6453-6462. Disponível em: <<http://bit.ly/2q8m1ld>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

YU, S. E.; OHN, H. S.; MIN, K. D. Investigation of engine restart stability after idle stop for mild type HEV powertrain. **International Journal of Automotive Technology**, v. 14, n. 5, 2013. p. 683 - 691. Disponível em: <<http://bit.ly/2p4xuRu>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

ZACHARIADIS, T. On the baseline evolution of automobile fuel economy in Europe. **Energy Policy**, v. 34, n.14, p. 1773-1785, 2006. Disponível em: <<http://bit.ly/2pA9LKL>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

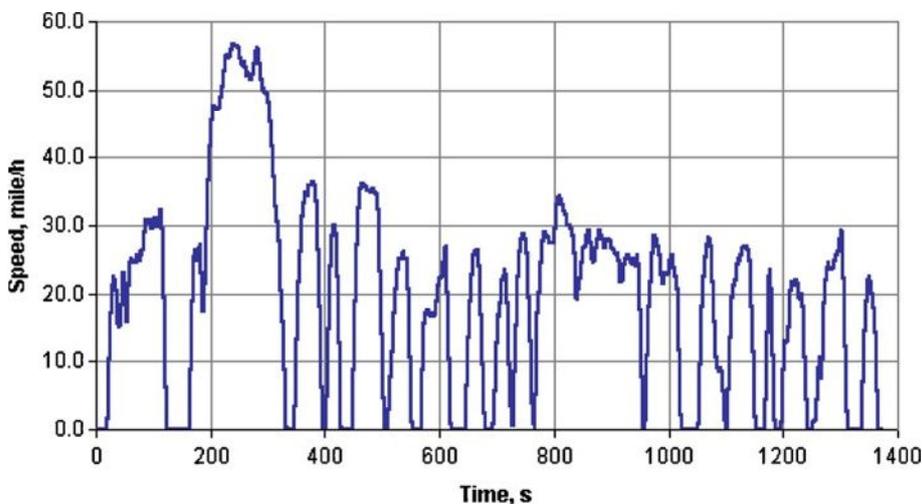
APÊNDICE A – Experiência Internacional em Ciclos de Testes

Em muitos países, os veículos são testados através de procedimentos padrão antes de terem a venda autorizada. O teste, realizado em laboratório, simula uma série de condições em uso urbano e em estrada, com base nas condições padrão de condução. Geralmente, os fabricantes devem enviar o relatório de teste do seu automóvel protótipo à autoridade para analisar os resultados e confirmar através de seu próprio teste o reconhecimento do resultado e a homologação do veículo.

A seguir, alguns procedimentos ou ciclos de testes, de regiões de grande representatividade em termos de normativas sobre medidas de emissões e consumo de combustível veicular para um paralelo ao método utilizado no Brasil. Os ciclos de teste serão apresentados a título de conhecimento, sem a adição de qualquer análise ou comentário.

Estados Unidos

Devido à legislação sobre consumo e emissões seguir um padrão Estadual, existe diferentes procedimentos ou ciclos de ensaio seguidos nos Estados Unidos. O Procedimento Federal, instituído pelo *Corporate Average Fuel Economy (CAFE)* pondera em 55% do ciclo para condução em cidade (ciclo urbano) e 45%. O *FTP-72* também conhecido como Ciclo Urbano de Condução em Dinamômetro (*UDDS*), e apresentado graficamente na Figura 20, simula uma condução urbana para 12,07 km com paradas frequentes. A velocidade máxima deste teste é 91,2 km/h (56,7 milhas/h) e a velocidade média é de 31,5 km/h (19,6 milhas/h). O ciclo consiste em duas fases; a primeira ocorre durante 505 segundos percorrendo uma distância de 5,78 km em 41,2 km de velocidade média e a segunda fase é ocorre em 864 segundos. A primeira fase inicia-se com a partida a frio do motor (*cold start phase*) e a segunda fase é iniciada após 10 min do motor desligado ou parado. Para este teste, fatores de ponderação de 45% e 55% são aplicados a primeira e segunda fase, respectivamente. O *FTP-75*, direcionado para ensaios em veículos comerciais leve, usualmente Diesel, não será apresentado neste trabalho.

Figura 20 – Ciclo Padrão de Teste *FPT-72*

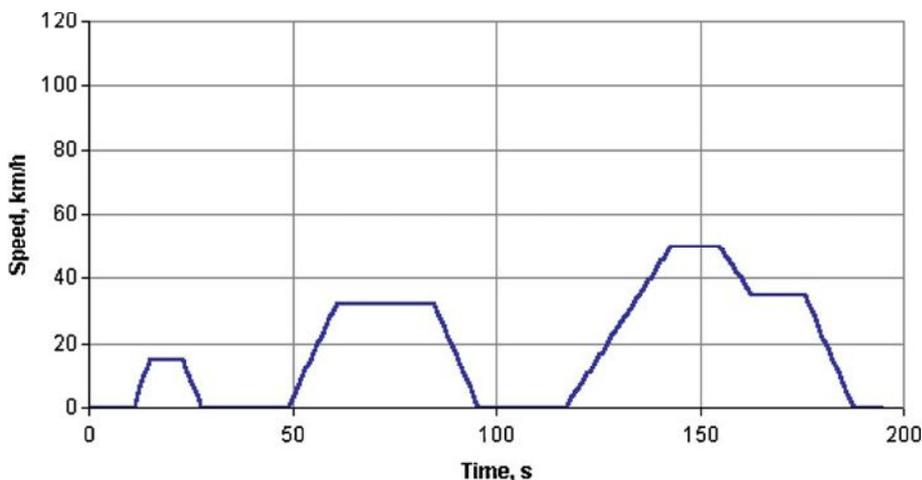
Fonte: Mahlia, Tohno e Tezuka, 2012

União Europeia

O Ciclo de Condução Europeu (*NEDC*) é usado para certificação dos veículos em países europeus. O ciclo completo inclui quatro segmentos como apresentado pelas Figuras 21 e 22, repetidos sem interrupção. Antes do ensaio, o veículo é estabilizado durante pelo menos 6 horas em temperatura de ensaio de 20-30°C. A partir do início do ensaio amostras de gases são coletadas com a técnica de amostragem de volume constante, analisadas e apresentadas em g/km para cada um dos poluentes. O ciclo de condução urbana foi concebido para representar condições de condução da cidade. Caracteriza-se pela baixa velocidade do veículo e baixa carga do motor e conseqüente baixa temperatura dos gases de escape. O segmento seguinte foi para representar modos mais agressivos e de alta velocidade de condução. A velocidade máxima neste ciclo é de 120 km/h. No entanto, o ciclo de homologação atual pode não ser capaz de avaliar com precisão emissões e consumo de combustível do veículo devido à sua representação inadequada de condução no mundo real.

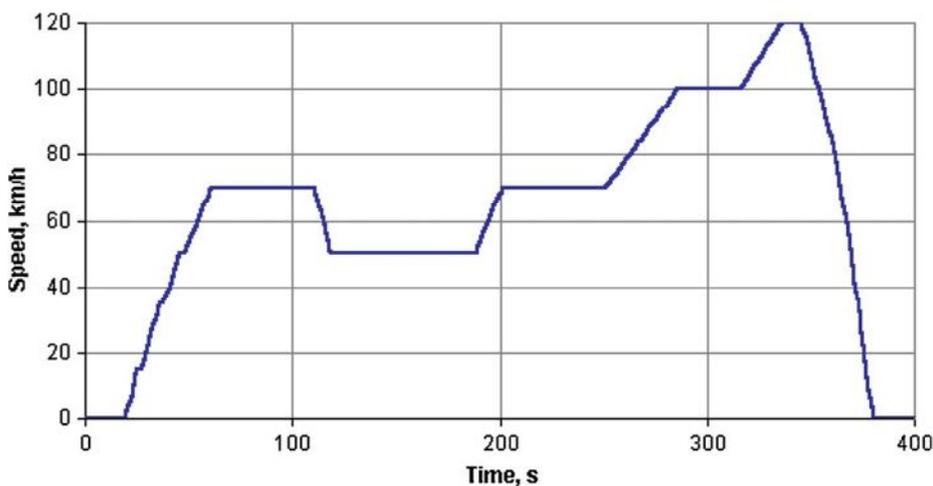
Devido à diferente composição da frota, o tipo de condução, sistema de transporte público e rede de estradas e topografia, cada cidade e país tem características únicas. Devido a este problema, alguns dos países europeus utilizam procedimentos de ensaio específicos para a área urbana.

Figura 21 – Ciclo Europeu – Fase I



Fonte: Mahlia, Tohno e Tezuka, 2012

Figura 22– Ciclo Europeu – Fase II

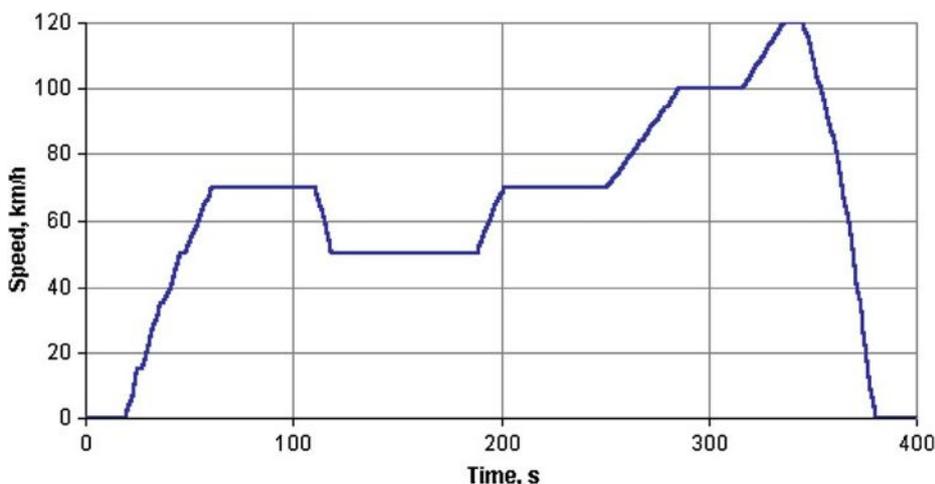


Fonte: Mahlia, Tohno e Tezuka, 2012

Japão

O ciclo "*10-15 mode*" é atualmente aplicado para a certificação de emissões e economia de combustível para veículos leves no Japão e está representado na Figura 23. É uma combinação de ciclos - ciclo urbano e extraurbano - de modo a representar as condições de condução no país. As emissões são expressas em g/km e o ciclo completo inclui uma sequência de 15 minutos de *warm-up* ou aquecimento, uma parada de 5 minutos, seguido por três repetições de segmentos do chamado "*10-mode*" e uma do segmento de "*15 mode*".

Figura 23 – Ciclo “10 – 15” no Japão



Fonte: Mahlia, Tohno e Tezuka, 2012

Novos ciclos de testes que serão desenvolvidos no futuro deverão ser mais representativos dos padrões de condução atuais. Estes ciclos devem representar a distribuição de velocidade e aceleração fora do alcance dos ciclos de acionamento existentes. As estimativas de emissões que utilizarão estes ciclos de testes para simulação deverão ser capazes de representar a natureza transitória desses ciclos.

Os ciclos de condução novos devem também abordar os ciclos de ensaio para os padrões de condução locais ou “zonais” e nacionais. O número de ciclos de condução para testar um veículo pode basear-se no local onde o veículo será utilizado ou nas condições ambientais nas quais o veículo será utilizado.

Embora ainda haja muito trabalho a ser feito para o desenvolvimento de novos ciclos de testes para representar os padrões de condução do mundo real, os contornos gerais dos impactos dessas mudanças podem agora ser caracterizados para auxiliar na melhoria das emissões do mundo real produzidas pelos veículos (SAMUEL, AUSTIN e MORREY, 2002).

**APÊNDICE B – Experiência Internacional em Políticas Públicas de Eficiência
Energética**

O Japão e a Europa lideram e continuarão a liderar o mundo em termos do controle de emissão de Gases de Efeito Estufa e consumo de combustíveis de veículos leves, em parte devido a políticas que favorecem veículos e combustíveis mais limpos e eficientes. Outros países podem fazer bons avanços nos próximos anos, dependendo de como as suas políticas sejam aplicadas. Os Estados Unidos e a China estarão tomando importantes decisões nos próximos anos, durante os próximos estágios de suas políticas de eficiência energética.

Estados Unidos – CAFÉ

A primeira regulação sobre padrões de eficiência energética para veículos leves foi instituída nos Estados Unidos em 1975, em função da crise do petróleo de 1973. A lei de Política e Conservação de Energia estabeleceu o programa CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*) para os novos automóveis e veículos leves, com o objetivo de reduzir a dependência do país à importação de petróleo. A regulação do padrão CAFE estabelece metas de eficiência energética obrigatórias para cada fabricante em milhas por galão.

A eficiência energética média da frota de um fabricante, ponderada pelo número de veículos fabricados, deve ser maior ou igual à meta do padrão CAFE. A meta de eficiência é diferenciada conforme o tipo de veículo: mínimo de 27,5 mpg para os automóveis (veículos leves), e mínimo de 23,5 mpg para os comerciais leves. A frota de automóveis importados é separada do cálculo do padrão dos automóveis domésticos, tendo a meta de 27,5 mpg. A administração do CAFE é distribuída entre dois órgãos federais norte-americanos: *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) e *Environmental Protection Agency* (EPA) sendo esta a agência responsável por verificar a conformidade dos testes de condução realizados nos dinamômetros dos fabricantes (amostragem) e consolidar os dados de consumo de todos os relatórios das montadoras anualmente, repassando-os para a NHTSA que poderá aplicar as penalidades civis caso o fabricante não atenda ao padrão (SMITH, 2010).

União Europeia

A iniciativa da União Europeia para a redução das emissões de CO₂ e do consumo de combustível no transporte rodoviário de passageiros ocorreu no início da década de 1990 e foi baseada na implantação de três políticas: acordos voluntários com a indústria automobilística, medidas fiscais visando à diminuição do consumo de combustível, e um programa de informação ao consumidor. O objetivo dessas políticas era reduzir as emissões de CO₂ dos veículos leves de passageiros em 35%, de 186g CO₂/km em 1995 para 120g CO₂/km em

2005. Entre 1995 e 2009, foram propostas algumas nos acordos entre a Comissão Europeia e a indústria automobilística.

Em 1998 ocorreu o acordo voluntário entre a Comissão Europeia e a Associação dos Construtores Europeus de Automóveis (ACEA), que estabeleceu a meta de 140g CO₂/km para a frota de veículos novos fabricados e registrados na União Europeia até 2008 e 120g CO₂/km em 2012. O acordo previa o alcance deste patamar através do desenvolvimento tecnológico de automóveis mais eficientes, bem como implantação das outras políticas que fazem parte da estratégia de redução de CO₂. Em 2002, o monitoramento das metas do acordo voluntário ACEA de 1998 mostrou que a média intermediária de emissões de CO₂ dos novos veículos para 2003 (165g CO₂/km) foi cumprida, mas em 2006, a Comissão Europeia concluiu que as metas para 2008 (140g CO₂/km) e 2012 (120g CO₂/km) não poderiam ser atingidas pela indústria automobilística, e assim em 2009, foi estabelecido oficialmente um novo padrão, compulsório.

A meta de cada fabricante deverá ser alcançada gradativamente: 65% da frota em 2012, 75% em 2013, 85% em 2014 e 100% em 2015. Além disso, foi definida uma nova meta de 95g CO₂/km a ser atingida em 2020.

Japão

As regulações de eficiência energética veicular no Japão derivam da “Lei de Uso Racional da Energia” adotada em 1976, abrangendo uma grande variedade de bens de consumo. No final da década de 90, um novo programa de eficiência energética foi implantado visando conter o consumo de petróleo e o aumento dos gases de efeito estufa, pelos veículos leves e comerciais leves (PLOTKIN, 2009).

Em 2006 o Japão revisou as metas de economia de combustível; essas metas foram projetadas para aumentar eficiência média da frota de carros novos de 13,6 km/l em 2004 para 16,8 km/l em 2015, um aumento de 23,5%. A legislação inclui penalidades caso as metas não sejam alcançadas pelos fabricantes, mas as sanções são brandas e as multas são modestas pois os fabricantes preferem evitar o anúncio público do descumprimento do padrão pelos efeitos negativos na imagem da empresa.

Síntese da experiência em diferentes continentes

Percebe-se que cada meta é fortemente influenciada pelo teste usado para medição do consumo ou das emissões. Durante as últimas décadas, a Europa, Japão e Estados Unidos

desenvolveram testes para reproduzir as condições reais de uso do veículo e, como resultado, o mesmo veículo testado no Japão pode ter um resultado diferente se testado na Europa ou nos EUA. Os tomadores de decisão normalmente se deparam com um grande número de opções à sua frente quando planejam as metas a serem seguidas: metas únicas para toda a frota ou metas divididas segundo o tamanho do veículo, seu peso, tamanho do motor; o ciclo de testes a ser utilizado e se as metas serão voluntárias ou obrigatórias (WILLS, 2008). A tabela 3 apresenta uma comparação entre alguns dos programas de eficiência energética.

Tabela 20 – Síntese de Programas de Eficiência Energética

País	Início	Implementação	Parâmetro	Veículos	Critério
China	2005	compulsória	litros/100km	carros	consumo
EUA	1975	compulsória	milhas por galão	carros e comerciais leves	economia
EUA (CA)	202	compulsória	gramas CO ₂ por milha	carros e comerciais leves	economia
Japão	1998	compulsória	km/litro	carros e comerciais leves	economia
União Europeia e Reino Unido	1998	voluntária	gramas CO ₂ por milha	carros e comerciais leves	consumo
Brasil (Inovar Auto)	2012	voluntária	MJ/km	carros e comerciais leves	eficiência

Fonte: Willis, 2008

**APÊNDICE C - Classificação de Eficiência Energética por Categoria veicular para o
Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular**

Quadro 10 – Categoria de veículo de passageiro subcompacto

Consumo Energético (CE) (MJ/km)	Classificação PBE
CE ≤ 1,60	A
1,60 < CE ≤ 1,67	B
1,67 < CE ≤ 1,78	C
1,78 < CE ≤ 1,92	D
CE > 1,92	E

Autor: INMETRO, 2011

Quadro 11 – Categoria de veículo de passageiro compacto

Consumo Energético (CE) (MJ/km)	Classificação PBE
CE ≤ 1,76	A
1,76 < CE ≤ 1,84	B
1,84 < CE ≤ 1,94	C
1,94 < CE ≤ 2,04	D
CE > 2,04	E

Autor: INMETRO, 2011

Quadro 12 – Categoria de veículo de passageiro médio

Consumo Energético (CE) (MJ/km)	Classificação PBE
$CE \leq 1,76$	A
$1,76 < CE \leq 1,84$	B
$1,84 < CE \leq 1,90$	C
$1,90 < CE \leq 2,00$	D
$CE > 2,00$	E

Autor: INMETRO, 2011

Quadro 13 – Categoria de veículo de passageiro grande

Consumo Energético (CE) (MJ/km)	Classificação PBE
$CE \leq 1,95$	A
$1,95 < CE \leq 2,04$	B
$2,04 < CE \leq 2,24$	C
$2,24 < CE \leq 2,53$	D
$CE > 2,53$	E

Autor: INMETRO, 2011

Quadro 14 – Categoria de veículo utilitário esportivo compacto

Consumo Energético (CE) (MJ/km)	Classificação PBE
$CE \leq 2,11$	A
$2,11 < CE \leq 2,22$	B
$2,22 < CE \leq 2,35$	C
$2,35 < CE \leq 2,50$	D

Autor: INMETRO, 2011

APÊNDICE D - Tabela Base CONPET 2016 com dados estratificados para Análise de Regressão

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro					Comparação Relativa na Categoria	Comparação Absoluta Geral		
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)	Redução Relativa ao Limite	Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina								
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)		CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)							
					Automatiz. (MTA)		Eléctro-Hidráulica (E-H)															
Contínua (CVT)				NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)																
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.0-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,009	0,217	0,008	A	0	108	8	9,4	11,6	13,4	1,75	C	B	-
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.4-8V	Evolution	M-5	S	H	F	0,015	0,534	0,009	A	0	98	8,8	10,1	12,6	14,8	1,59	A	A	SIM
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.4-8V	Sporting	M-5	S	H	F	0,022	0,394	0,034	A	0	114	7,8	8,8	11,2	12,5	1,84	D	B	-
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.4-8V	Sporting Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,011	0,236	0,031	A	0	117	7,7	8,3	11,1	11,8	1,9	D	B	-
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.0-8V	Way	M-5	S	H	F	0,024	0,625	0,02	A	0	110	8	9,1	11,5	13	1,78	C	B	-
SUB COMPACTO	FIAT	Palio	1.0-8V	Fire Evo	M-5	N	M	F	0,02	0,388	0,019	A	0	99	8,7	10,4	12,2	15,3	1,6	A	A	SIM
SUB COMPACTO	FIAT	Palio	1.0-8V	Fire Way	M-5	N	M	F	0,02	0,388	0,019	A	0	103	8,3	9,8	12	14,2	1,67	B	A	SIM
SUB COMPACTO	FIAT	Uno	1.0-8V	Vivace	M-5	N	M	F	0,015	0,462	0,019	A	0	102	8,2	10,4	11,8	15	1,66	B	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Cross	M-5	S	E	F	0,028	0,256	0,034	A	0	95	9,2	10,4	13,3	14,6	1,54	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Cross (I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,04	0,671	0,024	B	0	96	8,9	9,9	13,2	14,4	1,58	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Move (I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,037	0,599	0,018	B	0	89	9,4	10,6	14	15,8	1,47	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	High (I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,037	0,599	0,018	B	0	89	9,4	10,6	14	15,8	1,47	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Run (I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,037	0,599	0,018	B	0	89	9,4	10,6	14	15,8	1,47	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Take	M-5	S	E	F	0,023	0,218	0,032	A	0	89	9,6	10,6	14,2	15,3	1,46	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Move	M-5	S	E	F	0,023	0,218	0,032	A	0	89	9,6	10,6	14,2	15,3	1,46	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	High	M-5	S	E	F	0,023	0,218	0,032	A	0	89	9,6	10,6	14,2	15,3	1,46	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up!	1.0-12V	Run	M-5	S	E	F	0,023	0,218	0,032	A	0	89	9,6	10,6	14,2	15,3	1,46	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up! TSI	1.0-12V	Cross	M-5	S	E	F	0,022	0,189	0,032	A	0	93	9,5	10,4	13,7	14,7	1,5	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up! TSI	1.0-12V	Move	M-5	S	E	F	0,03	0,38	0,035	A	0	89	9,6	11,1	13,8	16,1	1,44	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up! TSI	1.0-12V	High	M-5	S	E	F	0,03	0,38	0,035	A	0	89	9,6	11,1	13,8	16,1	1,44	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up! TSI	1.0-12V	BWR	M-5	S	E	F	0,03	0,38	0,035	A	0	89	9,6	11,1	13,8	16,1	1,44	A	A	SIM
SUB COMPACTO	VW	Up! TSI	1.0-12V	Speed	M-5	S	E	F	0,03	0,38	0,035	A	0	89	9,6	11,1	13,8	16,1	1,44	A	A	SIM
COMPACTO	GM	Classic	1.0-8V	LS	M-5	S	H	F	0,024	0,352	0,014	A	0	117	7,3	8,6	10,8	12,5	1,91	C	B	-
COMPACTO	GM	Onix	1.0-8V	LS	M-5	S	H	F	0,031	0,339	0,011	B	0	109	7,8	9,2	11,5	13,5	1,77	B	B	-
COMPACTO	GM	Onix	1.0-8V	LT	M-5	S	H	F	0,031	0,339	0,011	B	0	109	7,8	9,2	11,5	13,5	1,77	B	B	-
COMPACTO	GM	Onix	1.4-8V	LT	A-6	S	H	F	0,024	0,544	0,006	A	0	125	6,9	8,5	9,9	12,2	2,02	D	C	-
COMPACTO	GM	Onix	1.4-8V	LTZ	A-6	S	H	F	0,024	0,544	0,006	A	0	125	6,9	8,5	9,9	12,2	2,02	D	C	-
COMPACTO	GM	Onix	1.4-8V	LT	M-5	S	H	F	0,016	0,42	0,015	A	0	108	7,9	9,6	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
COMPACTO	GM	Onix	1.4-8V	LTZ	M-5	S	H	F	0,016	0,42	0,015	A	0	108	7,9	9,6	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
COMPACTO	GM	Onix	1.4-8V	EFF	M-5	S	H	F	0,016	0,42	0,015	A	0	108	7,9	9,6	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.2-12V	Origine	M-5	S	E	F	0,014	0,47	0,023	A	0	84	10,6	11,3	14,8	16,6	1,35	A	A	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.2-12V	Attraction	M-5	S	E	F	0,014	0,47	0,023	A	0	84	10,6	11,3	14,8	16,6	1,35	A	A	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.2-12V	Tendance	M-5	S	E	F	0,014	0,47	0,023	A	0	84	10,6	11,3	14,8	16,6	1,35	A	A	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.2-12V	Style	M-5	S	E	F	0,014	0,47	0,023	A	0	84	10,6	11,3	14,8	16,6	1,35	A	A	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.5-8V	Origine	M-5	S	E	F	0,021	0,447	0,009	A	0	103	8	10	11,8	14,6	1,68	A	B	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.5-8V	Attraction	M-5	S	E	F	0,021	0,447	0,009	A	0	103	8	10	11,8	14,6	1,68	A	B	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.5-8V	Tendance	M-5	S	E	F	0,021	0,447	0,009	A	0	103	8	10	11,8	14,6	1,68	A	B	SIM
COMPACTO	CITROEN	C3	1.6-16V	Exclusive	A-4	S	E	F	0,021	0,508	0,043	A	0	115	7,9	8,8	11	12,6	1,84	B	B	-
COMPACTO	CITROEN	C3	1.6-16V	Tendance	A-4	S	E	F	0,021	0,508	0,043	A	0	115	7,9	8,8	11	12,6	1,84	B	B	-
COMPACTO	CITROEN	C3	1.6-16V	Style	A-4	S	E	F	0,021	0,508	0,043	A	0	115	7,9	8,8	11	12,6	1,84	B	B	-
COMPACTO	FIAT	Idea	1.4-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,016	0,4	0,016	A	0	130	6,7	7,3	9,8	11	2,14	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Idea	1.6-16V	Esence Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,017	0,498	0,022	A	0	125	6,7	7,9	10	11,8	2,07	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Idea	1.6-16V	Esence	M-5	S	H	F	0,018	0,523	0,019	A	0	128	6,8	8	9,9	11,5	2,07	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Pálio	1.4-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,012	0,354	0,017	A	0	113	7,7	9	11	13	1,83	B	B	-
COMPACTO	FIAT	Pálio	1.6-16V	Esence	M-5	S	H	F	0,017	0,438	0,01	A	0	124	6,9	8,2	10,1	11,9	2,03	D	C	-

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)					Etanol		Gasolina		Comparação Relativa na Categoria		Comparação Absoluta Geral			
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)														
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)					Etanol		Gasolina							
					Automatiz. (MTA)		Eleto-Hidráulica (E-H)															
Continua (CVT)				Poluentes				Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina										
				NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	Etanol	Gasolina	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)									
								CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)													
COMPACTO	FIAT	Pálio	1.0-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,009	0,217	0,008	A	0	118	7,2	8,7	10,4	12,7	1,93	C	B	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.4-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,023	0,419	0,022	A	0	120	7,3	8,6	10,4	12,2	1,94	C	B	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.6-16V	Essence	M-5	S	H	F	0,02	0,527	0,029	A	0	125	6,7	8,4	9,9	12	2,04	D	C	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.6-16V	Essence Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,022	0,481	0,021	A	0	125	6,9	8	10,1	11,8	2,04	D	C	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.8-16V	Sporting	M-5	S	H	F	0,016	0,618	0,018	A	0	130	6,7	7,9	9,7	11,2	2,11	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.8-16V	Blackmotion	M-5	S	H	F	0,016	0,618	0,018	A	0	130	6,7	7,9	9,7	11,2	2,11	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Punto	1.4-16V	Tjet	M-5	S	H	G	0,028	0,267	0,031	A	\	139	\	\	9,4	10,2	2,26	E	C	-
COMPACTO	FIAT	Siena	1.0-8V	EL	M-5	N	H	F	0,02	0,461	0,032	A	0	106	8,1	9,8	11,5	14,1	1,71	A	B	SIM
COMPACTO	FIAT	Siena	1.4-8V	EL	M-5	S	H	F	0,018	0,497	0,031	A	0	116	7,3	8,5	10,8	12,5	1,91	C	B	-
COMPACTO	FORD	KA	1.5-16V	SE	M-5	S	E	F	0,02	0,39	0,018	A	0	108	7,9	9,5	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
COMPACTO	FORD	KA	1.5-16V	SEL	M-5	S	E	F	0,02	0,39	0,018	A	0	108	7,9	9,5	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
COMPACTO	FORD	KA	1.0-12V	SE	M-5	S	E	F	0,026	0,511	0,023	A	0	95	8,9	10,4	13	15,1	1,56	A	A	SIM
COMPACTO	FORD	KA	1.0-12V	SEL	M-5	S	E	F	0,026	0,511	0,023	A	0	95	8,9	10,4	13	15,1	1,56	A	A	SIM
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.5-16V	S	M-5	S	E	F	0,014	0,37	0,02	A	0	114	7,6	9,4	10,7	13,4	1,83	B	B	-
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.5-16V	SE	M-5	S	E	F	0,014	0,37	0,02	A	0	114	7,6	9,4	10,7	13,4	1,83	B	B	-
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.6-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,017	0,46	0,031	A	0	109	7,7	10	11	14,3	1,76	A	B	SIM
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.6-16V	Titanium	DCT-6	S	E	F	0,017	0,46	0,031	A	0	109	7,7	10	11	14,3	1,76	A	B	SIM
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.6-16V	SE	M-5	S	E	F	0,023	0,664	0,022	A	0	105	8	9,9	11,7	14,1	1,71	A	B	SIM
COMPACTO	FORD	Fiesta	1.6-16V	Titanium	M-5	S	E	F	0,023	0,664	0,022	A	0	105	8	9,9	11,7	14,1	1,71	A	B	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	DX	M-5	S	E	F	0,011	0,098	0,02	A	0	107	8,3	9,5	11,6	13,6	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	LX	M-5	S	E	F	0,011	0,098	0,02	A	0	107	8,3	9,5	11,6	13,6	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	DX	CVT	S	E	F	0,022	0,12	0,016	A	0	102	8,3	9,9	12,3	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	LX	CVT	S	E	F	0,022	0,12	0,016	A	0	102	8,3	9,9	12,3	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	EX	CVT	S	E	F	0,022	0,12	0,016	A	0	102	8,3	9,9	12,3	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	HONDA	Fit	1.5-16V	EXL	CVT	S	E	F	0,022	0,12	0,016	A	0	102	8,3	9,9	12,3	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.0-12V	Comfort	M-5	S	H	F	0,014	0,309	0,011	A	0	101	8,5	9,9	12,5	14,1	1,64	A	A	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.0-12V	Plus	M-5	S	H	F	0,014	0,309	0,011	A	0	101	8,5	9,9	12,5	14,1	1,64	A	A	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.0-12V	Style	M-5	S	H	F	0,014	0,309	0,011	A	0	101	8,5	9,9	12,5	14,1	1,64	A	A	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Plus	A-6	S	H	F	0,02	0,286	0,02	A	0	121	7,1	9,4	9,9	12,5	1,95	D	C	-
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Style	A-6	S	H	F	0,02	0,286	0,02	A	0	121	7,1	9,4	9,9	12,5	1,95	D	C	-
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Premium	A-6	S	H	F	0,02	0,286	0,02	A	0	121	7,1	9,4	9,9	12,5	1,95	D	C	-
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	R spec	A-6	S	H	F	0,02	0,286	0,02	A	0	121	7,1	9,4	9,9	12,5	1,95	D	C	-
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Plus	M-6	S	H	F	0,017	0,5	0,019	A	0	107	8,1	9,9	11,6	13,8	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Style	M-6	S	H	F	0,017	0,5	0,019	A	0	107	8,1	9,9	11,6	13,8	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	Premium	M-6	S	H	F	0,017	0,5	0,019	A	0	107	8,1	9,9	11,6	13,8	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.6-16V	R spec	M-6	S	H	F	0,017	0,5	0,019	A	0	107	8,1	9,9	11,6	13,8	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.0-12V	Plus turbo	M-6	S	H	F	0,01	0,311	0,016	A	0	105	8,2	10,1	11,6	14,3	1,69	A	B	SIM
COMPACTO	HYUNDAI	HB20	1.0-12V	Style turbo	M-6	S	H	F	0,01	0,311	0,016	A	0	105	8,2	10,1	11,6	14,3	1,69	A	B	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.0-12V	10 MT	M-5	S	E	F	0,023	0,559	0,003	A	0	96	8,8	10,4	12,9	15	1,57	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.0-12V	10 S	M-5	S	E	F	0,023	0,559	0,003	A	0	96	8,8	10,4	12,9	15	1,57	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.0-12V	10 SV	M-5	S	E	F	0,023	0,559	0,003	A	0	96	8,8	10,4	12,9	15	1,57	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.6-16V	16 S	M-5	S	E	F	0,031	0,664	0,005	B	0	99	8,5	9,9	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.6-16V	16 SV	M-5	S	E	F	0,031	0,664	0,005	B	0	99	8,5	9,9	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.6-16V	16 SL	M-5	S	E	F	0,031	0,664	0,005	B	0	99	8,5	9,9	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.6-16V	16 SV	CVT	S	E	F	0,024	0,163	0,014	A	0	104	7,8	9,8	11,7	14,5	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	NISSAN	March	1.6-16V	16 SL	CVT	S	E	F	0,024	0,163	0,014	A	0	104	7,8	9,8	11,7	14,5	1,72	A	B	SIM

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)	Poluentes				Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina		Comparação Relativa na Categoria	Comparação Absoluta Geral		
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)	NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	Etanol	Gasolina	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)	Cidade (km/l)					Estrada (km/l)
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)					CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)								
					Automatiz. (MTA)		Eletro-Hidráulica (E-H)															
Continua (CVT)																						
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.2-12V	Active	M-5	S	E	F	0,018	0,465	0,037	A	0	82	10,9	11,7	15,1	16,9	1,32	A	A	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.2-12V	Act Pack	M-5	S	E	F	0,018	0,465	0,037	A	0	82	10,9	11,7	15,1	16,9	1,32	A	A	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.2-12V	Allure	M-5	S	E	F	0,018	0,465	0,037	A	0	82	10,9	11,7	15,1	16,9	1,32	A	A	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.5-8V	Active	M-5	S	E	F	0,011	0,604	0,033	A	0	104	8	9,6	11,6	14,3	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.5-8V	Active Pack	M-5	S	E	F	0,011	0,604	0,033	A	0	104	8	9,6	11,6	14,3	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.5-8V	Allure	M-5	S	E	F	0,011	0,604	0,033	A	0	104	8	9,6	11,6	14,3	1,72	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Griffe	M-5	S	E	F	0,02	0,609	0,036	A	0	116	7,1	8,9	10,6	12,9	1,91	C	B	-
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Sport	M-5	S	E	F	0,023	0,524	0,027	A	0	102	8,5	10	12,3	14	1,65	A	A	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Griffe	M-5	S	E	F	0,023	0,524	0,027	A	0	102	8,5	10	12,3	14	1,65	A	A	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Allure	A-4	S	E	F	0,022	0,6	0,03	A	0	109	8,1	9,1	11,7	13	1,76	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Allure	A-4	S	E	F	0,022	0,6	0,03	A	0	109	8,1	9,1	11,7	13	1,76	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	Griffe	A-4	S	E	F	0,022	0,6	0,03	A	0	109	8,1	9,1	11,7	13	1,76	A	B	SIM
COMPACTO	PEUGEOT	208	1.6-16V	GT THP	M-6	S	E	F	0,013	0,147	0,031	A	0	104	8,2	9,5	12	13,8	1,7	A	B	SIM
COMPACTO	RENAULT	Sandero	1.0-16V	Authentique	M-5	S	H	F	0,03	0,361	0,055	B	0	100	8,7	9,6	12,6	14	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	RENAULT	Sandero	1.0-16V	Expression	M-5	S	H	F	0,03	0,361	0,055	B	0	100	8,7	9,6	12,6	14	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	RENAULT	Sandero	1.6-8V	Dynamique	M-5	S	H	F	0,029	0,494	0,027	A	0	117	7,5	8,7	10,7	12,4	1,89	C	B	-
COMPACTO	RENAULT	Sandero	1.6-8V	Expression	M-5	S	H	F	0,029	0,494	0,027	A	0	117	7,5	8,7	10,7	12,4	1,89	C	B	-
COMPACTO	RENAULT	Sandero	1.6-8V	GT Line	M-5	S	H	F	0,029	0,494	0,027	A	0	117	7,5	8,7	10,7	12,4	1,89	C	B	-
COMPACTO	RENAULT	Sandero	2.0-16V	Renault Sport	M-6	S	H	F	0,027	0,313	0,043	A	0	148	5,9	7,6	8,3	10,8	2,37	E	D	-
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.3-16V	X	M-6	S	E	F	0,017	0,499	0,043	A	0	100	8,6	9,8	12,6	14,2	1,63	A	A	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.3-16V	X	A-4	S	E	F	0,019	0,409	0,004	A	0	107	8,2	9,2	11,8	13,3	1,74	A	B	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	XS	M-6	S	E	F	0,02	0,527	0,018	A	0	101	8,3	9,8	12,4	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	XLS	M-6	S	E	F	0,02	0,527	0,018	A	0	101	8,3	9,8	12,4	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	Platinum	M-6	S	E	F	0,02	0,527	0,018	A	0	101	8,3	9,8	12,4	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	Cross	M-6	S	E	F	0,02	0,527	0,018	A	0	101	8,3	9,8	12,4	14,1	1,66	A	A	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	XS	A-4	S	E	F	0,023	0,406	0,009	A	0	107	8,1	9,2	11,9	13,2	1,74	A	B	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	XLS	A-4	S	E	F	0,023	0,406	0,009	A	0	107	8,1	9,2	11,9	13,2	1,74	A	B	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	Platinum	A-4	S	E	F	0,023	0,406	0,009	A	0	107	8,1	9,2	11,9	13,2	1,74	A	B	SIM
COMPACTO	TOYOTA	Elios	1.5-16V	Cross	A-4	S	E	F	0,023	0,406	0,009	A	0	107	8,1	9,2	11,9	13,2	1,74	A	B	SIM
COMPACTO	VW	Gol	1.0-12V	Trendline	M-5	S	H	F	0,027	0,416	0,034	A	0	97	8,8	10,3	12,9	14,5	1,58	A	A	SIM
COMPACTO	VW	Gol	1.0-12V	Comfortline	M-5	S	H	F	0,027	0,416	0,034	A	0	97	8,8	10,3	12,9	14,5	1,58	A	A	SIM
COMPACTO	VW	Gol	1.6-8V	Trendline	M-5	S	H	F	0,021	0,729	0,012	A	0	112	7,6	9,2	11	13,1	1,83	B	B	-
COMPACTO	VW	Gol	1.6-8V	Comfortline	M-5	S	H	F	0,021	0,729	0,012	A	0	112	7,6	9,2	11	13,1	1,83	B	B	-
COMPACTO	VW	Gol	1.6-8V	Highline	M-5	S	H	F	0,021	0,729	0,012	A	0	112	7,6	9,2	11	13,1	1,83	B	B	-
COMPACTO	VW	Gol	1.6-8V	Comfortline (I-Motion)	MTA-5	S	H	F	0,022	0,244	0,019	A	0	112	7,7	9,2	11,1	13,1	1,81	B	B	-
COMPACTO	VW	Gol	1.6-8V	Highline (I-Motion)	MTA-5	S	H	F	0,022	0,244	0,019	A	0	112	7,7	9,2	11,1	13,1	1,81	B	B	-
COMPACTO	VW	Fox	1.0-12V	Blue Motion	M-5	S	E	F	0,026	0,34	0,021	A	0	99	8,5	9,9	12,8	14,2	1,62	A	A	SIM
COMPACTO	VW	Fox	1.6-16V	Highline	M-6	S	E	F	0,025	0,26	0,024	A	0	115	7,7	9,2	10,7	13,1	1,84	B	B	-
COMPACTO	VW	Fox	1.6-16V	Pepper	M-6	S	E	F	0,025	0,26	0,024	A	0	115	7,7	9,2	10,7	13,1	1,84	B	B	-
COMPACTO	VW	Fox	1.0-12V	Trendline	M-5	S	E	F	0,027	0,303	0,03	A	0	104	8,6	9,3	12,3	13,5	1,68	A	B	SIM
COMPACTO	VW	Fox	1.0-12V	Comfortline	M-5	S	E	F	0,027	0,303	0,03	A	0	104	8,6	9,3	12,3	13,5	1,68	A	B	SIM
COMPACTO	VW	Fox	1.0-12V	Track	M-5	S	E	F	0,027	0,303	0,03	A	0	104	8,6	9,3	12,3	13,5	1,68	A	B	SIM
MÉDIO	GM	Prisma	1.0-8V	LT	M-5	S	H	F	0,031	0,339	0,011	B	0	109	7,8	9,2	11,5	13,5	1,77	B	B	-
MÉDIO	GM	Prisma	1.4-8V	LT	A-6	S	H	F	0,024	0,544	0,006	A	0	125	6,9	8,5	9,9	12,2	2,02	E	C	-
MÉDIO	GM	Prisma	1.4-8V	LTZ	A-6	S	H	F	0,024	0,544	0,006	A	0	125	6,9	8,5	9,9	12,2	2,02	E	C	-
MÉDIO	GM	Prisma	1.4-8V	ADV	A-6	S	H	F	0,024	0,544	0,006	A	0	125	6,9	8,5	9,9	12,2	2,02	E	C	-
MÉDIO	GM	Prisma	1.4-8V	LT	M-5	S	H	F	0,016	0,42	0,015	A	0	108	7,9	9,6	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)	Redução		Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina		Comparação Relativa na Categoria		Comparação Absoluta Geral			
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)	Relativa	Limite	Etanol	Gasolina	Cidade	Estrada	Cidade	Estrada						
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)	ao		CO ₂ fóssil	CO ₂ fóssil	(km/l)	(km/l)	(km/l)	(km/l)						
					Automatiz. (MTA)		Eletro-Hidráulica (E-H)		Limite		(g/km)	(g/km)										
Contínua (CVT)						(g/km)	(g/km)															
MEDIO	GM	Prisma	1.4-8V	LTZ	M-5	S	H	F	0,016	0,42	0,015	A	0	108	7,9	9,6	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	Activ (5L)	A-6	S	H	F	0,017	0,477	0,018	A	0	139	5,9	7,5	9	10,9	2,3	E	C	-
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	LT (5L)	A-6	S	H	F	0,016	0,357	0,016	A	0	141	5,9	7,4	8,9	10,8	2,32	E	C	-
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	LT Advantage (5L)	A-6	S	H	F	0,016	0,357	0,016	A	0	141	5,9	7,4	8,9	10,8	2,32	E	C	-
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	LT (5L)	M-5	S	H	F	0,012	0,646	0,021	A	0	138	6,5	7,4	9,2	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	LT (5L)	M-5	S	H	F	0,012	0,646	0,021	A	0	138	6,5	7,4	9,2	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	GM	Spin	1.8-8V	LT Advantage (5L)	M-5	S	H	F	0,012	0,646	0,021	A	0	138	6,5	7,4	9,2	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Essence	M-5	S	E	F	0,016	0,513	0,015	A	0	139	6,4	7,5	8,9	10,9	2,25	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Absolute	M-5	S	E	F	0,016	0,513	0,015	A	0	139	6,4	7,5	8,9	10,9	2,25	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Sporting	M-5	S	E	F	0,016	0,513	0,015	A	0	139	6,4	7,5	8,9	10,9	2,25	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Essence	MTA-5	S	E	F	0,012	0,506	0,016	A	0	138	6,5	7,6	9,1	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Absolute	MTA-5	S	E	F	0,012	0,506	0,016	A	0	138	6,5	7,6	9,1	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.8-16V	Sporting Dualogic	MTA-5	S	E	F	0,012	0,506	0,016	A	0	138	6,5	7,6	9,1	10,8	2,22	E	C	-
MEDIO	FIAT	Bravo	1.4-16V	Tjet Gasolina	M-6	S	E	G	0,028	0,515	0,025	A	\	141	\	\	9	10,4	2,29	E	C	-
MEDIO	FIAT	Siena	1.4-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,012	0,354	0,017	A	0	111	7,7	9	11,2	13,1	1,81	B	B	-
MEDIO	FIAT	Siena	1.6-16V	Essence Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,017	0,491	0,026	A	0	122	7	8,3	10,1	12,4	2	D	C	-
MEDIO	FIAT	Siena	1.4-8V	Tetra Fuel	M-5	S	H	F	0,014	0,151	0,035	A	0	126	6,8	8,1	9,8	12,1	2,05	E	C	-
MEDIO	FIAT	Siena	1.6-16V	Essence	M-5	S	H	F	0,031	0,619	0,019	B	0	121	6,9	8,3	10,1	12,6	2	D	C	-
MEDIO	FIAT	Weekend	1.4-8V	Attractive	M-5	S	H	F	0,017	0,46	0,027	A	0	122	7,2	8	10,5	11,6	1,99	D	C	-
MEDIO	FORD	KA+	1.5-16V	SE	M-5	S	E	F	0,02	0,39	0,018	A	0	108	7,9	9,5	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
MEDIO	FORD	KA+	1.5-16V	SEL	M-5	S	E	F	0,02	0,39	0,018	A	0	108	7,9	9,5	11,5	13,6	1,75	A	B	SIM
MEDIO	FORD	KA+	1.0-12V	SE	M-5	S	E	F	0,026	0,511	0,023	A	0	95	8,9	10,4	13	15,1	1,56	A	A	SIM
MEDIO	FORD	KA+	1.0-12V	SEL	M-5	S	E	F	0,026	0,511	0,023	A	0	95	8,9	10,4	13	15,1	1,56	A	A	SIM
MEDIO	FORD	Fiesta	1.6-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,017	0,433	0,025	A	0	113	7,5	9,5	10,6	13,8	1,83	B	B	-
MEDIO	FORD	Fiesta	1.6-16V	Titanium	DCT-6	S	E	F	0,017	0,433	0,025	A	0	113	7,5	9,5	10,6	13,8	1,83	B	B	-
MEDIO	FORD	Fiesta	1.6-16V	SE	M-5	S	E	F	0,02	0,453	0,014	A	0	106	7,6	9,7	11,6	14	1,75	A	B	SIM
MEDIO	FORD	Fiesta	1.6-16V	Titanium	M-5	S	E	F	0,02	0,453	0,014	A	0	106	7,6	9,7	11,6	14	1,75	A	B	SIM
MEDIO	HONDA	City	1.5-16V	DX	M-5	S	E	F	0,012	0,093	0,014	A	0	100	8,6	10,3	12,4	14,6	1,61	A	A	SIM
MEDIO	HONDA	City	1.5-16V	LX	CVT	S	E	F	0,015	0,086	0,016	A	0	101	8,5	10,3	12,3	14,5	1,63	A	A	SIM
MEDIO	HONDA	City	1.5-16V	EX	CVT	S	E	F	0,015	0,086	0,016	A	0	101	8,5	10,3	12,3	14,5	1,63	A	A	SIM
MEDIO	HONDA	City	1.5-16V	EXL	CVT	S	E	F	0,015	0,086	0,016	A	0	101	8,5	10,3	12,3	14,5	1,63	A	A	SIM
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.0-12V	Plus	M-5	S	H	F	0,02	0,449	0,006	A	0	110	8,5	9,4	11,4	13	1,74	A	B	SIM
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.0-12V	Style	M-5	S	H	F	0,02	0,449	0,006	A	0	110	8,5	9,4	11,4	13	1,74	A	B	SIM
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.6-16V	Plus	M-6	S	H	F	0,023	0,55	0,014	A	0	117	7,7	9,6	10,7	12,6	1,84	B	B	-
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.6-16V	Style	M-6	S	H	F	0,023	0,55	0,014	A	0	117	7,7	9,6	10,7	12,6	1,84	B	B	-
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.6-16V	Premium	M-6	S	H	F	0,023	0,55	0,014	A	0	117	7,7	9,6	10,7	12,6	1,84	B	B	-
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.0-12V	Plus - Turbo	M-6	S	H	F	0,007	0,241	0,014	A	0	101	8,4	10,5	11,9	15,2	1,63	A	A	SIM
MEDIO	HYUNDAI	HB20S	1.0-12V	Style - Turbo	M-6	S	H	F	0,007	0,241	0,014	A	0	101	8,4	10,5	11,9	15,2	1,63	A	A	SIM
MEDIO	HYUNDAI	Elantra	2.0-16V		A-6	S	E	F	0,036	0,284	0,021	B	0	118	6,3	9,1	9,5	13,4	2,04	E	C	-
MEDIO	HYUNDAI	New i30	1.8-16V		A-6	S	E	G	0,006	0,168	0,008	A	\	129	\	\	9,3	12,3	2,1	E	C	-
MEDIO	NISSAN	Versa	1.0-12V	10	M-5	S	E	F	0,012	0,488	0,004	A	0	95	8,8	10,5	12,9	15,3	1,55	A	A	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.0-12V	10 S	M-5	S	E	F	0,012	0,488	0,004	A	0	95	8,8	10,5	12,9	15,3	1,55	A	A	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 SV	M-5	S	E	F	0,021	0,551	0,013	A	0	99	8,4	10	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 SL	M-5	S	E	F	0,021	0,551	0,013	A	0	99	8,4	10	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 Unique	M-5	S	E	F	0,021	0,551	0,013	A	0	99	8,4	10	12,6	14,4	1,63	A	A	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 SV	CVT	S	E	F	0,022	0,367	0,025	A	0	106	7,8	10	11,6	14,1	1,72	A	B	SIM

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)	Poluentes		Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina		Comparação Relativa na Categoria		Comparação Absoluta Geral			
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)	NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	Etanol	Gasolina	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)				Cidade (km/l)		Estrada (km/l)
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)					CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)								
					Automatiz. (MTA)		Eletr. - Hidráulica (E-H)															
Contínua (CVT)																						
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 SL	CVT	S	E	F	0,022	0,367	0,025	A	0	106	7,8	10	11,6	14,1	1,72	A	B	SIM
MEDIO	NISSAN	Versa	1.6-16V	16 Unique	CVT	S	E	F	0,022	0,367	0,025	A	0	106	7,8	10	11,6	14,1	1,72	A	B	SIM
MEDIO	PEUGEOT	308	1.6-16V	Griffe THP	A-6	S	E-H	F	0,013	0,153	0,015	A	0	116	7,2	8,9	10,6	12,9	1,9	C	B	-
MEDIO	PEUGEOT	308	1.6-16V	Allure THP	A-6	S	E-H	F	0,013	0,153	0,015	A	0	116	7,2	8,9	10,6	12,9	1,9	C	B	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.0-16V	Authentique	M-5	S	H	F	0,026	0,348	0,04	A	0	116	7,2	9,1	10,5	13,1	1,89	C	B	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.0-16V	Expression	M-5	S	H	F	0,026	0,348	0,04	A	0	116	7,2	9,1	10,5	13,1	1,89	C	B	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.6-8V	Dynamique	M-5	S	H	F	0,027	0,509	0,032	A	0	117	7,5	8,7	10,7	12,6	1,89	C	B	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.6-8V	Expression	M-5	S	H	F	0,027	0,509	0,032	A	0	117	7,5	8,7	10,7	12,6	1,89	C	B	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.6-8V	Dynamique	MTA-5	S	H	F	0,025	0,68	0,035	A	0	125	6,2	8,9	9,6	12,8	2,08	E	C	-
MEDIO	RENAULT	Logan	1.6-8V	Expression	MTA-5	S	H	F	0,025	0,68	0,035	A	0	125	6,2	8,9	9,6	12,8	2,08	E	C	-
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	X	A-4	S	E	F	0,021	0,406	0,01	A	0	100	8,4	10,4	12,2	14,9	1,63	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	XS	A-4	S	E	F	0,021	0,406	0,01	A	0	100	8,4	10,4	12,2	14,9	1,63	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	XLS	A-4	S	E	F	0,021	0,406	0,01	A	0	100	8,4	10,4	12,2	14,9	1,63	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	Platinum	A-4	S	E	F	0,021	0,406	0,01	A	0	100	8,4	10,4	12,2	14,9	1,63	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	X	M-6	S	E	F	0,021	0,54	0,01	A	0	98	8,5	10,3	12,5	15	1,6	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	XS	M-6	S	E	F	0,021	0,54	0,01	A	0	98	8,5	10,3	12,5	15	1,6	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	XLS	M-6	S	E	F	0,021	0,54	0,01	A	0	98	8,5	10,3	12,5	15	1,6	A	A	SIM
MEDIO	TOYOTA	Etiós	1.5-16V	Platinum	M-6	S	E	F	0,021	0,54	0,01	A	0	98	8,5	10,3	12,5	15	1,6	A	A	SIM
MEDIO	VW	Golf	1.6-16V	Comfortline	M-5	S	E	F	0,04	0,269	0,019	B	0	120	7	9,2	10,1	13	1,94	D	B	-
MEDIO	VW	Golf	1.6-16V	Comfortline	A-6	S	E	F	0,038	0,221	0,012	B	0	123	6,8	8,9	10	12,6	1,99	D	C	-
MEDIO	VW	Golf TSi	1.4-16V	Highline	M-6	S	E	F	0,024	0,369	0,022	A	0	107	7,9	9,5	11,6	13,6	1,75	A	B	SIM
MEDIO	VW	Golf TSi	1.4-16V	Highline	A-6	S	E	F	0,028	0,587	0,01	A	0	109	7,7	9,5	11,3	13,7	1,78	B	B	-
MEDIO	VW	Golf TSi	2.0-16V		DCT-6	S	E	G	0,011	0,122	0,041	A	\	122	\	\	10,2	12,1	1,99	D	C	-
MEDIO	VW	Voyage	1.0-12V	Trendline	M-5	S	H	F	0,022	0,238	0,027	A	0	95	8,7	10,5	12,9	15,4	1,56	A	A	SIM
MEDIO	VW	Voyage	1.0-12V	Comfortline	M-5	S	H	F	0,022	0,238	0,027	A	0	95	8,7	10,5	12,9	15,4	1,56	A	A	SIM
MEDIO	VW	Voyage	1.6-8V	Trendline	M-5	S	H	F	0,022	0,762	0,013	A	0	111	7,5	9,4	11,1	13,3	1,81	B	B	-
MEDIO	VW	Voyage	1.6-8V	Comfortline	M-5	S	H	F	0,022	0,762	0,013	A	0	111	7,5	9,4	11,1	13,3	1,81	B	B	-
MEDIO	VW	Voyage	1.6-8V	Highline	M-5	S	H	F	0,022	0,762	0,013	A	0	111	7,5	9,4	11,1	13,3	1,81	B	B	-
MEDIO	VW	Voyage	1.6-8V	Comfortline (I-Motion)	MTA-5	S	H	F	0,025	0,431	0,024	A	0	110	7,8	9,5	11,2	13,5	1,78	B	B	-
MEDIO	VW	Voyage	1.6-8V	Highline (I-Motion)	MTA-5	S	H	F	0,025	0,431	0,024	A	0	110	7,8	9,5	11,2	13,5	1,78	B	B	-
GRANDE	GM	Cruze	1.8-16V	LT NB	A-6	S	E	F	0,027	0,572	0,016	A	0	138	6,1	7,3	9,1	10,8	2,29	D	C	-
GRANDE	GM	Cruze	1.8-16V	LTZ NB	A-6	S	E	F	0,027	0,572	0,016	A	0	138	6,1	7,3	9,1	10,8	2,29	D	C	-
GRANDE	GM	Cruze	1.8-16V	LT HB	A-6	S	E	F	0,027	0,572	0,016	A	0	138	6,1	7,3	9,1	10,8	2,29	D	C	-
GRANDE	GM	Cruze	1.8-16V	LTZ HB	A-6	S	E	F	0,027	0,572	0,016	A	0	138	6,1	7,3	9,1	10,8	2,29	D	C	-
GRANDE	GM	Cruze	1.4-16V	LT NB AT	A-6	S	E	F	0,017	0,356	0,006	A	0	108	7,6	9,6	11,2	14	1,77	A	B	SIM
GRANDE	GM	Cruze	1.4-16V	LTZ NB AT	A-6	S	E	F	0,017	0,356	0,006	A	0	108	7,6	9,6	11,2	14	1,77	A	B	SIM
GRANDE	CITROEN	C4 Lounge	1.6-16V	THP A Origine	A-6	S	E-H	F	0,014	0,198	0,02	A	0	115	7,1	9	10,5	13,2	1,9	A	B	SIM
GRANDE	CITROEN	C4 Lounge	1.6-16V	THP A Tendance	A-6	S	E-H	F	0,014	0,198	0,02	A	0	115	7,1	9	10,5	13,2	1,9	A	B	SIM
GRANDE	CITROEN	C4 Lounge	1.6-16V	THP A Exclusivo	A-6	S	E-H	F	0,014	0,198	0,02	A	0	115	7,1	9	10,5	13,2	1,9	A	B	SIM
GRANDE	FIAT	Linea	1.8-16V	Essence	M-5	S	H	F	0,014	0,547	0,021	A	0	126	6,7	8	9,9	11,9	2,07	C	C	-
GRANDE	FIAT	Linea	1.8-16V	Essence	MTA-5	S	H	F	0,011	0,403	0,013	A	0	126	6,7	8,3	9,9	11,8	2,06	C	C	-
GRANDE	FIAT	Linea	1.8-16V	Absolute Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,011	0,403	0,013	A	0	126	6,7	8,3	9,9	11,8	2,06	C	C	-
GRANDE	FORD	Focus	2.0-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,009	0,277	0,005	A	0	123	6,7	9,2	9,7	13	2	B	C	-
GRANDE	FORD	Focus	2.0-16V	Titanium	DCT-6	S	E	F	0,009	0,277	0,005	A	0	123	6,7	9,2	9,7	13	2	B	C	-
GRANDE	FORD	Focus	1.6-16V	S	DCT-6	S	H	F	0,025	0,389	0,021	A	0	117	7,2	9	10,4	13	1,9	A	B	SIM
GRANDE	FORD	Focus	1.6-16V	SE	DCT-6	S	H	F	0,025	0,389	0,021	A	0	117	7,2	9	10,4	13	1,9	A	B	SIM

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética	
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)					Etanol		Gasolina		Comparação Relativa na Categoria		Comparação Absoluta Geral			
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)														
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)					Etanol		Gasolina							
					Automatizada (MTA)		Eléctro-Hidráulica (E-H)															
Continua (CVT)				Poluentes				Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina										
				NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	Etanol	Gasolina	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)									
								CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)													
GRANDE	FORD	Focus	1.6-16V	S	M-5	S	E	F	0,028	0,589	0,018	A	0	112	7,5	9,3	10,8	13,6	1,83	A	B	SIM
GRANDE	FORD	Focus	1.6-16V	SE	M-5	S	E	F	0,028	0,589	0,018	A	0	112	7,5	9,3	10,8	13,6	1,83	A	B	SIM
GRANDE	FORD	Focus	2.0-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,009	0,277	0,005	A	0	123	6,7	9,2	9,7	13	2	B	C	-
GRANDE	FORD	Focus	2.0-16V	Titanium	DCT-6	S	E	F	0,009	0,277	0,005	A	0	123	6,7	9,2	9,7	13	2	B	C	-
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	LXR	A-5	S	E	F	0,014	0,153	0,018	A	0	122	6,4	9,4	9,7	13,8	2	B	C	-
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	EXR	A-5	S	E	F	0,014	0,153	0,018	A	0	122	6,4	9,4	9,7	13,8	2	B	C	-
GRANDE	HONDA	Civic	1.8-16V	LXS	A-5	S	E	F	0,021	0,145	0,03	A	0	113	6,8	9,6	10,5	14,4	1,88	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	1.8-16V	LXS	M-6	S	E	F	0,014	0,303	0,031	A	0	113	7,2	9,2	10,9	13,5	1,86	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	EX	CVT	S	E	F	0,02	0,177	0,022	A	0	116	7,2	8,9	10,6	12,9	1,91	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	EX-L	CVT	S	E	F	0,02	0,177	0,022	A	0	116	7,2	8,9	10,6	12,9	1,91	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	Sport	CVT	S	E	F	0,02	0,177	0,022	A	0	116	7,2	8,9	10,6	12,9	1,91	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	2.0-16V	Sport	M-6	S	E	F	0,019	0,196	0,038	A	0	118	7,1	9,3	10,2	13,4	1,91	A	B	SIM
GRANDE	HONDA	Civic	1.5-16V	Touring - Turbo	CVT	S	E	G	0,006	0,142	0,007	A	\	102	\	\	12	14,6	1,66	A	A	SIM
GRANDE	HONDA	CR-V	2.0-16V	EXL Flex 4WD	A-5	S	E	F	0,02	0,14	0,014	A	0	135	6,4	8,1	9,2	11,5	2,17	C	C	-
GRANDE	NISSAN	Novo Sentra	2.0-16V	20SV CVT	CVT	S	E	F	0,025	0,265	0,008	A	0	123	6,6	9	9,8	13,1	2	B	C	-
GRANDE	NISSAN	Novo Sentra	2.0-16V	20SL CVT	CVT	S	E	F	0,025	0,265	0,008	A	0	123	6,6	9	9,8	13,1	2	B	C	-
GRANDE	NISSAN	Novo Sentra	2.0-16V	Unique	CVT	S	E	F	0,025	0,265	0,008	A	0	123	6,6	9	9,8	13,1	2	B	C	-
GRANDE	PEUGEOT	3008	1.6-16V	Griffe	A-6	S	E-H	G	0,013	0,074	0,02	A	\	145	\	\	8,3	11,1	2,37	D	D	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Dynamique	CVT	S	E	F	0,027	0,293	0,041	A	0	143	6,1	7,4	8,7	10,7	2,31	D	C	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Expression	CVT	S	E	F	0,027	0,293	0,041	A	0	143	6,1	7,4	8,7	10,7	2,31	D	C	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Privilège	CVT	S	E	F	0,027	0,293	0,041	A	0	143	6,1	7,4	8,7	10,7	2,31	D	C	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Dynamique	M-6	S	E	F	0,023	0,659	0,028	A	0	130	6,4	8,1	9,5	11,8	2,13	C	C	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Expression	M-6	S	E	F	0,023	0,659	0,028	A	0	130	6,4	8,1	9,5	11,8	2,13	C	C	-
GRANDE	RENAULT	Fluence	2.0-16V	Privilège	M-6	S	E	F	0,023	0,659	0,028	A	0	130	6,4	8,1	9,5	11,8	2,13	C	C	-
GRANDE	TOYOTA	Corolla	2.0-16V	ALTIS	CVT	S	E	F	0,026	0,452	0,016	A	0	118	7,2	8,8	10,6	12,6	1,92	A	B	SIM
GRANDE	TOYOTA	Corolla	2.0-16V	XBI	CVT	S	E	F	0,026	0,452	0,016	A	0	118	7,2	8,8	10,6	12,6	1,92	A	B	SIM
GRANDE	TOYOTA	Corolla	1.8-16V	GLI	CVT	S	E	F	0,023	0,386	0,011	A	0	110	7,8	9,2	11,4	13,2	1,78	A	B	SIM
GRANDE	TOYOTA	Corolla	1.8-16V	GLI	M-6	S	E	F	0,021	0,73	0,04	A	0	114	7,3	9,1	10,7	13,2	1,87	A	B	SIM
GRANDE	VW	Jetta	2.0-16V	Highline	DCT-6	S	E	G	0,006	0,045	0,007	A	\	128	\	\	9,4	12,5	2,08	C	C	-
GRANDE	VW	Jetta	1.4-16V	Trendline	M-6	S	E	G	0,024	0,086	0,034	A	\	109	\	\	11,3	13,9	1,76	A	B	SIM
GRANDE	VW	Jetta	1.4-16V	Trendline	A-6	S	E	G	0,009	0,042	0,016	A	\	115	\	\	10,4	13,8	1,87	A	B	SIM
GRANDE	VW	Jetta	1.4-16V	Comfortline	A-6	S	E	G	0,009	0,042	0,016	A	\	115	\	\	10,4	13,8	1,87	A	B	SIM
UEC	CITROËN	Aircross	1.6-16V	A Shine	A-4	S	E	F	0,021	0,654	0,027	A	0	124	7,2	8,2	10,2	11,7	2	A	C	-
UEC	CITROËN	Aircross	1.6-16V	A Feel	A-4	S	E	F	0,021	0,654	0,027	A	0	124	7,2	8,2	10,2	11,7	2	A	C	-
UEC	CITROËN	Aircross	1.6-16V	A Live	A-4	S	E	F	0,021	0,654	0,027	A	0	124	7,2	8,2	10,2	11,7	2	A	C	-
UEC	CITROËN	Aircross	1.6-16V	Feel	M-5	S	E	F	0,017	0,571	0,032	A	0	123	7,3	8,2	10,2	11,8	1,99	A	C	-
UEC	CITROËN	Aircross	1.5-8V	Start	M-5	S	E	F	0,03	0,638	0,017	A	0	124	7,5	8,2	10,3	11,6	1,98	A	C	-
UEC	CITROËN	Aircross	1.5-8V	Live	M-5	S	E	F	0,03	0,638	0,017	A	0	124	7,5	8,2	10,3	11,6	1,98	A	C	-
UEC	FIAT	Dobló	1.8-16V	Adventure	M-5	S	H	F	0,018	0,62	0,025	A	0	151	6,1	6,6	8,5	9,6	2,43	D	D	-
UEC	FIAT	Idea	1.8-16V	Adventure	M-5	S	H	F	0,018	0,505	0,021	A	0	145	6,3	7	8,9	10,1	2,33	C	C	-
UEC	FIAT	Idea	1.8-16V	Adventure Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,013	0,514	0,019	A	0	147	6,3	6,9	8,8	9,8	2,35	C	C	-
UEC	FIAT	Novo Uno	1.4-8V	Way	M-5	S	H	F	0,022	0,394	0,034	A	0	114	7,8	8,8	11,2	12,5	1,84	A	B	SIM
UEC	FIAT	Novo Uno	1.4-8V	Way Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,011	0,236	0,031	A	0	117	7,7	8,3	11,1	11,8	1,9	A	B	SIM
UEC	FIAT	Weekend	1.8-16V	Adventure	M-5	S	H	F	0,018	0,449	0,017	A	0	136	6,6	7,2	9,7	10,2	2,22	B	C	-
UEC	FIAT	Weekend	1.8-16V	Adventure Dualogic	MTA-5	S	H	F	0,011	0,399	0,016	A	0	137	6,5	7,2	9,5	10,2	2,23	C	C	-
UEC	FIAT	Weekend	1.6-16V	Trekking	M-5	S	H	F	0,024	0,51	0,021	A	0	131	6,9	7,8	9,7	11,2	2,11	A	C	-

Categoria	Marca	Modelo	Motor (litros)	Versão	Transmissão Velocidades	Ar Cond.	Direção Assistida	Combust.	Emissões no Escapamento					Quilometragem por Litro				Consumo Energético (MJ/km)	Classificação PBE		Selo CONPET de Eficiência Energética					
					Manual (M)	Sim (S)	Hidráulica (H)	Etanol (E)	Poluentes		Gás Efeito Estufa		Etanol		Gasolina		Cidade (km/l)		Estrada (km/l)	Cidade (km/l)		Estrada (km/l)	Comparações Relativa na Categoria	Comparações Absoluta Geral		
					Automática (A)	Não (N)	Mecânica (M)	Gasolina (G)	NMHC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	Redução Relativa ao Limite	Etanol	Gasolina	Cidade (km/l)	Estrada (km/l)									Cidade (km/l)	Estrada (km/l)
					Automática Dupla Embreagem (DCT)		Elétrica (E)	Flex (F)					CO ₂ fóssil (g/km)	CO ₂ fóssil (g/km)												
					Automatizada (MTA)		Eléctro-Hidráulica (E-H)																			
Continua (CVT)																										
UEC	FORD	Ecosport	2.0-16V	Freestyle	M-5	S	E	F	0,028	0,344	0,035	A	0	135	6,5	8,1	9	11,7	2,17	B	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	S	M-5	S	E	F	0,019	0,475	0,033	A	0	124	7	8,2	10,2	11,8	2,02	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	SE	M-5	S	E	F	0,019	0,475	0,033	A	0	124	7	8,2	10,2	11,8	2,02	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	Titanium	M-5	S	E	F	0,019	0,475	0,033	A	0	124	7	8,2	10,2	11,8	2,02	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	Freestyle	M-5	S	E	F	0,019	0,475	0,033	A	0	124	7	8,2	10,2	11,8	2,02	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,018	0,557	0,022	A	0	123	7,2	8,3	10,2	12,1	1,98	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	1.6-16V	Freestyle	DCT-6	S	E	F	0,018	0,557	0,022	A	0	123	7,2	8,3	10,2	12,1	1,98	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	2.0-16V	SE	DCT-6	S	E	F	0,025	0,293	0,009	A	0	129	6,6	8	9,7	11,5	2,11	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	2.0-16V	Titanium	DCT-6	S	E	F	0,025	0,293	0,009	A	0	129	6,6	8	9,7	11,5	2,11	A	C	-				
UEC	FORD	Ecosport	2.0-16V	Freestyle	DCT-6	S	E	F	0,025	0,293	0,009	A	0	129	6,6	8	9,7	11,5	2,11	A	C	-				
UEC	HONDA	HR-V	1.8-16V	EX	CVT	S	E	F	0,016	0,122	0,028	A	0	120	7,1	8,5	10,5	12,1	1,96	A	C	-				
UEC	HONDA	HR-V	1.8-16V	LX	M-6	S	E	F	0,015	0,17	0,016	A	0	123	6,7	8,6	10	12,5	2,01	A	C	-				
UEC	HONDA	HR-V	1.8-16V	LX	CVT	S	E	F	0,016	0,122	0,028	A	0	120	7,1	8,5	10,5	12,1	1,96	A	C	-				
UEC	HONDA	HR-V	1.8-16V	EX	CVT	S	E	F	0,016	0,122	0,028	A	0	120	7,1	8,5	10,5	12,1	1,96	A	C	-				
UEC	HONDA	HR-V	1.8-16V	EXL	CVT	S	E	F	0,016	0,122	0,028	A	0	120	7,1	8,5	10,5	12,1	1,96	A	C	-				
UEC	HYUNDAI	HB20X	1.6-16V	Style	M-6	S	E	F	0,024	0,416	0,014	A	0	108	8,3	9,8	11,6	13,4	1,72	A	B	SIM				
UEC	HYUNDAI	HB20X	1.6-16V	Style	A-6	S	E	F	0,029	0,344	0,01	A	0	127	7,1	8,7	10,1	11,4	2	A	C	-				
UEC	HYUNDAI	HB20X	1.6-16V	Premium	A-6	S	E	F	0,029	0,344	0,01	A	0	127	7,1	8,7	10,1	11,4	2	A	C	-				
UEC	HYUNDAI	Tucson	2.0-16V	GLB	A-4	S	H	F	0,014	0,121	0,044	A	0	181	5	5,9	7,1	8,3	2,91	E	E	-				
UEC	HYUNDAI	Tucson	2.0-16V	GLSB	A-4	S	H	F	0,014	0,121	0,044	A	0	181	5	5,9	7,1	8,3	2,91	E	E	-				
UEC	PEUGEOT	2008	1.6-16V	Allure	A-4	S	E	F	0,017	0,583	0,044	A	0	134	6,8	7,9	9,4	11	2,14	B	C	-				
UEC	PEUGEOT	2008	1.6-16V	Griffe	A-4	S	E	F	0,017	0,583	0,044	A	0	134	6,8	7,9	9,4	11	2,14	B	C	-				
UEC	PEUGEOT	2008	1.6-16V	Allure	M-5	S	E	F	0,016	0,78	0,035	A	0	125	7,3	8,2	10,2	11,6	2	A	C	-				
UEC	PEUGEOT	2008	1.6-16V	Griffe	M-5	S	E	F	0,016	0,78	0,035	A	0	125	7,3	8,2	10,2	11,6	2	A	C	-				
UEC	PEUGEOT	2008	1.6-16V	Griffe THP	M-6	S	E	F	0,014	0,156	0,017	A	0	118	7,1	8,5	10,7	12,4	1,95	A	C	-				
UEC	RENAULT	Sandero	1.6-8V	Stepway	M-5	S	H	F	0,021	0,366	0,048	A	0	123	7,4	8	10,4	11,5	1,99	A	C	-				
UEC	RENAULT	Sandero	1.6-8V	Stepway	MTA-5	S	H	F	0,025	0,68	0,035	A	0	125	6,2	8,9	9,6	12,8	2,08	A	C	-				
UEC	VW	CrossFox	1.6-16V		M-6	S	E	F	0,024	0,312	0,027	A	0	126	7,4	8,2	10,3	10,9	2,01	A	C	-				
UEC	VW	CrossFox	1.6-16V	(I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,03	0,461	0,008	A	0	136	6,8	7,3	9,5	10,3	2,2	B	C	-				
UEC	VW	SpaceCross	1.6-16V		M-6	S	E	F	0,025	0,457	0,014	A	0	130	7	7,5	10	11,1	2,09	A	C	-				
UEC	VW	SpaceCross	1.6-16V	(I-Motion)	MTA-5	S	E	F	0,038	0,511	0,009	B	0	136	6,7	7,5	9,3	10,9	2,18	B	C	-				

APÊNDICE E - Tabela com dados acrescidos e ajustados para análise de Correspondência e Análise de Regressão

VOL	VALV	NR_CIL	VAL_CIL	TX_COMP	TRANS_TY	NR_SHIFT	AR_COND	DA	FUEL_TY	OIL	DR_LINE	INT_AIR	POWER	WH	AR_FR_CR	CX	WEIGHT	CE
1,0	8	4	2	13,20	M-5	5	1	1	1	7	1	1	77	R14	2,06	0,350	1010	1,75
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R14	2,06	0,350	990	1,59
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R15	2,06	0,350	1017	1,84
1,4	8	4	2	12,35	MTA-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R15	2,06	0,350	1055	1,90
1,0	8	4	2	13,20	M-5	5	1	1	1	7	1	1	77	R14	2,06	0,350	1023	1,78
1,0	8	4	2	12,15	M-5	5	2	2	1	7	1	1	75	R13	2,06	0,350	950	1,60
1,0	8	4	2	12,15	M-5	5	2	2	1	7	1	1	75	R14	2,01	0,350	967	1,67
1,0	8	4	2	12,15	M-5	5	2	2	1	7	1	1	75	R13	2,06	0,350	909	1,66
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,11	0,373	960	1,54
1,0	12	3	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,11	0,373	959	1,58
1,0	12	3	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R14	2,10	0,361	920	1,47
1,0	12	3	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,10	0,361	940	1,47
1,0	12	3	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,10	0,361	920	1,47
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R14	2,09	0,361	892	1,46
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R14	2,10	0,361	920	1,46
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,10	0,361	940	1,46
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,10	0,361	920	1,46
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	2	105	R15	2,08	0,367	991	1,50
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	2	105	R14	2,08	0,367	951	1,44
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	2	3	1	5	1	2	105	R15	2,08	0,367	971	1,44
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	2	105	R15	2,08	0,367	989	1,44
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	2	105	R15	2,08	0,367	989	1,44
1,0	8	4	2	12,60	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R13	1,96	0,350	905	1,91
1,0	8	4	2	12,60	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R14	2,15	0,350	1019	1,77
1,0	8	4	2	12,60	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R14	2,15	0,350	1019	1,77
1,4	8	4	2	12,40	A-6	6	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,350	1042	2,02
1,4	8	4	2	12,40	A-6	6	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,350	1074	2,02
1,4	8	4	2	12,40	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,350	1034	1,75
1,4	8	4	2	12,40	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,350	1067	1,75
1,4	8	4	2	12,40	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,350	1063	1,75
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	90	R15	2,21	0,310	1081	1,35
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	90	R15	2,21	0,310	1100	1,35
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	90	R15	2,21	0,310	1110	1,35
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	90	R16	2,21	0,310	1110	1,35
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,21	0,310	1110	1,68
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,21	0,310	1110	1,68
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,21	0,310	1110	1,68
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,21	0,310	1202	1,84
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R15	2,21	0,310	1182	1,84
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,21	0,310	1182	1,84
1,4	8	4	2	10,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	81	R15	2,46	0,310	1197	2,14
1,6	16	4	4	10,50	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R15	2,46	0,310	1265	2,07
1,6	16	4	4	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R15	2,46	0,310	1260	2,07
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R14	2,15	0,310	1007	1,83
1,6	16	4	4	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R15	2,15	0,330	1062	2,03
1,0	8	4	2	12,15	M-5	5	1	1	1	7	1	1	75	R14	2,13	0,330	999	1,93
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R15	2,15	0,330	1141	1,94
1,6	16	4	4	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R15	2,15	0,330	1210	2,04
1,6	16	4	4	10,50	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R15	2,15	0,330	1210	2,04
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R16	2,15	0,330	1229	2,11
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R16	2,15	0,330	1222	2,11
1,4	16	4	4	9,80	M-5	5	2	1	2	7	1	2	152	R17	2,20	0,340	1263	2,26
1,0	8	4	2	12,15	M-5	5	2	1	1	7	1	1	75	R14	1,99	0,340	1060	1,71
1,4	8	4	2	10,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	86	R14	2,00	0,340	1076	1,91
1,5	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	110	R14	2,20	0,338	1018	1,75
1,5	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	110	R15	2,20	0,338	1034	1,75
1,0	12	3	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	85	R14	2,20	0,338	997	1,56
1,0	12	3	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	85	R15	2,20	0,338	1026	1,56
1,5	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	112	R15	2,14	0,330	1087	1,83
1,5	16	4	4	11,10	M-5	5	1	3	1	3	1	1	112	R15	2,14	0,330	1108	1,83
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	128	R15	2,14	0,330	1132	1,76
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	128	R16	2,14	0,330	1152	1,76
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	128	R15	2,14	0,330	1105	1,71
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	128	R16	2,14	0,330	1126	1,71
1,5	16	4	4	11,40	M-5	5	1	3	1	1	1	1	116	R15	2,21	0,330	1052	1,72

VOL	VALV	NR_CIL	VAL_CIL	TX_COMP	TRANS_TY	NR_SHIFT	AR_COND	DA	FUEL_TY	OIL	DR_LINE	INT_AIR	POWER	WH	AR_FR_CR	CX	WEIGHT	CE
1,5	16	4	4	11,40	M-5	5	1	3	1	1	1	1	116	R15	2,21	0,330	1080	1,72
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R15	2,21	0,330	1072	1,66
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R15	2,21	0,330	1080	1,66
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R16	2,21	0,330	1099	1,66
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R16	2,21	0,330	1101	1,66
1,0	12	3	4	12,50	M-5	5	1	1	1	2	1	1	80	R14	2,10	0,330	990	1,64
1,0	12	3	4	12,50	M-5	5	1	1	1	2	1	1	80	R15	2,10	0,330	990	1,64
1,0	12	3	4	12,50	M-5	5	1	1	1	2	1	1	80	R15	2,10	0,330	990	1,64
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1071	1,95
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1071	1,95
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1071	1,95
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1040	1,95
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1040	1,72
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1040	1,72
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1040	1,72
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1040	1,72
1,0	12	3	4	9,50	M-6	6	2	1	1	2	1	2	105	R15	2,10	0,330	1053	1,69
1,0	12	3	4	9,50	M-6	6	1	1	1	2	1	2	105	R15	2,10	0,330	1053	1,69
1,0	12	3	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	77	R14	2,18	0,330	950	1,57
1,0	12	3	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	77	R14	2,18	0,330	950	1,57
1,0	12	3	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	77	R15	2,18	0,330	965	1,57
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R14	2,18	0,330	965	1,63
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R15	2,18	0,330	980	1,63
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R16	2,18	0,330	980	1,63
1,6	16	4	4	10,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	111	R15	2,18	0,330	999	1,72
1,6	16	4	4	10,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	111	R16	2,18	0,330	999	1,72
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	90	R15	2,13	0,330	1046	1,32
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	90	R15	2,13	0,330	1053	1,32
1,2	12	3	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	90	R15	2,13	0,330	1073	1,32
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,13	0,330	1069	1,72
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,13	0,033	1077	1,72
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	93	R15	2,13	0,033	1101	1,72
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,13	0,330	1154	1,91
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,13	0,330	1146	1,65
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,13	0,033	1154	1,65
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R15	2,13	0,330	1178	1,76
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,13	0,330	1181	1,76
1,6	16	4	4	10,20	M-6	6	1	3	1	2	1	2	173	R17	2,13	0,330	1196	1,70
1,0	16	4	4	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R15	2,26	0,350	1013	1,63
1,0	16	4	4	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R15	2,26	0,350	1013	1,63
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,26	0,350	1055	1,89
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,26	0,350	1055	1,89
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,26	0,350	1075	1,89
2,0	16	4	4	11,20	M-6	6	1	1	1	3	1	1	150	R16	2,21	0,350	1161	2,37
1,3	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	98	R14	2,18	0,330	945	1,63
1,3	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	98	R14	2,18	0,330	945	1,74
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,330	945	1,66
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,66
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,66
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,66
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,330	965	1,74
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,74
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,74
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,330	965	1,74
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	1	1	5	1	1	82	R15	2,06	0,345	998	1,58
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	1	1	5	1	1	82	R15	2,06	0,345	998	1,58
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R14	2,06	0,345	1026	1,83
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,345	1026	1,83
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,345	1026	1,83
1,6	8	4	2	12,10	MTA-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,345	1036	1,81
1,6	8	4	2	12,10	MTA-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,345	1036	1,81
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R14	2,19	0,353	1032	1,62
1,6	16	4	4	11,50	M-6	6	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,19	0,353	1105	1,84
1,6	16	4	4	11,50	M-6	6	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,19	0,353	1105	1,84
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,19	0,353	1032	1,68

VOL	VALV	NR_CIL	VAL_CIL	TX_COMP	TRANS_TY	NR_SHIFT	AR_COND	DA	FUEL_TY	OIL	DR_LINE	INT_AIR	POWER	WH	AR_FR_CR	CX	WEIGHT	CE
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,19	0,353	1032	1,68
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	82	R15	2,19	0,364	1084	1,68
1,0	8	4	2	12,60	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R14	2,15	0,350	1031	1,77
1,4	8	4	2	12,40	A-6	6	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,330	1080	2,02
1,4	8	4	2	12,40	A-6	6	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,330	1085	2,02
1,4	8	4	2	12,40	A-6	6	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,330	1119	2,02
1,4	8	4	2	12,40	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,330	1048	1,75
1,4	8	4	2	12,40	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,14	0,330	1054	1,75
1,8	8	4	2	10,50	A-6	6	1	1	1	3	1	1	108	R16	2,45	0,330	1325	2,30
1,8	8	4	2	10,50	A-6	6	1	1	1	3	1	1	108	R15	2,45	0,330	1202	2,32
1,8	8	4	2	10,50	A-6	6	1	1	1	3	1	1	108	R15	2,45	0,330	1255	2,32
1,8	8	4	2	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	108	R16	2,45	0,330	1315	2,22
1,8	8	4	2	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	108	R15	2,45	0,330	1202	2,22
1,8	8	4	2	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	108	R15	2,45	0,330	1202	2,22
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R16	2,27	0,330	1376	2,25
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R17	2,27	0,330	1411	2,25
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R17	2,27	0,330	1418	2,25
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R16	2,27	0,330	1376	2,22
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R17	2,27	0,330	1411	2,22
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	3	1	3	1	1	132	R17	2,27	0,330	1418	2,22
1,4	16	4	4	9,80	M-6	6	1	1	2	7	1	2	152	R17	2,27	0,330	1435	2,29
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R15	2,18	0,320	1094	1,81
1,6	16	4	4	10,50	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R16	2,18	0,320	1148	2,00
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R15	2,18	0,320	1207	2,05
1,6	16	4	4	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R16	2,18	0,320	1141	2,00
1,4	8	4	2	10,53	M-5	5	1	1	1	7	1	1	86	R14	2,11	0,330	1091	1,99
1,5	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	110	R14	2,20	0,338	1018	1,75
1,5	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	110	R15	2,20	0,338	1087	1,75
1,0	12	3	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	85	R14	2,20	0,338	1007	1,56
1,0	12	3	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	85	R15	2,20	0,338	1026	1,56
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	128	R15	2,16	0,323	1179	1,83
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	128	R16	2,16	0,323	1226	1,83
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	128	R15	2,16	0,323	1140	1,75
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	128	R16	2,16	0,323	1226	1,75
1,5	16	4	4	11,40	M-5	5	1	3	1	1	1	1	116	R15	2,21	0,323	1076	1,61
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R16	2,21	0,323	1123	1,63
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R16	2,14	0,323	1126	1,63
1,5	16	4	4	11,40	CVT	7	1	3	1	1	1	1	116	R16	2,14	0,323	1137	1,63
1,0	12	3	4	12,50	M-5	5	1	1	1	2	1	1	80	R15	2,10	0,330	1010	1,74
1,0	12	3	4	12,50	M-5	5	1	1	1	2	1	1	80	R15	2,10	0,330	1010	1,74
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1055	1,84
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1055	1,84
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	1	1	2	1	1	128	R15	2,10	0,330	1055	1,84
1,0	12	3	4	9,50	M-6	6	2	1	1	2	1	2	105	R15	2,10	0,330	1068	1,63
1,0	12	3	4	9,50	M-6	6	1	1	1	2	1	2	105	R15	2,10	0,330	1068	1,63
2,0	16	4	4	12,10	A-6	6	1	3	1	3	1	1	167	R16	2,24	0,280	1260	2,04
1,8	16	4	4	10,30	A-6	6	1	3	2	3	1	1	150	R17	2,26	0,300	1263	2,10
1,0	12	3	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	77	R15	2,18	0,300	1056	1,55
1,0	12	3	4	11,20	M-5	5	1	3	1	3	1	1	77	R15	2,18	0,300	1056	1,55
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R15	2,17	0,300	1060	1,63
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R16	2,17	0,300	1075	1,63
1,6	16	4	4	10,70	M-5	5	1	3	1	3	1	1	111	R15	2,17	0,300	1060	1,63
1,6	16	4	4	10,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	111	R15	2,17	0,300	1085	1,72
1,6	16	4	4	10,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	111	R16	2,17	0,300	1093	1,72
1,6	16	4	4	10,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	111	R16	2,17	0,300	1100	1,72
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	1	4	1	2	1	2	173	R17	2,34	0,280	1392	1,90
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	1	4	1	2	1	2	173	R17	2,34	0,280	1392	1,90
1,0	16	4	4	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R15	2,25	0,340	1028	1,89
1,0	16	4	4	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	80	R15	2,25	0,340	1028	1,89
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,25	0,340	1070	1,89
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,25	0,340	1070	1,89
1,6	8	4	2	12,00	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,25	0,340	1070	2,08
1,6	8	4	2	12,00	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R15	2,25	0,340	1070	2,08
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,310	965	1,63
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,310	965	1,63

VOL	VALV	NR_CIL	VAL_CIL	TX_COMP	TRANS_TY	NR_SHIFT	AR_COND	DA	FUEL_TY	OIL	DR_LINE	INT_AIR	POWER	WH	AR_FR_CR	CX	WEIGHT	CE
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,310	965	1,63
1,5	16	4	4	13,00	A-4	4	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,310	965	1,63
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,310	965	1,60
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R14	2,18	0,310	965	1,60
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,310	965	1,60
1,5	16	4	4	13,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	107	R15	2,18	0,310	965	1,60
1,6	16	4	4	11,50	M-5	5	1	3	1	5	1	1	120	R16	2,24	0,318	1218	1,94
1,6	16	4	4	11,50	A-6	6	1	3	1	5	1	1	120	R16	2,24	0,318	1238	1,99
1,4	16	4	4	10,50	M-6	6	1	3	1	5	1	2	150	R16	2,24	0,318	1218	1,75
1,4	16	4	4	10,50	A-6	6	1	3	1	5	1	2	150	R16	2,24	0,318	1238	1,78
2,0	16	4	4	9,60	DCT-6	6	1	3	2	5	1	2	220	R17	2,23	0,318	1317	1,99
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	1	1	5	1	1	82	R14	2,06	0,317	974	1,56
1,0	12	3	4	11,50	M-5	5	1	1	1	5	1	1	82	R15	2,06	0,317	974	1,56
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R14	2,06	0,317	1029	1,81
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,317	1029	1,81
1,6	8	4	2	12,10	M-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,317	1029	1,81
1,6	8	4	2	12,10	MTA-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,317	995	1,78
1,6	8	4	2	12,10	MTA-5	5	1	1	1	5	1	1	104	R15	2,06	0,317	995	1,78
1,8	16	4	4	10,50	A-6	6	1	3	1	3	1	1	144	R17	2,24	0,298	1415	2,29
1,8	16	4	4	10,50	A-6	6	1	3	1	3	1	1	144	R17	2,24	0,298	1427	2,29
1,8	16	4	4	10,50	A-6	6	1	3	1	3	1	1	144	R17	2,25	0,298	1424	2,29
1,8	16	4	4	10,50	A-6	6	1	3	1	3	1	1	144	R17	2,25	0,298	1450	2,29
1,4	16	4	4	10,00	A-6	6	2	3	1	3	1	2	153	R17	2,28	0,300	1309	1,77
1,4	16	4	4	10,00	A-6	6	2	3	1	3	1	2	153	R17	2,28	0,300	1331	1,77
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	2	4	1	2	1	2	173	R17	2,29	0,300	1450	1,90
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	2	4	1	2	1	2	173	R17	2,29	0,300	1469	1,90
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	1	4	1	2	1	2	173	R17	2,29	0,300	1500	1,90
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,21	0,300	1310	2,07
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,21	0,300	1330	2,06
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,21	0,300	1330	2,06
2,0	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	4	4	1	178	R17	2,28	0,296	1396	2,00
2,0	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	4	4	1	178	R17	2,28	0,296	1414	2,00
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	1	1	4	1	1	135	R16	2,28	0,287	1344	1,90
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	1	1	4	1	1	135	R16	2,28	0,287	1312	1,90
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	4	1	1	135	R16	2,28	0,287	1312	1,83
1,6	16	4	4	12,00	M-5	5	1	3	1	4	1	1	135	R17	2,28	0,287	1310	1,83
2,0	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	4	1	1	178	R17	2,28	0,287	1375	2,00
2,0	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	4	1	1	178	R17	2,28	0,287	1399	2,00
2,0	16	4	4	10,60	A-5	5	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,16	0,280	1294	2,00
2,0	16	4	4	10,60	A-5	5	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,16	0,280	1294	2,00
1,8	16	4	4	10,60	A-5	5	1	3	1	1	1	1	140	R16	2,16	0,280	1272	1,88
1,8	16	4	4	10,60	M-6	6	1	3	1	1	1	1	140	R16	2,16	0,280	1238	1,86
2,0	16	4	4	11,00	CVT	7	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,19	0,280	1290	1,91
2,0	16	4	4	11,00	CVT	7	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,19	0,280	1291	1,91
2,0	16	4	4	11,00	CVT	7	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,19	0,280	1285	1,91
2,0	16	4	4	11,00	M-6	6	1	3	1	1	1	1	155	R17	2,19	0,280	1275	1,91
1,5	16	4	4	10,60	CVT	7	1	3	2	1	1	2	173	R17	2,19	0,280	1326	1,66
2,0	16	4	4	10,60	A-5	6	1	3	1	1	4	1	155	R17	2,56	0,280	1579	2,17
2,0	16	4	4	9,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	140	R17	2,25	0,290	1337	2,00
2,0	16	4	4	9,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	140	R17	2,25	0,290	1360	2,00
2,0	16	4	4	9,70	CVT	7	1	3	1	3	1	1	140	R16	2,25	0,290	1327	2,00
1,6	16	4	4	10,20	A-6	6	2	4	2	2	1	2	165	R17	2,56	0,296	1480	2,37
2,0	16	4	4	10,00	CVT	6	1	3	1	3	1	1	143	R16	2,26	0,334	1372	2,31
2,0	16	4	4	10,00	CVT	6	1	3	1	3	1	1	143	R16	2,26	0,334	1373	2,31
2,0	16	4	4	10,00	CVT	6	1	3	1	3	1	1	143	R17	2,26	0,334	1372	2,31
2,0	16	4	4	10,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	143	R16	2,26	0,334	1369	2,13
2,0	16	4	4	10,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	143	R16	2,26	0,334	1369	2,13
2,0	16	4	4	10,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	143	R16	2,26	0,334	1369	2,13
2,0	16	4	4	12,00	CVT	7	1	3	1	3	1	1	154	R16	2,23	0,300	1320	1,92
2,0	16	4	4	12,00	CVT	7	1	3	1	3	1	1	154	R16	2,23	0,300	1315	1,92
1,8	16	4	4	12,00	CVT	7	1	3	1	3	1	1	144	R16	2,23	0,300	1280	1,78
1,8	16	4	4	12,00	M-6	6	1	3	1	3	1	1	144	R16	2,23	0,300	1255	1,87
2,0	16	4	4	9,60	DCT-6	6	1	3	2	5	1	2	211	R17	2,23	0,300	1376	2,08
1,4	16	4	4	10,00	M-6	6	1	3	2	5	1	2	150	R16	2,23	0,300	1285	1,76
1,4	16	4	4	10,00	A-6	6	1	3	2	5	1	2	150	R16	2,23	0,300	1298	1,87

VOL	VALV	NR_CIL	VAL_CIL	TX_COMP	TRANS_TY	NR_SHIFT	AR_COND	DA	FUEL_TY	OIL	DR_LINE	INT_AIR	POWER	WH	AR_FR_CR	CX	WEIGHT	CE
1,4	16	4	4	10,00	A-6	6	1	3	2	5	1	2	150	R16	2,23	0,300	1298	1,87
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	2	122	R16	2,49	0,300	1328	2,00
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	2	122	R16	2,49	0,300	1328	2,00
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	2	122	R16	2,49	0,300	1328	2,00
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	122	R16	2,49	0,300	1308	1,99
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	93	R16	2,49	0,300	1213	1,98
1,5	8	4	2	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	2	93	R16	2,49	0,300	1213	1,98
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,94	0,300	1463	2,43
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,70	0,300	1325	2,33
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R15	2,70	0,300	1330	2,35
1,4	8	4	2	12,35	M-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R14	2,19	0,350	1004	1,84
1,4	8	4	2	12,35	MTA-5	5	1	1	1	7	1	1	88	R14	2,19	0,350	1010	1,90
1,8	16	4	4	11,20	M-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R16	2,40	0,365	1235	2,22
1,8	16	4	4	11,20	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	132	R16	2,40	0,365	1242	2,23
1,6	16	4	4	10,50	M-5	5	1	1	1	3	1	1	117	R14	2,24	0,365	1187	2,11
2,0	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	115	R16	2,55	0,365	1243	2,17
1,6	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	115	R15	2,54	0,365	1231	2,02
1,6	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	115	R15	2,54	0,365	1231	2,02
1,6	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	115	R16	2,54	0,365	1250	2,02
1,6	16	4	4	11,00	M-5	5	1	3	1	3	1	1	115	R16	2,54	0,365	1243	2,02
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	131	R15	2,54	0,365	1259	1,98
1,6	16	4	4	12,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	131	R16	2,54	0,365	1274	1,98
2,0	16	4	4	11,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	131	R15	2,55	0,365	1259	2,11
2,0	16	4	4	10,80	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	147	R16	2,55	0,365	1300	2,11
2,0	16	4	4	11,00	DCT-6	6	1	3	1	3	1	1	131	R16	2,55	0,365	1274	2,11
1,8	16	4	4	10,60	CVT	7	1	3	1	1	1	1	139	R17	2,39	0,365	1270	1,96
1,8	16	4	4	10,60	M-6	6	1	3	1	1	1	1	139	R17	2,39	0,365	1265	2,01
1,8	16	4	4	10,60	CVT	7	1	3	1	1	1	1	139	R17	2,39	0,365	1271	1,96
1,8	16	4	4	10,60	CVT	7	1	3	1	1	1	1	139	R17	2,39	0,365	1270	1,96
1,8	16	4	4	10,60	CVT	7	1	3	1	1	1	1	139	R17	2,39	0,365	1276	1,96
1,6	16	4	4	12,00	M-6	6	1	3	1	2	1	1	128	R16	2,10	0,330	1031	1,72
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	3	1	2	1	1	128	R16	2,10	0,330	1058	2,00
1,6	16	4	4	12,00	A-6	6	1	3	1	2	1	1	128	R16	2,10	0,330	1058	2,00
2,0	16	4	4	10,30	A-4	4	1	1	1	3	1	1	146	R16	2,56	0,330	1550	2,91
2,0	16	4	4	10,30	A-4	4	1	1	1	3	1	1	146	R16	2,56	0,330	1535	2,91
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,34	0,350	1215	2,14
1,6	16	4	4	12,50	A-4	4	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,34	0,350	1236	2,14
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,34	0,350	1183	2,00
1,6	16	4	4	12,50	M-5	5	1	3	1	2	1	1	122	R16	2,34	0,350	1183	2,00
1,6	16	4	4	10,20	M-6	6	1	3	1	2	1	2	173	R16	2,34	0,350	1231	1,95
1,6	8	4	2	12,00	M-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R16	2,33	0,350	1120	1,99
1,6	8	4	2	12,00	MTA-5	5	1	1	1	3	1	1	106	R16	2,33	0,350	1120	2,08
1,6	16	4	4	11,50	M-6	6	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,26	0,370	1156	2,01
1,6	16	4	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,26	0,370	1162	2,20
1,6	16	4	4	11,50	M-6	6	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,26	0,370	1162	2,09
1,6	16	4	4	11,50	MTA-5	5	1	3	1	5	1	1	120	R15	2,26	0,370	1162	2,18

