



Mark Amaro das Neves Monitorização experimental de dinâmica de veículos



Mark Amaro das Neves Monitorização experimental de dinâmica de veículos

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

O júri

Presidente

Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Arguente

Doutora Célia dos Anjos Alves
Equiparada a Investigadora Principal do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro

Orientadora

Prof.^a Doutora Margarida Isabel Cabrita Marques Coelho
Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

À Professora Margarida Coelho, por todo apoio prestado, pela disponibilidade e esforço demonstrados sempre que precisei. Agradeço a criteriosa orientação, que me proporcionou as melhores condições para efetuar o meu trabalho. Estou extremamente satisfeito por ter usufruído da oportunidade de trabalhar com a Professora.

Ao Eng. Paulo Fernandes, pela companhia durante toda a fase de atividade experimental, por todas as dicas que me forneceu no arranque deste trabalho, foram sem dúvida preponderantes. Por toda a boa disposição ao longo das horas que passámos na estrada. E também pela vontade de querer ajudar sempre que possível.

À Toyota Caetano Auto de Aveiro, por todos os esforços mobilizados em ceder as viaturas sempre que pedido. Um especial obrigado à Dr^a. Mafalda Gomes pela atenção prestada.

Ao Prof. H. Christopher Frey, da North Carolina State University, pela disponibilidade e apoio, a sua ajuda foi muito importante para o estudo realizado.

Ao Élio, ao Martinho e ao Morgado, pelo apoio, companhia e constante motivação. Também por todas as horas passadas juntos a trabalhar, foi uma aventura fantástica estes cinco anos.

Ao Hugo e ao Luís, pela grande e forte amizade e companheirismo durante todo o curso.

Aos pais e avós maternos da minha namorada, um especial obrigado pela forma como me aceitaram como um dos seus, fornecendo-me sempre as melhores condições para atingir os meus objetivos.

À minha família pelo apoio e em especial à minha mãe, irmã e avós foram sem dúvida importantes neste percurso e concretização de um dos meus objetivos pessoais.

E por fim a mais importante, à minha namorada Katia Silva, não há palavras que descrevam toda dedicação e entrega que teve por mim, é a minha fonte de inspiração. Estou eternamente grato pela paciência que revelou quando o tempo e atenção lhe dada eram de facto reduzidos. Mas assim mesmo nunca deixou de estar a meu lado e a conclusão deste objetivo pessoal em grande parte lhe devo.

Este trabalho foi financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional "Factores de Competitividade - COMPETE" e por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito dos projetos PTDC/SEN-TRA/113499/2009 e PTDC/SEN-TRA/122114/2010.

Palavras-chave

Carchip™, Consumo de Combustível, Emissões de CO₂, Desempenho, Dinâmica, Monitorização Experimental, Veículos, Tecnologia Híbrida.

Resumo

A dependência energética, ao nível global, é um tema complexo da atualidade, pois a esta situação estão associados os inerentes problemas ambientais. Portanto, há a necessidade de ir ao fundo da questão a fim de reduzir essa dependência e com isso também o impacto ambiental. Uma vez que o setor dos transportes é preponderante no que diz respeito ao consumo de energia final, várias são as imposições e metas impostas pela Comissão Europeia, com o objetivo principal de diminuir os seus consumos e emissões de gases poluentes.

Para fazer face às imposições, os fabricantes têm desenvolvido esforços no sentido de melhorar o desempenho energético-ambiental dos veículos. Entre outras melhorias destacam-se a tecnologia híbrida, veículos 100% elétricos ou através do aperfeiçoamento da eficiência energética dos motores de combustão interna.

O principal objetivo da presente Dissertação consistiu em avaliar experimentalmente o desempenho e a dinâmica de veículos detentores de diferentes tecnologias de motorização: gasolina, diesel e híbrida. Os três veículos foram sujeitos às mesmas condições de condução, de forma a tornar viáveis as futuras comparações, e a três percursos distintos com situações reais de tráfego: urbano, estrada nacional e autoestrada. Nesta monitorização experimental utilizou-se o equipamento CarChip™ e os parâmetros monitorizados foram: perfil de velocidade, massa de ar injetada no motor, sensor de oxigénio, carga no motor e posição do acelerador.

Após a realização da atividade experimental compararam-se e discutiram-se os resultados obtidos a fim de concluir qual a configuração de automóvel mais indicada para percursos rodoviários específicos. O veículo híbrido revelou o melhor desempenho, tanto a nível energético (consumo de combustível) como ambiental (emissões de dióxido de carbono), inferiores em 37 a 115% e 54 a 115% respetivamente, quando comparado com os resultados dos outros veículos monitorizados. Em relação às mencionadas restrições ambientais e tendo em consideração de forma global as monitorizações efetuadas, apenas o veículo híbrido obteve resposta positiva para o imposto para 2020, no que diz respeito a emissões de CO₂. Assim sendo, fica demonstrado o desempenho positivo do veículo híbrido face às motorizações convencionais.

Keywords

CarChip™, Fuel Consumption, CO₂ Emissions, Performance, Dynamic, Experimental Monitoring, Vehicles, Hybrid Tecnology.

Abstract

The energy dependence, at a global level, is a complex issue of the present, because this situation is associated with some environmental problems. Therefore, there is the need to go to reduce this energy dependence and the emission impacts. Once the transportation sector is predominant in relation to final energy consumption, there are several constraints and goals set by the European Commission, with the main objective to reduce pollutant emissions. To face these constraints, the automakers have made efforts to improve the energy and environmental performance of the vehicles. Hybrid technology, 100% electric vehicles or the improvement of the energy efficiency of internal combustion engines stand out.

The main goal of this Dissertation was to measure the performance and dynamics of different vehicles powertrain technologies: gasoline, diesel and hybrid. The three vehicles were subjected to the same driving conditions in order to make viable comparisons, and to three different routes with real traffic situations: urban, national road and freeway. In this experimental CarChip™ equipment monitoring was used and the parameters monitored were: the speed profile, mass of air injected into the engine, oxygen sensor, engine load and throttle position.

After the experimental activity the results obtained were compared and discussed in order to conclude which vehicle configuration is best suited for specific journeys. The hybrid vehicle showed the best performance in terms of energy level (fuel consumption) and carbon dioxide emissions, less than 37% to 115% and 54% to 115% respectively, when compared with the results of the other vehicles examined. Regarding the environmental constraints and considering the monitoring carried out, only the hybrid vehicle got positive response to the imposition for 2020, in regards to CO₂ emissions. Thus, the positive performance of the hybrid vehicle compared with conventional powertrains is demonstrated.

Índice

Lista de Figuras	III
Lista de Quadros	V
Simbologia.....	VII
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 Energia e o Setor dos Transportes.....	1
1.2 Restrições Ambientais.....	4
1.3 Alternativas Tecnológicas	6
1.4 Tecnologia Híbrida.....	7
1.5 Objetivos	8
1.6 Estrutura da Dissertação	9
Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica.....	11
Capítulo 3 - Metodologia e Métodos	15
3.1 Medição experimental da dinâmica e desempenho de veículos	17
3.1.1 Sistema de Diagnóstico a Bordo - OBD	17
3.1.2 Sistema CarChip™	19
3.2 VSP	22
3.2.1 VSP Aplicado à Tecnologia Híbrida	27
3.3 Ensaios	30
3.3.1 Percursos.....	30
3.3.2 Condições de Condução	35
3.3.3 Veículos Monitorizados.....	36
Capítulo 4 - Resultados e Discussão	39
4.1 Percurso Urbano.....	39
4.1.1 Perfil de Velocidade	39
(1) Percurso sem Influência de Tráfego	40
(2) Percurso com Influência de Tráfego	42
4.1.2 Perfil de Aceleração.....	44
(1) Percurso sem Influência de Tráfego	44
(2) Percurso com Influência de Tráfego	46
4.1.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador	48
(1) Percurso sem Influência de Tráfego	48

(2) Percurso com Influência de Tráfego	51
4.1.4 Consumo Energético	53
(1) Percurso sem Influência de Tráfego.....	53
(2) Percurso com Influência de Tráfego	54
4.2 Percurso em Estrada Nacional.....	55
4.2.1 Perfil de Velocidades.....	55
4.2.2 Perfil de Aceleração.....	57
4.2.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador	59
4.2.4 Consumo Energético	61
4.3 Percurso Autoestrada.....	63
4.3.1 Perfil de Velocidade	63
4.3.2 Perfil de Aceleração.....	65
4.3.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador	67
4.3.4 Consumo Energético	69
4.4 Comparação entre Desempenhos Ambientais	71
4.5 Comparação entre Abordagens aos Modos VSP Híbridos.....	73
Capítulo 5 - Conclusões e Trabalho Futuro	77
5.1 Conclusões.....	77
5.2 Trabalho Futuro	80
Referências Bibliográficas	81
Anexos	87
Anexo I - Análise detalhada aos sistemas híbridos.....	87
Anexo II - Resultados obtidos provenientes do CarChip™	91
Anexo III - Extrapolações efetuadas	134
Anexo IV - Cálculos dos resultados provenientes do CarChip™	135

Lista de Figuras

Figura 1-1: Consumo energético a nível global ao longo dos anos em Mtep (BP, 2013).	2
Figura 1-2: Consumo energético na EU-27 ao longo dos anos em Mtep (EC, 2013).....	2
Figura 1-3: Consumo energético na EU-27, por setor, ao longo dos anos em Mtep (EC, 2013).	3
Figura 1-4: Consumo energético em Portugal ao longo dos anos em ktep (DGEG, 2014).	3
Figura 1-5: Consumo energético em Portugal, por setor, em 2012 (DGEG, 2014).	4
Figura 1-6: Emissões de CO ₂ equivalente relativas ao setor dos transportes (EC, 2013a).	4
Figura 1-7: Emissão de gases de efeito estufa na EU-28 (EEA, 2013).....	5
Figura 1-8: Média da emissão [g CO ₂ /km] para novos veículos de passageiros (EEA, 2013).	6
Figura 1-9: Número de carros registados com combustíveis ou meios de propulsão alternativos na EU-27 em 2012 (EEA, 2013).....	7
Figura 1-10: Evolução temporal do fator de emissão de CO ₂ médio [g/km] de novos veículos de passageiros por tecnologia (ICCT, 2013).....	8
Figura 3-1: Fluxograma do presente estudo.....	16
Figura 3-2: Exemplo de ligação OBD (Devices Inc., 2014).....	18
Figura 3-3: CarChip™ utilizado no trabalho.....	19
Figura 3-4: Sensor de voltagem de oxigénio vs. Relação ar/combustível - adaptado de Toyota Motor Sales (2001).....	21
Figura 3-5: Estimativa de emissões de CO e CO ₂ [g/s] para os respetivos modos VSP para veículos a gasolina (NCSU, 2002).....	24
Figura 3-6: Estimativa de emissões de HC e NO _x [g/s] para os respetivos modos VSP para veículos a gasolina (NCSU, 2002).....	24
Figura 3-7: Estimativa de emissões de CO e CO ₂ para os respetivos modos VSP em veículos híbridos (Zhai <i>et al.</i> , 2011).....	27
Figura 3-8: Estimativa de emissões de NO _x e HC para os respetivos modos VSP em híbridos (Zhai <i>et al.</i> , 2011).....	28
Figura 3-9: Fotografia das quatro rotundas percorridas.....	31
Figura 3-10: Percurso do corredor de rotundas (adaptado de GoogleMaps, 2014).....	32
Figura 3-11: Percurso por estrada nacional entre Aveiro e Mealhada (adaptado de GoogleMaps, 2014a).....	33
Figura 3-12: Percurso da autoestrada A1 entre Aveiro e Mealhada (adaptado de GoogleMaps, 2014b).....	34
Figura 3-13: Toyota Yaris diesel utilizado.	36
Figura 3-14: Toyota Yaris gasolina utilizado.....	36
Figura 3-15: Toyota Yaris híbrido utilizado.....	37
Figura 4-1: Perfil de velocidades relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.....	41

Figura 4-2: Perfil de velocidades relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.	43
Figura 4-3: Perfil de aceleração relativo ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.....	45
Figura 4-4: Perfil de aceleração relativo ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.....	47
Figura 4-5: Carga no motor e posição do acelerador para o Yaris diesel sem influência de tráfego.	49
Figura 4-6: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.	50
Figura 4-7: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.	52
Figura 4-8: Perfil de velocidades relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	56
Figura 4-9: Perfil de aceleração relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	58
Figura 4-10: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	61
Figura 4-11: Percentagem de ocorrência de modos VSP para o veículo Yaris a) diesel, b) gasolina durante o percurso em estrada nacional.....	62
Figura 4-12: Perfil de velocidades relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	64
Figura 4-13: Perfil de aceleração relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	66
Figura 4-14: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.....	68
Figura 4-15: Percentagem de ocorrência de modos VSP para o Yaris a) diesel e b) gasolina durante o percurso de autoestrada.	70
Figura 4-16: Teste de ciclo de condução a) ECE (ciclo urbano) e b) EUDC (ciclo extraurbano) adaptados de (UNEP, 2014).	72

Lista de Quadros

Quadro 3-1: Cronograma do trabalho.....	16
Quadro 3-2: Parâmetros possíveis de quantificar a partir do CarChip™ - adaptado de Davis Instruments (2003).....	20
Quadro 3-3: Modos VSP e respetivos intervalos VSP adaptado de (NCSU, 2002).	23
Quadro 3-4: Estimativa das emissões de CO ₂ , CO, HC e NO _x para os respetivos modos VSP para veículos diesel (Coelho <i>et al.</i> , 2008).....	25
Quadro 3-5: Rácios H:C e O:C para diferentes tipos de combustível (EEA, 2007).	26
Quadro 3-6: Extrapolação para os modos VSP 12, 13 e 14 relativamente aos poluentes CO ₂ e CO.....	28
Quadro 3-7: Extrapolação para o CO ₂ e CO.	29
Quadro 3-8: Fatores de emissões cedidos pelo Professor Frey para toda a gama VSP.	30
Quadro 3-9: Características mecânicas das três viaturas analisadas (Toyota, 2013).	37
Quadro 3-10: Informação adicional do veículo híbrido em relação à bateria híbrida (Toyota, 2013).....	37
Quadro 3-11: Informação adicional do veículo híbrido em relação ao motor elétrico (Toyota, 2013).....	38
Quadro 3-12: Desempenho dos três veículos (Toyota, 2013).	38
Quadro 3-13: Características dimensionais das três viaturas (Toyota, 2013).	38
Quadro 4-1: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas aos três veículos sem influência de tráfego.....	53
Quadro 4-2: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas aos três veículos com influência de tráfego.	54
Quadro 4-3: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas para o percurso em estrada nacional.	61
Quadro 4-4: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas para o percurso de autoestrada.	69
Quadro 4-5: Especificações em relação ao desempenho ambiental fornecidos pela marca (Toyota, 2013).....	73
Quadro 4-6: Comparação de emissões de CO ₂ provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).....	74
Quadro 4-7: Comparação de emissões de CO provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).....	74
Quadro 4-8: Comparação de emissões de HC provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).....	74
Quadro 4-9: Comparação do consumo de combustível proveniente da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).....	74

Simbologia

OBD	<i>On-Board Diagnostic</i>	
$r_{ar/comb}$	Relação ar/combustível	[adimensional]
\dot{m}_{ar}	Massa de ar injetada no motor	[kg/s]
\dot{m}_{comb}	Massa de combustível injetada no motor	[kg/s]
\dot{v}_{comb}	Volume específico do combustível	[l/s]
ρ_{combD}	Densidade do diesel	[kg/l]
ρ_{combG}	Densidade da gasolina	[kg/l]
Tempo _{viagem}	Duração da viagem monitorizada	[s]
Distância _{viagem}	Distância da viagem monitorizada	[m]
Comb	Litros de combustível consumido a cada quilómetro percorrido	[l/km]
Comb _{100km}	Litros de combustível consumido a cada 100 quilómetros percorridos	[l/100 km]
VSP	<i>Vehicle Specific Power</i>	[W/kg]
v ou Δv	Velocidade do veículo	[m/s]
a	Aceleração do veículo	[m/s ²]
grade	Declive da via	[%]
Δt	Intervalo de tempo	[s]
Total _{CO₂}	Total de CO ₂ emitido durante uma determinada medição	[g]
Total _{CO}	Total de CO emitido durante uma determinada medição	[g]
Total _{HC}	Total de HC emitido durante uma determinada medição	[g]
Média _{CO₂}	Média de CO ₂ emitido durante uma medição por intervalo de tempo	[g/s]
Média _{CO}	Média de CO emitido durante uma medição por intervalo de tempo	[g/s]
Média _{HC}	Média de HC emitido durante uma medição por intervalo de tempo	[g/s]
CO₂ _{Distância}	Emissão de CO ₂ por determinada distância percorrida	[g/m]
CO _{Distância}	Emissão de CO por determinada distância percorrida	[g/m]

$HC_{Distância}$	Emissão de HC por determinada distância percorrida	[g/m]
E_{CO}	Fator de emissão de monóxido de carbono para uma dada monitorização	[g/km]
E_{HC}	Fator de emissão de hidrocarbonetos para uma dada monitorização	[g/km]
E_{CO_2}	Fator de emissão de dióxido de carbono para uma dada monitorização	[g/km]
FC_{inst}	Litros de combustível consumido a cada 100 quilómetros percorridos	[l/100 km]

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo será abordado o tema do presente trabalho com a devida contextualização, bem como os objetivos pretendidos atingir e a sua estrutura.

1.1 Energia e o Setor dos Transportes

A energia é, sem sombra de dúvidas, um fator influenciador de crescimento, competitividade e desenvolvimento das economias modernas. No gráfico que se segue (Figura 1-1), está representado esse referido consumo, dividido por cada tipo de recurso energético disponível no mundo. É notória a evolução crescente no consumo até 2011, sendo o petróleo o recurso mais utilizado a nível global com uma percentagem igual a 33,1%, em 2012, ou seja aproximadamente 4500 Mtep – mega tonelada equivalente de petróleo (BP, 2013). Este valor percentual foi o mais baixo nos últimos 13 anos, a par com a perda de quota de mercado. Isto é, em parte, justificado pelo cenário de que, em 2012, tanto a hidroelétrica como outras fontes de energia renováveis, demonstraram atingir o seu valor máximo de utilização, com cerca de 6,7% e 1,9%, respetivamente (BP, 2013). É certo que a crise económica que abate de forma global desde 2008 também contribui para esse decréscimo.

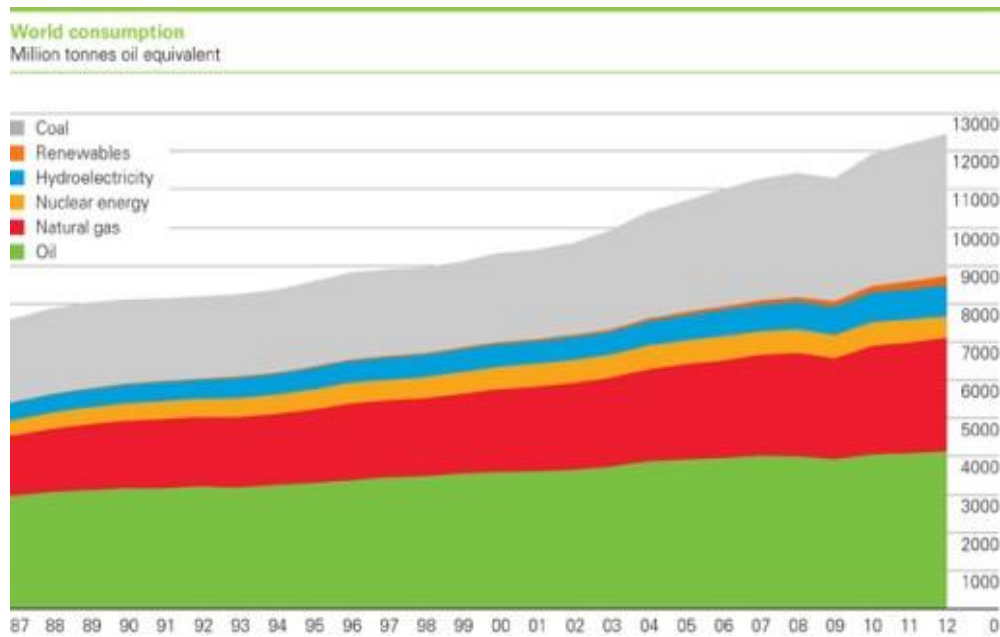


Figura 1-1: Consumo energético a nível global ao longo dos anos em Mtep (BP, 2013).

Na União Europeia (EU-27), a tendência mantém-se, ou seja, o petróleo é o recurso mais utilizado (Figura 1-2). Esse cenário vem sendo característico desde 1990 até 2011; neste último ano, essa utilização atingiu 40,3% do total, cerca de 444,6 Mtep (EC, 2013).

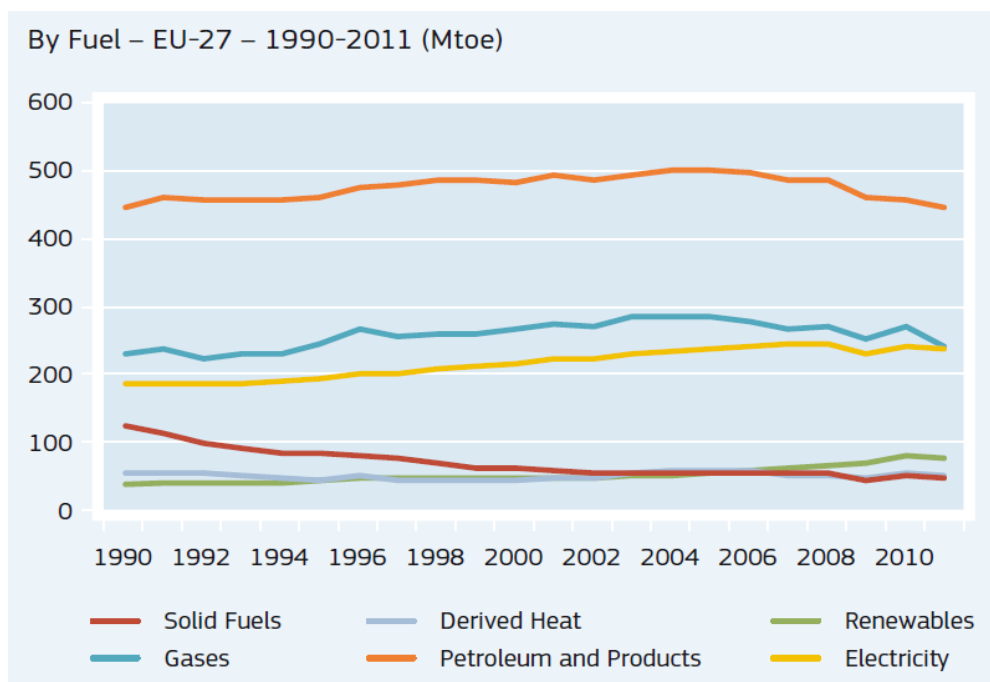


Figura 1-2: Consumo energético na EU-27 ao longo dos anos em Mtep (EC, 2013).

Analisando o mesmo cenário para a EU-27, mas a distribuição do consumo energético por setor de atividade, observa-se que desde o final dos anos 90 são os transportes que consomem mais energia (Figura 1-3). Este setor, em 2011, demonstrou atingir cerca de 33% de utilização energética (364,1 Mtep) do total de energia primária consumida - 1103,3 Mtep (EC, 2013).

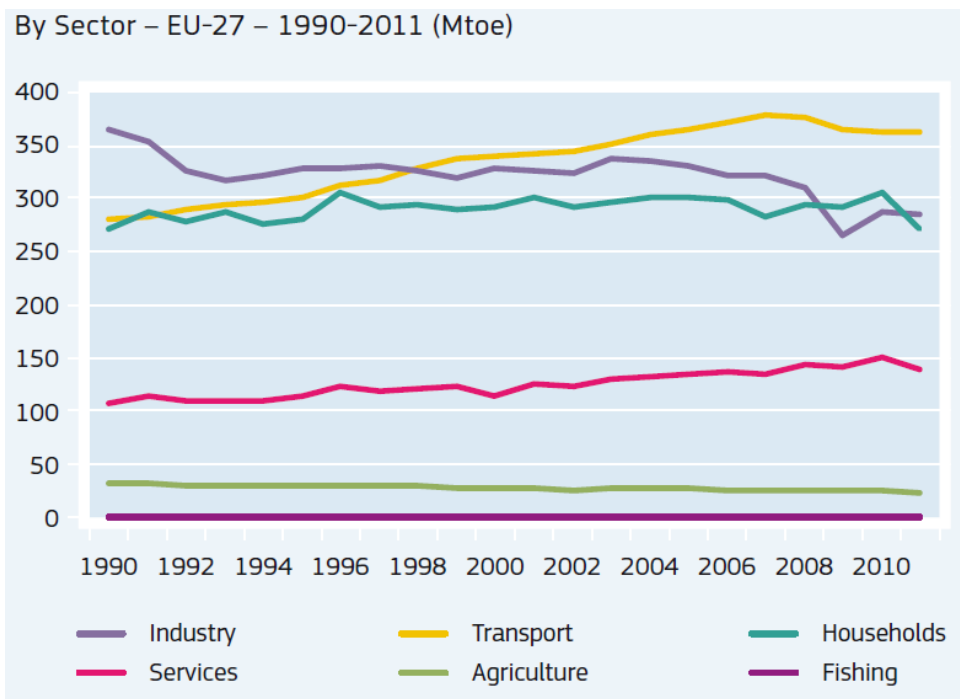


Figura 1-3: Consumo energético na EU-27, por setor, ao longo dos anos em Mtep (EC, 2013).

O panorama energético demonstrado é semelhante relativamente ao nível nacional. Onde o petróleo é igualmente o recurso energético mais utilizado (Figura 1-4), representando 43,3% do consumo total de energia primária em 2012 (DGEG, 2014). Examinando o consumo energético por setor em Portugal, a tendência mantém-se de igual forma comparativamente à EU-27. Os transportes são os responsáveis pelo maior consumo de energia, cerca de 35,7% em 2012 (DGEG, 2014), apresentado na Figura 1-5.

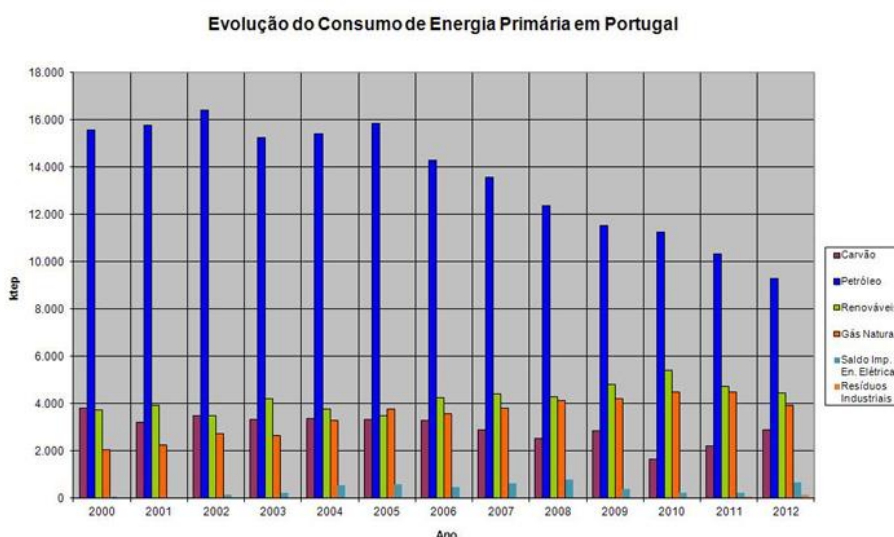


Figura 1-4: Consumo energético em Portugal ao longo dos anos em ktep (DGEG, 2014).

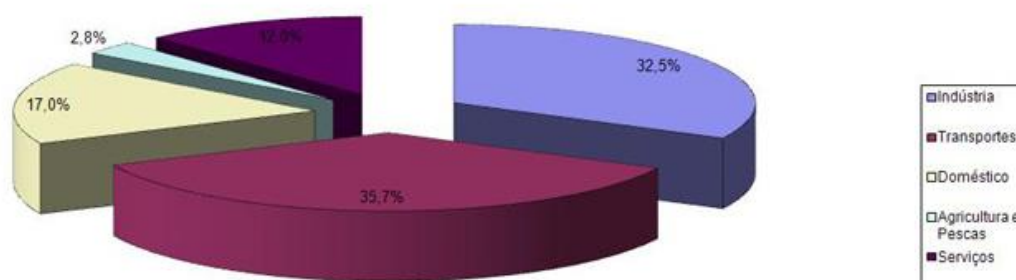


Figura 1-5: Consumo energético em Portugal, por setor, em 2012 (DGEG, 2014).

Após estes dados estatísticos, que revelam o setor dos transportes como o que mais energia consome, há a necessidade de esmiuçar este complexo setor. Os transportes permitem a mobilidade de pessoas e de bens, para além de que desenvolve um papel preponderante na manutenção e desenvolvimento de sistemas socioeconómicos. Mas este setor conduz igualmente a inúmeros problemas ambientais, tais como a emissão de gases de efeito de estufa (GEE) e ainda poluição atmosférica e sonora. O que se realça, deste consumo, é que 297,6 dos 364,1 Mtep dizem respeito ao transporte rodoviário, ocupando assim, 81,7% de todo o setor dos transportes em 2011 (EC, 2013a). Permanecendo a abordagem à EU-27, os transportes, em 2010, emitiram 1215,6 milhões de toneladas de CO₂, onde 72,1% dizem exclusivamente respeito ao setor rodoviário (Figura 1-6) (EC, 2013a).

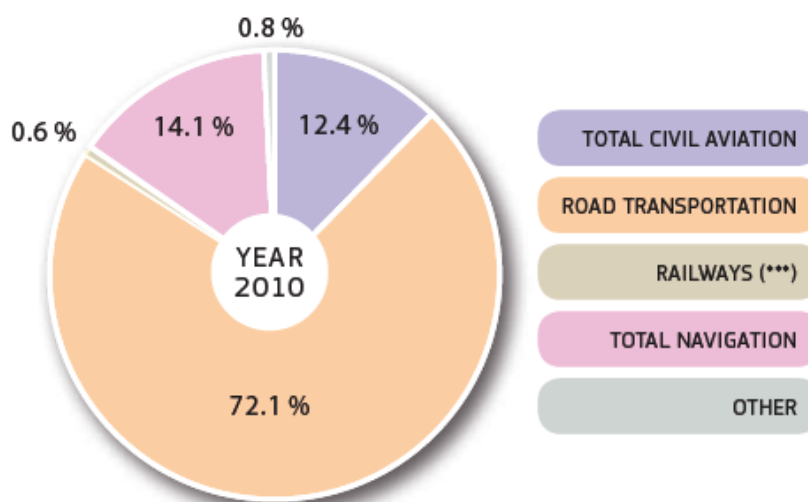


Figura 1-6: Emissões de CO₂ equivalente relativas ao setor dos transportes (EC, 2013a).

1.2 Restrições Ambientais

Face aos impactes do setor dos transportes, a União Europeia elaborou o Livro Branco dos Transportes, com o objetivo primordial de tornar os transportes competitivos e económico em recursos. Portanto, para que tal desígnio fosse atingível, várias metas foram estabelecidas. A meta principal a ser atingida passa por reduzir as emissões de GEE em 20% até 2030, tendo como referência o valor emitido em 2008 (ou seja, reduzir de 1110 para 914 milhões de toneladas de CO₂) (EC, 2011, 2011a). Esta meta estende-se até 2050,

onde é imposto que nesse ano, a redução seja de 60% relativamente ao ano de 1990, mais concretamente, de 849 para 332 milhões de toneladas de CO₂ (EC, 2011, 2011a). Para que seja perceptível esta meta sugere-se a visualização atenta da figura seguinte (Figura 1-7). Este rumo está a ser lentamente cumprido, por exemplo, em 2011, o número traçado, servindo exclusivamente de um indicativo, foi de 1105 milhões de toneladas de CO₂, face ao valor contabilizado de 1063 em milhões de toneladas de CO₂ (EC, 2011, 2011a). Isto demonstra ser efetivamente positivo, sendo registado até ao ano de 2012, exclusive, um decréscimo anual de 0,6% (EC, 2011, 2011a).

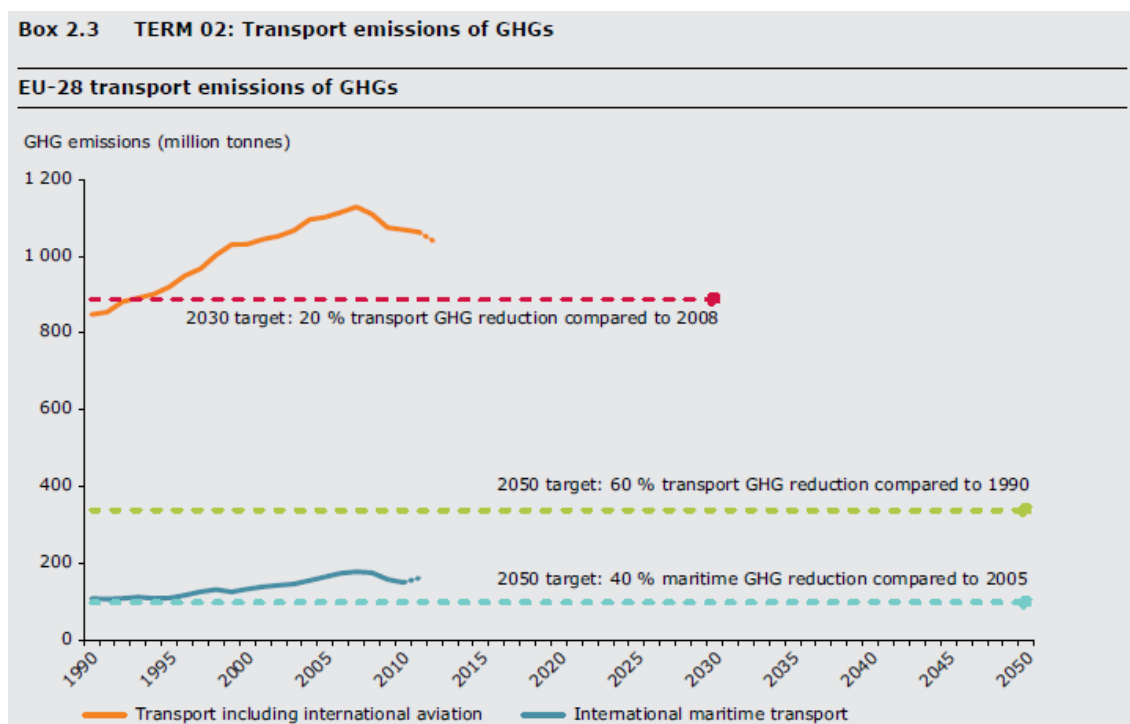


Figura 1-7: Emissão de gases de efeito estufa na EU-28 (EEA, 2013).

Paralelamente aos dois objetivos chave delineados para 2030 e 2050, foram desenvolvidas e implementadas outras metas para que o percurso dos transportes se dê no sentido pretendido pela Comissão Europeia.

Um dos focos assenta na redução do consumo de petróleo nos transportes. Em 2008, o dispêndio de petróleo atingiu cerca de 414172 ktep, sendo então proposto diminuí-lo em 70% (até 2050), obtendo assim um consumo de 124252 ktep (EC, 2011b). O rumo desse indicativo tem sido positivo, por exemplo, em 2011 o previsto estabelecido foi 393464 ktep face ao valor real quantificado de 391525 ktep, revelando assim uma queda anual de 0,6% na utilização de petróleo (EC, 2011b). Os novos veículos de passageiros têm que respeitar certas restrições, nomeadamente as suas emissões de CO₂ por quilómetro percorrido. Foi regulamentado que, para 2015, a média de emissões para os novos veículos de passageiros deverá ser de 130 g CO₂/km, e para 2020 essa média deverá decair para 95 g CO₂/km (EC, 2009). O panorama que se tem testemunhado para esta incidência é também positivo (Figura 1-8); por exemplo, no ano de 2012, a média observada foi de 132 g CO₂/km, abaixo do que tinha sido projetado (cerca de 136 g CO₂/km) (EC, 2009).

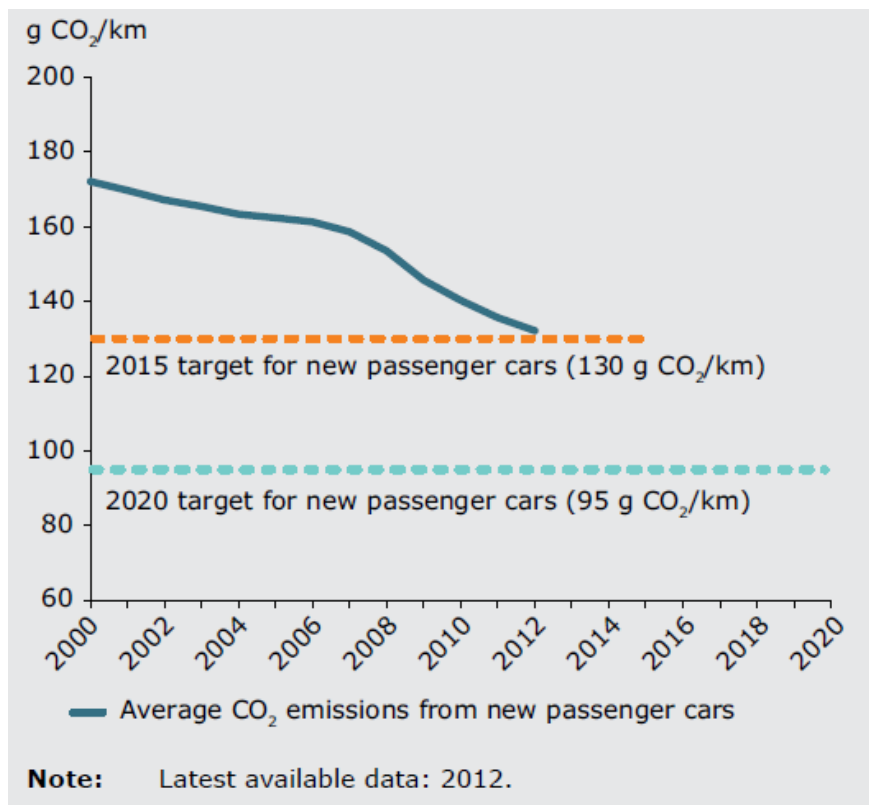


Figura 1-8: Média da emissão [g CO₂/km] para novos veículos de passageiros (EEA, 2013).

Para existir uma redução no consumo energético proveniente do petróleo, a utilização de outras fontes de energia terão que ser equacionadas. É então mencionado no Livro Branco dos Transportes que a percentagem de utilização de energias renováveis no consumo final energético, no setor dos transportes, terá de ser maior. Portanto, foi estabelecido que essa utilização se deve fixar em 10% em 2020, que foi baseado no valor percentual contabilizado em 2010, ou seja, 3,47% (EC, 2009a). Porém este cenário revela um crescimento negativo em relação ao esperado para cada ano. Especulava-se que para 2011, por exemplo, a utilização de energias renováveis no consumo final energético fosse de 4,13% mas essa utilização ficou pelos 3,81% (EC, 2009a).

1.3 Alternativas Tecnológicas

Posto isto, para fazer cumprir o imposto pela Comissão Europeia, mudanças têm vindo a acontecer e mais terão de surgir, em especial nos transportes, por razões já mencionadas. Ora esta situação remete diretamente para os veículos de passageiros, pois são estes os principais responsáveis pelo elevado impacto negativo no ambiente em paralelo com o seu consumo energético.

As estatísticas mais recentes apontam que o número de veículos de passageiros registados, na EU-27, é de sensivelmente 242241 milhares de veículos (EC, 2013a). Sendo a União Europeia composta por sensivelmente 503 milhões de habitantes, este número representa que existem aproximadamente 483 veículos de passageiros a cada 1000 pessoas (EC, 2013a). Uma das formas de reduzir as emissões de gases de efeito estufa passa pelo

aperfeiçoamento da tecnologia que está inserida nos veículos rodoviários. É certo que não é só a tecnologia que vai responder acertadamente e exclusivamente à questão, há outros fatores, como o de mudar os comportamentos ao nível da mobilidade, que é um fator bastante complexo.

Voltando à abordagem à tecnologia, que é por onde o presente trabalho se rege e se direciona, existem essencialmente duas direções possíveis de percorrer, relacionadas com as soluções que já vêm sendo trabalhadas e aperfeiçoadas: tornar o veículo mais eficiente ou alterar a fonte de energia. A primeira hipótese refere-se a uma meticulosa avaliação ao veículo, mais concretamente ao segmento energético. Esta avaliação passa essencialmente pela redução das emissões de CO₂, o que está diretamente relacionado com o consumo energético. Para tal, muitas marcas dimensionam os seus veículos baseados numa mobilidade sustentada. Fazendo assim uma boa gestão energética, construções de baixo peso e aerodinâmicas, a maior relação de transmissão das velocidades superiores, entre outras, tornando os motores mais eficientes. As vertentes em relação a outros vetores energéticos são várias, desde o recurso a combustíveis alternativos como biodiesel, etanol, gás natural ou GPL, ou por outro lado, o recurso a tecnologias de propulsão alternativas, como a híbrida ou a elétrica. Porém estas alternativas energéticas ocupam, atualmente, um índice de utilização muito baixo: os veículos registados com combustíveis alternativos / tecnologias alternativas de propulsão são cerca de 275 mil na EU-27 (EEA, 2013), sendo um valor muito reduzido (Figura 1-9), face ao valor total de veículos registados, mencionado anteriormente.

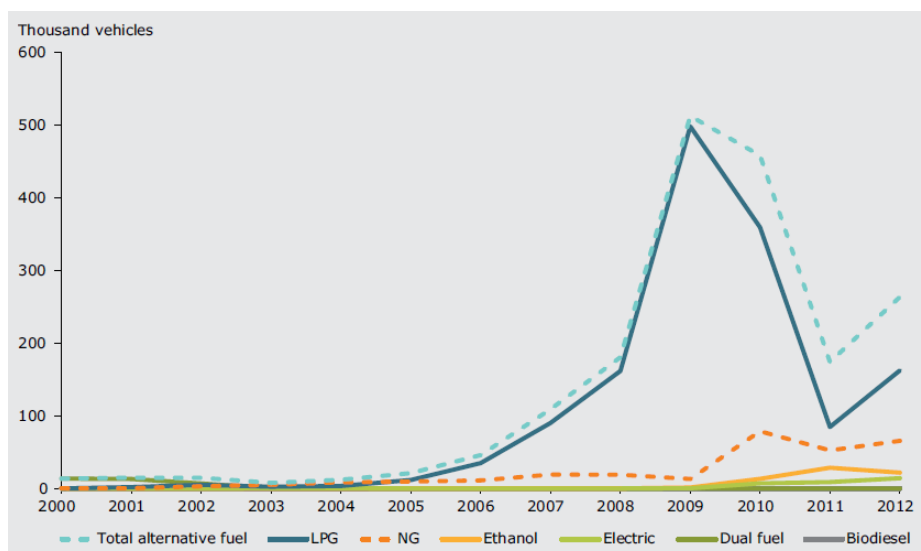


Figura 1-9: Número de carros registados com combustíveis ou meios de propulsão alternativos na EU-27 em 2012 (EEA, 2013).

1.4 Tecnologia Híbrida

Relativamente à tecnologia híbrida, é atualmente a alternativa mais utilizada pelos fabricantes, representando na EU-27 cerca de 1%, nos Estados Unidos da América ronda os 5% e no Japão a percentagem ascende a 20% (ICCT, 2013). A média do fator de emissão de CO₂ dos veículos híbridos na EU-27 em 2012 foi de 97 g/km (ICCT, 2013), valor esse que se

encontra muito próximo da meta para 2020. Este valor registado em termos de emissões é de facto notável e veja-se a diferença existente comparativamente à tecnologia tradicional automóvel (Figura 1-10).

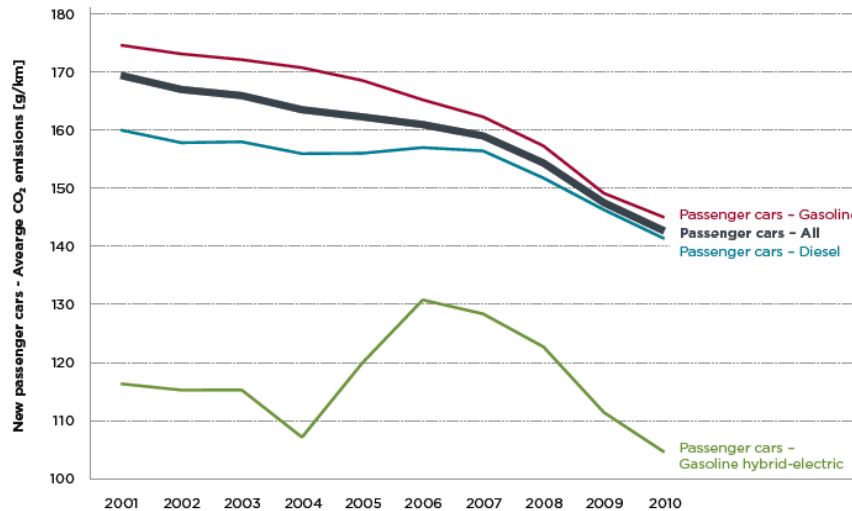


Figura 1-10: Evolução temporal do fator de emissão de CO₂ médio [g/km] de novos veículos de passageiros por tecnologia (ICCT, 2013).

Em 2001, na Europa, existiam 2200 veículos híbridos, enquanto em 2012, o número de híbridos ascendeu a 131700 veículos, com a marca Toyota a liderar com 54% (ICCT, 2013). Isto é uma clara evidência do notável crescimento desta tecnologia no seio do mercado de veículos de ligeiros de passageiros.

A sua essência reside na utilização de duas fontes de energia para transmitir potência às rodas do veículo. As fontes são, normalmente, um motor de combustão interna e um ou mais motores elétricos, havendo paralelamente sistemas de captura e de reutilização de energia. Estes diferentes motores podem ser combinados de maneiras diferentes mas tendo em comum o objetivo de transmitir movimento ao veículo. Concretamente e usualmente as combinações são feitas de três formas, ou seja, sistema híbrido em série, paralelo ou série-paralelo, descritas detalhadamente no Anexo I.

1.5 Objetivos

A presente Dissertação de Mestrado tem como principal objetivo a monitorização experimental de veículos com diferentes motorizações (como gasolina, diesel e híbrido), com o intuito de avaliar a dinâmica de cada veículo nas mesmas condições. Para fazer tal avaliação, os veículos circularam em trajetos urbanos, estrada nacional e autoestrada, tudo em condições reais de tráfego. Quantificaram-se os perfis de velocidade, carga no motor, posição percentual do acelerador e consumo de combustível, para que assim fosse possível perceber qual a configuração de automóvel mais indicada para cada percurso rodoviário. Finalmente, foram calculadas as emissões de CO₂ para cada veículo / percurso e realizou-se a comparação com os valores impostos pela Comissão Europeia.

Realça-se para o facto que todas as medições foram feitas em ambientes semelhantes, ou seja, o objetivo passou por avaliar o mesmo modelo de veículo diferenciando exclusivamente no sistema de propulsão. Todo esse tipo de fatores foi tomado em linha de conta de forma rigorosa para não ser retirada credibilidade às comparações efetuadas.

1.6 Estrutura da Dissertação

A Dissertação de Mestrado apresentada está dividida em 5 capítulos, que seguidamente são descritas de forma resumida.

O Capítulo 1 começa por abordar a questão energética ao nível mundial e Europeu, sendo revelado o valor do consumo energético e ilustrado por recurso energético. É analisado em pormenor o setor dos transportes, precisamente por ser o que mais energia depende, sendo quantificado o seu impacto ambiental. Segue-se a análise às restrições e metas impostas pela Comissão Europeia no sentido de diminuir esse consumo e emissões nos transportes. É feita a ponte para as vertentes tecnológicas, sendo feita a análise de dados estatísticos sobre a sua utilização passando a uma descrição sobre a tecnologia híbrida.

Na segunda parte (Capítulo 2) expõe-se a revisão bibliográfica desenvolvida no âmbito desta Dissertação, que serve essencialmente para cobrir os estudos de investigação realizados neste âmbito (a comparação entre veículos convencionais e híbridos).

Segue-se o Capítulo 3, em que é feita a apresentação cuidada da metodologia e dos métodos utilizados, dando ênfase ao sistema de recolha de dados usado nas medições e todas as condições a que os testes estiveram sujeitos.

No Capítulo 4 são apresentados e discutidos todos os resultados para cada veículo em cada tipo de situação analisada. Posteriormente os veículos são sujeitos a uma análise comparativa, para que assim se perceba os seus impactos e qual o mais indicado para cada tipo de percurso.

Finalmente, no Capítulo 5 são expressas todas as conclusões do estudo em causa e expostos possíveis trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos no âmbito deste tema.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

No segundo capítulo é feita uma análise a estudos e trabalhos elaborados na área científica onde esta Dissertação está inserida.

Têm sido realizados diversos estudos sobre a tecnologia híbrida em veículos, como alternativa aos veículos de combustão interna convencionais.

A Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro, escrita por M. Luzia (2009) sobre o veículo híbrido Lexus teve como objetivo a monitorização do seu desempenho energético em situações de condução reais. Além disso esta análise foi também exposta no artigo (Coelho e Luzia, 2010). As situações de condução analisadas foram as paragens e arranques consecutivos (“para-arranca”), diferentes perfis de velocidade (50, 90 e 120 km/h), simulação de uma faixa “Via Verde” e simulação de rotunda com e sem paragem. Após a quantificação e análise do desempenho do Lexus Rx 400h é possível verificar que é um veículo bastante competitivo, dentro da gama de veículos que se insere. Esta afirmação é dada pelo autor, pois teve o cuidado de comparar os seus resultados com valores fornecidos pelos fabricantes de modelos semelhantes ao analisado, esses sem tecnologia híbrida. O Lexus teve o menor consumo misto e urbano (l/100 km), sendo apenas ultrapassado em extraurbano.

Um estudo levado a cabo por Raykin *et al.* (2012) teve como principal objetivo a avaliação dos impactos de diferentes padrões de viagens no consumo de energia “*tank to wheel*” em veículos híbridos *plug-in*. Esta investigação foi motivada pela premissa de que os veículos híbridos têm menor consumo de combustível “*tank to wheel*” em meio urbano e maior em meio extraurbano (por exemplo, autoestradas), face aos motores de combustão interna ditos convencionais, onde sucede precisamente o contrário. Neste estudo os padrões de viagem analisados incluem distância percorrida e condições de condução (velocidade média, diferenças de velocidade associadas ao tipo de via e nível de congestionamento). Os autores inicialmente selecionaram 4 tipos de veículos: um veículo híbrido do tipo série, um veículo híbrido *plug-in* do tipo misto, um veículo híbrido convencional e por fim um veículo de motor de combustão interna convencional. Os veículos foram testados em três percursos citadinos, três em meio suburbano e dois em autoestrada. Os veículos híbridos *plug-in* operaram exclusivamente em modo elétrico para os percursos mais curtos, sendo que, se encontravam com carga total no início da análise experimental. Para esses mesmos percursos, o veículo híbrido convencional apresentou valores mais elevados

de consumo de energia relativamente aos *plug-in*, porém inferiores ao veículo que opera exclusivamente com auxílio de um motor de combustão interna. Relativamente a estes dois veículos, os autores demonstram que a travagem regenerativa beneficia o híbrido convencional, devido ao elevado número de paragens e arranques sucessivos (“pára-arranca”). Nos percursos longos, os veículos híbridos *plug-in* tiveram o auxílio dos seus respetivos motores de combustão interna, após as suas baterias apresentarem um estado de carga crítica. Mesmo assim demonstraram valores de consumo energético inferiores face aos outros dois veículos.

Outro estudo realizado por He *et al.* (2012) avaliou a eficiência energética de um veículo híbrido *plug-in*, com o intuito de maximizar e potenciar, através do recurso a sistemas inteligentes de tráfego e ciclos de condução otimizados. Relativamente aos veículos estudados, é feita a análise não só a um híbrido *plug-in*, mas também a um veículo de combustão interna para efeitos comparativos. Os autores, não mencionando qual o híbrido estudado, asseguram que se assemelha ao Toyota Prius em termos de tecnologia e dimensões. O veículo sem tecnologia híbrida contém parâmetros semelhantes ao *plug-in*, excetuando a potência do motor, que foi duplicada para compensar o facto de não possuir motores elétricos. Posto isto, os autores decidiram selecionar percursos aleatórios percorridos por ambos os veículos. Previamente havia sido feita uma análise com o objetivo de otimizar o ciclo de condução para esses mesmos percursos. A fase de análise revelou que para todos os percursos, o híbrido *plug-in* demonstrou ser mais eficiente que o veículo de combustão interna. Para os dez percursos avaliados, a média do consumo foi de 17,22 e 8,02 l/100 km para o veículo convencional e *plug-in*, respetivamente, ou seja, o híbrido consumiu, em média, menos 114,6%. Após a implementação de três tipos de otimização, que apenas se diferenciavam a nível temporal, foram obtidos resultados satisfatórios. O veículo sem tecnologia híbrida consumiu entre 11,19 e 9,26 l/100 km, correspondendo a uma redução compreendida entre 53,9 e 85,9%. Igualmente para o veículo híbrido houve uma redução de combustível, cerca de 3,73 a 3,70 l/100 km (o que em termos percentuais representa numa melhoria de 114,9 a 116,5%). Todos estes valores são médias referentes a todos os percursos analisados.

Adriano *et al.* (2014), realizaram uma investigação que consistia em avaliar o comportamento de um veículo híbrido *plug-in*, em situações reais de condução. Para tal, foram considerados diferentes estilos de condução, nível de tráfego e nível de conforto requerido pelo condutor. Mais precisamente prestaram atenção à penalização do consumo energético concedido pela utilização de sistemas auxiliares. Posto isto, selecionaram diferentes itinerários na cidade de Roma para serem percorridos por diferentes condutores. O veículo utilizado para o estudo foi um híbrido misto *plug-in* com capacidade de percorrer aproximadamente 20 km em modo 100% elétrico. Os testes sucederam-se tanto no inverno como no verão, com a finalidade de quantificar o efeito das condições climáticas no uso dos sistemas auxiliares. Os estilos de condução adotados foram: modo *Eco* (uma condução devidamente cuidada, nunca existindo grandes acelerações/desacelerações) ou *Power* (uma condução que utiliza toda a potência disponibilizada pelo veículo). A nível de resultados, a média observada para a condução em modo *Eco* foi de 2,6 e 2,4 l/100 km com e sem recurso a ar-condicionado, já para o modo *Power* a média do consumo foi de 3,4 e 2,6 l/100 km, respetivamente. O sistema de aquecimento, quando utilizado em pleno, influencia o consumo energético a aumentar em 8,3 e 30,7%, respetivamente em modo *Eco* e *Power*.

wer. Em modo de arrefecimento, os autores revelaram que o consumo energético ascende em cerca de 20% em comparação ao modo de aquecimento, para ambos os estilos de condução. Por fim, os autores dão ênfase à importância deste estudo, pois os fabricantes não têm normalmente em consideração certos aspetos quando revelam os consumos energéticos, como o estilo de condução ou as condições climatéricas.

Zhang *et al.* (2011) elaboraram um estudo em que analisavam o impacto do consumo de combustível e elétrico de veículos híbridos *plug-in*. Este estudo avalia o impacto energético dos híbridos *plug-in*, considerando diferentes cenários de carregamento, ou seja, diferentes níveis de potência elétrica, localizações e tempo de carga. Para efeitos comparativos é utilizado um veículo convencional a gasolina. O *plug-in* testado demonstra valores de consumo energético bastante apelativos face ao veículo não portador de tecnologia híbrida. Em termos de consumo de combustível, o *plug-in* consome entre 45 e 75% menos. Segundo os autores, o aumento de pontos de carga da bateria de alta voltagem do veículo, pode traduzir uma poupança de combustível até 35%.

Taymaz *et al.* (2014) realizaram uma investigação a fim de quantificar as reduções de emissões e de combustível de veículos híbridos. O estudo consistia na elaboração de um modelo computacional, onde continha toda a informação dos veículos, como os seus subsistemas, a fim de efetuar a simulação para diferentes percursos. Para tal, os autores avaliaram 4 veículos, dois híbridos convencionais (um diesel-elétrico e outro gasolina-elétrico), e dois veículos de combustão interna (um a diesel e outro a gasolina). As propriedades dos veículos são semelhantes. Os veículos híbridos obtiveram um consumo de combustível inferior que os veículos convencionais, cerca de 30%. Quanto a emissões de CO₂, houve uma redução de 30 a 60% dos híbridos face aos outros dois veículos analisados. Os autores concluem a sua investigação afirmando que, com o aumento constante do custo dos combustíveis e as preocupações e restrições implementadas a nível ambiental, os veículos híbridos ganham destaque.

Um estudo realizado por Neubauer *et al.* (2013) avaliou os impactos económicos de veículos híbridos *plug-in*. Estes foram testados em diferentes padrões de condução, estratégias de carregamento e alcances em modo 100% elétrico. Para tal, os autores empregaram um modelo denominado "*Battery Ownership Model*", que examina os diferentes veículos híbridos *plug-in* para os diferentes parâmetros mencionados. O modelo fornece dados capazes de perceber o ciclo de vida económico de veículos elétricos, e compará-los com veículos convencionais. Portanto neste estudo foram avaliados 4 veículos *plug-in*, apenas diferenciados pela capacidade energética da bateria e um quinto veículo de combustão interna convencional. Posto isto, são realizadas as simulações e apresentados os resultados e conclusões. Relativamente ao ciclo de vida das baterias, para todos os casos simulados, nenhuma revelou uma degradação inferior a 50%, para um período analisado de 15 anos. Os autores dão ênfase a este resultado, pois significa que o utilizador não terá de efetuar a substituição da bateria. Quanto ao consumo de combustível, houve uma redução de aproximadamente 48 a 84% nos veículos *plug-in*, comparativamente ao veículo convencional estudado.

De forma geral, nos estudos anteriores o foco esteve centrado na comparação entre veículos convencionais e veículos híbridos, à semelhança do que foi realizado na presente Dissertação. Contudo estes estudos não tiveram em atenção o esforço de monitorizar veículos com características similares (como potência, dimensões e peso do veículo). Neste

trabalho, ao contrário dos anteriores foram feitos esforços em realizar testes com viaturas mais análogas possíveis, concretamente veículos de modelo igual mas com sistemas de propulsão diferentes em situações de tráfego reais.

Capítulo 3

Metodologia e Métodos

No capítulo que se segue é apresentada a componente metodológica deste trabalho, bem como os métodos e considerações tomadas para a sua realização.

A metodologia aplicada neste estudo será descrita e explicada ao longo deste capítulo. Uma vez que a presente Dissertação teve um trabalho de índole maioritariamente experimental, será descrito em pormenor o sistema de recolha de dados a bordo do veículo utilizado, bem como outros elementos auxiliares para a recolha de informação. Além disso, todos os trajetos a que os veículos estiveram sujeitos a teste, condições e os próprios veículos analisados serão caracterizados com algum detalhe.

Numa primeira fase, foi feita uma profunda leitura sobre estudos em torno do tema que este trabalho se insere, de seguida uma revisão bibliográfica em torno da questão energética bem como os impactos ambientais associados ao consumo energético. Assim foi necessário rever as restrições ambientais inseridas nesta questão e as alternativas para responder positivamente às mesmas.

Posto isto, foram realizadas todas as monitorizações experimentais nos ambientes de tráfego reais considerados, para todos os veículos disponibilizados.

Feitas as medições, segue-se a fase de análise dos resultados obtidos para cada veículo. Avaliou-se os consumos de combustível, perfis de velocidade, carga no motor, bem como a posição percentual do acelerador. Posteriormente foi levado a cabo toda uma comparação entre os mesmos.

A Figura 3-1 e o Quadro 3-1 representam, respetivamente, o fluxograma e o cronograma, com a sequência de tarefas (e a sua localização temporal) realizadas no âmbito deste trabalho.

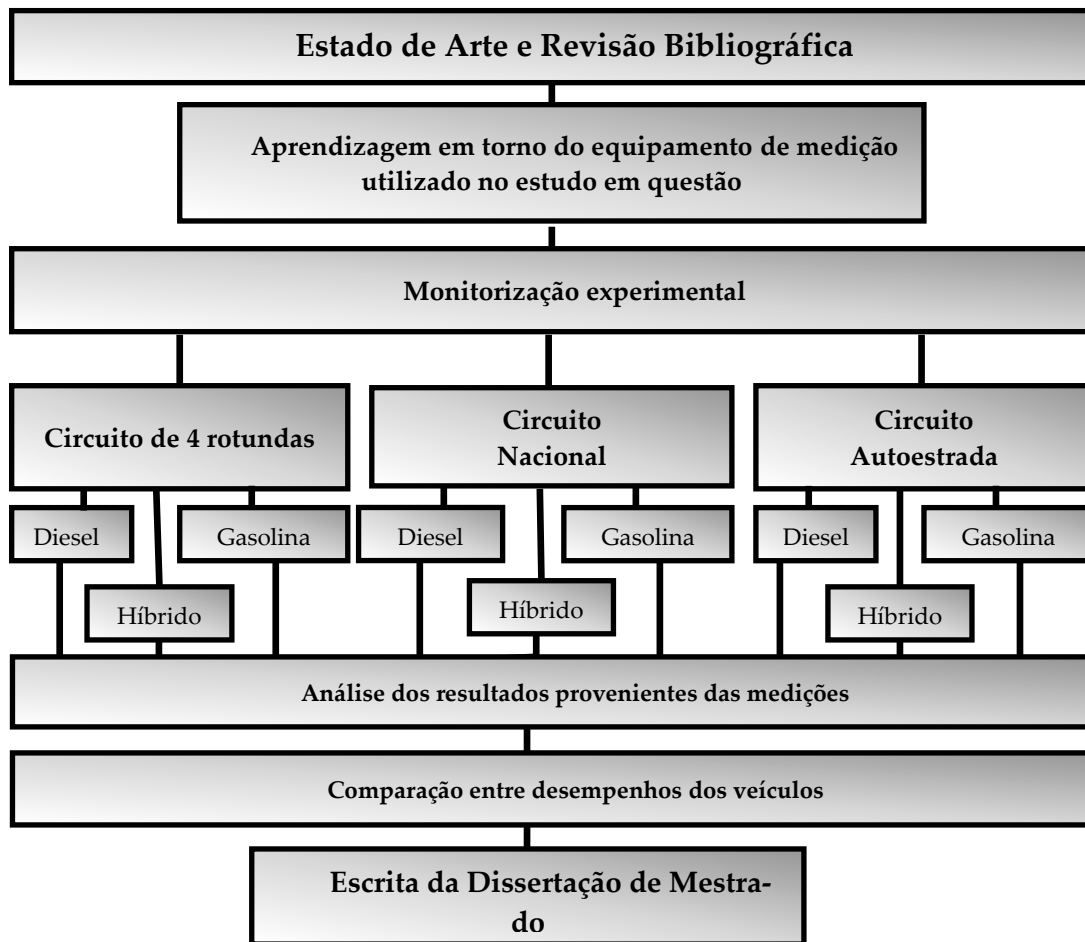


Figura 3-1: Fluxograma do presente estudo.

Quadro 3-1: Cronograma do trabalho.

2014					
Tarefa	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Revisão Bibliográfica					
Planeamento experimental					
Monitorização experimental de veículos com diferentes propulsões					
Comparação da dinâmica e dos consumos dos veículos monitorizados					
Escrita da Dissertação de Mestrado					

3.1 Medição experimental da dinâmica e desempenho de veículos

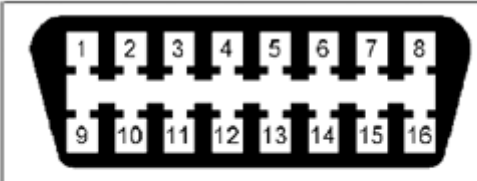
A monitorização a bordo de cada veículo foi efetuada com recurso a um sistema intitulado de CarChip™, produzido pela companhia Davis Instruments©. Este tipo de equipamento é capaz de recolher informação do veículo através da ficha OBD II (“*On-Board Diagnostic, 2nd generation*”).

3.1.1 Sistema de Diagnóstico a Bordo - OBD

Antes de passar à explicação do equipamento e *software* utilizado, é feita uma breve introdução e contextualização do que representa o sistema OBD num veículo. Este sistema teve origem na década de 80 (HowStuffWorks, 2013) e desde então vem sendo implementada nos veículos ligeiros e pesados, sofrendo alterações com o decorrer do tempo. Inicialmente foi produzido com a intenção de dar informação de que algo de errado se passava com o veículo, acendendo uma luz no painel de instrumentos. Contudo desde do ano de 1996, todos os veículos ligeiros e pesados com tara inferior a 3856 kg, contêm o sistema OBD II (HowStuffWorks, 2013).

O sistema OBD funciona através da instalação de vários sensores em zonas vitais do veículo. Cada componente a que um determinado sensor está encarregue de verificar, faz uma rotina de diagnóstico para realmente perceber se está tudo a funcionar corretamente (CEPA, 2009). Caso algo esteja fora dos parâmetros supostos uma luz irá acender-se no painel, com a indicação da zona que se encontra com problemas.

Portanto, há a possibilidade de recolher essa informação para posterior análise e se necessário reparação, através de equipamentos externos ao veículo. Essa recolha é feita através de uma ficha fêmea OBD que todos os fabricantes incorporam nos seus automóveis. Esta ficha tem 16 entradas (Figura 3-2), ou seja, 16 pinos fazem ligação nas respetivas entradas, essas que estão atribuídas diferentes funções. Dessas 16 entradas, 7 têm uma definição padronizada, incluindo terminais de voltagem de terra e bateria.



PIN	DESCRIPTION	PIN	DESCRIPTION
1	Vendor Option	9	Vendor Option
2	J1850 Bus +	10	J1850 Bus -
3	Vendor Option	11	Vendor Option
4	Chassis Ground	12	Vendor Option
5	Signal Ground	13	Vendor Option
6	CAN (J-2234) High	14	CAN (J-2234) Low
7	ISO 9141-2 K-Line	15	ISO 9141-2 L-Line
8	Vendor Option	16	Battery Power

Figura 3-2: Exemplo de ligação OBD (Devices Inc., 2014).

Existem cinco tipos de comunicação, a SAE J1850 com duas vertentes, a ISO 9141-2, a ISO 14230 e por fim a ISO 15765 CAN, sendo que cada veículo apenas utiliza um desses protocolos (Devices Inc., 2014). A essência de cada um reside em como é composta a mensagem de dados, ou seja, comprimento da mensagem (*bytes* enviados/recebidos), velocidade de comunicação, voltagem e quais os pinos que servem de ligação.

O protocolo SAE J1850 pode ser efetuado por largura do pulso variável (“*variable pulse width*”) ou por modelação da largura do pulso (“*pulse width modulation*”). A primeira consiste numa comunicação em barramento de 7 V, transmitindo a uma velocidade de 10400 *bits*/segundo, tendo a mensagem um comprimento de 12 *bytes*, incluindo o *byte* CRC, servindo para evitar erros de mensagem. A modelação da largura do pulso é também uma comunicação em barramento, porém de 5 V. Transmite a uma velocidade de 41600 *bits*/segundo, com comprimento de mensagem igual à anterior e também com o *byte* CRC (Oliver, 1997).

O protocolo ISO 9141-2, baseia-se numa transmissão de dados, muito semelhante, à de uma comunicação em série RS-232. Ou seja, trata-se de uma transmissão em série assíncrona, a uma velocidade 10400 *bits*/segundo, com o comprimento de mensagem máximo de 255 *bytes* (Technology, 1998).

A ISO 14230 tem o seu *layout* idêntico ao protocolo anterior, isto quer dizer que efetivamente os pinos que efetuam a comunicação são os mesmos. É, à semelhança dos anteriores, um protocolo que faz a sua comunicação sobre a forma de onda quadrática, ou seja, valores de tensão positivos indicam o envio de informação e valores nulos quando se encontra em espera. A taxa de transferência de dados dá-se entre 1200 até 10400 *bits*/segundo, novamente a mensagem pode ter um comprimento máximo de 255 *bytes* (Regulations, 2000).

Resta assim o protocolo ISO 15765 CAN, o mais recente, e é imposto a todos os veículos do ano 2008 em diante nos Estados Unidos da América. A mensagem, novamente em barramento, pode ser transmitida a 250 ou a 500 *kbits*/segundo (OBDTester, 2007).

3.1.2 Sistema CarChip™

Inicialmente o sistema incorporado nos veículos OBD estava apenas ao alcance dos fabricantes e de certos mecânicos, no sentido em que apenas estes tinham em sua posse equipamentos capazes de executar comunicação com a ficha OBD. Servia essencialmente para detetar erros ou avarias que surgissem no veículo, sabendo exatamente a origem do problema.

Porém, com sistemas como o CarChip™ é possível ao utilizador de um veículo com ficha OBD e portador deste sistema, ter acesso a diferentes parâmetros do seu veículo, como perfis de velocidade, número de acelerações e desacelerações, entre outros parâmetros do motor. O CarChip™ é um pequeno aparelho com ficha macho OBD, denominado por “*data logger*”, ou seja, um registador de dados que se liga diretamente ao veículo (Figura 3-3). O funcionamento do aparelho tem por base a aquisição da informação proveniente de vários sensores espalhados pelo veículo, que posteriormente é guardada na memória interna do CarChip™. Após desconectado da ficha OBD pode ser ligado ao computador, por via USB, e descarregar toda a informação da viagem, no intervalo de tempo em que esteve efetivamente ligado. Com o auxílio do *software* fornecido juntamente com o dispositivo é possível visualizar os diferentes valores dados pelos parâmetros medidos. Salienta-se que este aparelho é compatível com todos os protocolos mencionados anteriormente, à exceção do ISO 15765 CAN (Davis Instruments, 2003).



Figura 3-3: CarChip™ utilizado no trabalho.

Antes de efetuar qualquer tipo de monitorização, houve o cuidado de perceber quais os parâmetros possíveis de recolha através do CarChip™. Após consulta do catálogo e do próprio *software*, chegou-se à conclusão que por cada viagem o aparelho pode medir 5 parâmetros – a lista completa de parâmetros é apresentada no Quadro 3-2. Desses apenas um não se pode alterar, que é a velocidade do veículo, os restantes podem ser escolhidos arbitrariamente.

Quadro 3-2: Parâmetros possíveis de quantificar a partir do CarChip™ - adaptado de Davis Instruments (2003).

Parâmetros de Dados relativos ao CarChip, CarChipE/X e CarChip Fleet		
Parâmetro	Intervalo de Alcance	Resolução/Erro
Velocidade	0 a 158 mi/h; 0 a 255 km/h; 0 a 70 m/s	0,6 mi/h; 1 km/h; 0,3 m/s
Distância Percorrida	0 a 10.000 mi; 0 a 16.000 km	0,1 mi; 0,1 km
Aceleração/Desaceleração	0 a 3 G; 0 a 30 m/s ²	0,03 G; 0,3 m/s ²
Parâmetros de Dados relativos ao CarChipE/X e CarChip Fleet		
Parâmetro	Intervalo de Alcance	Resolução/Erro
Velocidade do Motor	0 a 16.384 rpm	1 rpm
Posição do Acelerador	0 a 100%	0,1%
Temperatura Refrigerante	-40° a 420°F; -40° a 215°C	2°F; 1°C
Carga no Motor	0 a 100%	0,1%
Massa de Ar	0 a 8.714 lb/min; 0 a 655,35 g/s	0,1 lb/min; 0,01 g/sec
Temperatura do Ar injetado	-40° a 420°F; -40° a 215°C	2°F; 1°C
Pressão no Coletor de Admissão	0 a 75 in. hg.; 0 a 255 kPaA	0,3 in. hg.; 1 kPaA
Pressão do Combustível	0 a 110 psiG; 0 a 765 kPaG	0,5 psiG; 3 kPaG
Sensor de Voltagem O ₂	0 a 1,275 V	0,005 V
Avanço da Ignição	-64° a 63,5°	0,5°
Regulação do Combustível de Curto Prazo	-100% a 99,22%	0,8%
Regulação do Combustível de Longo Prazo	-100% a 99,22%	0,8%
Voltagem da Bateria	6 a 16 V	0,01 V

Feita a análise aos parâmetros admissíveis de escolha, destaca-se a impossibilidade de medição do consumo de combustível instantâneo. Assim, houve a necessidade de estudar uma alternativa para contornar este problema e quantificar esta variável. Elaborada uma investigação em torno do problema, obtiveram-se duas alternativas; a primeira diz respeito ao cálculo do combustível a partir da relação ar/combustível e da quantidade de ar inserida no interior do motor a cada segundo. A segunda opção está ligada com os modos VSP, que serão abordados mais à frente.

A relação ar/combustível pode ser conhecida através de um sensor de voltagem de oxigénio, situado após o catalisador. Este gera uma tensão com base na diferença de quantidade de oxigénio no escape face à quantidade, do mesmo, mas na atmosfera. Isto acontece devido à existência de placas de zircónia, que a altas temperaturas vê as suas propriedades alterarem, permitindo a difusão de oxigénio no ar (Toyota Motor Sales, 2001). Com o conhecimento dessa voltagem, entre 0 e 1 V, é possível fazer a conversão para relação ar/combustível (Figura 3-4). Obtendo-se esta relação e a massa de ar injetada no motor, segue-se uma série de cálculos, para saber o consumo de combustível instantâneo a cada viagem¹, com princípio na equação adimensional da relação ar/combustível, Equação (1) (Jansri and Sooraksa, 2012):

¹ Todas as variáveis expressas nas equações que se seguem, estão devidamente apresentadas no início da Dissertação, na secção intitulada de Simbologia, bem como as respetivas unidades.

$$r_{ar/comb} = \frac{\dot{m}_{ar}}{\dot{m}_{comb}}, \quad (1)$$

em que: $r_{ar/comb}$ representa a relação ar/combustível; \dot{m}_{ar} a massa de ar injetada no motor; e \dot{m}_{comb} a massa de combustível injetada junto com a massa de ar no motor.

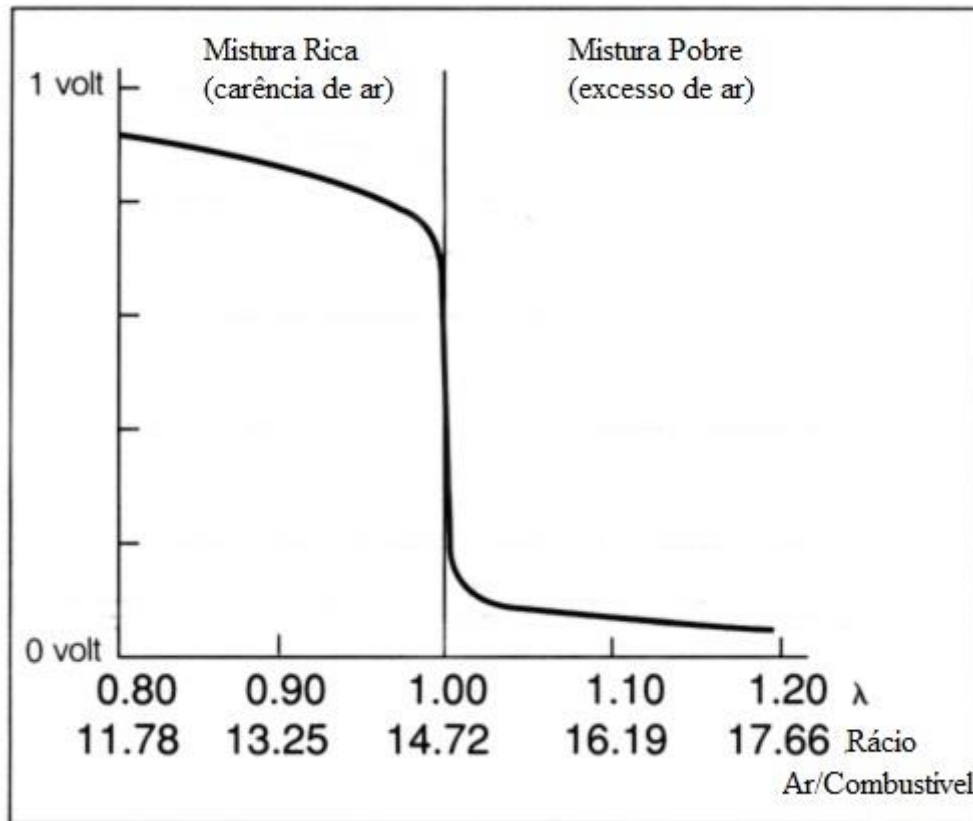


Figura 3-4: Sensor de voltagem de oxigênio vs. Relação ar/combustível - adaptado de Toyota Motor Sales (2001).

Com o conhecimento da massa de combustível específica realizou-se a seguinte conversão com auxílio das respectivas densidades dos combustíveis, Equação (2):

$$\dot{v}_{comb} = \frac{\dot{m}_{comb}}{\rho_{comb_{D/G}}}, \quad (2)$$

em que: \dot{v}_{comb} representa o volume específico do combustível; e $\rho_{comb_{D/G}}$ a densidade do combustível. Salienta-se que a densidade pode ter os seguintes valores (DieselNet, 2012; EngineeringToolBox, 2014):

- $\rho_{comb_D} = 0,835$, caso a análise seja feita a um veículo diesel,
- $\rho_{comb_G} = 0,737$, se for um veículo movido a gasolina,

Após conhecimento do volume de combustível específico efetua-se o cálculo de quantos litros de combustível o veículo consumiu por cada quilómetro percorrido² pela Equação (3),

$$Comb = \frac{v_{comb} * Tempo_{viagem} * 1000}{Distância_{viagem}}, \quad (3)$$

em que: $Comb$ representa os litros de combustível consumido a cada quilómetro percorrido; $Tempo_{viagem}$ a duração da viagem monitorizada; e $Distância_{viagem}$ a distância da viagem monitorizada. Por fim, utilizou-se uma operação com o intuito de obter o consumo em litros, mas por cada 100 quilómetros percorridos ($Comb_{inst}$), Equação (4). Isto serve essencialmente para efeitos comparativos, tema esse que será abordado no capítulo relativo à discussão de resultados.

$$Comb_{inst} = Comb * 100, \quad (4)$$

Além dos três parâmetros de medição que já foram mencionados (velocidade do veículo, massa de ar injetada no motor e sensor de voltagem de oxigénio) optou-se ainda por medir nos ensaios experimentais a carga a que o motor estava sujeito, ou seja, as diferentes solicitações requeridas ao veículo para cada percurso ("*Engine Load*"), bem como a posição do pedal de acelerador ("*Throttle Position*"), em que será possível visualizar o perfil de acelerações imposto a cada veículo.

A velocidade foi quantificada segundo a segundo, os restantes parâmetros, foram contabilizados de 5 em 5 segundos, valor mínimo admissível pelo programa. Assim estavam reunidas condições suficientes para efetuar a análise comparativa da dinâmica de cada veículo para os diferentes percursos efetuados.

3.2 VSP

Para além do exposto na secção anterior optou-se igualmente por utilizar outro método de cálculo caso necessário, pois existe a consciência da possibilidade de existirem incompatibilidades de comunicação entre o sistema CarChipTM e um dos veículos monitorizados.

Posto isto recorreu-se ao cálculo da potência instantânea por unidade de massa de cada veículo, denominado de VSP ("*Vehicle Specific Power*"). Posteriormente será explicado todas considerações efetuadas para obter efetivamente o consumo de combustível.

Esta potência específica (VSP) foi desenvolvida por Jiménez-Palacios (1998), em que este calcula a potência instantânea gerada pelo veículo para superar o atrito entre as rodas e o pavimento, o arrasto entre a circulação de ar e a superfície do veículo, e ainda o aumento da energia cinética e potencial do mesmo. Para tal, desenvolveu uma expressão onde contabiliza a soma entre energia cinética e potencial derivada em ordem ao tempo, com a força de atrito e de arrasto, ambas dependentes da velocidade, tudo isto dividido pela massa do veículo – ver Equações (5) a (7) (Jiménez-Palacios, 1998).

$$VSP = \frac{\frac{d}{dt}(KE + PE) + F_{atrito} * v + F_{arrasto} * v}{m} \Leftrightarrow, \quad (5)$$

² A multiplicação pelo valor 1000 corresponde à conversão do consumo em litros por metros percorridos para litros por quilómetros percorridos.

$$\Leftrightarrow VSP = \frac{\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m * (1 + \varepsilon_i) * v^2 + mgh \right) + C_R mg * v + \frac{1}{2} \rho_a C_D A (v + v_w) * v}{m}, \quad (6)$$

$$\Leftrightarrow VSP = v * (a * (1 + \varepsilon_i) + g * grade + g * C_R) + \frac{1}{2} \rho_a \frac{C_D * A}{m} (v + v_w)^2 * v, \quad (7)$$

em que: *KE* e *PE* dizem respeito à energia cinética e potencial, respectivamente; *F_{atrito}* à força de atrito; *v* a velocidade instantânea do veículo; *F_{arrasto}* à força de arrasto; *m* à massa do veículo; *ε_i* ao “fator massa”, que é a massa equivalente translacional dos componentes responsáveis por transmitir potência (rodas, engrenagens, eixos, etc.), sendo o sufixo *i* dependente das diferentes engrenagens; *g* a aceleração gravitacional; *h* a altura do veículo; *C_R* o coeficiente de atrito entre rodas e pavimento; *ρ_a* a densidade do ar; *C_D* o coeficiente de arrasto entre o ar e o veículo; *A* a área frontal do veículo; *v_w* à velocidade frontal do ar que se opõe ao movimento do veículo e por fim *grade* respeitante ao declive da via.

Da Equação (7), usando valores típicos para todos os parâmetros, garantindo a viabilidade do resultado, obtém-se a Equação (8) (Jiménez-Palacios, 1998),

$$VSP = v * (1.1 * a + 9.81 * grade + 0.132) + 3.02 * 10^{-4} * v^3, \quad (8)$$

Posteriormente ao cálculo VSP, é possível calcular emissões de poluentes (NCSU, 2002). A cada valor VSP é atribuído um modo VSP, consoante o intervalo em que se insere (Quadro 3-3). Estes modos conduzirão a um determinado valor de emissões de gases poluentes, normalmente expresso em unidade de massa por unidade de tempo. Esta atribuição consiste em relacionar os perfis de velocidade e aceleração contabilizados a cada segundo, a par com a inclinação da estrada, com as inerentes emissões de poluentes produzidas nesse mesmo período de tempo. Assim sendo, para cada modo mencionado tem-se um determinado valor para os diferentes gases emitidos pelo escape do veículo, nomeadamente, CO₂, CO, HC e NO_x (Figura 3-5 e 3-6). Os valores de emissões presentes nas próximas duas figuras abaixo dizem respeito a veículos a gasolina, com cilindrada inferior a 3,5 litros e menos de 50.000 milhas percorridas (~80.000 km) (NCSU, 2002).

Quadro 3-3: Modos VSP e respetivos intervalos VSP adaptado de (NCSU, 2002).

Modos VSP	Intervalos VSP [W/kg]
1	VSP < -2
2	-2 <= VSP < 0
3	0 <= VSP < 1
4	1 <= VSP < 4
5	4 <= VSP < 7
6	7 <= VSP < 10
7	10 <= VSP < 13
8	13 <= VSP < 16
9	16 <= VSP < 19
10	19 <= VSP < 23
11	23 <= VSP < 28
12	28 <= VSP < 33
13	33 <= VSP < 39
14	39 <= VSP

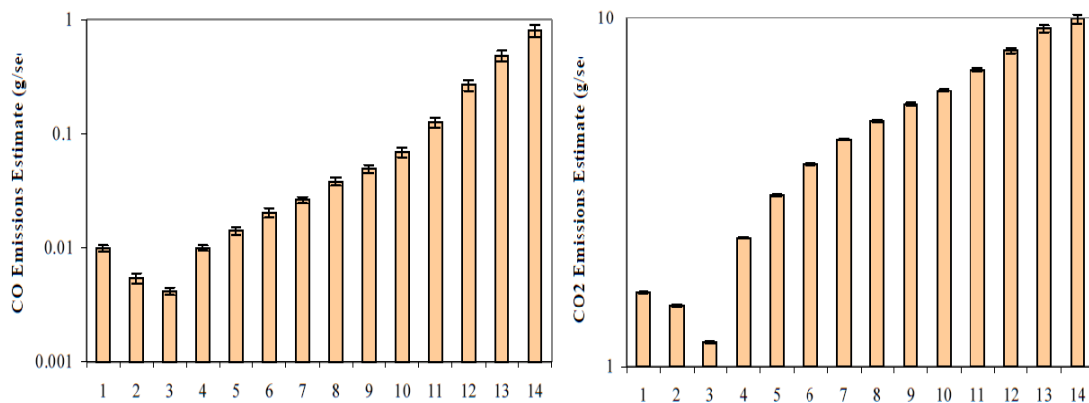


Figura 3-5: Estimativa de emissões de CO e CO₂ [g/s] para os respectivos modos VSP para veículos a gasolina (NCSU, 2002).

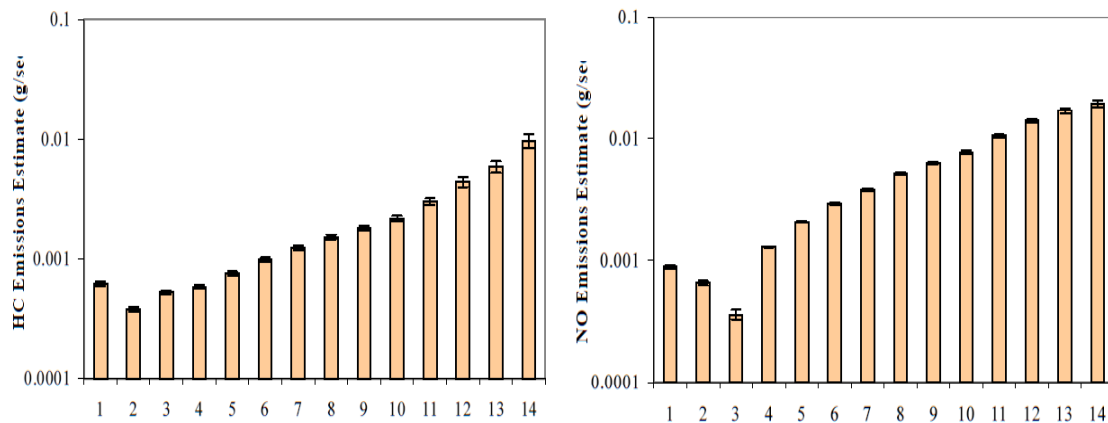


Figura 3-6: Estimativa de emissões de HC e NO_x [g/s] para os respectivos modos VSP para veículos a gasolina (NCSU, 2002).

Os valores de emissões para veículos com motor diesel que foram utilizados encontram-se no Quadro 3-4, adaptados de Coelho *et al.* (2008). Concretamente estes dados dizem respeito a um veículo norma EURO 3, com cilindrada igual a 1,9 litros.

Quadro 3-4: Estimativa das emissões de CO₂, CO, HC e NO_x para os respectivos modos VSP para veículos diesel (Coelho *et al.*, 2008).

Modo VSP	CO ₂ [g/s]	CO [g/s]	HC [g/s]	NO _x [g/s]
1	0,2	0,00003	0,00014	0,0013
2	0,6	0,00007	0,00011	0,0026
3	0,7	0,00014	0,00011	0,0034
4	1,5	0,00025	0,00017	0,0061
5	2,3	0,00029	0,00020	0,0094
6	3,3	0,00069	0,00023	0,0125
7	4,2	0,00058	0,00024	0,0155
8	4,9	0,00064	0,00023	0,0178
9	5,6	0,00061	0,00024	0,0213
10	6,3	0,00101	0,00028	0,0325
11	7,4	0,00115	0,00037	0,0558
12	8,4	0,00096	0,00041	0,0743
13	9,4	0,00077	0,00040	0,1042
14	10,5	0,00073	0,00042	0,1459

Tendo o conhecimento acerca dos poluentes emitidos a cada segundo, segue-se cálculos matemáticos para se obter o consumo de combustível, uma vez que está diretamente relacionado com as emissões de CO₂. Em primeiro lugar, sabendo a velocidade e o tempo de viagem calculou-se a aceleração (Equação (9)) (the Physics Classroom, 2014),

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \quad (9)$$

Posto isto, calcula-se o valor VSP (Equação (8)) a cada segundo decorrido da viagem e a partir do Quadro 3-3, atribui-se o respectivo modo VSP e associa-se o valor de emissão de CO₂, CO e HC respectivo (Figura 3-5 e 3-6 e Quadro 3-4, conforme a motorização). Seguidamente, calcula-se a média e, através da duração total da viagem, é possível determinar o valor total para os mesmos poluentes produzidos (Equação (10) a (12)).

$$Total_{CO_2} = Média_{CO_2} * Tempo_{viagem}, \quad (10)$$

$$Total_{CO} = Média_{CO} * Tempo_{viagem}, \quad (11)$$

$$Total_{HC} = Média_{HC} * Tempo_{viagem}, \quad (12)$$

Com o conhecimento da distância percorrida, é possível obter as emissões de CO₂, CO e HC por quilómetro percorrido ($CO_2/CO/HC_{Distância}$) com recurso às Equações (13) a (15),

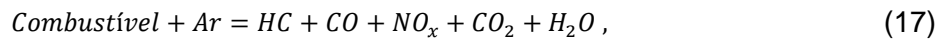
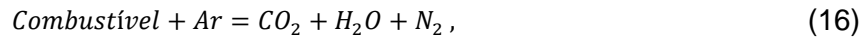
$$CO_{2Distância} = \frac{Total_{CO_2}}{Distância_{viagem}}, \quad (13)$$

$$CO_{Distância} = \frac{Total_{CO}}{Distância_{viagem}}, \quad (14)$$

$$HC_{Distância} = \frac{Total_{HC}}{Distância_{viagem}}, \quad (15)$$

O cálculo destes três gases poluentes tem um fundamento implícito para o cálculo efetivo do consumo de combustível. À saída do sistema de escape os gases emitidos não são ex-

clusivamente CO_2 , além deste, também é típico existirem emissões de monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC). Esta situação deve-se à combustão de combustível não se realizar de forma completa (Equação (16)), mas sim sobre a forma apresentada na Equação (17). As equações que se seguem foram adaptadas de (XRT, 2004), e ilustram de forma simplificada o que sucede na combustão de combustível perfeita e real, respetivamente.



Resta assim determinar o que se pretende efetivamente, ou seja, a média do consumo de combustível para uma determinada viagem monitorizada. Para o efeito recorreu-se a um ajuste proveniente da Equação (18) para ir de encontro ao que realmente se pretendia expresso na Equação (19), adaptadas de EEA (2007).

$$E_{CO_2} = 44,011 * \left(\frac{FC}{12,011 + 1,008r_{H:C} + 16,000r_{O:C}} - \frac{E_{CO}}{28,011} - \frac{E_{HC}}{13,85} \right), \quad (18)$$

em que: E_{CO_2} , E_{CO} e E_{HC} representam efetivamente as emissões de CO_2 , CO e HC em função de uma determinada distância; $r_{H:C}$ e $r_{O:C}$ dizem respeito à relação entre hidrogénio e carbono, e oxigénio e carbono, respetivamente; FC é o consumo de combustível em função de uma determinada distância que é substituído pelo valor obtido da Equação (3) devidamente convertido em gramas por quilómetro percorrido, pois encontra-se em litros por quilómetro percorrido. Os rácios H:C e O:C encontram-se no Quadro 3-5 (adaptado de EEA (2007)).

Quadro 3-5: Rácios H:C e O:C para diferentes tipos de combustível (EEA, 2007).

Combustível	Fórmula Química	Rácio H:C	Rácio O:C
Gasolina	$[CH_{1.8}]_x$	$r_{H:C}=1,8$	$r_{O:C}=0,0$
Diesel	$[CH_2]_x$	$r_{H:C}=2,0$	$r_{O:C}=0,0$

$$FC_{inst} = \left(\frac{\left(\frac{E_{CO_2}}{44,011} + \frac{E_{CO}}{28,011} + \frac{E_{HC}}{13,85} \right) * (12,011 + 1,008r_{H:C})}{\rho_{comb_{D/G}}} \right) * 100, \quad (19)$$

em que: FC_{inst} representa o consumo de combustível já convertido sobre a forma de litros por cada cem quilómetros percorridos.

Conclui-se e reforça-se a ideia, que se por ocorrência de alguma incompatibilidade entre o CarChip™ e um dos veículos, a análise ao desempenho passa pela metodologia VSP (Equação (19)). Caso não exista qualquer incompatibilidade a análise é efetuada com base na metodologia do sistema CarChip™, onde se determina o consumo de combustível (Equação (4)). A importância de obter o cálculo do consumo via CarChip™ face à metodologia VSP é devido ao consumo ser exato para o veículo em questão. Via VSP é uma aproximação, pois os valores de emissões utilizados que servem para a obtenção do consumo são provenientes de veículos apenas semelhantes aos utilizados e não os próprios; assim, e neste último caso, é de salientar que será dado maior ênfase às percentagens relativas de emissões entre veículos do que aos valores absolutos de emissões.

3.2.1 VSP Aplicado à Tecnologia Híbrida

Os veículos híbridos representam uma tecnologia que consegue simultaneamente ser “amiga” do ambiente e eficiente no que diz respeito ao consumo de combustível. Como já foi dito, isto é possível quando se concilia um motor de combustão interna convencional com um ou mais motores elétricos.

Isto leva a que seja necessário desenvolver uma modelação para as emissões de gases de efeito estufa para os veículos híbridos, não sendo válido utilizar os valores de emissões de poluentes para cada modo VSP referidos anteriormente. É então imprescindível associar esta nova modelação às regras de funcionamento do motor de combustão interna, para que assim se obtenha uma previsão das emissões para diferentes perfis de velocidade. Foi isso que foi efetuado no estudo de Zhai *et al.* (2011) e aplicado no presente trabalho.

No estudo mencionado, foi desenvolvido um algoritmo para o comportamento *on/off* do motor de combustão interna do híbrido utilizado, bem como a calibração de emissões modais com base em modos VSP (a partir de testes efetuados num dinamómetro) posteriormente aplicada e testada em condições normais de condução (Zhai *et al.*, 2011). Este estudo foi realizado a um Toyota Prius, onde o seu motor a gasolina é de cilindrada igual ao do motor a gasolina que constitui o Toyota Yaris híbrido, ou seja, 1500 centímetros cúbicos (1,5 litros). Em relação à potência existe uma diferença de 22%, o Prius com potência combinada (motor gasolina e motor elétrico) de 122 cavalo-vapor (Zhai *et al.*, 2011) e o Yaris com potência combinada de 100 cavalo-vapor (Toyota, 2013).

Posto isto, recorreu-se aos fatores de emissão obtidos por Zhai *et al.* (2011), demonstrados nas Figura 3-7 e 3-8, para correlacionar a dinâmica do veículo monitorizado com as respetivas emissões totais.

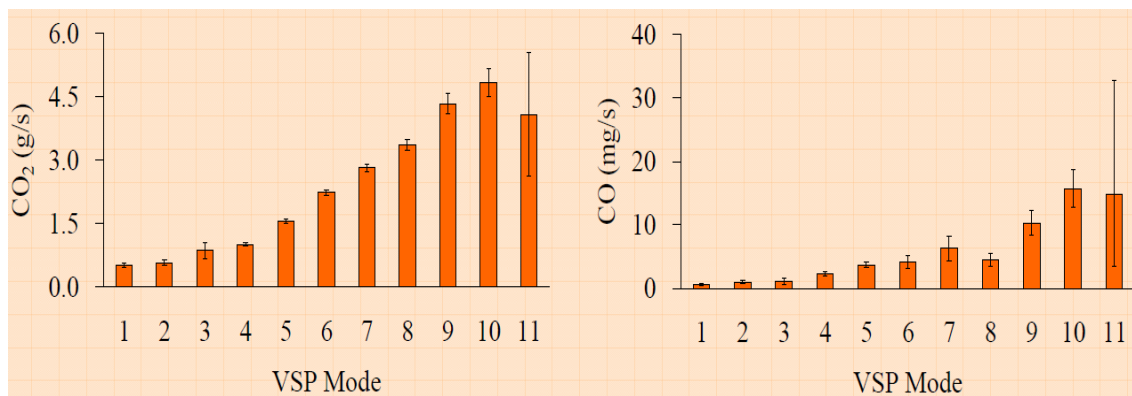


Figura 3-7: Estimativa de emissões de CO e CO₂ para os respetivos modos VSP em veículos híbridos (Zhai *et al.*, 2011).

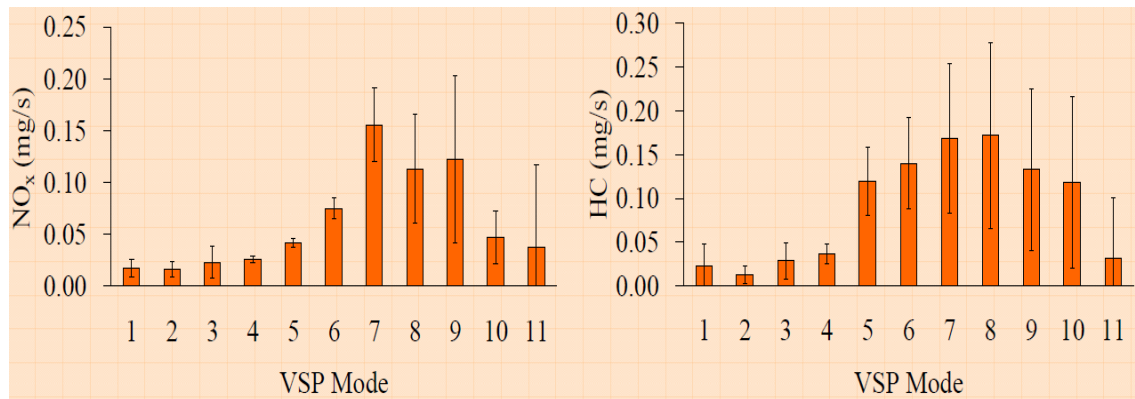


Figura 3-8: Estimativa de emissões de NO_x e HC para os respectivos modos VSP em híbridos (Zhai *et al.*, 2011).

Apesar da importância e utilidade deste estudo para o presente trabalho, foi-lhe reconhecida uma limitação. Mais especificamente, neste estudo não foram elaboradas medições para modos VSP 12, 13 e 14. Relativamente ao percurso urbano, isto não é uma desvantagem pois não são esperadas velocidades e acelerações elevadas (combinação que corresponde a modos VSP superiores a 12). A preocupação recai para os restantes percursos (estrada nacional e autoestrada), onde é previsto uma gama de acelerações e velocidades mais elevadas.

Assim, realizou-se uma extrapolação das emissões dos poluentes CO₂, HC e CO. Deixou-se de fora o poluente NO_x pois não seria utilizado em qualquer dos cálculos apresentados anteriormente. Sendo assim, recorrendo aos valores expressos nas duas figuras anteriores, efetuou-se a melhor aproximação possível. Concretamente utilizou-se uma regressão não-linear consequente do comportamento oscilatório conforme o aumento dos modos VSP, isto é visível nas Figuras 3-7 e 3-8. Para a emissão do poluente HC não se obteve uma aproximação plausível, logo optou-se pela utilização do valor do modo VSP 11 para os modos de 12 a 14. Para CO₂ e CO as melhores aproximações conseguidas foram do tipo polinomial (Quadro 3-6), com os respetivos valores de R ao quadrado.

Quadro 3-6: Extrapolação para os modos VSP 12, 13 e 14 relativamente aos poluentes CO₂ e CO.

Poluente	Ordem	Aproximação Polinomial	R ²
CO ₂	3 ^a	$y = -0,0125x^3 + 0,234x^2 - 0,779x + 1,1993$	0,98
CO	4 ^a	$y = -0,0058x^4 + 0,149x^3 - 1,1153x^2 + 3,5901x - 2,2145$	0,93

As aproximações tornam-se aceitáveis no sentido em que se pretendia que ambas obtivessem o respetivo valor de R ao quadrado superior a 0,92. Nas equações apresentadas no quadro anterior, a variável y diz respeito a uma determinada emissão dependente do modo VSP (variável x). Com isto resta apresentar os valores extrapolados para os modos em falta, para os respetivos poluentes (Quadro 3-7).

Quadro 3-7: Extrapolação para o CO₂ e CO.

	CO ₂	CO
Modo VSP	Valor Aproximado [g/s]	Valor Aproximado [mg/s]
12	3,9473	17,4667
13	3,1558	17,6703
14	1,8573	15,4913

Com isto, é possível, embora de forma aproximada, contabilizar as emissões de um veículo híbrido para uma dada viagem em que esteja presente toda a gama de valores dos modos VSP.

Ainda sobre esta questão e antes de efetuar qualquer tipo de análise comparativa aos resultados obtidos, foi estabelecido um contacto com o Professor H. Christopher Frey, da North Carolina State University, conhecido pelo seu notável trabalho no seio do domínio dos transportes, especificamente na quantificação de emissões e consumos energéticos. O contacto teve como objetivo questionar da existência de estudos de quantificação de fatores de emissões para toda a gama VSP para veículos híbridos. A resposta foi positiva contudo surgiu após a realização da quantificação dos resultados e respetivas comparações com auxílio da regressão para as emissões do veículo híbrido apresentada acima. Posto isto, resolveu-se manter esta metodologia e compará-la com os resultados posteriormente obtidos com apoio às emissões fornecidas pelo Professor Frey. Assim servirá para perceber até que ponto a regressão foi fiável para o presente estudo.

Este estudo do Professor Frey foi efetuado em 2010 sendo apenas validado no presente ano. O veículo utilizado foi um Toyota Prius de 2006 com cilindrada de 1,5 litros e potência combinada de 111 cavalo-vapor, superior em 11% relativamente ao híbrido utilizado nesta Dissertação. Para a obtenção dos valores para toda a gama VSP foram contabilizadas as emissões dos gases poluentes quando o motor a gasolina estava em funcionamento. Posteriormente a isso foi efetuada o devido desconto da percentagem em que o motor a gasolina esteve a trabalhar na respetiva monitorização. Ou seja, em modos VSP mais baixos a percentagem de funcionamento foi reduzida, e à medida que os modos aumentavam até o modo VSP 14 a percentagem de utilização do motor de combustão interna tinha um comportamento também de aumento. Inclusive em modos VSP 12 a 14 o motor a gasolina funcionou a 100%, devido aos perfis de velocidades e aceleração elevados. É então apresentado no Quadro 3-8 os valores finais de emissões dos gases poluentes utilizados, com o devido desconto do funcionamento do motor a gasolina.

Quadro 3-8: Fatores de emissões cedidos pelo Professor Frey para toda a gama VSP.

Modo VSP	CO ₂ [g/s]	CO [mg/s]	HC [mg/s]
1	0,435	0,128	0,322
2	0,504	0,206	0,225
3	0,092	0,019	0,039
4	0,969	0,524	0,444
5	1,670	0,490	0,644
6	2,263	0,582	0,857
7	2,820	0,446	0,970
8	3,294	0,938	1,101
9	3,830	0,366	1,346
10	4,259	0,348	1,396
11	4,444	0,461	1,303
12	5,148	0,182	1,516
13	5,598	0,119	1,546
14	6,215	0,065	1,697

Apresentados estes valores é possível aplicar para as monitorizações efetuadas e comparar o efeito repercutido essencialmente no cálculo das emissões de dióxido de carbono e também no consumo de combustível.

3.3 Ensaaios

No presente subcapítulo serão enunciadas as diferentes considerações e condições tomadas para o decorrer dos ensaios, desde a descrição dos percursos efetuados, condições de condução e dos veículos utilizados nas medições. Os ensaios corresponderam a um total de aproximadamente 918 km percorridos e a cerca de 21 horas de monitorizações. Os dias em que decorreram as medições foram 20 e 21 de março e 8, 9, 23 e 24 de abril de 2014.

3.3.1 Percursos

Para o desenvolvimento das monitorizações e respetivas comparações, selecionaram-se diferentes trajetos a serem percorridos por cada veículo, para que assim a discussão fosse viável e os resultados credíveis. Assim sendo, descrever-se-á com algum detalhe cada percurso, em termos de distância, volume de tráfego e outros pormenores característicos dos mesmos.

O que se pretendida essencialmente era sujeitar os veículos a percursos típicos, que aconteçam com frequência no dia-a-dia dos utilizadores de veículos ligeiros. Então, estipularam-se dois itinerários em meio urbano e dois para meio extraurbano (um em estrada nacional e outro em autoestrada).

A seleção para o meio urbano recaiu para um percurso na Mealhada, mais concretamente um troço do IC2/N1³. O percurso tem aproximadamente dois quilómetros e duzentos metros e é constituído por duas vias, uma para cada sentido, divididas por duplo traço contínuo. Contém quatro rotundas de uma só via (Figura 3-9), nove passadeiras e um semáforo para cada sentido (para o controlo de fluxo de peões numa das nove passadeiras). É de realçar a regularidade do piso, sem qualquer inclinação relevante. Em termos de tráfego, o que se destacou ao longo das medições, é que independentemente da hora do dia, entre as 9h-18h, os volumes de tráfego são semelhantes. Assim sendo, de forma a provar a veracidade dessa perceção, obtida ao longo das monitorizações, foram efetuadas contagens aos veículos que percorriam as quatro rotundas. Durante a primeira parte do dia, ou seja, até à hora de almoço, entre as 9h-13h contabilizou-se uma média de 1117 veículos ligeiros e pesados (sendo que a percentagem de pesados rondou os 15%). Após a hora de almoço, entre as 14-18h o valor médio ascendeu aos 1149 veículos ligeiros e pesados (nesta ocasião a percentagem de pesados reduziu para cerca de 11%), para o mesmo intervalo de tempo contabilizado. Estes valores foram conseguidos através de filmagens efetuadas em cada rotunda, em intervalos de tempo iguais para cada uma.



Figura 3-9: Fotografia das quatro rotundas percorridas.

Optou-se por fazer o percurso sempre em frente (segunda saída na rotunda). Isto justifica-se pelo comportamento do trânsito naquele troço, percorrido essencialmente sem ser efetuado qualquer mudança de direção, sendo com isto perceptível a influência de uma

³ Este percurso foi escolhido no âmbito do projeto PTDC/SEN-TRA/122114/2010, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, que inclui o estudo de corredores de rotundas.

via congestionada no desempenho das viaturas (uma vez que todas as acelerações/desacelerações inerentes a esse tipo de via seriam monitorizadas). Isto permitiu a comparação entre elas, percebendo qual desenvolve um melhor comportamento nestas constantes exigências, em especial no que diz respeito a paragens e arranques sucessivos (o usual “para-arranca”), quando existente.

As monitorizações foram realizadas em ambos os sentidos, Norte-Sul e Sul-Norte, no trajeto acabado de caracterizar e representado na Figura 3-10.

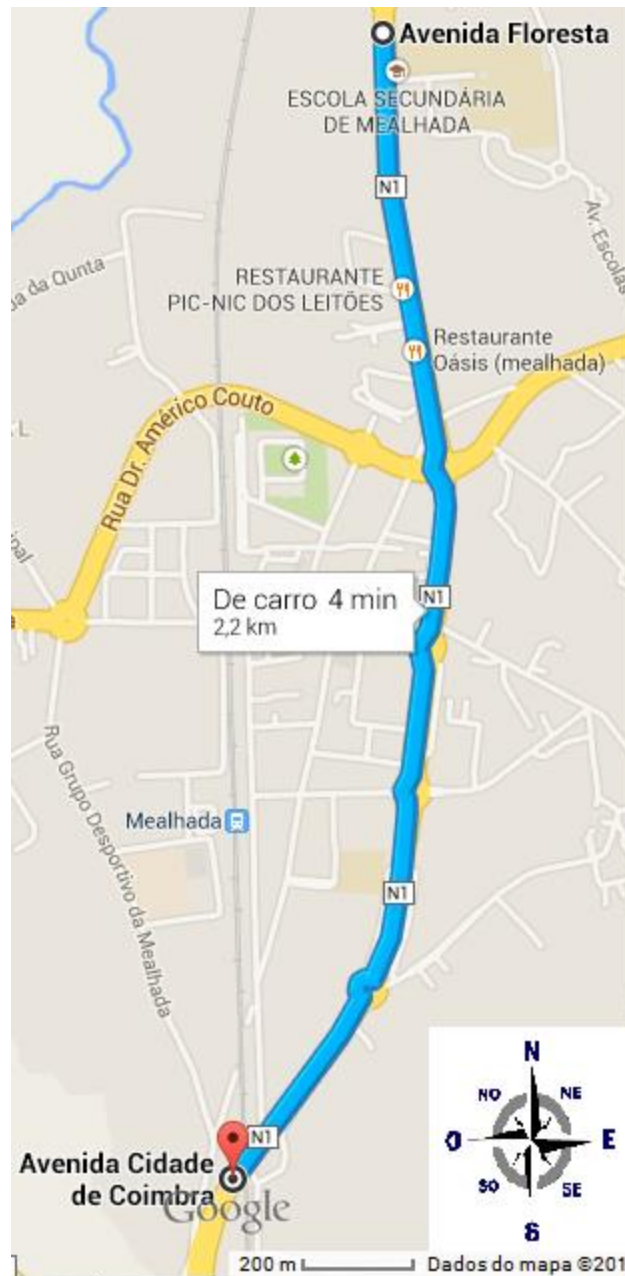


Figura 3-10: Percurso do corredor de rotundas (adaptado de GoogleMaps, 2014).

O percurso entre Aveiro e a Mealhada é constituído por duas estradas nacionais distintas, a N235 e o IC2/N1, constituindo uma distância de 37 quilómetros. Este percurso teve a Rua Mário Sacramento (junto do centro comercial Glicínias, Aveiro) como ponto de

início das monitorizações e terminou na Mealhada, na primeira rotunda do percurso anteriormente descrito (Figura 3-11).

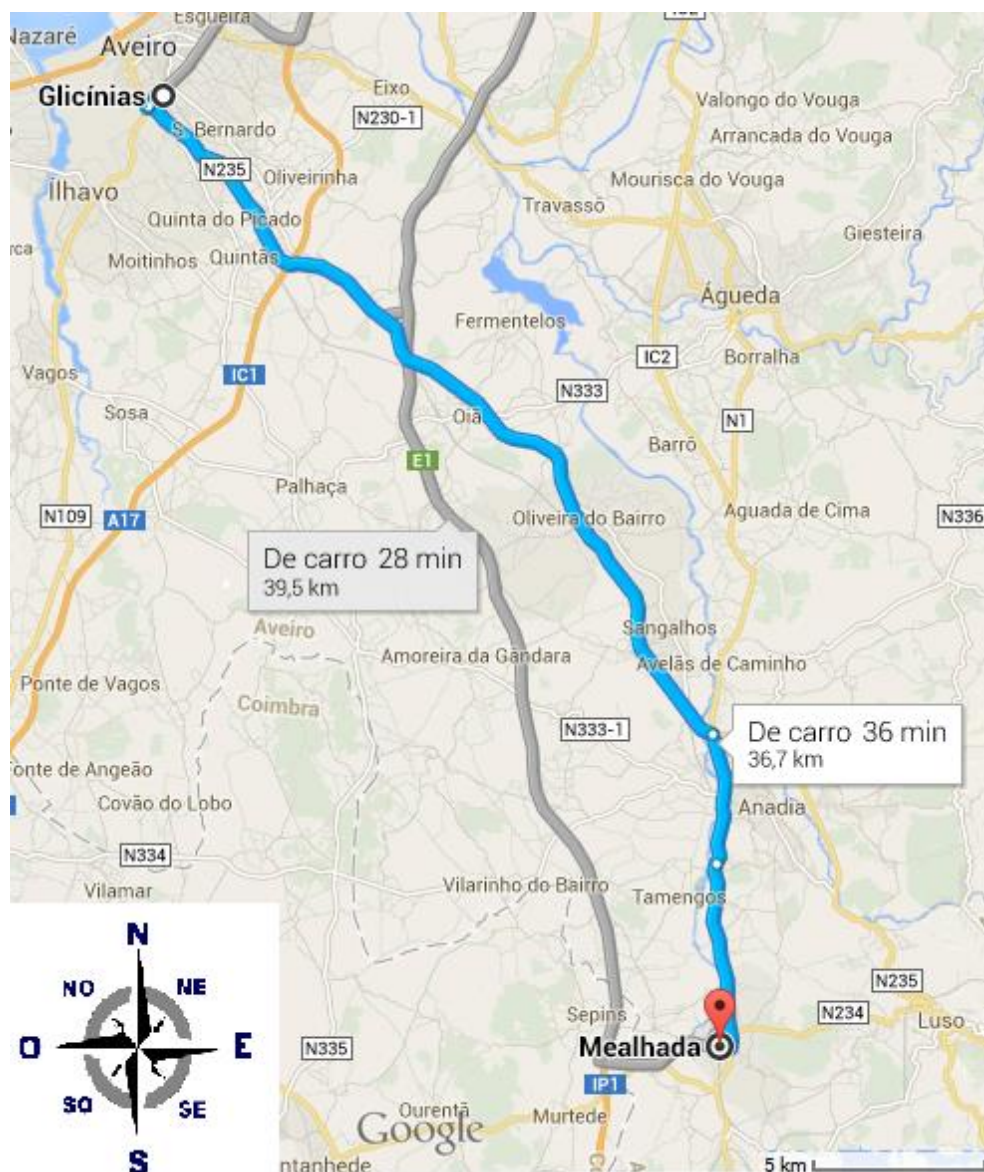


Figura 3-11: Percurso por estrada nacional entre Aveiro e Mealhada (adaptado de GoogleMaps, 2014a).

Sobre este trajeto, nunca se registou congestionamento de tráfego ao longo de toda a sua extensão e nos períodos de monitorização. É composto por oito rotundas e cinco semáforos, possibilitando o acesso ao interior de várias localidades. Mais uma vez, considera-se que o terreno é praticamente plano, pelo que o declive pode ser desprezado.

A seleção de monitorizar este percurso justifica-se pelo facto de se ter a intenção de sujeitar as viaturas a um nível de exigência superior ao anterior, ou seja perfil de velocidades superior que o anterior. Pretendeu-se analisar e comparar o comportamento do veículo, bem como os dados energéticos e ambientais, para perfis de velocidade e aceleração mais constantes, não obstante de que em certas alturas como entradas em rotundas ou semáforos estejam presentes desacelerações e conseqüentes acelerações mais acentuadas, como também quando existisse mudança no limite máximo de velocidade imposto por lei.

emissões e consumos, dar-se-á mais ênfase às percentagens de variação relativas entre veículos do que aos valores absolutos.

3.3.2 Condições de Condução

Como é natural para tornar as comparações viáveis há que ter vários aspetos em linha de conta, aspetos esses que devem ser uniformizados.

Em primeiro lugar será abordado o perfil de condução, que como é perceptível pode representar bastantes variações. A condução do veículo pode ser agressiva, mais cautelosa ou simplesmente intermédia (a qual foi a adotada neste estudo). Como já explicado anteriormente, todos os testes foram executados em ambientes reais, pelo que considerou-se prudente desenvolvê-los de forma a respeitar as regras de trânsito (limites de velocidade, sinalização, regras de prioridade, bem como os atravessamentos de peões). É de salientar que os limites de velocidade são variáveis entre cada percurso: para o corredor de rotundas o limite é de 50 km/h; no segundo percurso os limites oscilam entre 50 e 90 km/h; por fim, o percurso em autoestrada impõe como velocidade mínima 50 km/h e máxima 120 km/h. O primeiro percurso foi realizado por um condutor e os restantes por outro, ambos tendo em linha de conta o que foi mencionado no parágrafo anterior.

Outra condicionante que se teve em atenção diz respeito às condições atmosféricas. Esta questão é bastante pertinente no sentido em que condiciona substancialmente a condução. Os testes foram realizados com um clima seco, sem aguaceiros, céu limpo e sem ocorrência de vento, com a temperatura no exterior a rondar os 19 °C. Assim sendo, o piso encontrava-se completamente seco para todos os dias em que se efetuaram medições, proporcionando as melhores condições de aderência e de forma a não induzir uma fonte de alteração de comportamento rodoviário. Se fosse efetuada uma medição em ambiente de chuva, faria com que os automobilistas conduzissem com mais precaução, e haveria disparidade em relação às restantes medições feitas com piso seco. Só faz sentido proceder a comparações quando as condicionantes são iguais ou o mais próximas possível.

O aspeto do horário laboral também foi considerado, no sentido em que podia existir a possibilidade do tráfego variar conforme a hora a que eram realizadas as monitorizações. Assim, evitaram-se inícios e fins-de-semana, dando preferência à realização das medições entre terça e quinta feira, apenas existindo, uma única vez, medições a uma sexta feira, isto devido a disponibilidade do veículo.

Os ensaios no corredor de rotundas incluíu períodos de ponta e de vazio, entre as 8-9 h, 12h30min-14h30min e 17-18 h, perfazendo um total de 30 medições para os veículos diesel e gasolina e 25 para o híbrido, para cada sentido. Para os restantes percursos não houve a possibilidade de realizar esse elevado número de testes, sendo apenas possível realizar um percurso em cada sentido. Isto justifica-se pela distância entre localidades, como também por questões de disponibilidade do veículo (é de notar que cada viatura foi cedida para apenas dois dias). Posto isto, foi feito um esforço de igualar o horário das viagens, entre os três veículos em análise.

3.3.3 Veículos Monitorizados

Em relação aos veículos, foi possível ter ao dispor três veículos de modelos iguais alternando exclusivamente o sistema de propulsão. Isto torna-se vantajoso no sentido em que fatores como peso, aerodinâmica, dimensões, potência e cilindrada fossem semelhantes. É claro que este fator depende do fabricante pelo que diferenças são registadas que de certa forma podem fazer variar os resultados, mas sem retirar veracidade ao estudo. Contudo esta situação será exposta de forma mais clara em diante. As viaturas foram cedidas pela Toyota Caetano Auto de Aveiro, que reuniram os seus esforços para fazerem face ao que lhes foi pedido.

As viaturas sujeitas a testes e posterior análise foram um Toyota Yaris a diesel, a gasolina e híbrido (Figura 3-13 a 3-15).



Figura 3-13: Toyota Yaris diesel utilizado.



Figura 3-14: Toyota Yaris gasolina utilizado.



Figura 3-15: Toyota Yaris híbrido utilizado.

De seguida são descritas as características fundamentais para cada viatura, com uma breve análise às mesmas. As características consideradas mais expressivas das viaturas utilizadas, encontram-se nos Quadros 3-9 a 3-13.

Quadro 3-9: Características mecânicas das três viaturas analisadas (Toyota, 2013).

Características Mecânicas	Gasolina	Diesel	Híbrido
Motor	1,0 VVT-i	1,4 D-4D	1,5 HSD
Nº de cilindros	3 em linha	4 em linha	4 em linha
Sistema de injeção	Injeção Eletrónica de Combustível (EFI)	Injeção direta Common Rail	Injeção Eletrónica de Combustível (EFI)
Cilindrada [cm ³]	998	1364	1497
Taxa de compressão	11,0:1	16,5:1	13,4:1
Potência máxima [CV (kW)/rpm]	69 (51)/6000	90 (66)/3800	100 (74)/4800
Binário máximo [Nm/rpm]	93/3600	205/1800-2800	111/3600-4400
Transmissão	5 T/M (Manual)	6 T/M (Manual)	e-CVT (Automática)

Quadro 3-10: Informação adicional do veículo híbrido em relação à bateria híbrida (Toyota, 2013).

Bateria Híbrida	
Tipo	Hidretos metálicos de níquel
Voltagem Nominal [V]	144
Nº de módulos	20
Capacidade da bateria [Ah/horas]	6,5/3

Quadro 3-11: Informação adicional do veículo híbrido em relação ao motor elétrico (Toyota, 2013).

Motor Elétrico	
Tipo	Motor síncrono de magneto permanente
Voltagem Máxima [V]	520
Potência Máxima [kW]	45
Binário máximo [Nm]	169

Quadro 3-12: Desempenho dos três veículos (Toyota, 2013).

Desempenho	Gasolina	Diesel	Híbrido
Velocidade máxima [km/h]	155	175	165
Aceleração 0-100 km/h [s]	15,3	10,8	11,8

Quadro 3-13: Características dimensionais das três viaturas (Toyota, 2013).

Características Dimensionais	Gasolina	Diesel	Híbrido
Comprimento exterior [mm]	3885	3885	3905
Largura exterior [mm]	1695	1695	1695
Altura exterior [mm]	1510	1510	1510
Distância entre eixos [mm]	2510	2510	2510
Peso Bruto [kg]	1430	1525	1565
Tara [kg]	1100	1190	1225-1235

No que diz respeito às características mecânicas são perceptíveis certas diferenças. Por exemplo, em termos de potência, a configuração híbrida tem mais 44% que a gasolina e mais 11% que o diesel. É explicável pelo facto do veículo híbrido ser portador de dois motores, um motor a gasolina e outro elétrico. No que toca a binário máximo, o veículo diesel leva vantagem, sendo visível pela maior taxa de compressão em relação aos restantes, levando a binários superiores em menores rotações, o que é característico de veículos com motor diesel. Assim o Yaris diesel tem um binário superior em 120% e 84,6% relativamente ao Yaris a gasolina e o híbrido, respetivamente. Estas diferenças traduzem que a versão diesel tenha uma velocidade máxima superior à versão gasolina em 12,9% e mais 6,1% em relação à versão híbrida. Para a aceleração, dos 0 aos 100 km/h, o diesel é o que leva menos tempo a atingir os 100 km/h, sendo inferior em 29,4% e 8,5% para o Yaris a gasolina e Yaris híbrido, pela ordem apresentada.

Ao nível dimensional as diferenças são praticamente nulas, havendo apenas diferença no comprimento exterior, peso bruto e tara. No comprimento exterior o híbrido é ligeiramente superior, em apenas 0,5%. Em relação ao peso bruto a versão diesel é superior em 6,6% e a versão híbrida superior em 9,4%, ambos comparativamente à versão a gasolina. Analogamente, sucede o mesmo cenário para a tara de cada veículo, sendo o diesel superior em 8,2% e o híbrido entre 11,4%-12,3%, face ao valor do Yaris a gasolina. Estes resultados tornam-se aceitáveis para uma futura comparação experimental entre veículos.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

No presente capítulo descrevem-se os resultados obtidos provenientes da atividade experimental e realizam-se análises comparativas enquadradas nos objetivos previamente estipulados.

O capítulo que se segue engloba todos os resultados consequentes da atividade experimental deste trabalho. Após a sua exposição serão discutidos em pormenor com as respetivas comparações. Será também abordada e feita a ligação sobre a informação disponibilizada no capítulo anterior que possibilita os resultados apresentados.

O intuito será realmente avaliar e comparar o desempenho das três viaturas em ambientes diferentes. Para tal recorreu-se a diferentes fatores, entre os quais, perfis de velocidade e aceleração, carga no motor, posição do acelerador, bem como o consumo energético de cada viatura. Isto é um reforço da ideia já transmitida anteriormente. Para além disto será feita uma análise à vertente híbrida, mais concretamente, a percentagem de utilização do motor de combustão interna (é perceptível que quanto menor for essa percentagem mais competitiva é a tecnologia).

Os dados das viagens efetuadas serão apresentados em maior detalhe em anexo. Neste capítulo foi selecionada uma viagem para cada percurso que melhor se enquadrava comparativamente para cada viatura.

4.1 Percurso Urbano

O primeiro percurso a ser analisado é o urbano, como já referido anteriormente, destaca-se por ser constituído por um corredor de quatro rotundas, com intervalo de distância entre elas de 365 a 625 metros. Assim sendo será feita a exposição dos fatores referenciados, obtidos por cada veículo para o percurso em questão. Neste capítulo apresentam-se os parâmetros medidos numa das viagens monitorizadas; nas restantes viagens estes parâmetros apresentaram uma distribuição similar.

4.1.1 Perfil de Velocidade

A representação gráfica da velocidade medida para cada veículo tem como principal objetivo demonstrar que realmente o perfil de condução adotado foi semelhante para as

diferentes viaturas. Tem também a possibilidade de apresentar cada entrada e saída nas respetivas rotundas. Isto é perceptível pelo decaimento da velocidade seguido do inerente aumento da mesma.

Destaca-se que serão feitas duas abordagens ao caso, uma em que não foi registada influência de tráfego e outra em que existia um ou mais decréscimos acentuados de velocidade, devido à existência de congestionamento de tráfego durante o percurso.

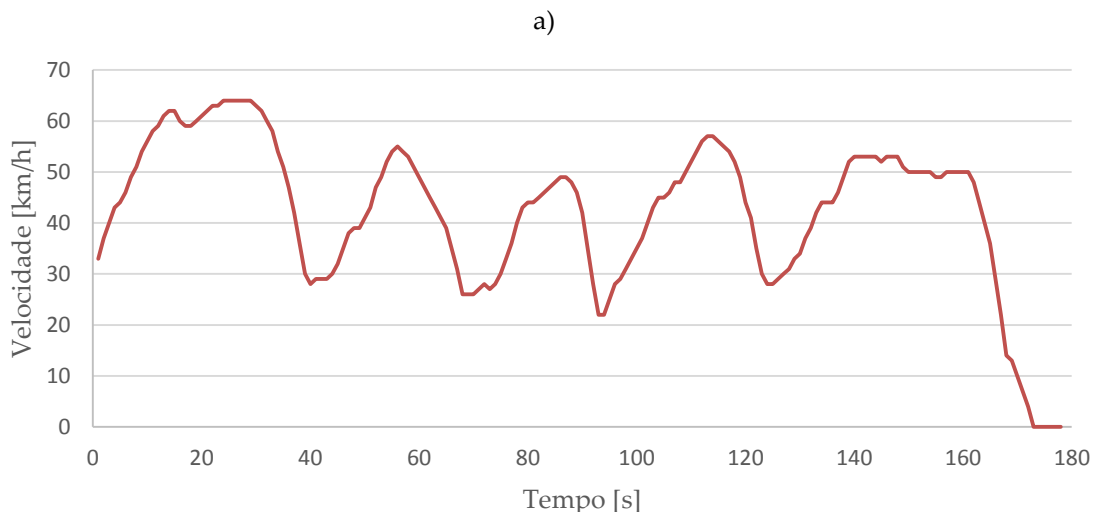
(1) Percurso sem Influência de Tráfego

Para este perfil, como esperado, é notório que a velocidade ao longo do tempo nunca é zero, o que não impede o percurso ser efetuado em menos tempo comparativamente ao caso com influência de tráfego. Assim sendo, segue-se a exposição das viagens protagonizadas pelos três veículos, a versão diesel, gasolina e híbrido.

É possível visualizar na Figura 4-1 a), que efetivamente existe o decaimento de velocidade quando se aproxima a entrada para cada rotunda e o consequente aumento que traduz a saída da rotunda. Neste caso, o percurso levou 178 segundos a ser percorrido, havendo apenas imobilização da viatura no final do mesmo. No que diz respeito a velocidade máxima foi cerca de 65 km/h e velocidade média de 42 km/h.

O perfil observado na Figura 4-1 b) é em todo semelhante com o anterior, onde realmente sucedem-se os quatro decaimentos de velocidade que dizem respeito às quatro rotundas. Neste caso a duração da atividade experimental levou cerca de 211 segundos. A velocidade máxima atingida foi sensivelmente 55 km/h, já a velocidade média foi de 36 km/h.

Novamente a semelhança repete-se para este último perfil, com apenas a ressalva na última rotunda, onde efetivamente o decaimento foi maior, isto justifica-se com a circulação de veículos na rotunda impedindo a entrada quase imediata. Para este perfil (Figura 4-1 c)), o tempo de viagem foi de 193 segundos, com velocidade máxima de aproximadamente de 60 km/h e velocidade média de 39 km/h.



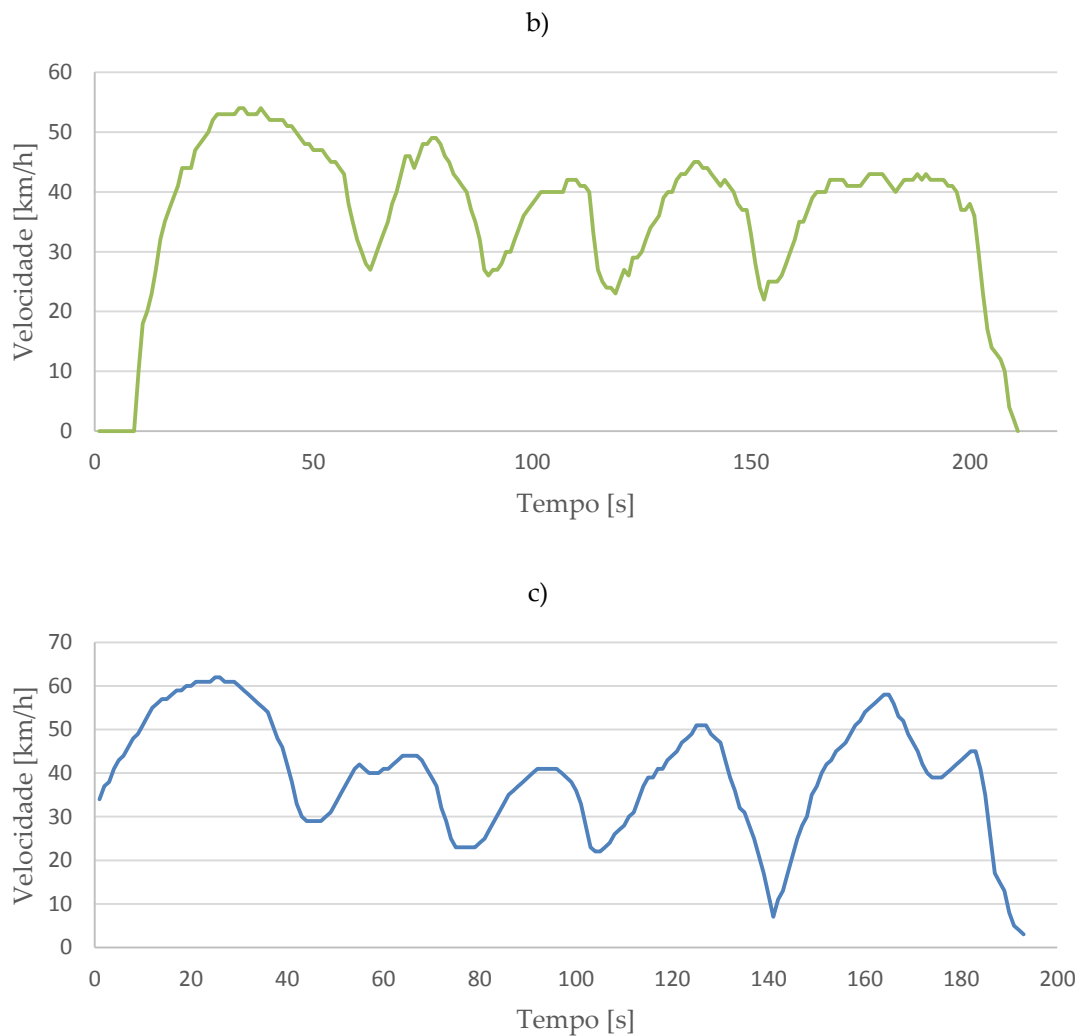


Figura 4-1: Perfil de velocidades relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

Com isto, fica exposto o primeiro cenário para as diferentes configurações. Sendo efetivamente necessário tecer algumas notas comparativas e conclusivas. Em termos de perfil de condução foi muito similar (a diferença na velocidade média não é relevante, entre 7 e 15%, comparando o diesel ao híbrido e gasolina, pela ordem mencionada).

Para terminar esta análise e remetendo para o dito desempenho de cada veículo, no que diz respeito a velocidade. Foi o Yaris híbrido que levou menos tempo a atingir uma velocidade estável, igual ao momento antes de iniciar a desaceleração para dar entrada na rotunda. Em média a versão híbrida levou 21 segundos, face aos 23 segundos por parte do diesel e 32 segundos para a versão a gasolina, ou seja, menos 9,5 e 52,4%. A diferença é notória, estando a gasolina em clara desvantagem.

É certo que será ainda necessário avaliar outros fatores para determinar qual o que tem melhor desempenho.

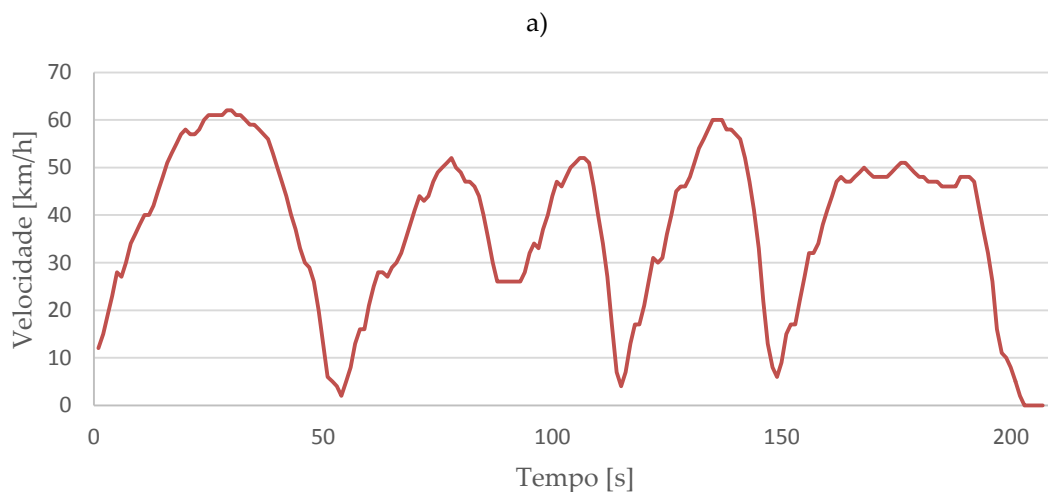
(2) Percurso com Influência de Tráfego

Neste perfil, ao contrário do anterior será abordado o mesmo percurso mas com influência de tráfego, especialmente no instante antes de efetuar o contorno da rotunda. Pretende-se perceber os efeitos do aumento do volume de tráfego entre veículos e a comparação com o percurso sem influência de tráfego.

Para este caso (Figura 4-2 a)), a influência de tráfego ou mais especificamente o decréscimo de velocidade que levou quase à imobilização da viatura deu-se em três situações. Aconteceu na primeira, terceira e quarta rotunda, ou seja, nestas situações o maior fluxo de tráfego levou a que surgisse esta situação de congestionamento. O trânsito tanto influenciou na entrada para as respetivas rotundas como também no aspeto de atingir uma velocidade estável. Isso é visível nos pequenos patamares de velocidade originados, desde um ponto de velocidade quase nula até ao pico antes da inerente desaceleração. Neste perfil a velocidade máxima e média atingida foram de 62 e 37 km/h, pela ordem referida. Em termos de duração, esta monitorização levou cerca de 207 segundos.

Para a versão a gasolina (Figura 4-2 b)), a influência de tráfego surge na primeira e quarta rotunda. Para essas o panorama mantém-se relativamente à versão diesel (Figura 4-2 a)), ou seja, existe de novo congestionamento à entrada da rotunda, como também durante o período de aceleração após a circulação nas rotundas. A velocidade máxima atingida foi de 59 km/h, já a média cerca de 40 km/h. A medição teve uma duração de 186 segundos.

O terceiro e último perfil, referente à versão híbrida (Figura 4-2 c)) demonstra que o congestionamento está presente nas quatro rotundas. Isso é visível pelas oscilações verificadas na velocidade instantânea, com decréscimos e acréscimos em curtos intervalos de tempo. No que diz respeito a velocidade máxima e média os valores obtidos foram, 61 e 33 km/h, respetivamente. A duração desta monitorização levou 233 segundos.



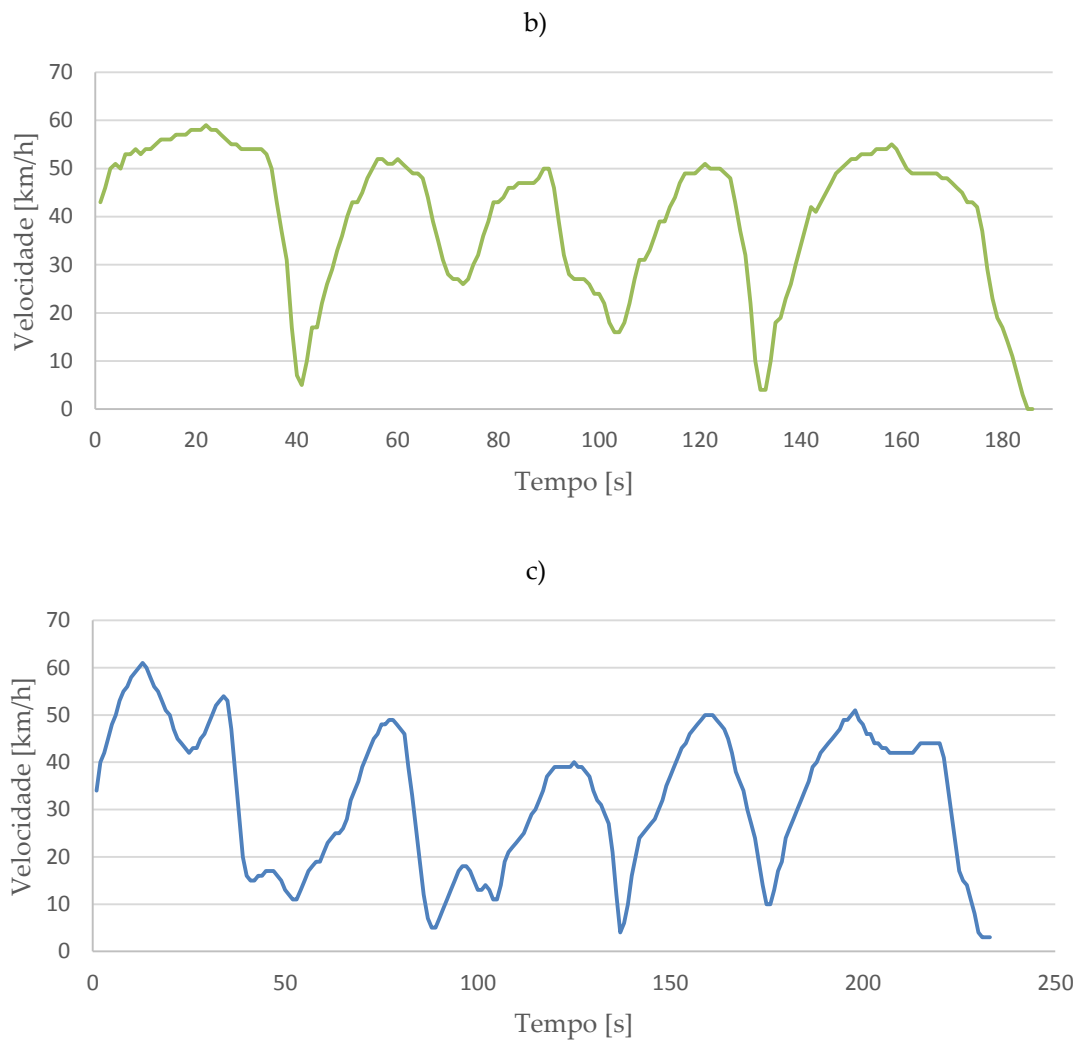


Figura 4-2: Perfil de velocidades relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

Para esta análise, a comparação entre desempenhos acaba por não ser 100% viável devido ao volume de tráfego ser diferente para os três veículos. Tal situação comprova-se pelo facto de que a versão a gasolina teve influência de tráfego por duas circunstâncias. Já o diesel e híbrido tiveram três e quatro acontecimentos de congestionamento, respetivamente. É assim esperado, que em termos médios, a configuração a gasolina vá dos 50 km/h até à velocidade mínima (5 km/h) e de novo aos 50 km/h em menos tempo. Após avaliação dos resultados apresentados sobre a forma de gráfico foi possível constatar que este levou 28 segundos. Face a 34 e 36 segundos para a versão diesel e híbrida, sobre a ordem apresentada.

Com isto e daqui em diante as avaliações aos desempenhos serão feitas apenas para o percurso sem influência de tráfego, onde as semelhanças ocorrem em maior grau de viabilidade comparativa.

4.1.2 Perfil de Aceleração

Os perfis de aceleração, calculados através da Equação (9), são mais uma demonstração do estilo de condução utilizado durante a atividade experimental, pois como já mencionado, à aceleração está associado a diferença de velocidade por intervalo de tempo. O CarChip™ tem uma vertente que pode ser manipulada no que diz respeito à aceleração. É possível definir intervalos de valor de aceleração e desaceleração a fim de as caracterizar como sendo bruscas ou extremas. Os intervalos utilizados foram, para acelerações bruscas, 1,08 até 4,41 m/s², acima deste intervalo são as acelerações extremas. Para as desacelerações bruscas o intervalo estava compreendido entre 2,45 e 5,00 m/s², em módulo. Tudo o que fosse superior seria então caracterizado como desacelerações extremas. De salientar que estes intervalos são os estipulados por defeito pelo CarChip™.

(1) Percurso sem Influência de Tráfego

Na Figura 4-3 representam-se os perfis de aceleração relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego. Este primeiro perfil analisado (Figura 4-3 a)) diz respeito à versão do Yaris diesel. Os valores positivos dizem respeito a aceleração e os negativos a desaceleração. Como é possível verificar, registou-se cinco “picos” negativos que se destacam dos restantes. Estes dizem respeito às travagens efetuadas para o possível contorno das quatro rotundas, sendo o último referente à desaceleração para a imobilização da viatura. Neste perfil não ocorreu qualquer travagem brusca ou extrema, mas foram registadas três acelerações bruscas, uma no arranque da monitorização e as restantes à saída da primeira e segunda rotunda.

Segue-se o perfil de aceleração registado da motorização a gasolina (Figura 4-3 b)). Mais uma vez o esquema é o mesmo, valores positivos para acelerações e negativos para desacelerações. Destaca-se a semelhança ao perfil anterior (Figura 4-3 a)), existindo apenas uma aceleração brusca, a qual ocorreu no arranque da viatura quando se deu início à medição experimental.

Resta assim avaliar o perfil para o Yaris híbrido (Figura 4-3 c)), que novamente se relaciona com os perfis anteriores. Para este caso a ocorrência de acelerações bruscas dá-se em duas ocasiões, ambas após a saída da quarta rotunda, não se registando qualquer aceleração/desaceleração extrema.

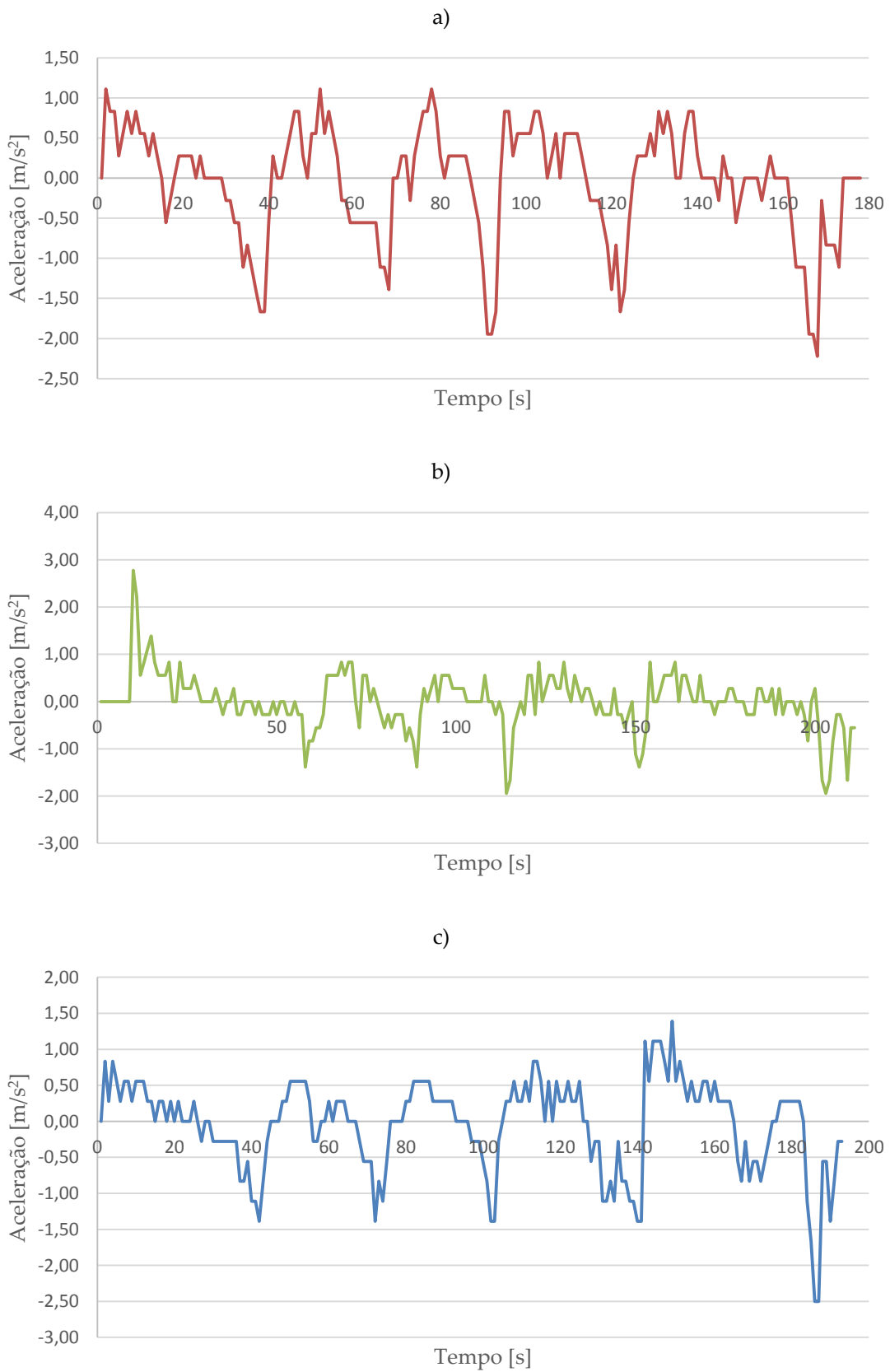


Figura 4-3: Perfil de aceleração relativo ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

É possível afirmar que a condução da versão a gasolina foi ligeiramente mais suave, tendo por base os valores de ocorrência de acelerações/desacelerações bruscas ou extremas.

No que diz respeito ao desempenho dos veículos, a versão diesel é capaz de desacelerar e acelerar mais rapidamente que os restantes. Em média leva a acelerar de 30 km/h, velocidade média à saída das rotundas, até 50 km/h, velocidade cruzeiro em 6 segundos (comparativamente a 8 e 10 segundos para a versão híbrida e gasolina, respetivamente).

(2) Percurso com Influência de Tráfego

Como vem sendo hábito, o primeiro perfil a ser analisado será o Toyota Yaris detentor de uma configuração a diesel. Neste perfil de aceleração (Figura 4-4 a)) é evidente o destaque que os valores máximos, positivos e negativos, têm em relação aos restantes valores no geral. Os quatro valores máximos negativos dizem respeito à desaceleração para dar entrada nas rotundas e a última à imobilização do veículo. Em relação aos valores máximos positivos, dizem respeito ao arranque da viatura e os restantes à consequente aceleração à saída das rotundas. Nesta situação ocorreram três desacelerações bruscas e oito acelerações bruscas. As desacelerações mencionadas ocorreram à entrada das duas últimas rotundas e quando se dá a imobilização do veículo no fim da monitorização. As ditas oito acelerações acontecem no momento do arranque e depois na primeira, terceira e quarta rotunda, mais do que uma vez para algumas delas.

Relativamente ao ensaio à versão gasolina, no que diz respeito a perfil de aceleração (Figura 4-4 b)), o cenário é semelhante ao anterior. Os valores mais expressivos tanto de aceleração como desaceleração estão novamente relacionados com as quatro rotundas, ou seja, entrada e saída das mesmas. Concretamente nesta monitorização ocorreram duas desacelerações e cinco acelerações, ambas bruscas. As desacelerações ocorreram na primeira e última rotunda do percurso. Já as acelerações ocorreram no arranque, duas na primeira rotunda e uma na terceira e quarta rotunda.

Resta assim analisar o perfil de aceleração para a versão híbrida. Este perfil (Figura 4-4 c)) é análogo aos anteriores, demonstrando realmente que as maiores oscilações de aceleração/desaceleração sucedem-se antes e depois das rotundas. Com a ligeira diferença de que neste caso a condução foi um pouco mais suave, registando apenas uma aceleração brusca. Essa que sucede-se à saída da terceira rotunda, isto pode ter acontecido devido ao congestionamento de tráfego, impedindo que houvesse margem para acelerações bruscas em maior número. Quanto a desacelerações bruscas ou extremas não se registou qualquer evento.

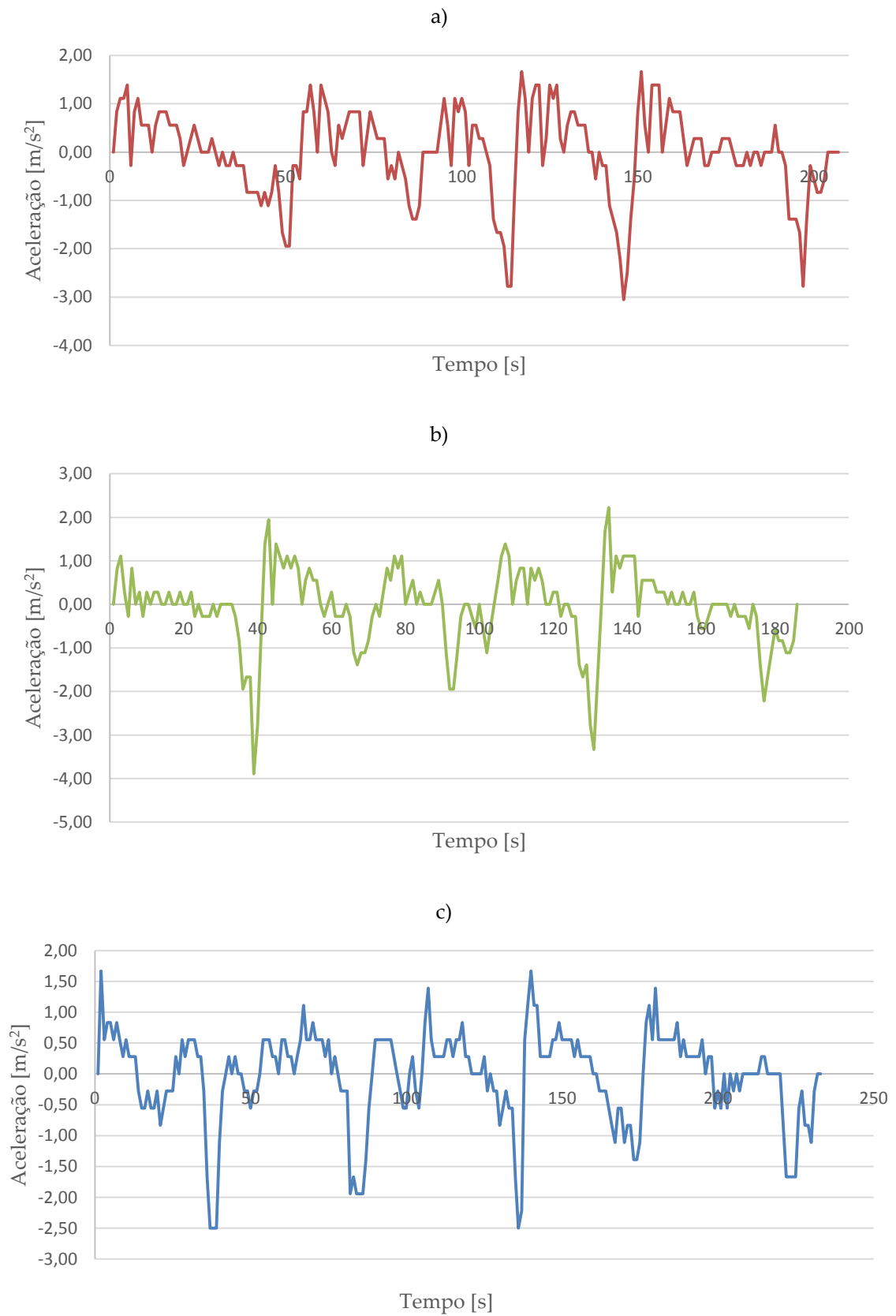


Figura 4-4: Perfil de aceleração relativo ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

Antes de qualquer conclusão, fica aqui a explicação do porquê de sucederem várias acelerações semelhantes próximo da entrada das rotundas, para estes três perfis analisados. Basicamente são nas zonas onde acontece uma desaceleração e logo de seguida uma aceleração de valor igual ou idêntico à anterior. Isto significa que durante as monitorizações existiu um certo volume de tráfego que congestionava a entrada nas rotundas.

Posto isto, conclui-se que os perfis de aceleração foram bastante semelhantes o que viabiliza a comparação entre ambos. Havendo uma ligeira diferença na suavidade protagonizada pelo veículo híbrido, tendo por base o menor número de acelerações/ desacelerações bruscas e/ou extremas ocorridas. Fica ainda a nota para o ganho energético nas desacelerações por parte da configuração híbrida. Tal situação constitui uma grande vantagem, pois associado às desacelerações está a travagem regenerativa (que canaliza a energia cinética inerente à desaceleração para a bateria de alta voltagem).

4.1.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador

Como pode ter sido observado nos perfis de velocidade e aceleração apresentados, os três veículos tiveram sujeitos a diferentes solicitações ao longo do percurso em questão. Ora essas podem ser quantificadas e posteriormente analisadas com auxílio ao esforço requerido ao motor, que pode ser traduzido pela posição do acelerador em função do tempo decorrido em cada monitorização. Como é perceptível, são mais dois fatores preponderantes para a viabilidade da comparação entre desempenhos de cada veículo, daí a opção de apresentar os resultados em simultâneo, dando a possibilidade de perceber como um fator influencia o outro. Realça-se que os valores são apresentados sobre a forma percentual, tal como provém do sistema CarChip™.

(1) Percurso sem Influência de Tráfego

Como vem sendo hábito o primeiro a ser abordado será o Yaris com motor diesel. Neste perfil (Figura 4-5) sucede algo que tem um certo destaque, que é o facto da carga do motor não estar solidária com a posição do acelerador. O que realmente aconteceu, e pode ser visível na Figura 4-5 foi o inverso entre ambos os fatores. Ou seja, sempre que a carga no motor era elevada, a posição do acelerador era baixa e vice-versa. Esta situação pode ocorrer devido a essencialmente dois fatores: por problemas de compatibilidade na comunicação OBD ou como é feita a recolha de dados para os motores diesel.

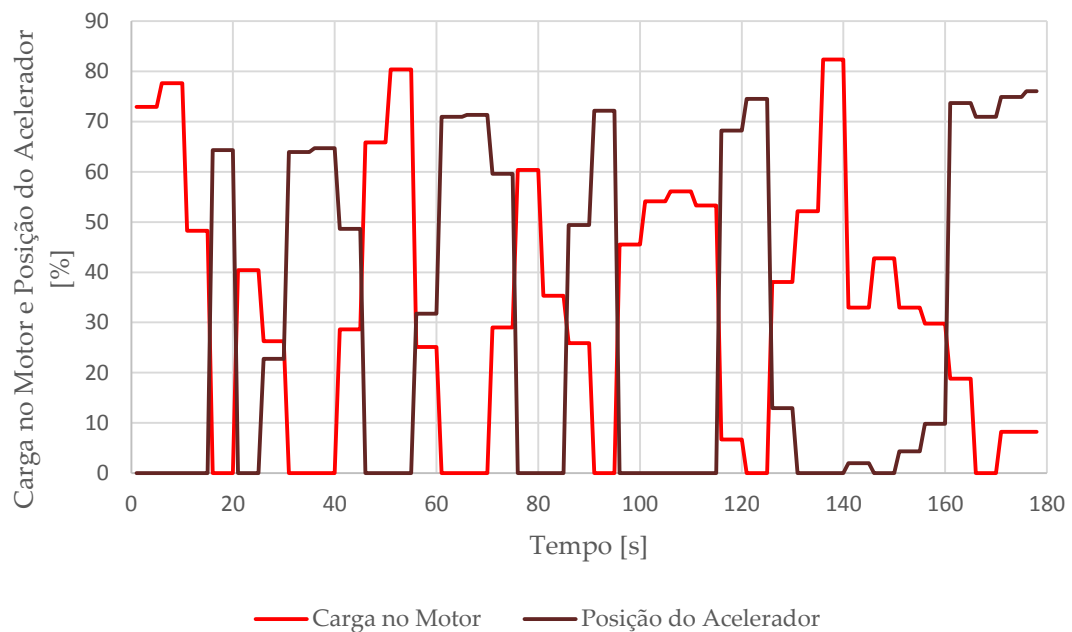


Figura 4-5: Carga no motor e posição do acelerador para o Yaris diesel sem influência de tráfego.

Resolveu-se então contactar o apoio técnico da Davis Instruments©. A conclusão foi que para determinados veículos a tensão gerada pelo sensor do pedal é inversa ao que realmente acontece. Ou seja, é necessário subtrair a 100% o valor obtido, de forma a tornar-se coerente com o verdadeiro uso empregue ao pedal (Figura 4-6 a)). Nesta situação a média percentual para a carga no motor e posição do acelerador foram, 33 e 70%, respetivamente.

Na versão a gasolina (Figura 4-6 b)), o mesmo não acontece em relação ao caso anterior, sendo o valor obtido diretamente do equipamento realmente o esperado. Assim, a carga no motor e posição do acelerador para esta monitorização, encontram-se solidários, no sentido em que ambos respondem da mesma forma ao longo do tempo. Quando o pedal do acelerador é pressionado o nível de exigência requerido ao motor é efetivamente maior. Como é evidente os quatro máximos registados dizem respeito às acelerações após a circulação das rotundas. As médias percentuais registadas são então, para carga do motor 30,5% e para a posição do acelerador 15,7%.

Resta assim o perfil registado pela versão híbrida (Figura 4-6 c)), este que é análogo ao Yaris com configuração a gasolina. Existe a pequena diferença que para este caso a percentagem respeitante à carga do motor obteve valores nulos. Isto acontece pois a configuração em análise, como já mencionado, tem duas fontes energéticas diferentes. Assim não será de estranhar, em determinados intervalos de tempo, valores nulos de carga no motor enquanto a percentagem de acelerador não (o que significa que nestas ocasiões apenas o motor elétrico se encontra em funcionamento). Os valores de carga mais elevados dizem respeito ao arranque no início da monitorização e saídas das rotundas. A média para a carga no motor e posição do acelerador foram, 35 e 19,5%, respetivamente.

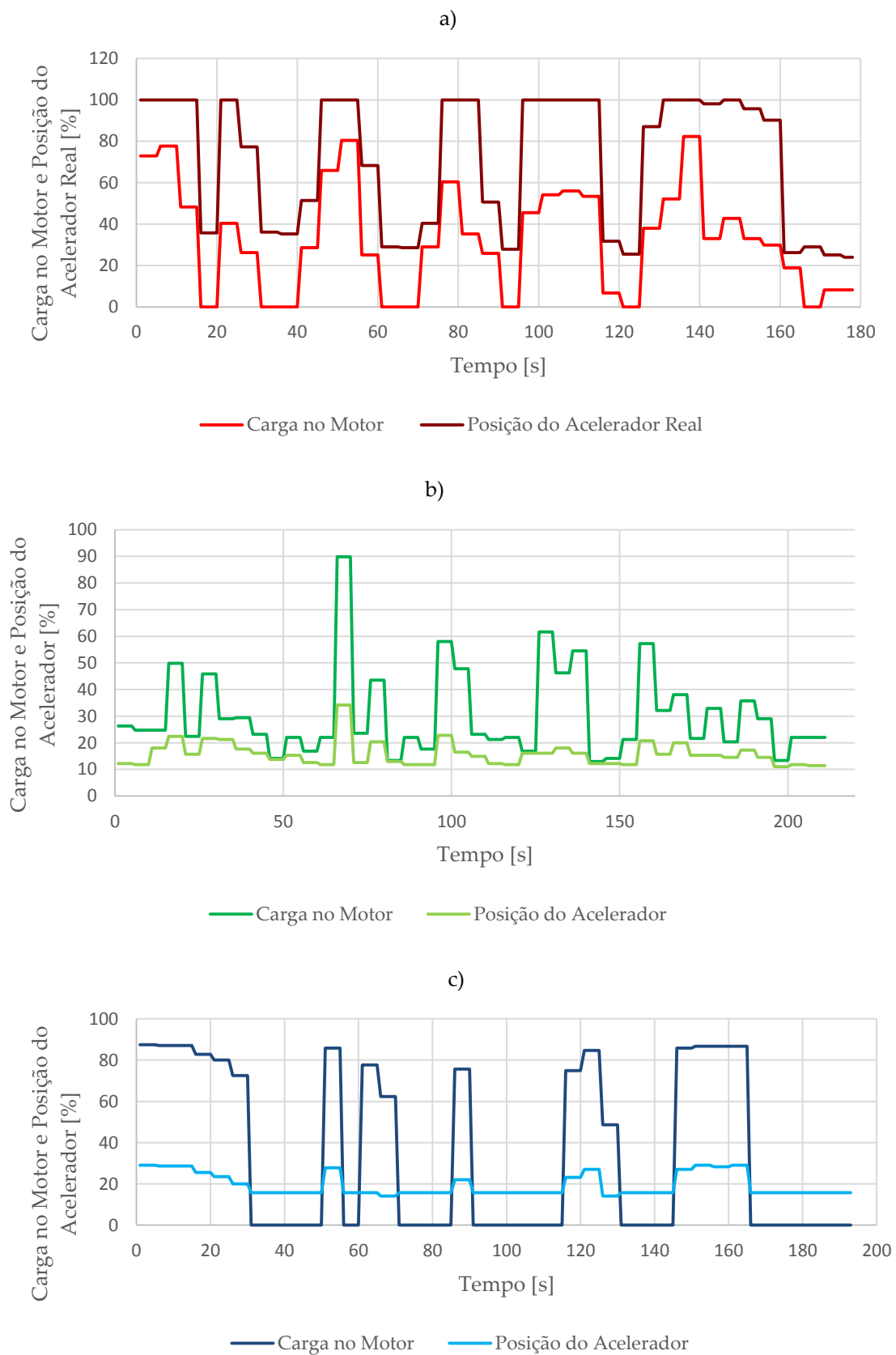


Figura 4-6: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso urbano sem influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

Conclui-se que para os três veículos, o nível de exigência foi bastante semelhante, comprovando mais uma vez o nível de igualdade de condução. Como pode ser visualizado na figura acima, a carga do motor foi elevado exatamente nas mesmas situações (nas saídas das rotundas), tendo assim valores médios muito próximos compreendidos entre 30 e 35%, apesar das diferenças registados ao nível do acelerador.

(2) Percurso com Influência de Tráfego

Mais uma vez será avaliado a carga no motor e posição do acelerador mas com o congestionamento de tráfego presente.

A monitorização levada a cabo ao Yaris com motorização diesel e na presença de volumes de tráfego elevados revelou ter o mesmo comportamento quando com ausência do mesmo. Pelo que foi, de novo, efetuada a inversão explicada anteriormente (pág. 48 e 49), estando apenas a situação real apresentada (Figura 4-7 a)). Sobre este caso a média percentual para a carga no motor e posição do acelerador foi de 14,5 e 66,1%, respeitando a ordem apresentada.

O perfil que se segue é o do Yaris com configuração a gasolina (Figura 4-7 b)), este com semelhanças ao caso sem influência de tráfego. A posição do acelerador e a carga do motor, ao longo da monitorização, demonstra ter o mesmo comportamento. Nesta situação é notória a ocorrência de exigências mais elevadas na ordem dos 90%. Isto indica a presença de acelerações desde a viatura quase imobilizada até uma velocidade estável, tipicamente na circulação das rotundas. Os valores médios registados foram, 37,5 e 19% para a carga do motor e posição do acelerador, respetivamente.

Em terceiro lugar e para finalizar, resta abordar a versão híbrida (Figura 4-7 c)). Mais uma vez sucede o mesmo como no caso sem influência de tráfego. Nas situações em que está indicada percentagem nula de carga no motor, significa que apenas o motor elétrico se encontra em funcionamento. Aqui os valores máximos referentes à exigência no motor, analogamente ao perfil anterior (Figura 4-7 b)), também se encontram entre 85 e 90%. Tal situação é justificada pela necessidade de colocar a viatura quase imobilizada em movimento. Para a carga no motor o valor médio medido foi de 28,3%, já a posição do acelerador obteve um valor médio de 19%.

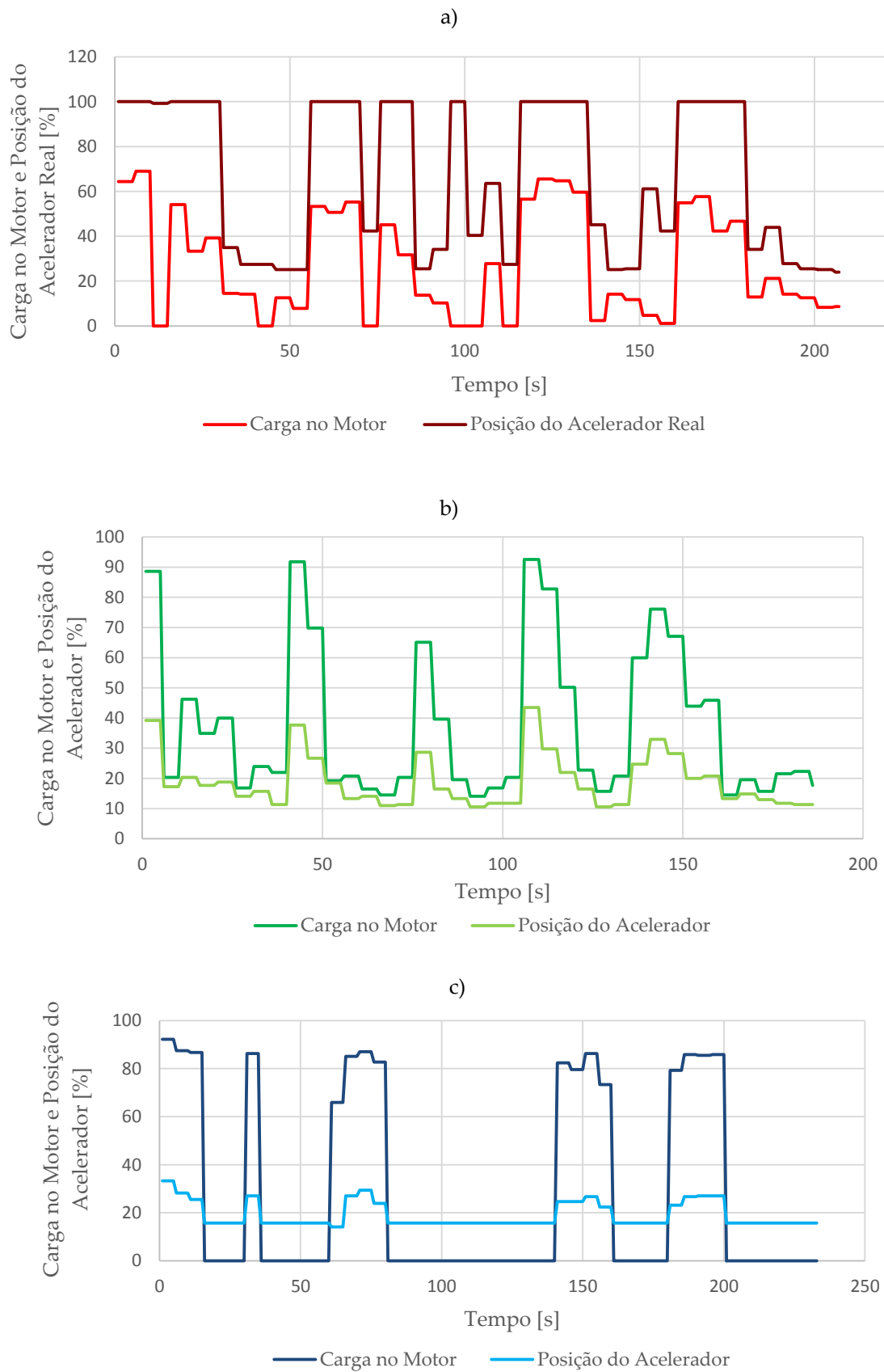


Figura 4-7: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso urbano com influência de tráfego do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina e c) híbrido.

É visível o efeito que o congestionamento de tráfego tem sobre as exigências efetuadas ao motor de cada veículo. O elevado volume de tráfego leva o veículo quase à imobilização e como é perceptível o esforço será maior para vencer a inércia do veículo. Realça-se que para esta situação a versão diesel foi a que menos “sofreu” com o restante tráfego, tendo o valor médio de carga no motor mais baixo, entre 95 e 158%, em relação aos restantes veículos monitorizados. A diferença das características mecânicas (binário, cilindrada e potência) pode estar na base da diferença entre diesel e gasolina. Cada configuração tem a sua própria forma de responder ao exigido, isto claro, aliado à questão da variação do volume de tráfego.

4.1.4 Consumo Energético

Foi avaliado o desempenho ao nível energético, novamente para o percurso com e sem influência de tráfego.

(1) Percurso sem Influência de Tráfego

O Quadro 4-1 representa os consumos energético-ambientais para os três veículos monitorizados relativamente ao corredor de rotundas sem influência de tráfego. Estão expressos os fatores de emissão do CO₂, CO e HC (E_{CO_2} , E_{CO} e E_{HC}) e respetivo consumo de combustível expresso em litros em função de cem quilómetros percorridos ($FC/Comb_{inst}$) relativos à atividade experimental. O fator $Comb_{inst}$, diz respeito ao cálculo do consumo de combustível para a viatura híbrida, que se calculou através da Equação (4). Já o fator FC_{inst} , é relativo ao cálculo do consumo de combustível para os veículos diesel e gasolina (Equação (19)).

Quadro 4-1: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas aos três veículos sem influência de tráfego⁴.

Veículo	$E_{CO} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{HC} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{CO_2} \left[\frac{g}{km} \right]$	$FC/Comb_{inst} \left[\frac{l}{100 km} \right]$
Diesel	1,90E-2 ± 8,62E-4	1,37E-2 ± 5,46E-4	125,67 ± 3,99	4,80 ± 0,13
Gasolina	5,90E-1 ± 3,91E-2	3,83E-2 ± 1,67E-4	171,32 ± 4,70	7,35 ± 0,15
Híbrido	1,86E-1 ± 6,50E-2	4,15E-3 ± 1,62E-4	81,64 ± 2,81	3,49 ± 0,32

As análises e comparações vão ser centradas em torno do combustível consumido e das emissões de CO₂. O veículo mais eficiente a nível energético, neste caso específico foi o híbrido, com um consumo de cerca 3,5 l/100 km, seguido pelo diesel e por fim a gasolina, tendo estes um consumo superior em aproximadamente 37 e 110%, respetivamente. Verifica-se uma clara desvantagem para a motorização a gasolina. Através da análise da quantidade da massa de ar injetada no motor foi possível saber a percentagem de funcionamento do motor de combustão interna. Basicamente contabilizou-se para a medição em questão, o número de vezes, segundo a segundo, que era injetado ar para o motor. Sempre

⁴ As dimensões expostas neste quadro foram uniformizadas de forma a ser mais perceptível a sua análise, pelo que nas equações efetuadas no capítulo Metodologia e Métodos foram utilizadas as expostas na secção da Simbologia.

que o valor fosse nulo, era sinal que o motor estava desligado. Chegou-se portanto a uma percentagem de funcionamento de cerca de 38,9%.

Como será de esperar, estando o consumo de combustível relacionado com as emissões de CO₂, o híbrido será o que menos emitiu. E foi exatamente isso que aconteceu, este emitiu cerca de 81,6 g CO₂/km, seguido pelo veículo diesel com mais de 53,9% e a versão a gasolina igualmente superior em relação ao híbrido, com cerca de 109,8%.

Assim sendo para este caso, o veículo híbrido representa a melhor opção ao nível da eficiência energética.

(2) Percurso com Influência de Tráfego

A análise que se segue reflete o impacto que o volume de tráfego tem sobre o aspeto energético-ambiental, uma vez que leva a circunstâncias de maior exigência aos motores, no sentido de provocar um maior número de acelerações/desacelerações. Especificamente para este caso, tais exigências foram registadas maioritariamente nas zonas de chegada às rotundas e posterior saída.

Assim sendo será feita a análise no sentido de perceber o efeito deste fator. Mas em primeiro lugar é necessário apresentar os valores quantificados e calculados (Quadro 4-2).

Quadro 4-2: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas aos três veículos com influência de tráfego.

Veículo	$E_{CO} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{HC} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{CO_2} \left[\frac{g}{km} \right]$	$FC/Comb_{inst} \left[\frac{l}{100 km} \right]$
Diesel	$2,06E-2 \pm 8,62E-4$	$1,48E-2 \pm 5,46E-4$	$133,54 \pm 3,99$	$5,10 \pm 0,13$
Gasolina	$7,19E-1 \pm 3,91E-2$	$3,84E-2 \pm 1,67E-3$	$186,50 \pm 4,70$	$8,00 \pm 0,15$
Híbrido	$2,08E-1 \pm 6,48E-2$	$4,47E-3 \pm 1,62E-4$	$86,87 \pm 7,39$	$3,72 \pm 0,32$

O efeito do aumento de tráfego é notório, devido a este, tanto o consumo de combustível como as emissões de CO₂ aumentaram ligeiramente. Traduzindo isto em termos numéricos, o veículo híbrido e o diesel viram o seu consumo aumentar em cerca de 6,4%. Já o Yaris a gasolina aumentou o consumo em 8,9%. Ao nível de emissões, o aumento foi precisamente igual para os três veículos. Com isto, é de facto possível dizer que as constantes acelerações/desacelerações prejudicaram o desempenho dos automóveis monitorizados. Novamente, neste perfil em concreto, o híbrido desenvolve o melhor desempenho energético-ambiental. O seu consumo fixou-se em 3,7 l/100 km e referente às emissões de CO₂ o valor obtido foi 86,9 g/km. O veículo diesel teve um consumo superior em 37,8% e emitiu mais CO₂ em cerca de 53,7%, relativamente ao híbrido. Já a viatura a gasolina aumentou cerca de 115% tanto para o consumo como para as emissões de CO₂ comparativamente ao híbrido.

Destaca-se mais uma vez o melhor desempenho por parte do híbrido. O seu motor de combustão funcionou cerca de 34,3%. Curiosamente funcionou menos quando comparado ao caso sem influência de tráfego. Acontece que com as desacelerações o motor a gasolina do híbrido deixa de funcionar, mas são as exigências nas acelerações que fazem com que tenha a consequência direta no aumento do consumo energético.

4.2 Percurso em Estrada Nacional

Feita a avaliação ao percurso urbano será abordado o percurso por estrada nacional que liga Aveiro e Mealhada.

4.2.1 Perfil de Velocidades

O comportamento de condução adotado, como dito anteriormente, foi executado de forma igual para os três veículos. Assim sendo e de forma a comprovar essas semelhanças, serão apresentados os mesmos fatores exibidos no percurso urbano. Começar-se-á então com o perfil de velocidades.

De forma a seguir a linha de pensamento tomada, o primeiro perfil a ser analisado será o protagonizado pelo Yaris Diesel. Como pode ser visualizado na Figura 4-8 a), este percurso tem diferentes exigências ao longo de toda a sua extensão. Contém uma fase inicial, em que o limite máximo de velocidade era de 50 km/h, é possível observar que tal imposição foi respeitada. Após essa situação, segue-se uma zona em que o limite máximo passou para 90 km/h, ou seja, ficou registado uma certa aceleração até sensivelmente esse valor. Posto isto, seguiu-se várias oscilações devido a mudanças de limite de velocidade ou devido ao número de rotundas e semáforos existentes no trajeto efetuado. Esta monitorização levou 2137 segundos a ser realizada, cerca de 36 minutos. Em relação à velocidade média foi cerca de 59 km/h e a velocidade máxima atingida foi 95 km/h, ligeiramente superior ao imposto.

Segue-se a análise, passando agora para o veículo com motorização a gasolina. Neste perfil (Figura 4-8 b)) é, mais uma vez notório, os diferentes tipos de solicitações que este itinerário inflige às viaturas. Analogamente ao caso do diesel, as solicitações acontecem devido à constante mudança do limite máximo de velocidade. Mas, como pode ser visto, o perfil de velocidades não é totalmente semelhante, isto acontece devido ao tráfego circulante na altura da monitorização. Como já referido, este trajeto não pôde ser repetido as vezes necessárias, a fim de aumentar a probabilidade de obter perfis de velocidade muito semelhantes entre viaturas. Estando este fator completamente fora de alcance de controlar ou prever, são consequências normais em medições efetuadas em situações de tráfego reais. Apesar do número reduzido de monitorizações, em relação à velocidade média e máxima, foi bastante semelhante ao perfil anterior, com 55 e 93 km/h, respetivamente. Por fim, esta medição teve uma duração de 2243 segundos, cerca de 37 minutos, apenas um minuto mais que a anterior.

Resta assim analisar o perfil de velocidades protagonizado pelo veículo híbrido. Uma vez mais e apesar do fluxo de tráfego conseguiu-se um perfil de velocidade semelhante aos anteriores. É visível neste último perfil (Figura 4-8 c)), a semelhança em termos de aumento e diminuição de velocidade. Acontecendo estes nas mesmas circunstâncias, revelando que a condução adotada foi idêntica, respeitando sempre o limite imposto. A velocidade máxima atingida foi de 87 km/h, já a velocidade média foi aproximadamente 56 km/h. A duração da viagem foi 2233 segundos, ou seja, cerca 37 minutos.

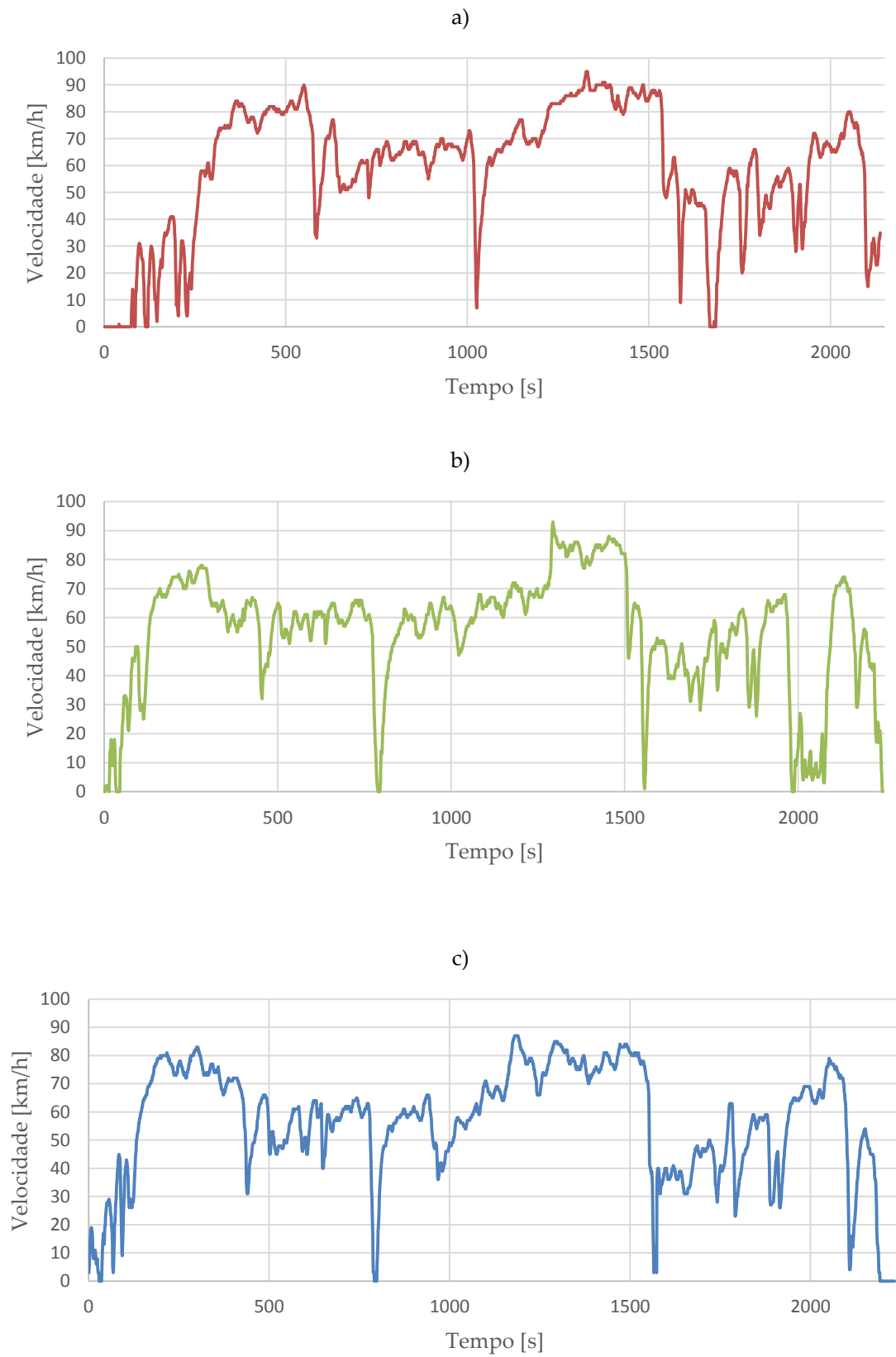


Figura 4-8: Perfil de velocidades relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Destaca-se destas três atividades experimentais a semelhança na velocidade média obtida, oscilando entre 55 e 59 km/h. Em termos de duração apenas o diesel demorou menos um minuto que as restantes. Isto revela ser positivo para futura comparação em termos de consumos energéticos e impacto ambiental.

4.2.2 Perfil de Aceleração

Feita a avaliação ao perfil de velocidade, segue-se a avaliação ao perfil de aceleração para as mesmas medições. Não só será realizada a análise ao perfil de aceleração como também quantificado o número de acelerações bruscas e extremas, e de igual forma para as desacelerações. Os intervalos de contabilização são exatamente os mesmos que foram apresentados no percurso urbano. Mais uma vez os registos positivos dizem respeito a acelerações e negativos desacelerações.

Do perfil de aceleração obtido pelo veículo diesel (Figura 4-9 a)), poderão ser retiradas várias conclusões. As acelerações registadas aconteceram sempre que houve uma alteração no limite de velocidade, um sinal semaforizado passou de vermelho a verde ou quando se deu uma saída de uma rotunda. Para as desacelerações a justificação é basicamente a oposta relativamente às acelerações. Aconteceram sempre que houve uma mudança de sinalização dos semáforos, ou quando se deu entrada numa das rotundas do trajeto. Relativamente a acelerações, ocorreram vinte e três bruscas e nenhuma extrema. Nas desacelerações foram registadas quatro travagens bruscas e nenhuma extrema.

Segue-se o perfil de aceleração medido ao veículo com configuração a gasolina (Figura 4-9 b)). A justificação para as acelerações e desacelerações ocorridas prende-se com a mesma razão apresentada para o perfil anterior. Tanto que ocorrem nas mesmas circunstâncias, apesar de ser em instantes de tempo diferentes, ocorreram para a mesma distância percorrida. Acelerações bruscas ocorreram em dez ocasiões, já desacelerações apenas se assinalou uma ocorrência de desaceleração brusca. Eventos extremos não foram registados.

Finaliza-se com a análise ao perfil protagonizado pelo veículo híbrido (Figura 4-9 c)). Mais uma vez é desnecessário justificar o perfil de acelerações, sendo o mesmo percurso, é evidente que a justificação é a mesma. Claro que pontualmente haverá pequenas diferenças devido a um fator incontroável, o volume de tráfego. Relativamente a acelerações, ocorreram cinco bruscas e uma extrema. Nas desacelerações foi registado seis travagens bruscas e uma extrema.

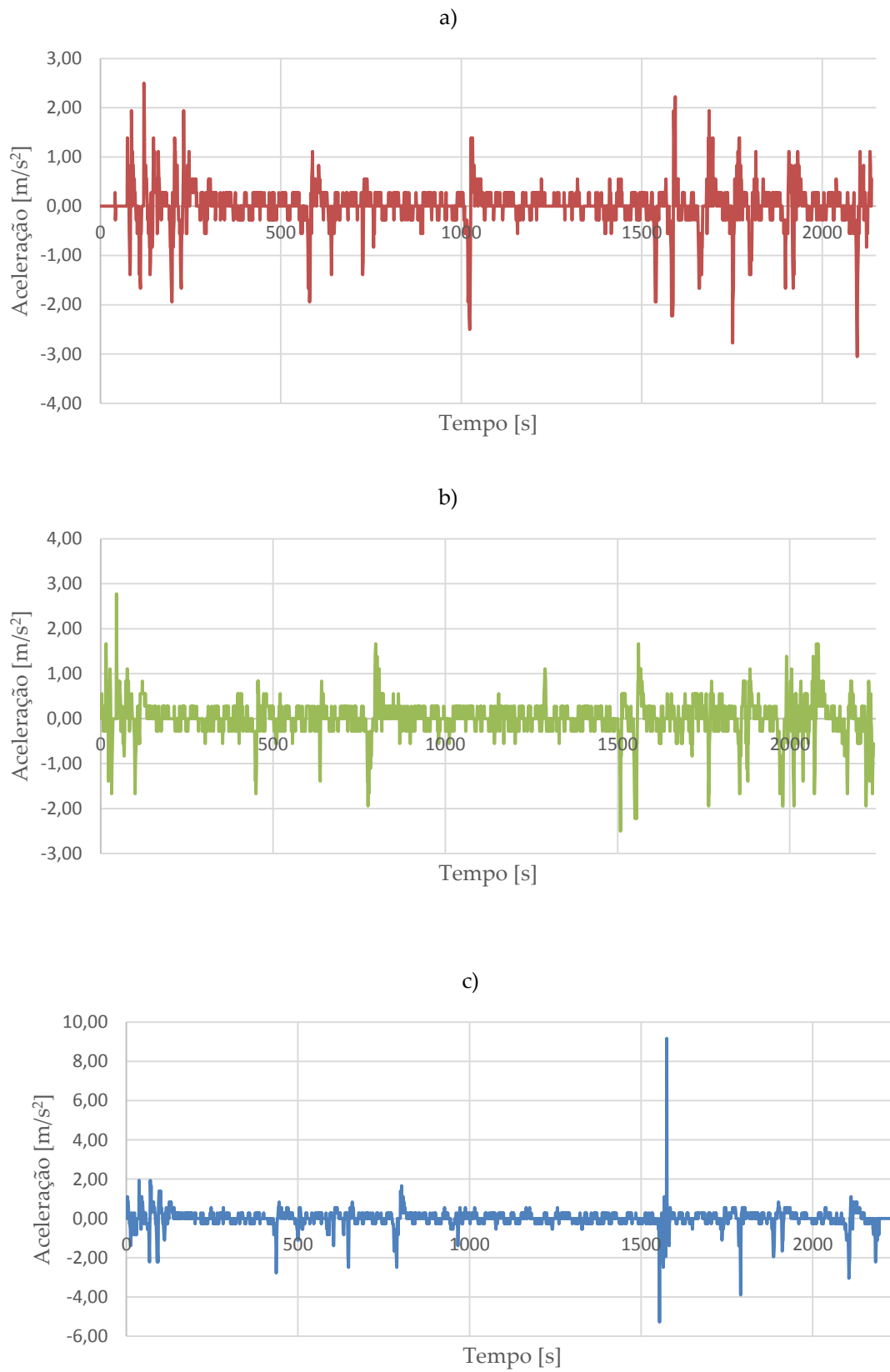


Figura 4-9: Perfil de aceleração relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Conclui-se que o veículo diesel obteve uma gama de acelerações um pouco mais elevada, mas que não retira veracidade à condução adotada, pois estes valores de aceleração brusca, onde o diesel surge em maior número, apenas são registos de segundo a segundo. Numa medição longa como é o caso, não revela ser significativo, pois comparando o perfil graficamente, é perceptível a ocorrência do mesmo padrão para as três viaturas monitorizadas.

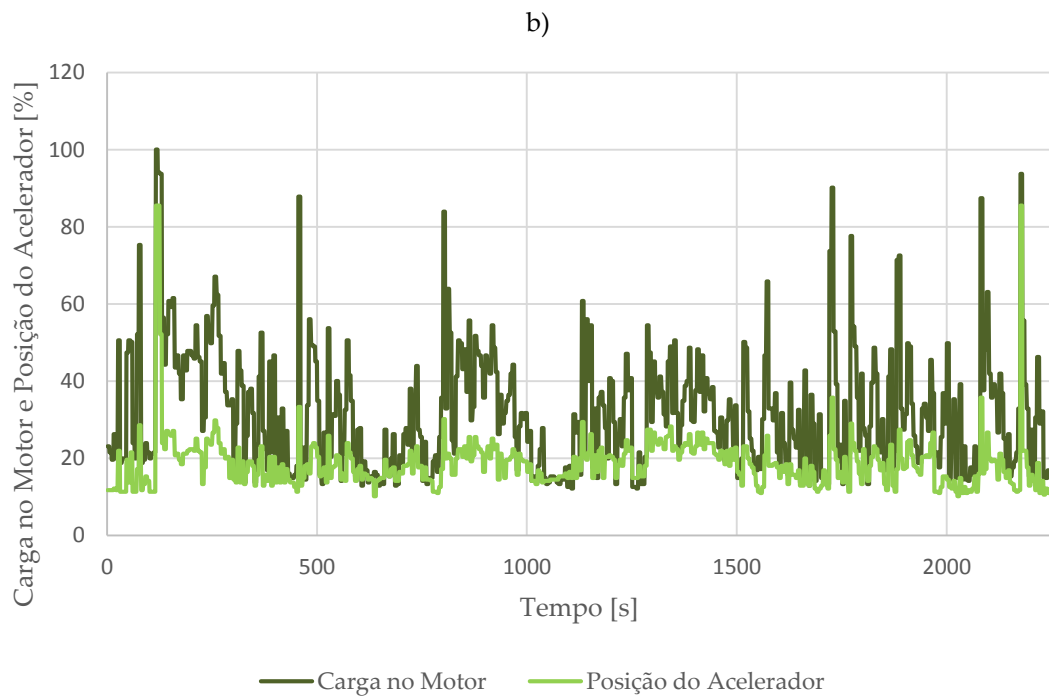
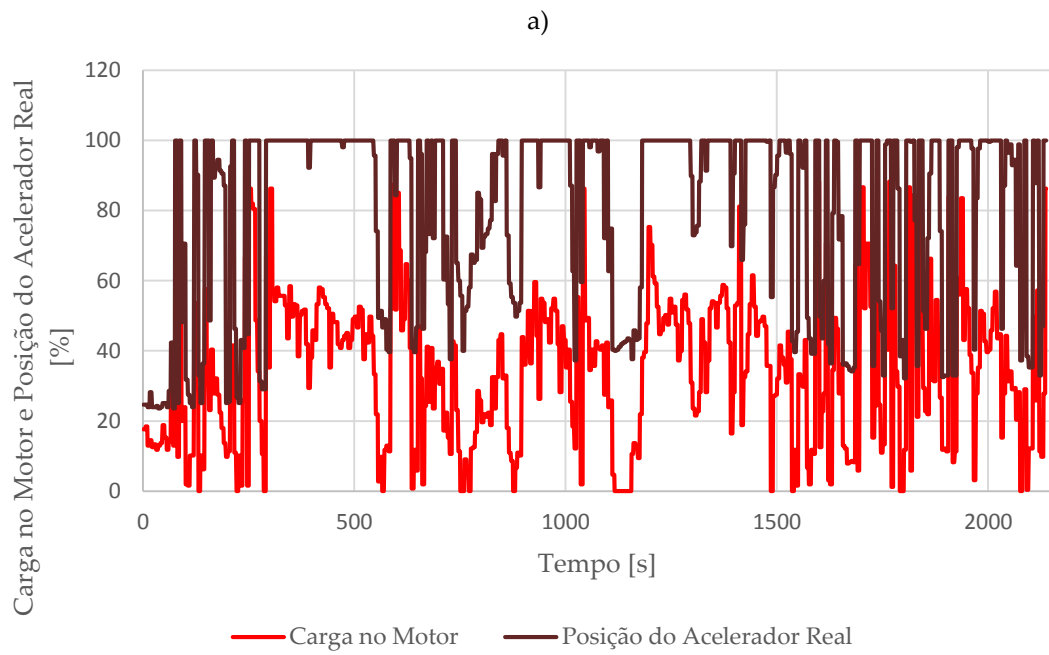
4.2.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador

Apresentados os perfis de velocidade e aceleração resta traduzir estes em termos de exigência ao motor de cada veículo. Mais uma vez será exposto, em simultâneo, os valores obtidos para a carga imposta ao motor bem como a posição do pedal de aceleração. É esperado novamente que ambos fatores respondam de igual forma, ou seja, cada vez que seja imposta pressão no acelerador, o nível de exigência no motor aumente e vice-versa.

Portanto e mantendo o critério, o primeiro veículo a ser analisado será o diesel. Nesta monitorização sucedeu o mesmo que nas medições no percurso urbano. Passando a explicar, os resultados para a carga no motor e posição do acelerador foram opostos. Pelo que foi necessário repetir o acerto relativamente à posição do acelerador, sendo a justificação igual dada no percurso anterior. Assim sendo será exposto apenas o perfil de carga e acelerador real (Figura 4-10 a)). É perfeitamente visível que para este percurso o nível de exigência é elevado. As oscilações são frequentes, o que indica que efetivamente ao longo do percurso várias foram as solicitações requeridas ao motor. Para este perfil a média percentual obtida para a carga no motor e posição do acelerador foram, 34,6 e 79,7%, respetivamente.

Prosseguindo a análise, segue-se o Toyota Yaris a gasolina (Figura 4-10 b)). Neste perfil sucedeu-se o esperado, o nível de exigência aumentou conforme a posição do acelerador, como é natural. De igual forma, em relação ao anterior, é visível de novo o elevado número de exigências, devido à constante modificação de condicionantes, desde mudança de limite de velocidade, rotundas e semáforos, bem como o próprio volume de tráfego. Para este perfil a média contabilizada para a carga no motor foi de 32%, já a posição do acelerador obteve uma média de cerca 19%.

Resta assim avaliar o terceiro e último veículo, o híbrido. Este perfil (Figura 4-10 c)), à semelhança dos anteriores demonstra que também esteve sobre efeito de inúmeras solicitações. Pelo que revela ser normal para as condicionantes presentes neste percurso. De igual forma se registou que sempre que a pressão do acelerador aumentava a carga no motor também. Obtendo valores médios de 52 e 22%, para a média da carga no motor e da posição do acelerador, respetivamente.



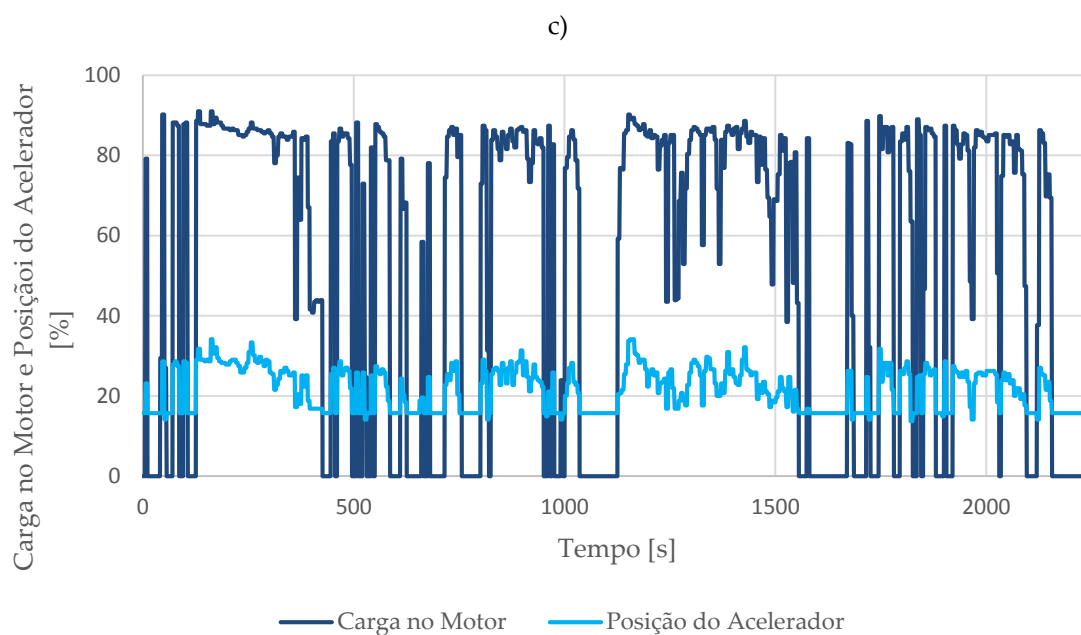


Figura 4-10: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso em estrada nacional do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Para concluir e em termos médios da carga do motor, tanto o diesel como o gasolina revelaram obter um nível de exigência muito parecido, o que é favorável. Já o veículo híbrido obteve, em média, um valor de exigência ligeiramente superior, em cerca de 53% comparativamente ao diesel e gasolina. Isto deve-se ao facto dos elevados níveis de exigência acontecerem, sempre que o motor de combustão interna era solicitado. Seguidamente, será avaliado se esta situação contribuiu negativamente para o veículo híbrido em termos energéticos.

4.2.4 Consumo Energético

Após mais uma avaliação a diversos fatores relativos a um perfil de condução, onde se destaca uma certa semelhança entre monitorizações, segue-se a comparação entre veículos. Com intuito de se perceber qual a melhor solução a nível ambiental e energética. Para tal o essencial da avaliação passa pelas emissões de CO₂ e consumo de combustível e estes resultados encontram-se no Quadro 4-3.

Quadro 4-3: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas para o percurso em estrada nacional.

Veículo	$E_{CO} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{HC} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{CO_2} \left[\frac{g}{km} \right]$	$FC/Comb_{inst} \left[\frac{l}{100 km} \right]$
Diesel	2,19E-2	1,21E-2	158,38	6,05
Gasolina	1,50	4,27E-2	173,16	7,49
Híbrido	2,28E-1	4,62E-3	87,30	3,74

Para este percurso o veículo híbrido voltou a ser o mais eficiente, ou seja, teve o menor valor de litros consumidos a cada cem quilómetros. O híbrido consumiu cerca de

3,7 l/100 km, menos 61,8% que a viatura diesel e 100% inferior ao Yaris a gasolina. Portanto a nível energético a configuração a gasolina revela ser a opção com pior resultado. Analogamente ao consumo de combustível, no que toca a emissões de CO₂ o cenário repete-se, com a viatura a gasolina a desenvolver o pior desempenho ambiental. Neste específico caso o híbrido é o veículo que menos polui, com cerca de 87 g CO₂/km. O diesel polui mais em cerca de 81,4%, já a gasolina polui mais 98,3% relativamente ao híbrido. A percentagem de ocorrência de modos VSP 8 ou superior foi maior para o veículo diesel (este obteve uma percentagem de 16,9%, enquanto o Yaris gasolina contabilizou cerca de 9% - ver Figura 4-11), no entanto a diferença não foi significativa face à percentagem de modos VSP inferiores a 8 (em que a diferença nesse caso penaliza fortemente a gasolina relativamente ao diesel, acontecendo o contrário em modos VSP superiores a 8).

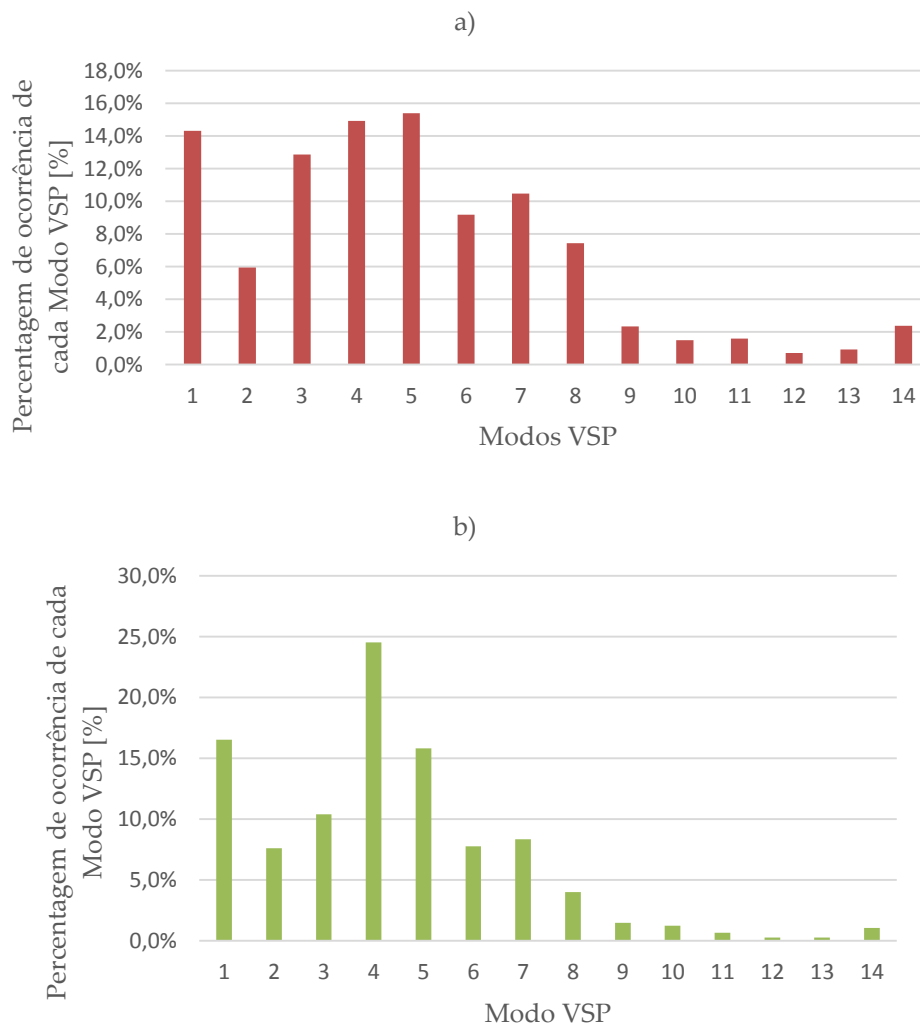


Figura 4-11: Percentagem de ocorrência de modos VSP para o veículo Yaris a) diesel, b) gasolina durante o percurso em estrada nacional.

Concluindo que também para o percurso em estrada nacional o veículo híbrido revela ser a melhor solução, tanto a nível energético como ambiental. Onde o seu motor de combustão interna registou um funcionamento de aproximadamente 58%. Natural-

mente superior ao percurso anterior, tal acontecimento era expectável devido ao grau superior de exigência.

4.3 Percurso Autoestrada

As análises anteriores visaram avaliar, em primeiro lugar, o comportamento dos veículos em percurso tipicamente urbano, com e sem o efeito do volume de tráfego. E em segundo, onde o grau de exigências e solicitações variasse em grande número numa distância consideravelmente maior face ao primeiro trajeto. Para este terceiro e último trajeto, o objetivo centrou-se na avaliação do desempenho do veículo num regime de velocidade elevada (autoestrada), sem a ocorrência de grandes oscilações, analisando o caso para a mesma distância percorrida, para todas as viaturas. Perfazendo um total de 22 quilómetros percorridos com a exclusão da entrada e saída da autoestrada.

Destaca-se uma situação particular ocorrida durante as medições experimentais: as análises que se seguem foram realizadas no percurso de autoestrada no sentido Mealhada-Aveiro, isto porque no sentido contrário (e mais concretamente durante as medições do veículo diesel) ocorreu um acidente ao quilómetro nº 223 da A1. Esta ocorrência levou a um decréscimo acentuado no desenrolar do tráfego, consequência da supressão de uma das vias, devido à viatura sinistrada. Assim tornou esta monitorização inviável de ser utilizada.

4.3.1 Perfil de Velocidade

O perfil de velocidade adotado para as três monitorizações, teve por base os limites de velocidade impostos no percurso, mínimo e máximo de 50 e 120 km/h, respetivamente.

Começar-se-á pela análise ao perfil de velocidade protagonizado pelo veículo Yaris diesel (Figura 4-12 a)). Como foi mencionado, o objetivo prende-se pela estabilidade da velocidade, mas é certo que ocorre algumas oscilações, como foi o caso. A justificação para estas, relaciona-se com o tráfego deparado no percurso. As pequenas variações registadas aconteceram sempre que era necessário abrandar para esperar a ultrapassagem de um veículo e também ser feita a ultrapassagem por parte da viatura monitorizada a um ou mais veículos que circulavam numa velocidade inferior. A viagem teve a duração de 745 segundos, pouco mais de 12 minutos. Relativamente a velocidade média e máxima obtidas foram, 108 e 117 km/h, respetivamente.

O perfil que se segue diz respeito ao veículo com configuração a gasolina (Figura 4-12 b)). Sendo assim, neste perfil a velocidade média foi de aproximadamente 112 km/h. Já a velocidade máxima foi de 123 km/h, ligeiramente superior ao imposto por lei, mas nada significativo. A duração da monitorização foi de 698 segundos, sensivelmente 12 minutos.

Por fim, falta apresentar e analisar o perfil de velocidade para o Yaris híbrido (Figura 4-12 c)). De forma semelhante aos perfis anteriores apresentados, este também não foge à regra no que diz respeito às oscilações. Sendo que para este caso, o número de ocorrências é ligeiramente superior, pois nos casos anteriores registou-se duas oscilações no perfil de velocidade. Neste, estas ocorrem em cinco diferentes ocasiões o que indica que o híbrido tenha estado sobre efeito de uma maior exigência. Quanto a velocidade mé-

dia e máxima registou-se os seguintes valores, 106 e 117 km/h, sobre a ordem apresentada. A duração desta atividade experimental teve a duração de 762 segundos, cerca de 13 minutos.

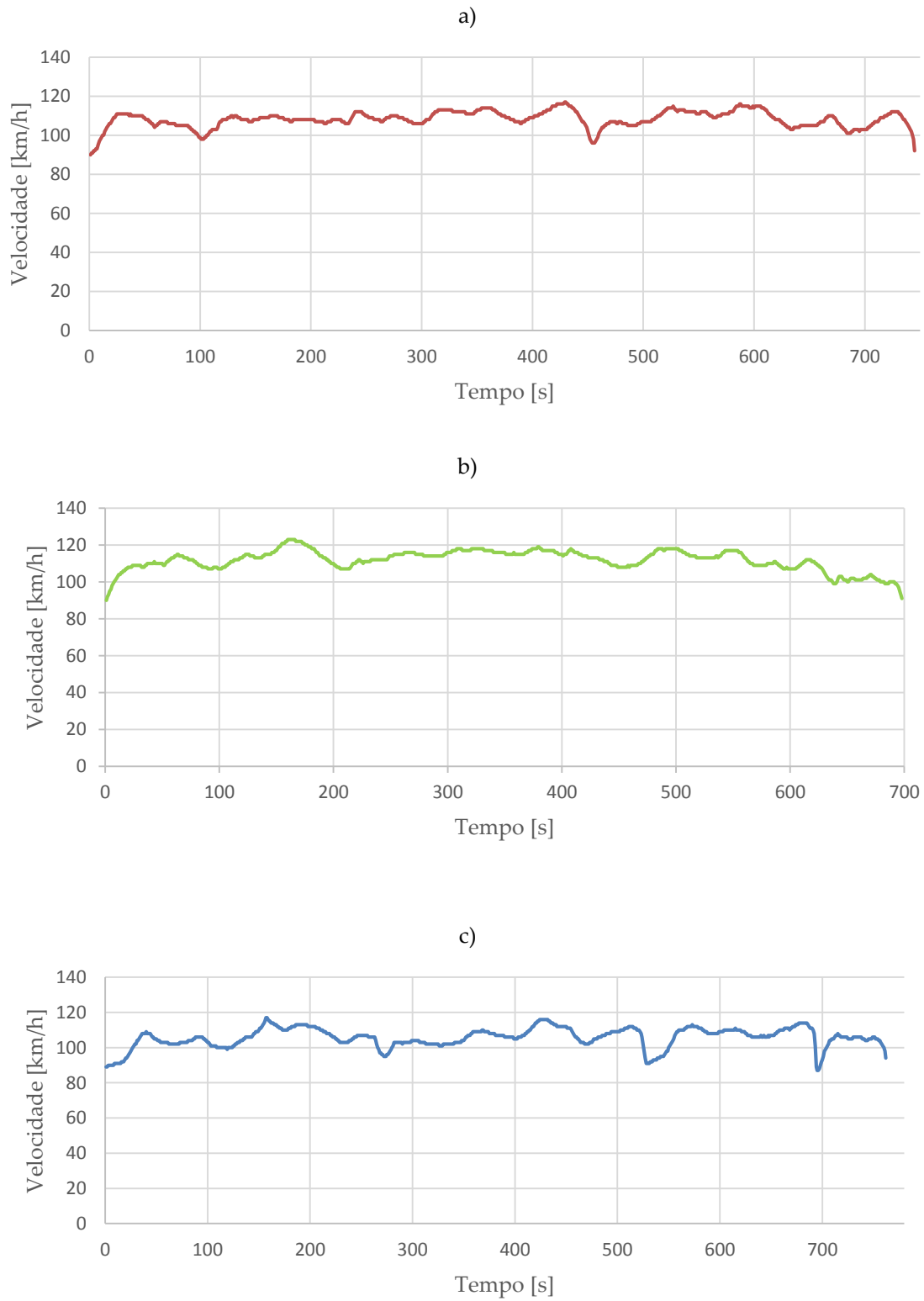


Figura 4-12: Perfil de velocidades relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Feitas as análises, é possível concluir, e apesar de o maior número de oscilações por parte do híbrido, o objetivo foi atingido. Ou seja, o de obter um perfil de velocidade uniforme entre os três veículos. No que toca a velocidade média, a diferença maior registada foi apenas de 6%, entre híbrido e gasolina, o que é positivo.

4.3.2 Perfil de Aceleração

O perfil de aceleração para este percurso tem uma particularidade face aos dois percursos anteriores, que reside no facto da velocidade ser quase constante. Ora isto leva a que a aceleração ao longo das monitorizações seja próximo de zero ou que oscile entre valores próximos de zero. Os valores de aceleração serão apenas relevantes quando se derem oscilações de velocidade, num determinado intervalo de tempo.

O perfil registado pelo veículo diesel vai ao encontro com o que foi mencionado (Figura 4-13 a)). Nesta monitorização o perfil de aceleração manteve-se bastante estável com valores de aceleração bastante baixos, acontecendo o mesmo em relação à desaceleração. Registou-se apenas um valor de desaceleração superior aos restantes, no final da medição, mas mesmo assim não se encontra inserido no intervalo de desacelerações bruscas. Portanto para toda a viagem não houve qualquer aceleração / desaceleração brusca ou extrema, isto é justificado pelo facto de não ter sido levado em linha de conta a entrada e saída da autoestrada.

Prosseguindo-se a análise, surge agora a avaliação ao Toyota Yaris a gasolina. Este perfil (Figura 4-13 b)) tem claras semelhanças relativamente ao perfil anteriormente exposto. Todos os valores obtidos estão inseridos num intervalo compreendido entre -0,55 e 0,55 m/s², o que revela efetivamente a inexistência de acelerações ou desacelerações, bruscas ou extremas.

Por fim, resta abordar o perfil contabilizado para o veículo híbrido (Figura 4-13 c)). Este manteve o padrão dos perfis anteriores, com apenas o registo de duas desacelerações mais significantes, fora dos intervalos dos anteriores. Uma dessas constitui numa desaceleração brusca, acontecendo perto do final da monitorização. Isto aconteceu pelo aparecimento de uma viatura em circulação, numa marcha inferior à viatura monitorizada. Assim sendo houve a necessidade de reduzir a velocidade e aguardar um momento oportuno para ser efetuada a ultrapassagem, a fim de voltar à velocidade cruzeiro.

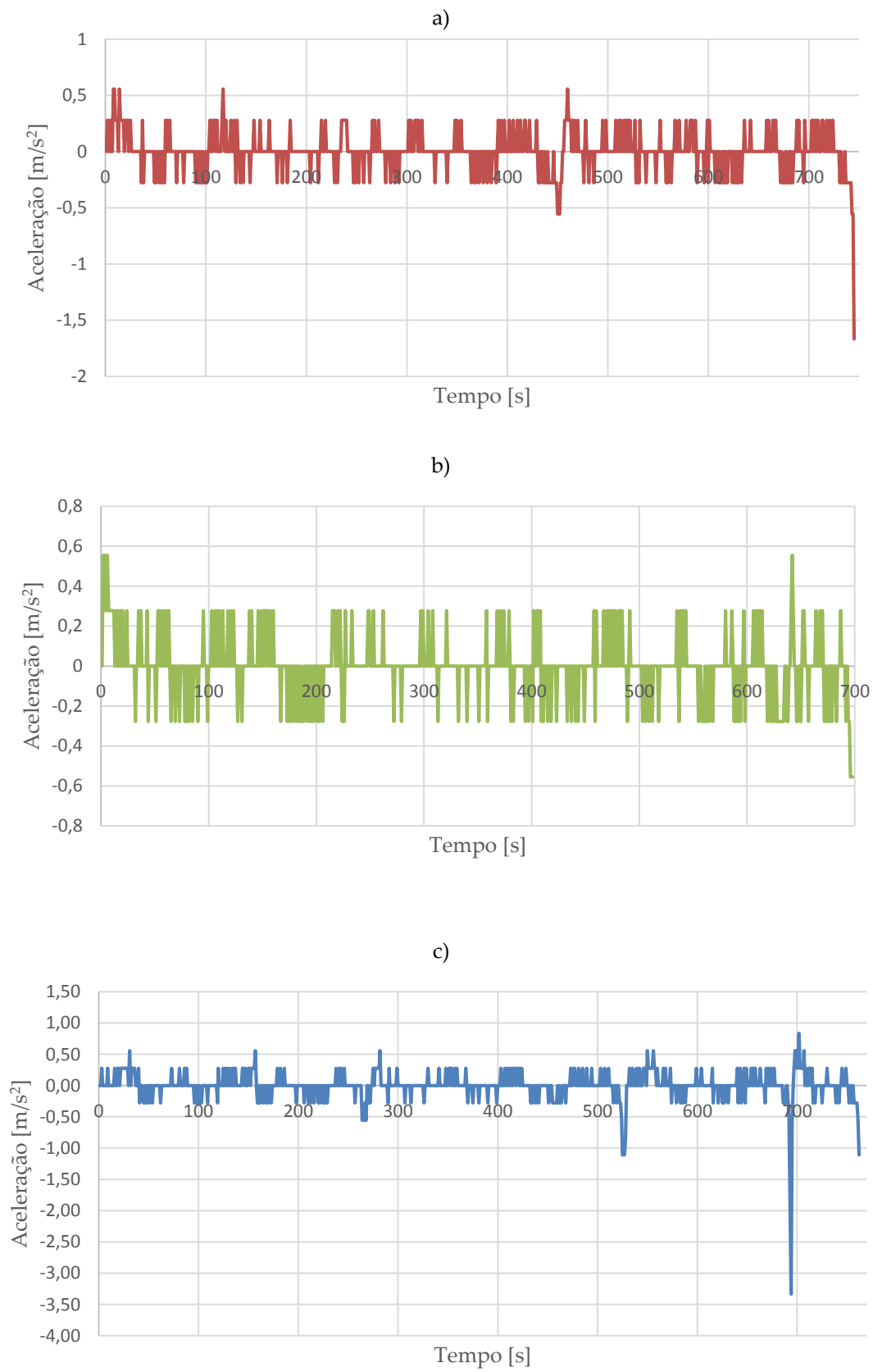


Figura 4-13: Perfil de aceleração relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Ao nível de aceleração os três veículos pautam-se por uma estabilidade com valores reduzidos de segundo a segundo com apenas casos pontuais para o híbrido, situações que serão avaliadas na secção que se segue.

4.3.3 Carga no Motor e Posição do Acelerador

Para concluir a análise às condições de condução adotadas para os três veículos, resta abordar a questão relativa à exigência submetida a cada motorização. Uma vez mais demonstrar-se-á a carga do motor em simultâneo com a posição do pedal acelerador. Neste caso em concreto é esperado um grau de exigência superior aos percursos anteriores, pois estas monitorizações pautam-se por um perfil de velocidade constante elevada.

Posto isto, e mantendo o critério, o primeiro perfil a ser analisado será o Yaris diesel. De igual forma aos percursos anteriores, houve a necessidade de realizar a inversão aos resultados da posição do acelerador. Pelo que se optou novamente por apresentar apenas os dados reais do acelerador (Figura 4-14 a)). O que se constata deste perfil é a permanência da posição do acelerador próximo dos 100%, isto poderá ser por questões de sensibilidade do pedal. O que se quer dizer com isto, é que a variação percentual da posição do acelerador, fornecida pelo sensor do pedal, para o veículo diesel é mais abrangente em termos de intervalo de variação. Neste caso, como esperado, foi registado valores mais elevados de exigência, naturalmente pelo esforço do motor para manter a velocidade instantânea elevada. Em termos médios a posição do acelerador foi de 99%, por seu lado, a carga do motor obteve uma média de 47%.

O perfil que se segue diz respeito ao veículo com configuração a gasolina (Figura 4-14 b)). De igual forma que o anterior, é evidente a carga empregue ao motor através do aumento de pressão no acelerador. Pressão que sofre ligeiras alterações devido às mencionadas diferenças de velocidade. Estas derivadas do fluxo de tráfego encontrado ou até mesmo por determinadas características da via que obriguem a uma alteração de velocidade. As médias da carga do motor e da posição do acelerador foram de 54 e 29%, respetivamente.

Por fim resta o perfil para as exigências submetidas ao veículo híbrido. Para esta monitorização o nível de exigência foi maior (Figura 4-14 c)), seria de esperar devido ao maior número de oscilações de velocidade registadas, face às restantes medições. Portanto a média de carga foi naturalmente superior, com cerca de 85%. Em relação à posição do acelerador a média obtida foi 31%.

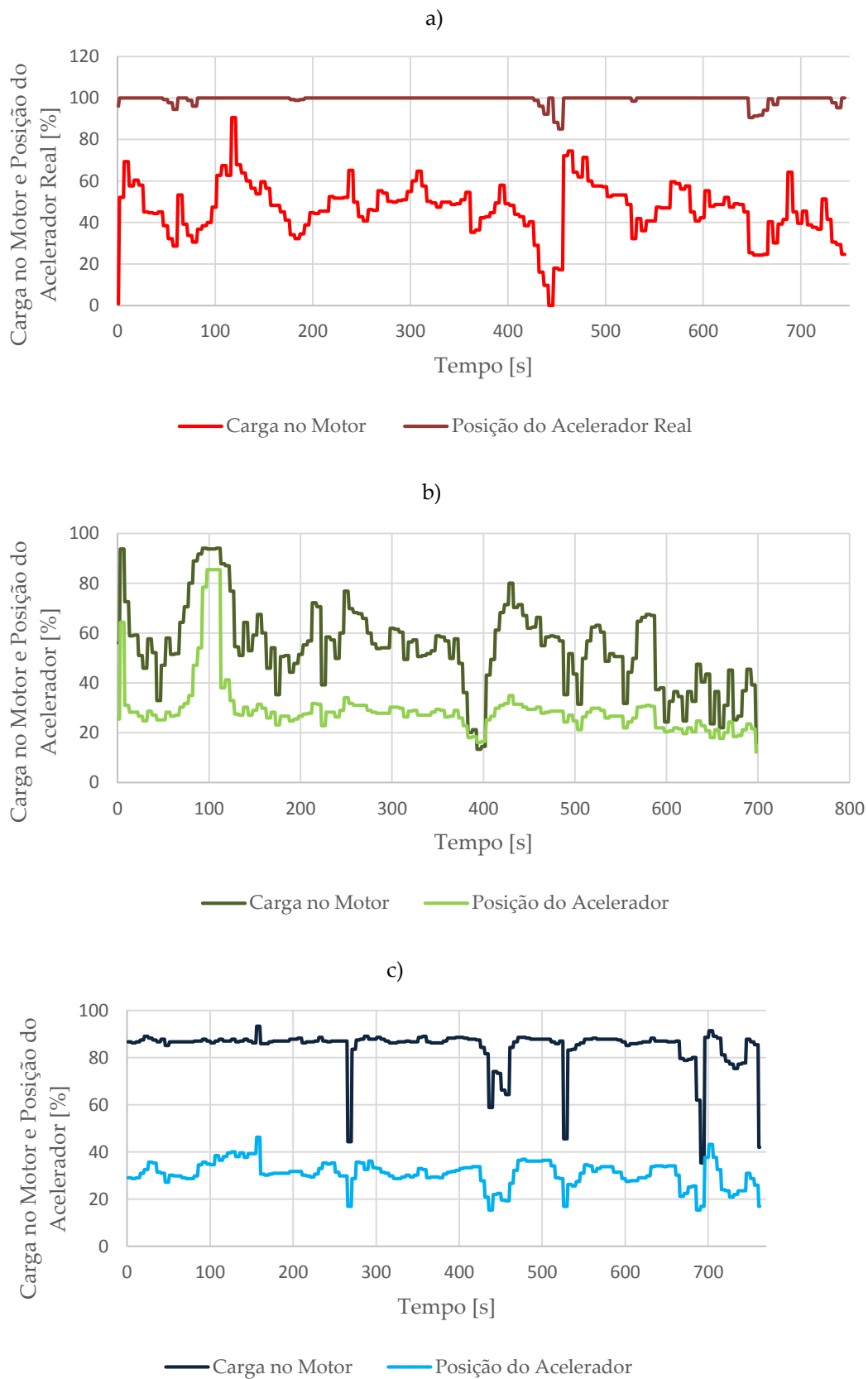


Figura 4-14: Carga no motor e posição do acelerador relativo ao percurso de autoestrada do veículo Yaris: a) diesel; b) gasolina; c) híbrido.

Ora destas análises conclui-se que efetivamente o híbrido teve sujeito a esforços maiores, 85% contra 47 e 54%, diesel e gasolina, respetivamente. O interesse deste acontecimento refletir-se-á no consumo energético, no sentido de perceber se as oscilações prejudicam o desempenho do híbrido face aos restantes veículos.

4.3.4 Consumo Energético

Realizada a exposição do perfil de condução adotado para cada veículo, com auxílio a diferentes fatores, culmina-se com a comparação entre desempenhos, concluindo a partir desta comparação, uma vez mais, qual o veículo mais adequado para o percurso em questão.

Este percurso, como já foi referido, pauta-se por velocidades elevadas logo ocorrem modos VSP elevados. No caso do híbrido entre o modo 12 e 14 foi contabilizado a ocorrência que se deu em cerca de 63%. Organizados os dados e após a concretização de todos os cálculos, são apresentados os resultados para os três veículos (Quadro 4-4).

Quadro 4-4: Valores obtidos e calculados para as monitorizações efetuadas para o percurso de autoestrada.

Veículo	$E_{CO} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{HC} \left[\frac{g}{km} \right]$	$E_{CO_2} \left[\frac{g}{km} \right]$	$FC/Comb_{inst} \left[\frac{l}{100 km} \right]$
Diesel	2,40E-2	1,21E-2	259,83	9,92
Gasolina	17,83	2,21E-1	263,91	12,47
Híbrido	4,71E-1	1,22E-3	136,32	5,84

Relembrando, as comparações que seguem serão baseadas no consumo de combustível e nas emissões de CO₂. Alerta-se para o facto, de pontuais diferentes níveis de exigência no motor, nomeadamente o híbrido. Este que ao contrário dos restantes, foi sujeito a mais diferenças de velocidade, isto devido a possível tráfego circulando a menores velocidades. Mesmo assim, pela terceira vez o híbrido foi capaz de resultar no veículo com melhor desempenho. Em relação a eficiência de combustível, o híbrido com um consumo na ordem dos 5,8 l/100 km, foi inferior em 69,8% e 113,5% relativamente ao diesel e gasolina, respetivamente. No que toca às emissões de CO₂ o híbrido obteve uma clara vantagem sobre os restantes. Com cerca de 136 g CO₂/km foi inferior em 90,6% e 93,6%, comparativamente com o Yaris diesel e gasolina, respetivamente. As emissões de CO₂ foram muito próximas entre os veículos diesel e gasolina. A justificação prende-se com a semelhança de percentagem de ocorrência de modos VSP superiores a 8, cerca de 85% (Figura 4-15).

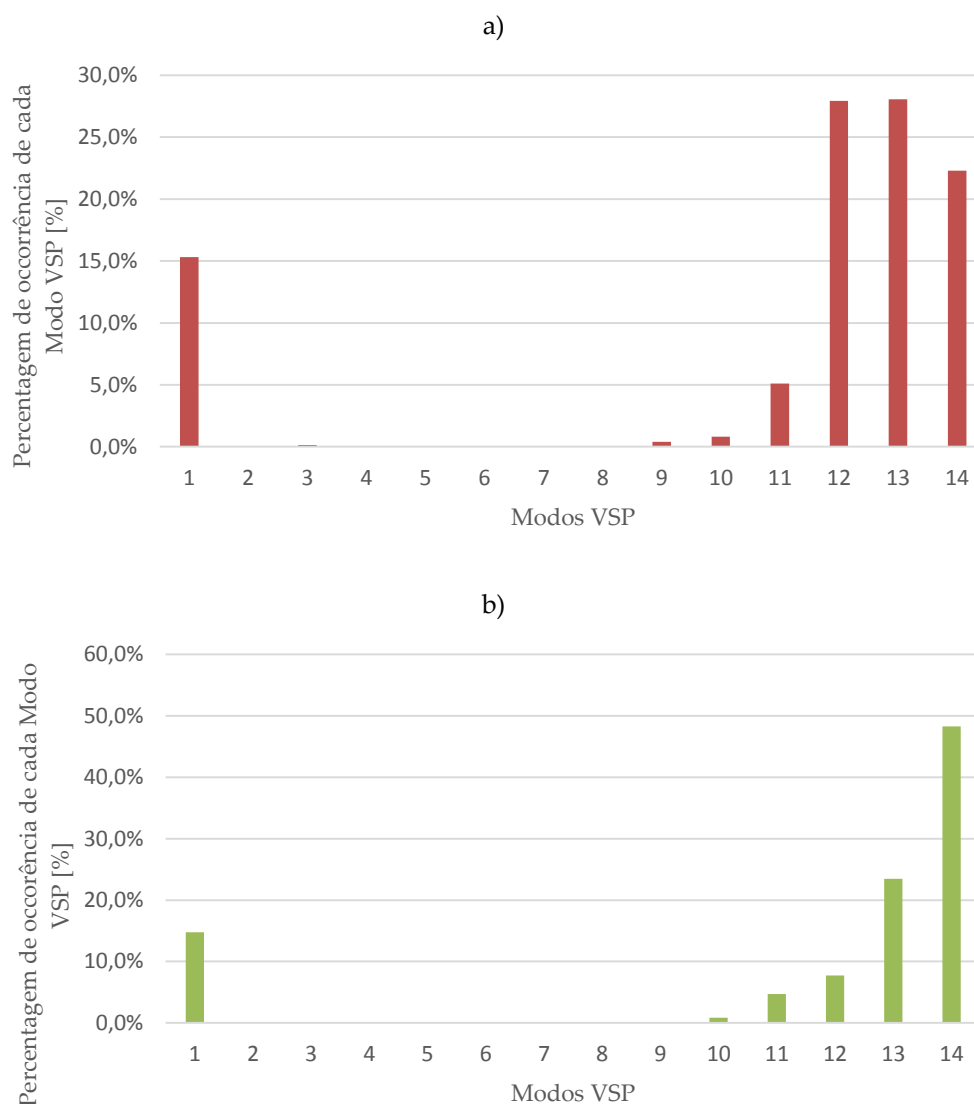


Figura 4-15: Percentagem de ocorrência de modos VSP para o Yaris a) diesel e b) gasolina durante o percurso de autoestrada.

O principal objetivo desta monitorização era efetivamente submeter os veículos sobre um nível de exigência superior, face aos restantes percursos. O que foi conseguido, por exemplo, o veículo híbrido fez uso do seu motor de combustão interna em cerca de 95%, bem superior em relação ao registado nas medições anteriores. Relativamente ao nível energético e ambiental aconteceu o esperado para todos os veículos. Às velocidades elevadas estão associados consumos energéticos igualmente elevados, e isso leva a uma maior quantidade de CO₂ emitido.

Realizadas as monitorizações e subseqüentes avaliações conclui-se que o híbrido demonstrou ser o veículo com melhor desempenho. Isto revela que a tecnologia híbrida que lhe está associada apenas lhe confere vantagens face ao mesmo modelo só com motor diesel ou gasolina.

4.4 Comparação entre Desempenhos Ambientais

Todas as marcas no mundo automóvel têm a necessidade de efetuar testes sempre que produzem um novo modelo. Desses vários testes, um dos mais importantes focaliza-se na questão ambiental. Para tal, os veículos são sujeitos a ciclos de condução com diversas repetições, onde é monitorizado o consumo de combustível e emissões de CO₂.

Antes de verificar se é possível efetuar qualquer tipo de comparação entre a atividade experimental e os dados da marca, é necessário avaliar se estes ciclos de condução se assemelham com os percursos efetuados neste estudo. Os ciclos de condução referidos pelas marcas automóvel são o ciclo urbano e extraurbano. É obrigatório submeter qualquer automóvel atualmente a estes ciclos de teste. A fim de vir expresso nas especificações do veículo os resultados obtidos tanto a nível de consumo como de emissões para ambos ciclos. Para a Europa é realizado o teste de ciclo ECE+EUDC, a designação é inglesa, mas basicamente o primeiro termo também conhecido por UDC (*“Urban Driving Cycle”*) diz respeito ao ciclo urbano e o segundo ao extraurbano (*“Extra Urban Driving Cycle”*) (UNEP, 2014). Naturalmente referiu-se a Europa pois os veículos testados no presente trabalho, foram comercializados para a mesma, pois estes ciclos de teste variam conforme a localização geográfica. Assim sendo, estes ciclos são expressos pela velocidade instantânea por intervalo de tempo, mais concretamente em segundos. De seguida são então apresentados os ciclos referidos (Figura 4-16), provenientes de (UNEP, 2014).

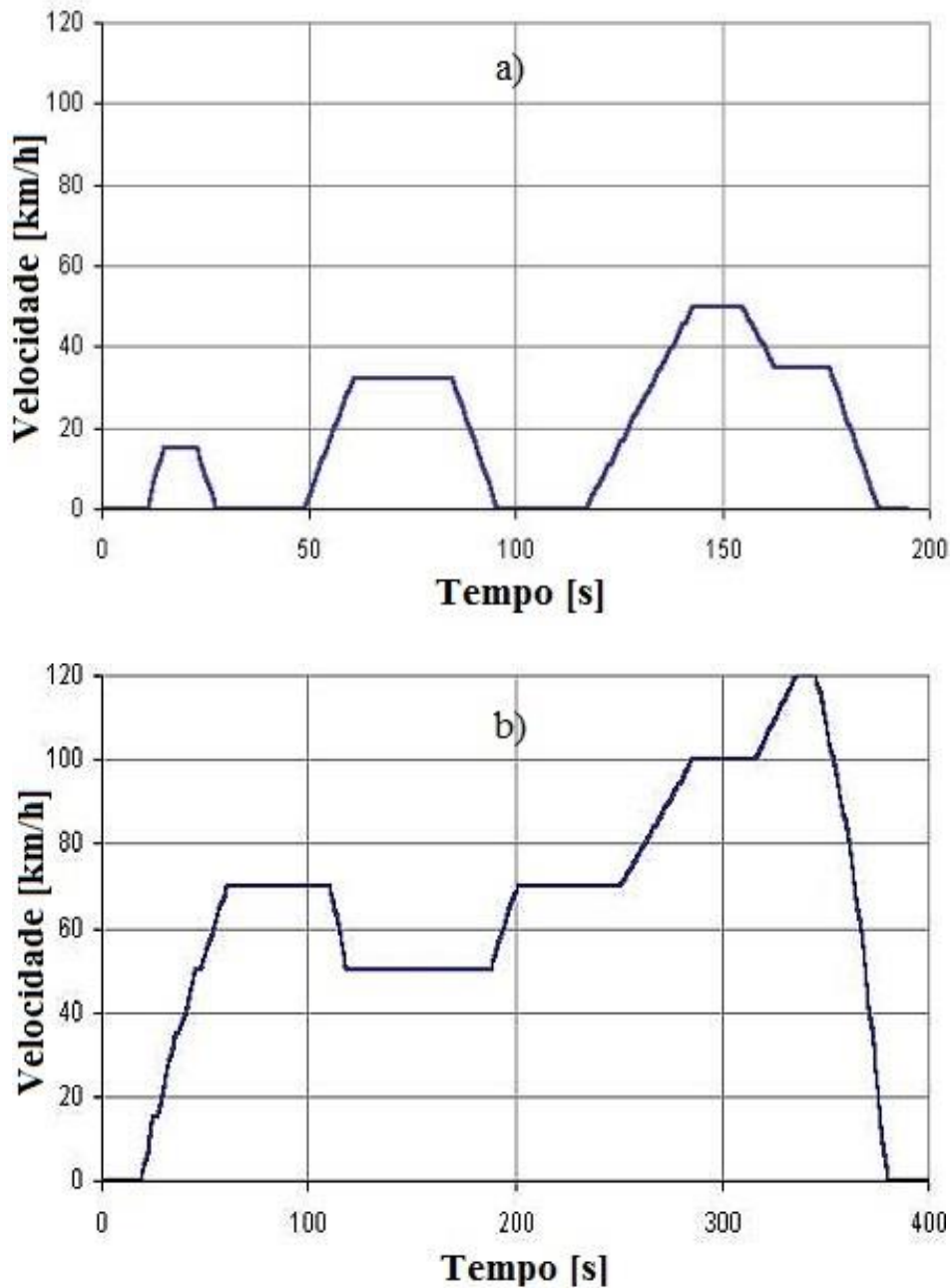


Figura 4-16: Teste de ciclo de condução a) ECE (ciclo urbano) e b) EUDC (ciclo extraurbano) adaptados de (UNEP, 2014).

Relativamente ao teste ECE (Figura 4-16 a)), é possível afirmar que efetivamente existem algumas semelhanças com o percurso urbano com influência de tráfego para os três veículos (Figura 4-2). Principalmente pelo facto de ocorrer, no teste referido, sucessivas acelerações/desacelerações intervaladas com alcance de uma velocidade cruzeiro entre 50 e 60 km/h. Contudo não é aceitável tecer comparações pois este ciclo de condução é bastante específico. Para este caso existem de facto paragens enquanto nas monitorizações referidas essas nunca ocorreram. A outra diferença prende-se pelas velocidades cruzeiro, no teste ECE atinge-se três diferentes velocidades por ciclo, cerca de 18, 36 e 50 km/h intercaladas pela imobilização da viatura durante um intervalo de tempo estipulado. De

igual forma para o teste EUDC (Figura 4-16 b)), não existe nenhum padrão de igualdade relativamente aos percursos monitorizados e expostos anteriormente, pelo que não é viável qualquer tipo de comparação.

Porém serão apresentados os valores da marca em relação ao consumo de combustível e emissões de CO₂ para os mencionados ciclos de condução. Isto para elaborar uma retrospectiva às diferentes monitorizações face às restrições ambientais. A marca Toyota para o modelo Yaris apresenta no seu catálogo os seguintes resultados (Quadro 4-5) - adaptado de Toyota (2013).

Quadro 4-5: Especificações em relação ao desempenho ambiental fornecidos pela marca (Toyota, 2013).

Veículo	Emissões de CO ₂ [g/km]		Consumo de combustível [l/100 km]	
	Ciclo Urbano	Ciclo Extraurbano	Ciclo Urbano	Ciclo Extraurbano
Gasolina (1,0 VVT-i)	131	97	5,7	4,2
Diesel (1,4 D-4D)	120	87	4,6	3,3
Híbrido (1,5 HSD)	71	81	3,1	3,5

Expostos os valores da marca relativos aos ciclos de condução urbano e extraurbano, resta analisá-los sobre o ponto de vista ambiental. Mais concretamente e como referido anteriormente, para o ano de 2015 todos os ligeiros de passageiros deverão emitir em média 130 g CO₂/km e para 2020 este valor deverá decair até 95 g CO₂/km. Ora face a estes valores e analisando o Quadro 4-5 para o ciclo extraurbano, todos os veículos cumpriram com o imposto para 2015. O que já não acontece para 2020 onde o Yaris a gasolina falha por 2 g CO₂/km. O desempenho ambiental protagonizado pelos três veículos sobre o ponto de vista urbano, demonstra que o Yaris a gasolina falha o imposto para 2015, já o diesel cumpre para o mesmo ano mas não para 2020. Resta assim avaliar o híbrido que responde positivamente ao imposto tanto para 2015 como 2020 em relação ao ciclo urbano e análogo ao ciclo extraurbano.

Com o devido reconhecimento da peculiaridade dos percursos monitorizados, que não constituem ciclos de teste de condução, o híbrido com exceção ao percurso de autoestrada revelou valores de emissões positivos para 2020. O que se pretende afirmar com isto é a clara evidência das potencialidades da tecnologia híbrida, que no presente ano revela dados positivos para imposições estipuladas para daqui a 6 anos.

4.5 Comparação entre Abordagens aos Modos VSP Híbridos

Nesta secção será elaborada uma comparação aos resultados entre as abordagens aos modos VSP híbridos, recorde-se da existência de duas possibilidades de análise. Uma prendeu-se pela realização de uma regressão não linear para as emissões dos modos VSP 12 a 14 e a outra possibilidade surgiu após um estudo efetuado pelo Prof. H. C. Frey (da North Carolina State University) para toda a gama VSP híbrida (modo 1 a 14). Segue-se a apresentação ao que foi obtido relativamente às emissões de CO₂, com as respetivas comparações entre as duas vertentes adotadas (Quadro 4-6).

Quadro 4-6: Comparação de emissões de CO₂ provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).

		CO ₂ [g/km]		
		Híbrido regressão	Híbrido sem regressão (dados mais recentes)	Comparação (%)
Percursos	Autoestrada	136,32	136,90	0,43
	Nacional	87,30	87,52	0,25
	Urbano s/ tráfego	81,64	81,80	0,20
	Urbano c/ tráfego	86,87	87,07	0,23

A consequência desta comparação é clara, a semelhança nos resultados entre diferentes aproximações ao problema é notória, a desigualdade não ultrapassou os 0,5%. Conclui-se assim a veracidade da regressão não linear face aos dados mais recentes e completos relativos a emissões de gases poluentes para viaturas híbridas.

A comparação dos fatores de emissão de CO e HC, bem como o consumo de combustível é feita nos Quadros 4-7 a 4-9.

Quadro 4-7: Comparação de emissões de CO provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).

		CO [g/km]		
		Híbrido regressão	Híbrido sem regressão (dados mais recentes)	Comparação (%)
Percursos	Autoestrada	0,47	0,001	-99
	Nacional	0,23	0,02	-89
	Urbano s/ tráfego	0,19	0,03	-86
	Urbano c/ tráfego	0,21	0,03	-88

Quadro 4-8: Comparação de emissões de HC provenientes da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).

		HC [g/km]		
		Híbrido regressão	Híbrido sem regressão (dados mais recentes)	Comparação (%)
Percursos	Autoestrada	0,001	0,05	3645
	Nacional	0,005	0,04	678
	Urbano s/ tráfego	0,004	0,03	681
	Urbano c/ tráfego	0,004	0,03	604

Quadro 4-9: Comparação do consumo de combustível proveniente da regressão e dos valores mais recentes (cedidos pelo Prof. H.C.Frey).

		Comb _{inst} [l/100 km]		
		Híbrido regressão	Híbrido sem regressão (dados mais recentes)	Comparação (%)
Percursos	Autoestrada	5,84	5,84	0
	Nacional	3,74	3,74	0
	Urbano s/ tráfego	3,49	3,49	0
	Urbano c/ tráfego	3,72	3,72	0

Dos três últimos quadros destaca-se a igualdade no consumo de combustível ($Comb_{inst}$) como especulado pois este fator foi obtido independente da aproximação polinomial ou pelos dados fornecidos pelo Professor Frey. Destaca-se ainda a elevada diferença resultante da comparação das emissões dos gases poluentes CO e HC. Esta situação seria de esperar pois as emissões utilizadas provenientes do estudo de Zhai *et al.* (2011) foram obtidas através de um conjunto de dados de dinamómetro muito limitado, mas não

só, os veículos utilizados são diferentes. O veículo utilizado para os dados mais recentes do Professor Frey teve emissões de CO e HC francamente inferiores face ao veículo utilizado no estudo elaborado por Zhai *et al.* (2011). Contudo esta diferença não teve um papel significativo no cálculo das emissões de CO₂, pois é o consumo de combustível que tem o contributo mais preponderante neste cálculo.

Capítulo 5

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo é dado por terminado o presente trabalho, são tecidas as principais conclusões e propõem-se tarefas complementares e futuros trabalhos de desenvolvimento.

5.1 Conclusões

Esta Dissertação de Mestrado teve como principal objetivo monitorizar o desempenho de três veículos com sistemas de propulsão diferentes em percursos de tipologia distinta, nomeadamente em estrada com condições de tráfego real, pois a principal ideia era sujeitá-los a ambientes típicos e usuais no dia-a-dia de um condutor comum. Dividiram-se os testes em três fases, uma avaliação em meio urbano, outra em estrada nacional e por fim em autoestrada, para que fosse sendo gradualmente modificado o tipo de exigência (característica de cada percurso) aos motores dos veículos. Para a avaliação do desempenho contabilizaram-se perfis de velocidade, aceleração, carga no motor e posição do acelerador, e determinaram-se o consumo de combustível e as emissões de CO₂.

Sendo este trabalho de índole experimental, foram vários os desafios encontrados. Em primeiro lugar, as medições experimentais foram efetuadas em ambientes reais; nestas condições existem diversos fatores que não estão ao alcance de serem previstos ou controlados. Destes fatores destacam-se as condições meteorológicas (em que as falhas na sua previsão condicionaram, por vezes, a marcação dos testes experimentais e o empréstimo dos veículos), pois não faria qualquer sentido monitorizar os veículos em condições diferentes. Outro fator que poderia condicionar os resultados seria uma variação acentuada nos volumes de tráfego, o que não chegou a acontecer. Assim, estes fatores foram contornados e a viabilidade dos resultados e comparações foram asseguradas de forma positiva.

Fora as condições de condução, outras limitações ocorreram, essencialmente ao nível do sistema de monitorização de dados (sistema CarChip™). Destaca-se logo à primeira vista e quando se deu início ao reconhecimento do seu funcionamento, que a falta de informação era uma realidade, pelo que foi necessário trabalho de investigação para perceber ao certo o seu funcionamento. Pequenas coisas como a alteração do método de monitorização de dados para veículos híbridos revelaram ser ao início uma contradição. Outra questão em relação a este sistema centra-se na compatibilidade na comunicação com os veículos. Sendo este um sistema direcionado para o mercado dos Estados Unidos da América e Canadá a possibilidade de incompatibilidade para veículos Europeus é uma

possibilidade, o que de facto ocorreu para os veículos diesel e gasolina utilizados. Concretamente para o diesel houve incompatibilidade na obtenção de resultados ao nível do sensor de oxigénio, enquanto para o veículo a gasolina a inconciliabilidade ocorreu para a obtenção de dados da massa de ar injetada no motor. Contudo, o maior defeito que se aponta a este sistema é a impossibilidade de retirar diretamente o consumo de combustível para uma determinada monitorização, pelo que foi necessário calculá-lo de forma indireta. Apesar disto, e após o conhecimento do funcionamento do CarChip™, torna-se num sistema flexível para monitorização de veículos.

A metodologia VSP permitiu correlacionar a dinâmica dos veículos com as emissões de poluentes. No entanto, é importante frisar que a principal relevância é dada às variações relativas entre veículos e entre percursos do que aos valores absolutos de emissões.

Ultrapassados estes desafios, foi possível efetuar as medições e consequentes comparações entre veículos para os três diferentes percursos. No percurso urbano as análises efetuadas tiveram duas vertentes, com e sem influência de tráfego. Portanto, a avaliação sem ocorrência de tráfego levou a que efetivamente não existisse alterações significativas quer de velocidade cruzeiro, quer de aceleração à saída da rotunda até novamente à velocidade cruzeiro, apenas o decréscimo referente à circulação na rotunda. Neste caso o híbrido foi o que desenvolveu o melhor desempenho no consumo de combustível, inferior em cerca de 37% ao veículo seguinte com melhor desempenho (o diesel). Em relação ao ambiente, foi também o veículo com melhores resultados, cerca de 54% menos emissões de CO₂ que o diesel. Quando se procedeu a medições dos veículos com ocorrência de tráfego, o híbrido voltou a ser o veículo com melhor resposta energético-ambiental, com percentagens inferiores semelhantes ao caso anterior e em relação ao diesel mais uma vez. Em ambos os casos a viatura com configuração a gasolina revelou resultados francamente mais negativos: obteve uma diferença de cerca de 115% ao nível de emissões de CO₂ e consumo de combustível comparativamente ao veículo híbrido.

Para o percurso em estrada nacional, no que diz respeito a velocidade média, os três veículos oscilaram entre 55 e 59 km/h, o que representa uma diferença máxima de 7%. Avaliando assim o consumo energético e as emissões, o resultado é perentório, o híbrido tem de novo vantagem, seguido pelo diesel com a agravante em cerca de 62% relativamente ao consumo de combustível. No que toca a emissões de CO₂ o cenário repete-se com o diesel a surgir como segunda melhor solução, poluindo mais cerca de 81% face ao híbrido. O Yaris a gasolina para este percurso surge como pior solução com emissões de CO₂ e consumo de combustível superior em cerca de 99% face ao híbrido.

Resta assim o perfil de condução pautado pelas velocidades altas e constantes, ou seja, o percurso de autoestrada. O veículo híbrido realizou o melhor desempenho energético-ambiental: ao nível de consumo foi inferior em 70% em relação ao veículo diesel, que voltou a ser a segunda melhor solução. Para as emissões de CO₂, o veículo diesel produziu mais cerca de 91% comparativamente ao híbrido. Uma vez mais o veículo a gasolina foi a pior solução, com emissão de CO₂ e consumo combustível superior em 94% e 114%, respetivamente quando comparado com o Yaris híbrido.

O veículo híbrido foi em todos os casos a melhor configuração, face às diferentes exigências a que foi sujeito. Os três percursos demonstraram que a tecnologia híbrida responde de formas diferentes conforme as solicitações. Conforme a velocidade de circulação

umenta, mais o motor de combustão interna é solicitado. Nos percursos efetuados verificou-se que este motor funcionou em cerca de 35%, 58% e 95%, consoante se circulava em percurso urbano, em estrada nacional ou na autoestrada, respetivamente.

A diferença entre as motorizações a diesel e gasolina, onde o veículo diesel possui maior cilindrada e potência (cerca de 40% e 30% comparativamente ao Yaris a gasolina) poderia levá-lo a gastos energéticos superiores. Contudo apesar da superioridade destes aspetos do veículo diesel, para os três percursos analisados, este conseguiu emitir menos CO₂ e consumir menos combustível que a versão a gasolina. Este acontecimento justifica-se pelo rendimento térmico superior do diesel face à gasolina, os motores diesel obtêm rendimentos na ordem dos 50% face aos 25-30% protagonizados pelos motores a gasolina.

Comparativamente aos dados da marca Toyota, com auxílio à lei imposta para a realização de ciclos de teste, identificou-se a impossibilidade de comparar resultados tanto para o ciclo urbano como extraurbano. Isto devido à especificidade dos ciclos de teste, que têm um perfil de velocidade definido que não se assemelha com os percursos efetuados neste estudo. Por exemplo, comparando o percurso urbano ao ciclo de teste urbano, este inclui a imobilização da viatura, coisa que não aconteceu no corredor de rotundas. Relativamente ao ciclo extraurbano poderia eventualmente ter ligação com o percurso em estrada nacional, mas ficou evidenciada a maior exigência que as viaturas foram sujeitas neste percurso, face ao ciclo EUDC.

Referente à problemática ambiental, onde estão estipuladas restrições em termos de emissões de CO₂ para 2015 e 2020, o veículo híbrido já se encontra preparado com tecnologia para fazer face à imposição de ambos os anos. É imposto o valor de 95 g CO₂/km para 2020, e o veículo híbrido monitorizado emitiu cerca de 81 e 87 g CO₂/km para o percurso urbano com e sem influência de tráfego. Para estes mesmos percursos o diesel cumpre apenas quando não houve influência de tráfego, o requisito de 2015 é de 130 g CO₂/km face a cerca de 127 g CO₂/km, resultante das monitorizações/cálculos efetuados. O veículo a gasolina monitorizado não se encontra ainda preparado para responder positivamente ao imposto para 2015, tendo por base as monitorizações. Para os outros dois percursos e apesar das suas características peculiares, em que inclusive os seus perfis de velocidade não se inserem nos testes de ciclos de condução normalizados, apenas o híbrido tem resultados positivos. No percurso em estrada nacional emitiu cerca de 87 g CO₂/km, ou seja, abaixo do limite imposto para 2020. Para a autoestrada onde o consumo é naturalmente mais elevado, apenas por 5% que o híbrido não obtia um valor igual ou inferior ao imposto para 2015.

Relativamente aos ciclos de condução impostos às marcas de automóveis apenas o híbrido (tanto no ciclo urbano e extraurbano) está preparado para fazer face às imposições para 2015 e 2020, novamente acerca das emissões de CO₂, isto segundo o exposto no catálogo de especificações do modelo em questão (Toyota Yaris). A viatura diesel no que toca a ciclo urbano responde positivamente apenas para 2015, já para o ciclo extraurbano obteve um valor de emissão de CO₂ inferior ao restringido para 2020. Por fim a viatura com motorização exclusiva a gasolina apenas obteve um valor satisfatório que respeita o imposto para 2015, nomeadamente no ciclo extraurbano (97 g CO₂/km face a 130 g CO₂/km).

Este trabalho comprova, assim, toda a potencialidade da tecnologia híbrida para o presente e futuro do setor dos transportes, uma vez que está efetivamente preparada para responder às imposições da Comissão Europeia para 2015 e 2020.

5.2 Trabalho Futuro

Em relação a trabalho futuro, várias são as propostas, que por diversas razões não puderam ser efetuadas e que dariam complementaridade ao presente estudo:

- A realização de um maior número de monitorizações para os percursos efetuados em estrada nacional e em autoestrada. Com isto seria possível obter um perfil de condução mais padronizado, a fim de reduzir percentualmente pequenas diferenças registadas ao nível de velocidade, aceleração, carga no motor e posição do acelerador;
- A concretização de medições em situações variadas ao nível do perfil de condução, do declive da via, das condições meteorológicas (para quantificar o efeito do piso molhado no comportamento e desempenho dos veículos), entre outros fatores;
- A avaliação de um veículo 100% elétrico seria uma comparação interessante de ser realizada, não só ao nível do seu desempenho, como ao nível dos consumos e emissões globais (uma vez que este veículo apresenta zero emissões de exaustão locais).

Referências Bibliográficas

ADRIANO, Santiangeli; CHIARA, Fiori; FABRIZIO, Zuccari; ALESSANDRO, Dell’Era; FABIO, Orecchini; ANNALISA, D’Orazio - Experimental Analysis of the Auxiliaries Consumption in the Energy Balance of a Pre-series Plug-in Hybrid-electric Vehicle. **Energy Procedia**. ISSN 18766102. 45:2014) 779–788. doi: 10.1016/j.egypro.2014.01.083.

ANL - **Well-to-Wheels Energy Use and Greenhouse Gas Emissions Analysis of Plug-in Hybrid Electric Vehicles** [Em linha]. Argonne National Laboratory. Illinois : [s.n.] [Consult. 11 jun. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/559.pdf>>.

BP - **Review by energy type: Primary energy | About BP | BP Global** [Em linha], atual. 2013. [Consult. 16 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/primary-energy.html>>.

CEPA - **On-Board Diagnostic II (OBD II) Systems - Fact Sheet/FAQs** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 26 may. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdfaq.htm>>.

COELHO, Margarida C.; ZHAI, Haibo; FREY, H. Christopher; ROUPHAIL, N.M.; PELKMANS, L. - Assessing methods for comparing emissions from gasoline and diesel light-duty vehicles based on microscale measurements. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. ISSN 13619209. 14:2 (2009) 91-99. doi: 10.1016/j.trd.2008.11.005

COELHO, Margarida C.; LUZIA, Marco B. - Evaluating the energy performance of a SUV hybrid electric vehicle. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. ISSN 13619209. 15:8 (2010) 443–450. doi: 10.1016/j.trd.2010.04.003.

DAVIS INSTRUMENTS - **how can carchip help you?** [Em linha], atual. 2003. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.carchipdriveright-online.com/cc_docs/CarChip_Catalog.pdf>.

DEVICES INC., PLX - **Vehicle OBD II Compatibility** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://plxdevices.com/obd/>.

DGEG, 2014 – **Caraterização Energética Nacional 2012** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 17 jul. 2014]. Direcção Geral de Energia e Geologia. Disponível em WWW:<URL:http://www.dgeg.pt>.

DIESELNET - **Fuel Regulations, European Union Reference Diesel Fuel** [Em linha], atual. 2012. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:https://www.dieselnet.com/standards/eu/fuel_reference.php>.

EC, 2009 - **Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles - LexU** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 17 apr. 2014]. European Commission. Disponível em WWW:<URL:http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:EN:PDF>.

EC, 2009a - **Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC - LexUriServ.do** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 17 apr. 2014]. European Commission. Disponível em WWW:<URL:http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en:PDF>.

EC, 2011 - **A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050** [Em linha], atual. 2011. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5db26ecc-ba4e-4de2-ae08-dba649109d18.0002.03/DOC_2&format=PDF>.

EC, 2011a - **Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system** [Em linha], atual. 2011. [Consult. 17 apr. 2014]. European Commission. Disponível em WWW:<URL:http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF>.

EC, 2011b - **Impact Assessment, Accompanying document to the White Paper "Roadmap to a Single European Transport Area Towards a competitive and resource efficient transport system"** [Em linha], atual. 2011. [Consult. 17 apr. 2014]. European Commission. Disponível em WWW:<URL:http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white_paper_2011_ia_full_en.pdf>.

EC, 2013 - **EU energy in figures**. ISBN 9789279301940. European Commission.

EC, 2013a - **EU transport in figures**. ISBN 9789279288609. European Commission.

EEA, 2007 - **Group 7: Road transport** [Em linha], atual. 2007. [Consult. 14 may. 2014]. European Environment Agency. Disponível em WWW:<URL:<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5/page016.html>>.

EEA, 2013 - **A closer look at urban transport - TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe**. ISBN 9789292134136. European Environment Agency.

EEA, 2013a - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. 12 (2013). European Environment Agency.

ENGINEERINGTOOLBOX, The - **Liquids - Densities** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.engineeringtoolbox.com/liquids-densities-d_743.html>.

GOOGLEMAPS, 2014 - **Percorso do corredor de rotundas, Mealhada** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.google.pt/maps/dir/40.3879064,-8.4506253/40.3691608,-8.4538503/@40.3780191,-8.4539011,15z/data=!4m4!4m3!1m0!1m0!3e0>>.

GOOGLEMAPS, 2014a - **Percorso em estrada nacional Aveiro-Mealhada** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.google.pt/maps/dir/Glicínias,+Rua+Mário+Sacramento,+3810-075+Aveiro/Mealhada/@40.5324585,-8.8246939,10z/data=!4m15!4m14!1m5!1m1!1s0xd23a2a488c5625b:0x1447d257b7f374eb!2m2!1d-8.644892!2d40.627575!1m5!1m1!1s0xd2300e23602e647:0xe2dcace183381f4d!2m2!1d-8.4534853!2d40.3784627!3e0!5i1>>.

GOOGLEMAPS, 2014b - **Percorso autoestrada Aveiro-Mealhada** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.google.pt/maps/dir/40.5705424,-8.5628065/40.373867,-8.489846/@40.5036039,-8.5275472,11z/data=!4m9!4m8!1m5!3m4!1m2!1d-8.5622992!2d40.5706344!3s0xd23a15a9f01d8cd:0xf2b5b9972ce2d514!1m0!3e0>>.

HE, Yiming; RIOS, Jackeline; CHOWDHURY, Mashrur; PISU, Pierluigi; BHAVSAR, Parth - Forward power-train energy management modeling for assessing benefits of integrating predictive traffic data into plug-in-hybrid electric vehicles. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. ISSN 13619209. 17:3 (2012) 201–207. doi: 10.1016/j.trd.2011.11.001.

HOWSTUFFWORKS - **How Automotive Warning Lights Work** [Em linha], atual. 2013. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://auto.howstuffworks.com/under-the-hood/vehicle-maintenance/automotive-warning-lights.htm>>.

HOWSTUFFWORKS - **How Hybrid Cars Work** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://auto.howstuffworks.com/hybrid-car.htm>.

ICCT - European Vehicle Market Statistics Pocketbook 2013. International Council on Clean Transportation. 2013.

JANSRI, Anurak; SOORAKSA, Pitikhate - Enhanced model and fuzzy strategy of air to fuel ratio control for spark ignition engines. **Computers & Mathematics with Applications**. . ISSN 08981221. 64:5 (2012) 922–933. doi: 10.1016/j.camwa.2012.01.055.

JIMÉNEZ-PALACIOS, JL - **Understanding and quantifying motor vehicle emissions with vehicle specific power and TILDAS remote sensing** [Em linha]. [S.l.] : Massachusetts Institute of Technology, 1998. 54–56 f. [Consult. 14 may. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/44505/43303941.pdf?sequence=1>.

LUZIA, MJSB - **Monitorização do desempenho energético de um veículo híbrido Lexus** [Em linha]. [S.l.] : Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Universidade de Aveiro, 2009 [Consult. 14 may. 2014]. Disponível em WWW:<URL:https://ria.ua.pt/handle/10773/2499>.

NCSU – **Methodology for developing modal emission rates for EPA’s multi-scale motor vehicle & equipment emission system** [Em linha]. Raleigh, Carolina do Norte : [s.n.] [Consult. 14 may. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.epa.gov/otaq/models/ngm/r02027.pdf>.

NEUBAUER, Jeremy; BROOKER, Aaron; WOOD, Eric - Sensitivity of plug-in hybrid electric vehicle economics to drive patterns, electric range, energy management, and charge strategies. **Journal of Power Sources**. . ISSN 03787753. 236:2013) 357–364. doi: 10.1016/j.jpowsour.2012.07.055.

OBDTESTER - **OBD-II Protocols** [Em linha], atual. 2007. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.obdtester.com/obd2_protocols>.

OLIVER, D. John - **Implementing the J1850 Protocol** [Em linha], atual. 1997. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.systemconnection.com/downloads/PDFs/OBD-IIJ1850Whitepaper.pdf>.

RAYKIN, Leon; ROORDA, Matthew J.; MACLEAN, Heather L. - Impacts of driving patterns on tank-to-wheel energy use of plug-in hybrid electric vehicles. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. . ISSN 13619209. 17:3 (2012) 243–250. doi: 10.1016/j.trd.2011.12.002.

REGULATIONS, California Code - **K-line Communication Description** [Em linha], atual. 2000. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.obdclearinghouse.com%2Findex.php%3Fbody%3Dget_file%26id%3D1343&ei=qDIQU77ROMHY7AbW6YDgDQ&usg=AFQjCNG9OjSB_M2PwG1X2pTvX-hgvb4DQQ&bvm=bv.64764171,d.bGQ>.

TAYMAZ, Imdat; BENLI, Merthan - Emissions and fuel economy for a hybrid vehicle. **Fuel**. ISSN 00162361. 115 (2014) 812–817. doi: 10.1016/j.fuel.2013.04.045.

TECNOLOGY, NAPA Institute Of Automotive - **Introduction to OBD II** [Em linha], atual. 1998. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.lbcc.edu/atcc/documents/OBD2.pdf>.

THE PHYSICS CLASSROOM - **Acceleration** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.physicsclassroom.com/class/1DKin/Lesson-1/Acceleration>.

TOYOTA - **Toyota Yaris Catálogo Online 2013** [Em linha], atual. 2013. [Consult. 18 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.toyota.pt/cars/new_cars/yaris/ebrochure.tmex.brochure>.

TOYOTA MOTOR SALES - **Oxygen/Air Fuel Sensors** [Em linha], atual. 2001. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em WWW:<URL:http://www.autoshop101.com/forms/h37.pdf>.

TRB - **Technologies and Approaches to Reducing the Fuel Consumption of Medium- and Heavy-Duty Vehicles** [Em linha], Committee to assess fuel economy technologies for medium- and heavy-duty vehicles, Transportation Research Board, National Research Council, atual. 2010. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.kerstech.com/pdfs/nas2010.pdf>.

UNEP - **International Test Cycles for Emissions and Fuel Economy - European Test Cycles** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 25 may. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.unep.org/transport/gfei/autotool/approaches/information/test_cycles.asp#European>.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS - **How Hybrid Cars and Trucks Work** [Em linha], atual. 2013. [Consult. 17 apr. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/smart-transportation-solutions/advanced-vehicle-technologies/hybrid-cars/how-hybrids-work.html>.

XRT - **Vehicles and the Emissions They Produce - The Combustion Process** [Em linha], atual. 2004. [Consult. 14 may. 2014]. Disponível em

WWW:<URL:http://www.extraordinaryroadtrip.org/research-library/air-pollution/vehicle-emissions/combustion.asp>.

ZHAI, Haibo; FREY, H. Christopher; ROUPHAIL, N.M. - Development of a modal emissions model for a hybrid electric vehicle. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. ISSN 13619209. 16:6 (2011) 444–450. doi: 10.1016/j.trd.2011.05.001.

ZHANG, Li; BROWN, Tim; SAMUELSEN, G. Scott - Fuel reduction and electricity consumption impact of different charging scenarios for plug-in hybrid electric vehicles. **Journal of Power Sources**. ISSN 03787753. 196:15 (2011) 6559–6566. doi: 10.1016/j.jpowsour.2011.03.003.

Anexos

Anexo I - Análise detalhada aos sistemas híbridos

Sistema Híbrido em Série

O sistema híbrido em série (Figura A - 1) tem como principal característica o facto de que apenas o motor elétrico está incumbido de fornecer energia cinética às rodas. Assim sendo, este veículo contém um motor de combustão interna, dois motores elétricos, um conversor de energia, e essencialmente uma bateria de alta voltagem (HowStuffWorks, 2014).

O motor de combustão interna está exclusivamente responsável por fornecer energia ao gerador elétrico. A vantagem que se destaca é que o motor opera sempre no mesmo ritmo, sem qualquer oscilação, no sentido em que não necessita de acelerar ou desacelerar com a variação da carga. Como consequência o motor atua na zona de maior eficiência, estando otimizado para reduzir o consumo de combustível. O motor de combustão interna exerce o seu contributo na forma de um extensor de autonomia. Portanto, quando a bateria do veículo atinge um determinado nível de carga, o motor automaticamente atua para que este permaneça em movimento e, com isto, o veículo poderá circular por muitos mais quilómetros.

Um dos motores elétricos funciona na verdade como um gerador elétrico, recebendo energia proveniente do motor convencional. Este tem o papel de transmitir esta energia para o motor elétrico responsável pelo movimento do veículo. Além de que também alimenta a bateria, com um truque à mistura, o gerador mantém o nível de carga sempre entre os 50 e 70% devido à chamada “carga de sustentação”. Isto acontece porque a energia consumida a partir da bateria tem de ser reposta, seja pelo motor de combustão interna ou pela travagem regenerativa. Assim sendo, para preservar o tempo de vida da bateria, o estado de carga opera normalmente numa pequena margem de sensivelmente 15% (TRB, 2010).

Existe ainda, como já referido, um segundo motor elétrico que é responsável por transmitir a energia que lhe é transferida para as rodas. Ao contrário dos motores convencionais, os motores elétricos são mais eficientes devido à disponibilidade de binário máximo e constante desde o arranque. Permitindo assim, um adequado desempenho para uma mais ampla gama de velocidades. Relativamente à transmissão mecânica, ao contrário do que acontece usualmente, no sistema em série esta é completamente descartada, estando o motor elétrico ligado exclusivamente por uma engrenagem simples de apenas uma velocidade ao eixo das rodas. A eliminação da transmissão mecânica permite, se aplicado a autocarros, ficarem mais próximos do solo, o que proporciona um melhor acesso a cadeiras de rodas.

Contudo, há uma contradição neste tipo de configuração, devido a que apenas um motor elétrico esteja conectado às rodas, leva à existência de um sistema mais pesado. Isto acontece porque como o motor de combustão interna em conjunto com o gerador estão responsáveis por fornecer energia à bateria, implica que se tenha um sistema de armazenamento complexo para suportar toda essa mesma energia (TRB, 2010).

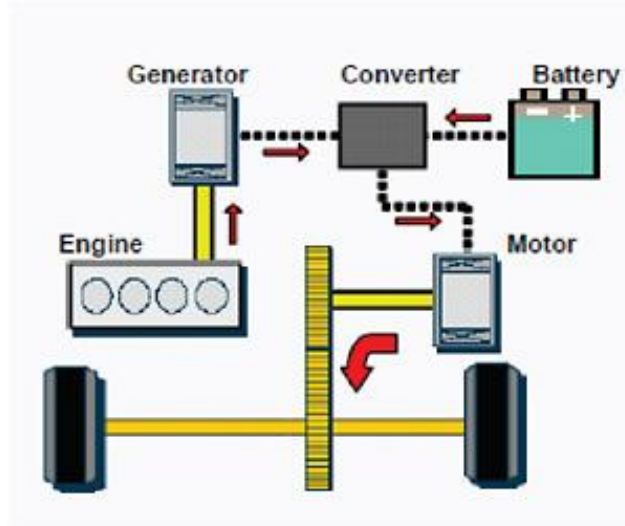


Figura A - 1: Sistema Híbrido em Série (TRB, 2010).

Sistema Híbrido em Paralelo

O sistema híbrido em paralelo (Figura A - 2) tem, ao contrário do híbrido em série, ligações mecânicas tanto do motor de combustão interna como do motor elétrico ao veio das rodas.

Nesta configuração não há a necessidade de existir um gerador elétrico, esse papel é efetuado pelo motor elétrico. Este tem a dupla funcionalidade de contribuir para o movimento do veículo, essencialmente no arranque e todo o tipo de acelerações, como também para carregar a bateria.

À diferença do híbrido em série, este sistema utiliza uma bateria menor, contribuindo assim para um menor peso. Desse modo a travagem regenerativa está responsável maioritariamente por carregar a bateria, excetuando aquando maiores exigências. Em maiores exigências, a travagem dá-se de forma mais abrupta impossibilitando a regeneração de energia.

Quando o veículo está perante velocidades elevadas é o motor de combustão interna o responsável por transferir potência às rodas. Fornece igualmente energia ao motor elétrico, que por sua vez terá o papel de gerador e carregar a bateria. Esta situação assemelha-se ao papel do alternador nos motores convencionais (Union of Concerned Scientists, 2013).

Para este caso, é evitado o problema da perda de energia inerente à conversão de energia mecânica em eletricidade, precisamente pelo motor convencional estar ligado diretamente às rodas. Este facto leva a que o veículo híbrido equipado com sistema em paralelo tenha desempenhos eficientes em ambiente extraurbano, por exemplo, autoestradas. Porém isto faz com que em ambiente urbano, onde as paragens são frequentes devido ao tráfego, o motor de combustão interna funcione em regimes de ineficiência energética. É

característico acontecer esta situação devido a diferentes solicitações de exigência no motor, apesar do apoio do motor elétrico (Union of Concerned Scientists, 2013).

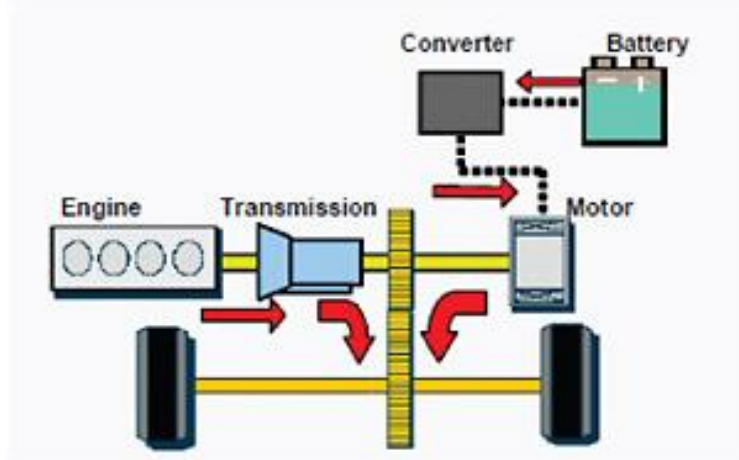


Figura A - 2: Sistema Híbrido em Paralelo (TRB, 2010).

Sistema Híbrido em Série-Paralelo

O terceiro sistema (Figura A - 3), e mais utilizado usualmente, é o híbrido em série-paralelo, que basicamente associa as vantagens dos dois sistemas anteriores. Esta combinação é possível devido à incorporação de uma engrenagem planetária entre o motor de combustão interna e a transmissão que está interligada ao eixo das rodas. Graças a esta engrenagem, fica criado um sistema extremamente eficiente (Union of Concerned Scientists, 2013).

O funcionamento deste sistema, no que diz respeito a colocar o veículo em movimento, é feito de diferentes maneiras. É possível o motor convencional a par com o motor elétrico fornecerem em simultâneo binário às rodas (híbrido em paralelo), como também, devido ao sistema planetário, é permitido o desacoplamento entre motor de combustão e motor elétrico, ficando apenas este encarregue de movimentar o veículo (híbrido em série). Nesta situação, o motor convencional fica encarregue de transmitir a sua energia a um gerador elétrico, que por sua vez, fornece a energia elétrica convertida à bateria ou ao motor elétrico (TRB, 2010).

Em desacelerações ou em travagens, o motor elétrico atua como um gerador, transformando a energia cinética das rodas, que seria perdida na forma de calor, em eletricidade, carregando a bateria, a chamada travagem regenerativa (Union of Concerned Scientists, 2013).

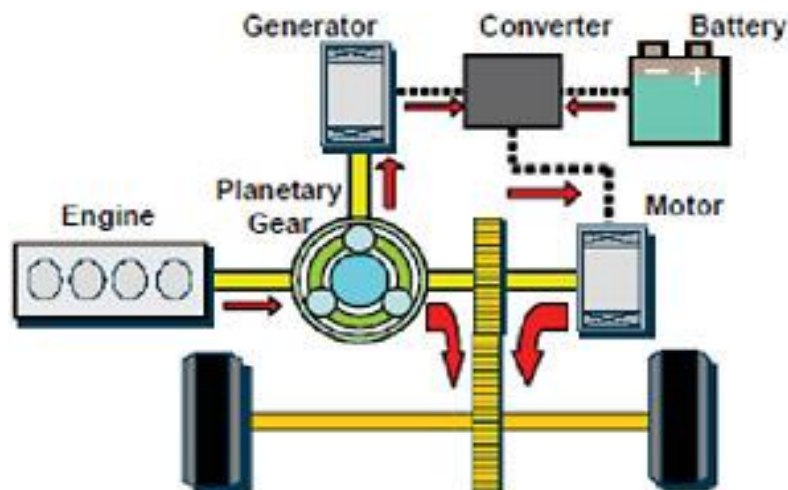


Figura A - 3: Sistema Híbrido em Série-Paralelo (TRB, 2010).

Sistema Híbrido *Plug-in*

Mais recentemente surgiu uma vertente dos veículos híbridos, os chamados híbridos *plug-in*. Estes diferem dos híbridos convencionais no sentido em que as suas baterias podem ser carregadas diretamente da rede elétrica. Estes veículos possuem maior autonomia em modo elétrico que os híbridos convencionais exatamente por causa das baterias de elevada capacidade.

Estes veículos podem diferir na capacidade da sua bateria, traduzido pela capacidade de percorrer diferentes distâncias, autónomos do motor de combustão. Normalmente são designados por *PHEV* seguido do valor dessa distância em modo plenamente elétrico. Isto está de facto idealizado para o uso em distâncias curtas, ou seja, o perfil mais recorrente, contribuindo assim com valores nulos de emissões de exaustão locais em zonas urbanas (TRB, 2010).

Esta tecnologia oferece duas vantagens importantes que se integram nas preocupações ambientais da atualidade, ou seja, a redução de importação de petróleo como também a redução de gases de efeito estufa. Relativamente a veículos convencionais, os híbridos *plug-in* reduzem o consumo de combustível em cerca 40% a 60% (ANL, 2009). Em termos de gases de efeito estufa a redução é possível face aos veículos convencionais, esta que depende de como é produzida a eletricidade. A redução é mais significativa se a produção partir de centrais nucleares ou hidroelétricas comparativamente a centrais que recorrem à combustão do carvão para a produção de eletricidade. As duas primeiras alternativas inserem-se no “grupo” de fontes energéticas limpas (ANL, 2009).

Contudo estes veículos têm algumas desvantagens que ainda são uma preocupação para os seus fabricantes. Destaca-se a questão do ciclo de vida das baterias de alta-voltagem, bem como o próprio preço do veículo. O cálculo para a previsão do ciclo de vida das baterias depende de inúmeros fatores, como a sensibilidade a alterações climáticas, estratégias de carregamento e hábitos de condução. Isto dificulta bastante o referido cálculo impossibilitando obter um valor em concreto para o ciclo de vida (Neubauer *et al.*, 2013). O custo de um *plug-in* face a um veículo convencional pode ser superior em 22,6% e 94,4%, com a benesse de que o valor atual para dispor de eletricidade é inferior aos atuais

preços dos combustíveis fósseis convencionais (gasolina e diesel), isto referenciado por Neubauer *et al.* (2013).

Anexo II - Resultados obtidos provenientes do CarChip™

4 rotundas mealhada_AveiroMealhada_PercursoAnadia_MealhadaAveiro

Page 1 of 1

View / Trip Log / Trip 39 / Report

Driver Mark
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 20/03/2014 15:29
End Time 20/03/2014 15:32
Duration 00:03:03
Idle 00:00:06
0 to 56 kph 00:02:31
57 to 97 kph 00:00:25
98 to 113 kph 00:00:00
Over 114 kph 00:00:00

Distance 2.2 km
Average Speed 42 kph
Maximum Speed 64 kph

Hard Brakes 0 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 3 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 4: Relatório do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris diesel.

View / Trip Log / Trip 39 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	33	0,02	72,94	0,00
2	00:00:01	37	0,02	72,94	0,00
3	00:00:02	40	0,02	72,94	0,00
4	00:00:03	43	0,02	72,94	0,00
5	00:00:04	44	0,02	72,94	0,00
6	00:00:05	46	0,02	77,65	0,00
7	00:00:06	49	0,02	77,65	0,00
8	00:00:07	51	0,02	77,65	0,00
9	00:00:08	54	0,02	77,65	0,00
10	00:00:09	56	0,02	77,65	0,00
11	00:00:10	58	0,02	48,24	0,00
12	00:00:11	59	0,02	48,24	0,00
13	00:00:12	61	0,02	48,24	0,00
14	00:00:13	62	0,02	48,24	0,00
15	00:00:14	62	0,02	48,24	0,00
16	00:00:15	60	0,02	0,00	64,31
17	00:00:16	59	0,02	0,00	64,31
18	00:00:17	59	0,02	0,00	64,31
19	00:00:18	60	0,02	0,00	64,31
20	00:00:19	61	0,02	0,00	64,31
21	00:00:20	62	0,02	40,39	0,00
22	00:00:21	63	0,02	40,39	0,00
23	00:00:22	63	0,02	40,39	0,00
24	00:00:23	64	0,02	40,39	0,00
25	00:00:24	64	0,02	40,39	0,00
26	00:00:25	64	0,02	26,27	22,75
27	00:00:26	64	0,02	26,27	22,75
28	00:00:27	64	0,02	26,27	22,75
29	00:00:28	64	0,02	26,27	22,75
30	00:00:29	63	0,02	26,27	22,75
31	00:00:30	62	0,01	0,00	63,92
32	00:00:31	60	0,01	0,00	63,92
33	00:00:32	58	0,01	0,00	63,92
34	00:00:33	54	0,01	0,00	63,92
35	00:00:34	51	0,01	0,00	63,92
36	00:00:35	47	0,01	0,00	64,71
37	00:00:37	42	0,01	0,00	64,71
38	00:00:38	36	0,01	0,00	64,71
39	00:00:39	30	0,01	0,00	64,71
40	00:00:40	28	0,01	0,00	64,71
41	00:00:41	29	0,01	28,63	48,63
42	00:00:42	29	0,01	28,63	48,63
43	00:00:43	29	0,01	28,63	48,63
44	00:00:44	30	0,01	28,63	48,63
45	00:00:45	32	0,01	28,63	48,63
46	00:00:46	35	0,02	65,88	0,00
47	00:00:47	38	0,02	65,88	0,00
48	00:00:48	39	0,02	65,88	0,00
49	00:00:49	39	0,02	65,88	0,00
50	00:00:50	41	0,02	65,88	0,00
51	00:00:51	43	0,02	80,39	0,00
52	00:00:52	47	0,02	80,39	0,00
53	00:00:53	49	0,02	80,39	0,00
54	00:00:54	52	0,02	80,39	0,00
55	00:00:55	54	0,02	80,39	0,00
56	00:00:56	55	0,02	25,10	31,76
57	00:00:57	54	0,02	25,10	31,76
58	00:00:58	53	0,02	25,10	31,76
59	00:00:59	51	0,02	25,10	31,76
60	00:01:00	49	0,02	25,10	31,76
61	00:01:01	47	0,01	0,00	70,98
62	00:01:02	45	0,01	0,00	70,98
63	00:01:03	43	0,01	0,00	70,98
64	00:01:04	41	0,01	0,00	70,98
65	00:01:05	39	0,01	0,00	70,98
66	00:01:06	35	0,01	0,00	71,37
67	00:01:07	31	0,01	0,00	71,37
68	00:01:08	26	0,01	0,00	71,37
69	00:01:09	26	0,01	0,00	71,37
70	00:01:10	26	0,01	0,00	71,37
71	00:01:11	27	0,01	29,02	59,61
72	00:01:12	28	0,01	29,02	59,61

Figura A - 5: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 1/3).

View / Trip Log / Trip 39 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:12	28	0.01	29,02	59,61
73	00:01:14	27	0.01	29,02	59,61
74	00:01:15	28	0.01	29,02	59,61
75	00:01:16	30	0.01	29,02	59,61
76	00:01:17	33	0.02	60,39	0,00
77	00:01:18	36	0.02	60,39	0,00
78	00:01:19	40	0.02	60,39	0,00
79	00:01:20	43	0.02	60,39	0,00
80	00:01:21	44	0.02	60,39	0,00
81	00:01:22	44	0.01	35,29	0,00
82	00:01:23	45	0.01	35,29	0,00
83	00:01:24	46	0.01	35,29	0,00
84	00:01:25	47	0.01	35,29	0,00
85	00:01:26	48	0.01	35,29	0,00
86	00:01:27	49	0.01	25,88	49,41
87	00:01:28	49	0.01	25,88	49,41
88	00:01:29	48	0.01	25,88	49,41
89	00:01:30	46	0.01	25,88	49,41
90	00:01:31	42	0.01	25,88	49,41
91	00:01:32	35	0.01	0,00	72,16
92	00:01:33	28	0.01	0,00	72,16
93	00:01:34	22	0.01	0,00	72,16
94	00:01:35	22	0.01	0,00	72,16
95	00:01:36	25	0.01	0,00	72,16
96	00:01:37	28	0.01	45,49	0,00
97	00:01:38	29	0.01	45,49	0,00
98	00:01:39	31	0.01	45,49	0,00
99	00:01:40	33	0.01	45,49	0,00
100	00:01:41	35	0.01	45,49	0,00
101	00:01:42	37	0.02	54,12	0,00
102	00:01:43	40	0.02	54,12	0,00
103	00:01:44	43	0.02	54,12	0,00
104	00:01:45	45	0.02	54,12	0,00
105	00:01:46	45	0.02	54,12	0,00
106	00:01:47	46	0.01	56,08	0,00
107	00:01:48	48	0.01	56,08	0,00
108	00:01:50	48	0.01	56,08	0,00
109	00:01:51	50	0.01	56,08	0,00
110	00:01:52	52	0.01	56,08	0,00
111	00:01:53	54	0.02	53,33	0,00
112	00:01:54	56	0.02	53,33	0,00
113	00:01:55	57	0.02	53,33	0,00
114	00:01:56	57	0.02	53,33	0,00
115	00:01:57	56	0.02	53,33	0,00
116	00:01:58	55	0.01	6,67	68,24
117	00:01:59	54	0.01	6,67	68,24
118	00:02:00	52	0.01	6,67	68,24
119	00:02:01	49	0.01	6,67	68,24
120	00:02:02	44	0.01	6,67	68,24
121	00:02:03	41	0.01	0,00	74,51
122	00:02:04	35	0.01	0,00	74,51
123	00:02:05	30	0.01	0,00	74,51
124	00:02:06	28	0.01	0,00	74,51
125	00:02:07	28	0.01	0,00	74,51
126	00:02:08	29	0.01	38,04	12,94
127	00:02:09	30	0.01	38,04	12,94
128	00:02:10	31	0.01	38,04	12,94
129	00:02:11	33	0.01	38,04	12,94
130	00:02:12	34	0.01	38,04	12,94
131	00:02:13	37	0.02	52,16	0,00
132	00:02:14	39	0.02	52,16	0,00
133	00:02:15	42	0.02	52,16	0,00
134	00:02:16	44	0.02	52,16	0,00
135	00:02:17	44	0.02	52,16	0,00
136	00:02:18	44	0.02	82,35	0,00
137	00:02:19	46	0.02	82,35	0,00
138	00:02:20	49	0.02	82,35	0,00
139	00:02:21	52	0.02	82,35	0,00
140	00:02:22	53	0.02	82,35	0,00
141	00:02:23	53	0.01	32,94	1,96
142	00:02:24	53	0.01	32,94	1,96
143	00:02:25	53	0.01	32,94	1,96

Figura A - 6: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 2/3).

View / Trip Log / Trip 39 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:25	53	0,01	32,94	1,96
144	00:02:27	53	0,01	32,94	1,96
145	00:02:28	52	0,01	32,94	1,96
146	00:02:29	53	0,01	42,75	0,00
147	00:02:30	53	0,01	42,75	0,00
148	00:02:31	53	0,01	42,75	0,00
149	00:02:32	51	0,01	42,75	0,00
150	00:02:33	50	0,01	42,75	0,00
151	00:02:34	50	0,01	32,94	4,31
152	00:02:35	50	0,01	32,94	4,31
153	00:02:36	50	0,01	32,94	4,31
154	00:02:37	50	0,01	32,94	4,31
155	00:02:38	49	0,01	32,94	4,31
156	00:02:39	49	0,01	29,80	9,80
157	00:02:40	50	0,01	29,80	9,80
158	00:02:41	50	0,01	29,80	9,80
159	00:02:42	50	0,01	29,80	9,80
160	00:02:43	50	0,01	29,80	9,80
161	00:02:44	50	0,00	18,82	73,73
162	00:02:45	48	0,00	18,82	73,73
163	00:02:46	44	0,00	18,82	73,73
164	00:02:47	40	0,00	18,82	73,73
165	00:02:48	36	0,00	18,82	73,73
166	00:02:49	29	0,01	0,00	70,98
167	00:02:50	22	0,01	0,00	70,98
168	00:02:51	14	0,01	0,00	70,98
169	00:02:52	13	0,01	0,00	70,98
170	00:02:53	10	0,01	0,00	70,98
171	00:02:54	7	0,01	8,24	74,90
172	00:02:55	4	0,01	8,24	74,90
173	00:02:56	0	0,01	8,24	74,90
174	00:02:57	0	0,01	8,24	74,90
175	00:02:58	0	0,01	8,24	74,90
176	00:02:59	0	0,00	8,24	76,08
177	00:03:00	0	0,00	8,24	76,08
178	00:03:01	0	0,00	8,24	76,08

Figura A - 7: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 3/3).

View / Trip Log / Trip 83 / Report

Driver Paulo
 Vehicle Unknown
 VIN YYYYYYYYYYYYYYYY
 CarChip P-2366-E

Start Time 08/04/2014 12:24
 End Time 08/04/2014 12:28
 Duration 00:03:39
 Idle 00:00:10
 0 to 56 kph 00:03:28
 57 to 97 kph 00:00:00
 98 to 130 kph 00:00:00
 Over 131 kph 00:00:00

Distance 2,2 km
 Average Speed 36 kph
 Maximum Speed 54 kph

Hard Brakes 0 (Between 0,25 G and 0,51 G)
 Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 1 (Between 0,11 G and 0,45 G)
 Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
 Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
 Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
 Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
 Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
 Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 8: Relatório do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina.

View / Trip Log / Trip 83 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	0	0,45	26,27	12,16
2	00:00:01	0	0,45	26,27	12,16
3	00:00:02	0	0,45	26,27	12,16
4	00:00:03	0	0,45	26,27	12,16
5	00:00:04	0	0,45	26,27	12,16
6	00:00:05	0	0,45	24,71	11,76
7	00:00:06	0	0,45	24,71	11,76
8	00:00:07	0	0,45	24,71	11,76
9	00:00:08	0	0,45	24,71	11,76
10	00:00:09	10	0,45	24,71	11,76
11	00:00:10	18	0,45	24,71	18,04
12	00:00:11	20	0,45	24,71	18,04
13	00:00:12	23	0,45	24,71	18,04
14	00:00:13	27	0,45	24,71	18,04
15	00:00:14	32	0,45	24,71	18,04
16	00:00:15	35	0,30	49,80	22,35
17	00:00:16	37	0,30	49,80	22,35
18	00:00:17	39	0,30	49,80	22,35
19	00:00:18	41	0,30	49,80	22,35
20	00:00:19	44	0,30	49,80	22,35
21	00:00:20	44	0,12	22,35	15,69
22	00:00:21	44	0,12	22,35	15,69
23	00:00:22	47	0,12	22,35	15,69
24	00:00:23	48	0,12	22,35	15,69
25	00:00:24	49	0,12	22,35	15,69
26	00:00:25	50	0,11	45,88	21,57
27	00:00:26	52	0,11	45,88	21,57
28	00:00:28	53	0,11	45,88	21,57
29	00:00:29	53	0,11	45,88	21,57
30	00:00:30	53	0,11	45,88	21,57
31	00:00:31	53	0,12	29,02	21,18
32	00:00:32	53	0,12	29,02	21,18
33	00:00:33	54	0,12	29,02	21,18
34	00:00:34	54	0,12	29,02	21,18
35	00:00:35	53	0,12	29,02	21,18
36	00:00:36	53	0,13	29,41	17,65
37	00:00:37	53	0,13	29,41	17,65
38	00:00:38	54	0,13	29,41	17,65
39	00:00:39	53	0,13	29,41	17,65
40	00:00:40	52	0,13	29,41	17,65
41	00:00:41	52	0,14	23,14	16,08
42	00:00:42	52	0,14	23,14	16,08
43	00:00:43	52	0,14	23,14	16,08
44	00:00:44	51	0,14	23,14	16,08
45	00:00:45	51	0,14	23,14	16,08
46	00:00:46	50	0,64	14,12	13,73
47	00:00:47	49	0,64	14,12	13,73
48	00:00:48	48	0,64	14,12	13,73
49	00:00:49	48	0,64	14,12	13,73
50	00:00:50	47	0,64	14,12	13,73
51	00:00:51	47	0,74	21,96	15,29
52	00:00:52	47	0,74	21,96	15,29
53	00:00:53	46	0,74	21,96	15,29
54	00:00:55	45	0,74	21,96	15,29
55	00:00:56	45	0,74	21,96	15,29
56	00:00:57	44	0,73	16,86	12,55
57	00:00:58	43	0,73	16,86	12,55
58	00:00:59	38	0,73	16,86	12,55
59	00:01:00	35	0,73	16,86	12,55
60	00:01:01	32	0,73	16,86	12,55
61	00:01:02	30	0,70	21,96	11,76
62	00:01:03	28	0,70	21,96	11,76
63	00:01:04	27	0,70	21,96	11,76
64	00:01:05	29	0,70	21,96	11,76
65	00:01:06	31	0,70	21,96	11,76
66	00:01:07	33	0,63	89,80	34,12
67	00:01:08	35	0,63	89,80	34,12
68	00:01:09	38	0,63	89,80	34,12
69	00:01:10	40	0,63	89,80	34,12
70	00:01:11	43	0,63	89,80	34,12
71	00:01:12	46	0,59	23,53	12,55
72	00:01:13	46	0,59	23,53	12,55

Figura A - 9: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 1/3).

View / Trip Log / Trip 83 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:13	46	0,59	23,53	12,55
73	00:01:14	44	0,59	23,53	12,55
74	00:01:15	46	0,59	23,53	12,55
75	00:01:16	48	0,59	23,53	12,55
76	00:01:17	48	0,56	43,53	20,39
77	00:01:18	49	0,56	43,53	20,39
78	00:01:19	49	0,56	43,53	20,39
79	00:01:20	48	0,56	43,53	20,39
80	00:01:21	46	0,56	43,53	20,39
81	00:01:23	45	0,57	13,33	12,94
82	00:01:24	43	0,57	13,33	12,94
83	00:01:25	42	0,57	13,33	12,94
84	00:01:26	41	0,57	13,33	12,94
85	00:01:27	40	0,57	13,33	12,94
86	00:01:28	37	0,06	21,96	11,76
87	00:01:29	35	0,06	21,96	11,76
88	00:01:30	32	0,06	21,96	11,76
89	00:01:31	27	0,06	21,96	11,76
90	00:01:32	26	0,06	21,96	11,76
91	00:01:33	27	0,13	17,65	11,76
92	00:01:34	27	0,13	17,65	11,76
93	00:01:35	28	0,13	17,65	11,76
94	00:01:36	30	0,13	17,65	11,76
95	00:01:37	30	0,13	17,65	11,76
96	00:01:38	32	0,17	58,04	22,75
97	00:01:39	34	0,17	58,04	22,75
98	00:01:40	36	0,17	58,04	22,75
99	00:01:41	37	0,17	58,04	22,75
100	00:01:42	38	0,17	58,04	22,75
101	00:01:43	39	0,18	47,84	16,47
102	00:01:44	40	0,18	47,84	16,47
103	00:01:45	40	0,18	47,84	16,47
104	00:01:46	40	0,18	47,84	16,47
105	00:01:47	40	0,18	47,84	16,47
106	00:01:48	40	0,21	23,14	14,90
107	00:01:50	40	0,21	23,14	14,90
108	00:01:51	42	0,21	23,14	14,90
109	00:01:52	42	0,21	23,14	14,90
110	00:01:53	42	0,21	23,14	14,90
111	00:01:54	41	0,69	21,18	12,16
112	00:01:55	41	0,69	21,18	12,16
113	00:01:56	40	0,69	21,18	12,16
114	00:01:57	33	0,69	21,18	12,16
115	00:01:58	27	0,69	21,18	12,16
116	00:01:59	25	0,68	21,96	11,76
117	00:02:00	24	0,68	21,96	11,76
118	00:02:01	24	0,68	21,96	11,76
119	00:02:02	23	0,68	21,96	11,76
120	00:02:03	25	0,68	21,96	11,76
121	00:02:04	27	0,01	16,86	16,08
122	00:02:05	26	0,01	16,86	16,08
123	00:02:06	29	0,01	16,86	16,08
124	00:02:07	29	0,01	16,86	16,08
125	00:02:08	30	0,01	16,86	16,08
126	00:02:09	32	0,17	61,57	16,08
127	00:02:10	34	0,17	61,57	16,08
128	00:02:11	35	0,17	61,57	16,08
129	00:02:12	36	0,17	61,57	16,08
130	00:02:13	39	0,17	61,57	16,08
131	00:02:14	40	0,02	46,27	18,04
132	00:02:15	40	0,02	46,27	18,04
133	00:02:17	42	0,02	46,27	18,04
134	00:02:18	43	0,02	46,27	18,04
135	00:02:19	43	0,02	46,27	18,04
136	00:02:20	44	0,17	54,51	16,08
137	00:02:21	45	0,17	54,51	16,08
138	00:02:22	45	0,17	54,51	16,08
139	00:02:23	44	0,17	54,51	16,08
140	00:02:24	44	0,17	54,51	16,08
141	00:02:25	43	0,18	12,94	12,16
142	00:02:26	42	0,18	12,94	12,16
143	00:02:27	41	0,18	12,94	12,16

Figura A - 10: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 2/3).

View / Trip Log / Trip 83 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:27	41	0.18	12,94	12,16
144	00:02:28	42	0.18	12,94	12,16
145	00:02:29	41	0.18	12,94	12,16
146	00:02:30	40	0.20	14,12	12,16
147	00:02:31	38	0.20	14,12	12,16
148	00:02:32	37	0.20	14,12	12,16
149	00:02:33	37	0.20	14,12	12,16
150	00:02:34	33	0.20	14,12	12,16
151	00:02:35	28	0.08	21,18	11,76
152	00:02:36	24	0.08	21,18	11,76
153	00:02:37	22	0.08	21,18	11,76
154	00:02:38	25	0.08	21,18	11,76
155	00:02:39	25	0.08	21,18	11,76
156	00:02:40	25	0.09	57,25	20,78
157	00:02:41	26	0.09	57,25	20,78
158	00:02:42	28	0.09	57,25	20,78
159	00:02:43	30	0.09	57,25	20,78
160	00:02:45	32	0.09	57,25	20,78
161	00:02:46	35	0.17	32,16	15,69
162	00:02:47	35	0.17	32,16	15,69
163	00:02:48	37	0.17	32,16	15,69
164	00:02:49	39	0.17	32,16	15,69
165	00:02:50	40	0.17	32,16	15,69
166	00:02:51	40	0.18	38,04	20,00
167	00:02:52	40	0.18	38,04	20,00
168	00:02:53	42	0.18	38,04	20,00
169	00:02:54	42	0.18	38,04	20,00
170	00:02:55	42	0.18	38,04	20,00
171	00:02:56	42	0.20	21,57	15,29
172	00:02:57	41	0.20	21,57	15,29
173	00:02:58	41	0.20	21,57	15,29
174	00:02:59	41	0.20	21,57	15,29
175	00:03:00	41	0.20	21,57	15,29
176	00:03:01	42	0.70	32,94	15,29
177	00:03:02	43	0.70	32,94	15,29
178	00:03:03	43	0.70	32,94	15,29
179	00:03:04	43	0.70	32,94	15,29
180	00:03:05	43	0.70	32,94	15,29
181	00:03:06	42	0.70	20,39	14,51
182	00:03:07	41	0.70	20,39	14,51
183	00:03:08	40	0.70	20,39	14,51
184	00:03:09	41	0.70	20,39	14,51
185	00:03:10	42	0.70	20,39	14,51
186	00:03:12	42	0.67	35,69	17,25
187	00:03:13	42	0.67	35,69	17,25
188	00:03:14	43	0.67	35,69	17,25
189	00:03:15	42	0.67	35,69	17,25
190	00:03:16	43	0.67	35,69	17,25
191	00:03:17	42	0.65	29,02	14,51
192	00:03:18	42	0.65	29,02	14,51
193	00:03:19	42	0.65	29,02	14,51
194	00:03:20	42	0.65	29,02	14,51
195	00:03:21	41	0.65	29,02	14,51
196	00:03:22	41	0.39	13,33	10,98
197	00:03:23	40	0.39	13,33	10,98
198	00:03:24	37	0.39	13,33	10,98
199	00:03:25	37	0.39	13,33	10,98
200	00:03:26	38	0.39	13,33	10,98
201	00:03:27	36	0.13	21,96	11,76
202	00:03:28	30	0.13	21,96	11,76
203	00:03:29	23	0.13	21,96	11,76
204	00:03:30	17	0.13	21,96	11,76
205	00:03:31	14	0.13	21,96	11,76
206	00:03:32	13	0.14	21,96	11,37
207	00:03:33	12	0.14	21,96	11,37
208	00:03:34	10	0.14	21,96	11,37
209	00:03:35	4	0.14	21,96	11,37
210	00:03:36	2	0.14	21,96	11,37
211	00:03:37	0	0.16	21,96	11,37

Figura A - 11: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 3/3).

View / Trip Log / Trip 161 / Report

Driver Mark
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 23/04/2014 12:33
End Time 23/04/2014 12:36
Duration 00:03:18
Idle 00:00:00
0 to 56 kph 00:02:54
57 to 97 kph 00:00:23
98 to 130 kph 00:00:00
Over 131 kph 00:00:00

Distance 2,2 km
Average Speed 39 kph
Maximum Speed 62 kph

Hard Brakes 0 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 2 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 12: Relatório do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris híbrido.

View / Trip Log / Trip 161 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	34	0,72	0,02	87,45	29,02
2	00:00:01	37	0,72	0,02	87,45	29,02
3	00:00:02	38	0,72	0,02	87,45	29,02
4	00:00:03	41	0,72	0,02	87,45	29,02
5	00:00:04	43	0,72	0,02	87,45	29,02
6	00:00:05	44	0,78	0,01	87,06	28,63
7	00:00:06	46	0,78	0,01	87,06	28,63
8	00:00:07	48	0,78	0,01	87,06	28,63
9	00:00:08	49	0,78	0,01	87,06	28,63
10	00:00:09	51	0,78	0,01	87,06	28,63
11	00:00:10	53	0,80	0,01	87,06	28,63
12	00:00:11	55	0,80	0,01	87,06	28,63
13	00:00:12	56	0,80	0,01	87,06	28,63
14	00:00:13	57	0,80	0,01	87,06	28,63
15	00:00:14	57	0,80	0,01	87,06	28,63
16	00:00:15	58	0,80	0,01	82,75	25,49
17	00:00:16	59	0,80	0,01	82,75	25,49
18	00:00:17	59	0,80	0,01	82,75	25,49
19	00:00:18	60	0,80	0,01	82,75	25,49
20	00:00:19	60	0,80	0,01	82,75	25,49
21	00:00:20	61	0,78	0,01	80,00	23,53
22	00:00:21	61	0,78	0,01	80,00	23,53
23	00:00:22	61	0,78	0,01	80,00	23,53
24	00:00:23	61	0,78	0,01	80,00	23,53
25	00:00:24	62	0,78	0,01	80,00	23,53
26	00:00:25	62	0,78	0,01	72,55	20,00
27	00:00:26	61	0,78	0,01	72,55	20,00
28	00:00:27	61	0,78	0,01	72,55	20,00
29	00:00:28	61	0,78	0,01	72,55	20,00
30	00:00:29	60	0,78	0,01	72,55	20,00
31	00:00:30	59	0,76	0,00	0,00	15,69
32	00:00:31	58	0,76	0,00	0,00	15,69
33	00:00:32	57	0,76	0,00	0,00	15,69
34	00:00:33	56	0,76	0,00	0,00	15,69
35	00:00:34	55	0,76	0,00	0,00	15,69
36	00:00:35	54	0,74	0,00	0,00	15,69
37	00:00:36	51	0,74	0,00	0,00	15,69
38	00:00:37	48	0,74	0,00	0,00	15,69
39	00:00:38	46	0,74	0,00	0,00	15,69
40	00:00:40	42	0,74	0,00	0,00	15,69
41	00:00:41	38	0,74	0,00	0,00	15,69
42	00:00:42	33	0,74	0,00	0,00	15,69
43	00:00:43	30	0,74	0,00	0,00	15,69
44	00:00:44	29	0,74	0,00	0,00	15,69
45	00:00:45	29	0,74	0,00	0,00	15,69
46	00:00:46	29	0,74	0,00	0,00	15,69
47	00:00:47	29	0,74	0,00	0,00	15,69
48	00:00:48	30	0,74	0,00	0,00	15,69
49	00:00:49	31	0,74	0,00	0,00	15,69
50	00:00:50	33	0,74	0,00	0,00	15,69
51	00:00:51	35	0,76	0,01	85,88	27,84
52	00:00:52	37	0,76	0,01	85,88	27,84
53	00:00:53	39	0,76	0,01	85,88	27,84
54	00:00:54	41	0,76	0,01	85,88	27,84
55	00:00:55	42	0,76	0,01	85,88	27,84
56	00:00:56	41	0,74	0,00	0,00	15,69
57	00:00:57	40	0,74	0,00	0,00	15,69
58	00:00:58	40	0,74	0,00	0,00	15,69
59	00:00:59	40	0,74	0,00	0,00	15,69
60	00:01:00	41	0,74	0,00	0,00	15,69
61	00:01:01	41	0,74	0,00	77,65	15,69
62	00:01:02	42	0,74	0,00	77,65	15,69
63	00:01:03	43	0,74	0,00	77,65	15,69
64	00:01:04	44	0,74	0,00	77,65	15,69
65	00:01:05	44	0,74	0,00	77,65	15,69
66	00:01:06	44	0,70	0,01	62,35	14,12
67	00:01:07	44	0,70	0,01	62,35	14,12
68	00:01:08	43	0,70	0,01	62,35	14,12
69	00:01:09	41	0,70	0,01	62,35	14,12
70	00:01:10	39	0,70	0,01	62,35	14,12
71	00:01:11	37	0,51	0,00	0,00	15,69
72	00:01:12	32	0,51	0,00	0,00	15,69

Figura A - 13: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris híbrido (Página 1/3).

View / Trip Log / Trip 161 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:12	32	0,51	0,00	0,00	15,69
73	00:01:13	29	0,51	0,00	0,00	15,69
74	00:01:14	25	0,51	0,00	0,00	15,69
75	00:01:15	23	0,51	0,00	0,00	15,69
76	00:01:16	23	0,48	0,00	0,00	15,69
77	00:01:17	23	0,48	0,00	0,00	15,69
78	00:01:18	23	0,48	0,00	0,00	15,69
79	00:01:20	23	0,48	0,00	0,00	15,69
80	00:01:21	24	0,48	0,00	0,00	15,69
81	00:01:22	25	0,41	0,00	0,00	15,69
82	00:01:23	27	0,41	0,00	0,00	15,69
83	00:01:24	29	0,41	0,00	0,00	15,69
84	00:01:25	31	0,41	0,00	0,00	15,69
85	00:01:26	33	0,41	0,00	0,00	15,69
86	00:01:27	35	0,12	0,01	75,69	21,96
87	00:01:28	36	0,12	0,01	75,69	21,96
88	00:01:29	37	0,12	0,01	75,69	21,96
89	00:01:30	38	0,12	0,01	75,69	21,96
90	00:01:31	39	0,12	0,01	75,69	21,96
91	00:01:32	40	0,14	0,00	0,00	15,69
92	00:01:33	41	0,14	0,00	0,00	15,69
93	00:01:34	41	0,14	0,00	0,00	15,69
94	00:01:35	41	0,14	0,00	0,00	15,69
95	00:01:36	41	0,14	0,00	0,00	15,69
96	00:01:37	41	0,14	0,00	0,00	15,69
97	00:01:38	40	0,14	0,00	0,00	15,69
98	00:01:39	39	0,14	0,00	0,00	15,69
99	00:01:40	38	0,14	0,00	0,00	15,69
100	00:01:41	36	0,14	0,00	0,00	15,69
101	00:01:42	33	0,14	0,00	0,00	15,69
102	00:01:43	28	0,14	0,00	0,00	15,69
103	00:01:44	23	0,14	0,00	0,00	15,69
104	00:01:45	22	0,14	0,00	0,00	15,69
105	00:01:46	22	0,14	0,00	0,00	15,69
106	00:01:47	23	0,14	0,00	0,00	15,69
107	00:01:48	24	0,14	0,00	0,00	15,69
108	00:01:49	26	0,14	0,00	0,00	15,69
109	00:01:50	27	0,14	0,00	0,00	15,69
110	00:01:51	28	0,14	0,00	0,00	15,69
111	00:01:52	30	0,14	0,00	0,00	15,69
112	00:01:53	31	0,14	0,00	0,00	15,69
113	00:01:54	34	0,14	0,00	0,00	15,69
114	00:01:55	37	0,14	0,00	0,00	15,69
115	00:01:56	39	0,14	0,00	0,00	15,69
116	00:01:57	39	0,14	0,01	74,90	23,14
117	00:01:59	41	0,14	0,01	74,90	23,14
118	00:02:00	41	0,14	0,01	74,90	23,14
119	00:02:01	43	0,14	0,01	74,90	23,14
120	00:02:02	44	0,14	0,01	74,90	23,14
121	00:02:03	45	0,16	0,01	84,71	27,06
122	00:02:04	47	0,16	0,01	84,71	27,06
123	00:02:05	48	0,16	0,01	84,71	27,06
124	00:02:06	49	0,16	0,01	84,71	27,06
125	00:02:07	51	0,16	0,01	84,71	27,06
126	00:02:08	51	0,20	0,00	48,63	14,12
127	00:02:09	51	0,20	0,00	48,63	14,12
128	00:02:10	49	0,20	0,00	48,63	14,12
129	00:02:11	48	0,20	0,00	48,63	14,12
130	00:02:12	47	0,20	0,00	48,63	14,12
131	00:02:13	43	0,20	0,00	0,00	15,69
132	00:02:14	39	0,20	0,00	0,00	15,69
133	00:02:15	36	0,20	0,00	0,00	15,69
134	00:02:16	32	0,20	0,00	0,00	15,69
135	00:02:17	31	0,20	0,00	0,00	15,69
136	00:02:18	28	0,18	0,00	0,00	15,69
137	00:02:19	25	0,18	0,00	0,00	15,69
138	00:02:20	21	0,18	0,00	0,00	15,69
139	00:02:21	17	0,18	0,00	0,00	15,69
140	00:02:22	12	0,18	0,00	0,00	15,69
141	00:02:23	7	0,16	0,00	0,00	15,69
142	00:02:24	11	0,16	0,00	0,00	15,69
143	00:02:25	13	0,16	0,00	0,00	15,69

Figura A - 14: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris híbrido (Página 2/3).

View / Trip Log / Trip 161 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:25	13	0.16	0.00	0.00	15.69
144	00:02:26	17	0.16	0.00	0.00	15.69
145	00:02:27	21	0.16	0.00	0.00	15.69
146	00:02:28	25	0.18	0.01	85.88	27.06
147	00:02:29	28	0.18	0.01	85.88	27.06
148	00:02:30	30	0.18	0.01	85.88	27.06
149	00:02:31	35	0.18	0.01	85.88	27.06
150	00:02:32	37	0.18	0.01	85.88	27.06
151	00:02:33	40	0.82	0.01	86.67	29.02
152	00:02:34	42	0.82	0.01	86.67	29.02
153	00:02:35	43	0.82	0.01	86.67	29.02
154	00:02:36	45	0.82	0.01	86.67	29.02
155	00:02:37	46	0.82	0.01	86.67	29.02
156	00:02:39	47	0.82	0.01	86.67	28.24
157	00:02:40	49	0.82	0.01	86.67	28.24
158	00:02:41	51	0.82	0.01	86.67	28.24
159	00:02:42	52	0.82	0.01	86.67	28.24
160	00:02:43	54	0.82	0.01	86.67	28.24
161	00:02:44	55	0.82	0.01	86.67	29.02
162	00:02:45	56	0.82	0.01	86.67	29.02
163	00:02:46	57	0.82	0.01	86.67	29.02
164	00:02:47	58	0.82	0.01	86.67	29.02
165	00:02:48	58	0.82	0.01	86.67	29.02
166	00:02:49	56	0.80	0.00	0.00	15.69
167	00:02:50	53	0.80	0.00	0.00	15.69
168	00:02:51	52	0.80	0.00	0.00	15.69
169	00:02:52	49	0.80	0.00	0.00	15.69
170	00:02:53	47	0.80	0.00	0.00	15.69
171	00:02:54	45	0.80	0.00	0.00	15.69
172	00:02:55	42	0.80	0.00	0.00	15.69
173	00:02:56	40	0.80	0.00	0.00	15.69
174	00:02:57	39	0.80	0.00	0.00	15.69
175	00:02:58	39	0.80	0.00	0.00	15.69
176	00:02:59	39	0.80	0.00	0.00	15.69
177	00:03:00	40	0.80	0.00	0.00	15.69
178	00:03:01	41	0.80	0.00	0.00	15.69
179	00:03:02	42	0.80	0.00	0.00	15.69
180	00:03:03	43	0.80	0.00	0.00	15.69
181	00:03:04	44	0.80	0.00	0.00	15.69
182	00:03:05	45	0.80	0.00	0.00	15.69
183	00:03:06	45	0.80	0.00	0.00	15.69
184	00:03:07	41	0.80	0.00	0.00	15.69
185	00:03:08	35	0.80	0.00	0.00	15.69
186	00:03:09	26	0.80	0.00	0.00	15.69
187	00:03:10	17	0.80	0.00	0.00	15.69
188	00:03:11	15	0.80	0.00	0.00	15.69
189	00:03:12	13	0.80	0.00	0.00	15.69
190	00:03:13	8	0.80	0.00	0.00	15.69
191	00:03:14	5	0.80	0.00	0.00	15.69
192	00:03:15	4	0.80	0.00	0.00	15.69
193	00:03:16	3	0.80	0.00	0.00	15.69

Figura A - 15: Resultado experimental do percurso urbano sem influência de tráfego relativo ao Yaris híbrido (Página 3/3).

View / Trip Log / Trip 20 / Report

Driver Mark
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 20/03/2014 11:23
End Time 20/03/2014 11:27
Duration 00:03:32
Idle 00:00:05
0 to 56 kph 00:03:01
57 to 97 kph 00:00:26
98 to 113 kph 00:00:00
Over 114 kph 00:00:00

Distance 2,2 km
Average Speed 37 kph
Maximum Speed 62 kph

Hard Brakes 3 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 8 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 16: Relatório do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris diesel.

View / Trip Log / Trip 20 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	12	0,01	64,31	0,00
2	00:00:01	15	0,01	64,31	0,00
3	00:00:02	19	0,01	64,31	0,00
4	00:00:03	23	0,01	64,31	0,00
5	00:00:04	28	0,01	64,31	0,00
6	00:00:05	27	0,01	69,02	0,00
7	00:00:06	30	0,01	69,02	0,00
8	00:00:07	34	0,01	69,02	0,00
9	00:00:08	36	0,01	69,02	0,00
10	00:00:09	38	0,01	69,02	0,00
11	00:00:10	40	0,01	0,00	0,78
12	00:00:11	40	0,01	0,00	0,78
13	00:00:12	42	0,01	0,00	0,78
14	00:00:13	45	0,01	0,00	0,78
15	00:00:14	48	0,01	0,00	0,78
16	00:00:15	51	0,02	54,12	0,00
17	00:00:16	53	0,02	54,12	0,00
18	00:00:17	55	0,02	54,12	0,00
19	00:00:18	57	0,02	54,12	0,00
20	00:00:19	58	0,02	54,12	0,00
21	00:00:20	57	0,01	33,33	0,00
22	00:00:21	57	0,01	33,33	0,00
23	00:00:22	58	0,01	33,33	0,00
24	00:00:23	60	0,01	33,33	0,00
25	00:00:24	61	0,01	33,33	0,00
26	00:00:25	61	0,01	39,22	0,00
27	00:00:26	61	0,01	39,22	0,00
28	00:00:27	61	0,01	39,22	0,00
29	00:00:28	62	0,01	39,22	0,00
30	00:00:29	62	0,01	39,22	0,00
31	00:00:30	61	0,01	14,51	65,10
32	00:00:31	61	0,01	14,51	65,10
33	00:00:32	60	0,01	14,51	65,10
34	00:00:33	59	0,01	14,51	65,10
35	00:00:34	59	0,01	14,51	65,10
36	00:00:36	58	0,01	14,12	72,55
37	00:00:37	57	0,01	14,12	72,55
38	00:00:38	56	0,01	14,12	72,55
39	00:00:39	53	0,01	14,12	72,55
40	00:00:40	50	0,01	14,12	72,55
41	00:00:41	47	0,01	0,00	72,55
42	00:00:42	44	0,01	0,00	72,55
43	00:00:43	40	0,01	0,00	72,55
44	00:00:44	37	0,01	0,00	72,55
45	00:00:45	33	0,01	0,00	72,55
46	00:00:46	30	0,01	12,55	74,90
47	00:00:47	29	0,01	12,55	74,90
48	00:00:48	26	0,01	12,55	74,90
49	00:00:49	20	0,01	12,55	74,90
50	00:00:50	13	0,01	12,55	74,90
51	00:00:51	6	0,01	7,84	74,90
52	00:00:52	5	0,01	7,84	74,90
53	00:00:53	4	0,01	7,84	74,90
54	00:00:54	2	0,01	7,84	74,90
55	00:00:55	5	0,01	7,84	74,90
56	00:00:56	8	0,01	53,33	0,00
57	00:00:57	13	0,01	53,33	0,00
58	00:00:58	16	0,01	53,33	0,00
59	00:00:59	16	0,01	53,33	0,00
60	00:01:00	21	0,01	53,33	0,00
61	00:01:01	25	0,02	50,59	0,00
62	00:01:02	28	0,02	50,59	0,00
63	00:01:03	28	0,02	50,59	0,00
64	00:01:04	27	0,02	50,59	0,00
65	00:01:05	29	0,02	50,59	0,00
66	00:01:06	30	0,01	55,29	0,00
67	00:01:07	32	0,01	55,29	0,00
68	00:01:08	35	0,01	55,29	0,00
69	00:01:09	38	0,01	55,29	0,00
70	00:01:11	41	0,01	55,29	0,00
71	00:01:12	44	0,02	0,00	57,65
72	00:01:13	43	0,02	0,00	57,65

Figura A - 17: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 1/3).

View / Trip Log / Trip 20 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:13	43	0,02	0,00	57,65
73	00:01:14	44	0,02	0,00	57,65
74	00:01:15	47	0,02	0,00	57,65
75	00:01:16	49	0,02	0,00	57,65
76	00:01:17	50	0,02	45,10	0,00
77	00:01:18	51	0,02	45,10	0,00
78	00:01:19	52	0,02	45,10	0,00
79	00:01:20	50	0,02	45,10	0,00
80	00:01:21	49	0,02	45,10	0,00
81	00:01:22	47	0,01	31,76	0,00
82	00:01:23	47	0,01	31,76	0,00
83	00:01:24	46	0,01	31,76	0,00
84	00:01:25	44	0,01	31,76	0,00
85	00:01:26	40	0,01	31,76	0,00
86	00:01:27	35	0,01	13,73	74,51
87	00:01:28	30	0,01	13,73	74,51
88	00:01:29	26	0,01	13,73	74,51
89	00:01:30	26	0,01	13,73	74,51
90	00:01:31	26	0,01	13,73	74,51
91	00:01:32	26	0,01	10,20	65,88
92	00:01:33	26	0,01	10,20	65,88
93	00:01:34	26	0,01	10,20	65,88
94	00:01:35	28	0,01	10,20	65,88
95	00:01:36	32	0,01	10,20	65,88
96	00:01:37	34	0,01	0,00	0,00
97	00:01:38	33	0,01	0,00	0,00
98	00:01:39	37	0,01	0,00	0,00
99	00:01:40	40	0,01	0,00	0,00
100	00:01:41	44	0,01	0,00	0,00
101	00:01:42	47	0,02	0,00	59,61
102	00:01:43	46	0,02	0,00	59,61
103	00:01:44	48	0,02	0,00	59,61
104	00:01:45	50	0,02	0,00	59,61
105	00:01:47	51	0,02	0,00	59,61
106	00:01:48	52	0,01	27,84	36,47
107	00:01:49	52	0,01	27,84	36,47
108	00:01:50	51	0,01	27,84	36,47
109	00:01:51	46	0,01	27,84	36,47
110	00:01:52	40	0,01	27,84	36,47
111	00:01:53	34	0,01	0,00	72,55
112	00:01:54	27	0,01	0,00	72,55
113	00:01:55	17	0,01	0,00	72,55
114	00:01:56	7	0,01	0,00	72,55
115	00:01:57	4	0,01	0,00	72,55
116	00:01:58	7	0,01	56,47	0,00
117	00:01:59	13	0,01	56,47	0,00
118	00:02:00	17	0,01	56,47	0,00
119	00:02:01	17	0,01	56,47	0,00
120	00:02:02	21	0,01	56,47	0,00
121	00:02:03	26	0,02	65,49	0,00
122	00:02:04	31	0,02	65,49	0,00
123	00:02:05	30	0,02	65,49	0,00
124	00:02:06	31	0,02	65,49	0,00
125	00:02:07	36	0,02	65,49	0,00
126	00:02:08	40	0,03	64,71	0,00
127	00:02:09	45	0,03	64,71	0,00
128	00:02:10	46	0,03	64,71	0,00
129	00:02:11	46	0,03	64,71	0,00
130	00:02:12	48	0,03	64,71	0,00
131	00:02:13	51	0,02	59,61	0,00
132	00:02:14	54	0,02	59,61	0,00
133	00:02:15	56	0,02	59,61	0,00
134	00:02:16	58	0,02	59,61	0,00
135	00:02:17	60	0,02	59,61	0,00
136	00:02:18	60	0,02	2,35	54,90
137	00:02:19	60	0,02	2,35	54,90
138	00:02:20	58	0,02	2,35	54,90
139	00:02:22	58	0,02	2,35	54,90
140	00:02:23	57	0,02	2,35	54,90
141	00:02:24	56	0,00	14,12	74,90
142	00:02:25	52	0,00	14,12	74,90
143	00:02:26	47	0,00	14,12	74,90

Figura A - 18: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 2/3).

View / Trip Log / Trip 20 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:26	47	0,00	14,12	74,90
144	00:02:27	41	0,00	14,12	74,90
145	00:02:28	33	0,00	14,12	74,90
146	00:02:29	22	0,01	11,76	74,51
147	00:02:30	13	0,01	11,76	74,51
148	00:02:31	8	0,01	11,76	74,51
149	00:02:32	6	0,01	11,76	74,51
150	00:02:33	9	0,01	11,76	74,51
151	00:02:34	15	0,02	4,71	38,82
152	00:02:35	17	0,02	4,71	38,82
153	00:02:36	17	0,02	4,71	38,82
154	00:02:37	22	0,02	4,71	38,82
155	00:02:38	27	0,02	4,71	38,82
156	00:02:39	32	0,03	1,18	57,65
157	00:02:40	32	0,03	1,18	57,65
158	00:02:41	34	0,03	1,18	57,65
159	00:02:42	38	0,03	1,18	57,65
160	00:02:43	41	0,03	1,18	57,65
161	00:02:44	44	0,02	54,90	0,00
162	00:02:45	47	0,02	54,90	0,00
163	00:02:46	48	0,02	54,90	0,00
164	00:02:47	47	0,02	54,90	0,00
165	00:02:48	47	0,02	54,90	0,00
166	00:02:49	48	0,02	57,65	0,00
167	00:02:50	49	0,02	57,65	0,00
168	00:02:51	50	0,02	57,65	0,00
169	00:02:52	49	0,02	57,65	0,00
170	00:02:53	48	0,02	57,65	0,00
171	00:02:54	48	0,01	42,35	0,00
172	00:02:55	48	0,01	42,35	0,00
173	00:02:56	48	0,01	42,35	0,00
174	00:02:58	49	0,01	42,35	0,00
175	00:02:59	50	0,01	42,35	0,00
176	00:03:00	51	0,02	46,67	0,00
177	00:03:01	51	0,02	46,67	0,00
178	00:03:02	50	0,02	46,67	0,00
179	00:03:03	49	0,02	46,67	0,00
180	00:03:04	48	0,02	46,67	0,00
181	00:03:05	48	0,01	12,94	65,88
182	00:03:06	47	0,01	12,94	65,88
183	00:03:07	47	0,01	12,94	65,88
184	00:03:08	47	0,01	12,94	65,88
185	00:03:09	46	0,01	12,94	65,88
186	00:03:10	46	0,01	21,18	56,08
187	00:03:11	46	0,01	21,18	56,08
188	00:03:12	46	0,01	21,18	56,08
189	00:03:13	48	0,01	21,18	56,08
190	00:03:14	48	0,01	21,18	56,08
191	00:03:15	48	0,01	14,12	72,16
192	00:03:16	47	0,01	14,12	72,16
193	00:03:17	42	0,01	14,12	72,16
194	00:03:18	37	0,01	14,12	72,16
195	00:03:19	32	0,01	14,12	72,16
196	00:03:20	26	0,01	12,55	74,51
197	00:03:21	16	0,01	12,55	74,51
198	00:03:22	11	0,01	12,55	74,51
199	00:03:23	10	0,01	12,55	74,51
200	00:03:24	8	0,01	12,55	74,51
201	00:03:25	5	0,01	8,24	74,90
202	00:03:26	2	0,01	8,24	74,90
203	00:03:27	0	0,01	8,24	74,90
204	00:03:28	0	0,01	8,24	74,90
205	00:03:29	0	0,01	8,24	74,90
206	00:03:30	0	0,00	8,63	76,08
207	00:03:31	0	0,00	8,63	76,08

Figura A - 19: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris diesel (Página 3/3).

View / Trip Log / Trip 85 / Report

Driver Paulo
Vehicle Unknown
VIN YYYYYYYYYYYYYYYY
CarChip P-2366-E

Start Time 08/04/2014 12:34
End Time 08/04/2014 12:37
Duration 00:03:12
Idle 00:00:02
0 to 56 kph 00:02:59
57 to 97 kph 00:00:10
98 to 130 kph 00:00:00
Over 131 kph 00:00:00

Distance 2,1 km
Average Speed 40 kph
Maximum Speed 59 kph

Hard Brakes 2 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 5 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 20: Relatório do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina.

View / Trip Log / Trip 85 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	43	0,20	88,63	39,22
2	00:00:01	46	0,20	88,63	39,22
3	00:00:02	50	0,20	88,63	39,22
4	00:00:03	51	0,20	88,63	39,22
5	00:00:04	50	0,20	88,63	39,22
6	00:00:05	53	0,34	20,39	17,25
7	00:00:06	53	0,34	20,39	17,25
8	00:00:07	54	0,34	20,39	17,25
9	00:00:08	53	0,34	20,39	17,25
10	00:00:09	54	0,34	20,39	17,25
11	00:00:10	54	0,18	46,27	20,39
12	00:00:11	55	0,18	46,27	20,39
13	00:00:12	56	0,18	46,27	20,39
14	00:00:13	56	0,18	46,27	20,39
15	00:00:14	56	0,18	46,27	20,39
16	00:00:15	57	0,20	34,90	17,65
17	00:00:16	57	0,20	34,90	17,65
18	00:00:17	57	0,20	34,90	17,65
19	00:00:18	58	0,20	34,90	17,65
20	00:00:19	58	0,20	34,90	17,65
21	00:00:20	58	0,22	40,00	18,82
22	00:00:21	59	0,22	40,00	18,82
23	00:00:22	58	0,22	40,00	18,82
24	00:00:23	58	0,22	40,00	18,82
25	00:00:24	57	0,22	40,00	18,82
26	00:00:25	56	0,71	16,86	14,12
27	00:00:26	55	0,71	16,86	14,12
28	00:00:27	55	0,71	16,86	14,12
29	00:00:28	54	0,71	16,86	14,12
30	00:00:29	54	0,71	16,86	14,12
31	00:00:30	54	0,75	23,92	15,69
32	00:00:32	54	0,75	23,92	15,69
33	00:00:33	54	0,75	23,92	15,69
34	00:00:34	53	0,75	23,92	15,69
35	00:00:35	50	0,75	23,92	15,69
36	00:00:36	43	0,72	21,96	11,37
37	00:00:37	37	0,72	21,96	11,37
38	00:00:38	31	0,72	21,96	11,37
39	00:00:39	17	0,72	21,96	11,37
40	00:00:40	7	0,72	21,96	11,37
41	00:00:41	5	0,70	91,76	37,65
42	00:00:42	10	0,70	91,76	37,65
43	00:00:43	17	0,70	91,76	37,65
44	00:00:44	17	0,70	91,76	37,65
45	00:00:45	22	0,70	91,76	37,65
46	00:00:46	26	0,20	69,80	26,67
47	00:00:47	29	0,20	69,80	26,67
48	00:00:48	33	0,20	69,80	26,67
49	00:00:49	36	0,20	69,80	26,67
50	00:00:50	40	0,20	69,80	26,67
51	00:00:51	43	0,64	19,22	18,43
52	00:00:52	43	0,64	19,22	18,43
53	00:00:53	45	0,64	19,22	18,43
54	00:00:54	48	0,64	19,22	18,43
55	00:00:55	50	0,64	19,22	18,43
56	00:00:56	52	0,22	20,78	13,33
57	00:00:57	52	0,22	20,78	13,33
58	00:00:58	51	0,22	20,78	13,33
59	00:00:59	51	0,22	20,78	13,33
60	00:01:00	52	0,22	20,78	13,33
61	00:01:01	51	0,23	16,47	14,12
62	00:01:02	50	0,23	16,47	14,12
63	00:01:04	49	0,23	16,47	14,12
64	00:01:05	49	0,23	16,47	14,12
65	00:01:06	48	0,23	16,47	14,12
66	00:01:07	44	0,01	14,51	10,98
67	00:01:08	39	0,01	14,51	10,98
68	00:01:09	35	0,01	14,51	10,98
69	00:01:10	31	0,01	14,51	10,98
70	00:01:11	28	0,01	14,51	10,98
71	00:01:12	27	0,13	20,39	11,37
72	00:01:13	27	0,13	20,39	11,37

Figura A - 21: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 1/3).

View / Trip Log / Trip 85 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:13	27	0,13	20,39	11,37
73	00:01:14	26	0,13	20,39	11,37
74	00:01:15	27	0,13	20,39	11,37
75	00:01:16	30	0,13	20,39	11,37
76	00:01:17	32	0,18	65,10	28,63
77	00:01:18	36	0,18	65,10	28,63
78	00:01:19	39	0,18	65,10	28,63
79	00:01:20	43	0,18	65,10	28,63
80	00:01:21	43	0,18	65,10	28,63
81	00:01:22	44	0,16	39,61	16,47
82	00:01:23	46	0,16	39,61	16,47
83	00:01:24	46	0,16	39,61	16,47
84	00:01:25	47	0,16	39,61	16,47
85	00:01:26	47	0,16	39,61	16,47
86	00:01:27	47	0,19	19,61	13,33
87	00:01:28	47	0,19	19,61	13,33
88	00:01:29	48	0,19	19,61	13,33
89	00:01:30	50	0,19	19,61	13,33
90	00:01:31	50	0,19	19,61	13,33
91	00:01:32	46	0,01	14,12	10,59
92	00:01:33	39	0,01	14,12	10,59
93	00:01:34	32	0,01	14,12	10,59
94	00:01:36	28	0,01	14,12	10,59
95	00:01:37	27	0,01	14,12	10,59
96	00:01:38	27	0,14	16,86	11,76
97	00:01:39	27	0,14	16,86	11,76
98	00:01:40	26	0,14	16,86	11,76
99	00:01:41	24	0,14	16,86	11,76
100	00:01:42	24	0,14	16,86	11,76
101	00:01:43	22	0,11	20,39	11,76
102	00:01:44	18	0,11	20,39	11,76
103	00:01:45	16	0,11	20,39	11,76
104	00:01:46	16	0,11	20,39	11,76
105	00:01:47	18	0,11	20,39	11,76
106	00:01:48	22	0,67	92,55	43,53
107	00:01:49	27	0,67	92,55	43,53
108	00:01:50	31	0,67	92,55	43,53
109	00:01:51	31	0,67	92,55	43,53
110	00:01:52	33	0,67	92,55	43,53
111	00:01:53	36	0,20	82,75	29,80
112	00:01:54	39	0,20	82,75	29,80
113	00:01:55	39	0,20	82,75	29,80
114	00:01:56	42	0,20	82,75	29,80
115	00:01:57	44	0,20	82,75	29,80
116	00:01:58	47	0,50	50,20	21,96
117	00:01:59	49	0,50	50,20	21,96
118	00:02:00	49	0,50	50,20	21,96
119	00:02:01	49	0,50	50,20	21,96
120	00:02:02	50	0,50	50,20	21,96
121	00:02:03	51	0,69	22,75	16,47
122	00:02:04	50	0,69	22,75	16,47
123	00:02:05	50	0,69	22,75	16,47
124	00:02:06	50	0,69	22,75	16,47
125	00:02:08	49	0,69	22,75	16,47
126	00:02:09	48	0,01	15,69	10,59
127	00:02:10	43	0,01	15,69	10,59
128	00:02:11	37	0,01	15,69	10,59
129	00:02:12	32	0,01	15,69	10,59
130	00:02:13	22	0,01	15,69	10,59
131	00:02:14	10	0,13	20,78	11,37
132	00:02:15	4	0,13	20,78	11,37
133	00:02:16	4	0,13	20,78	11,37
134	00:02:17	10	0,13	20,78	11,37
135	00:02:18	18	0,13	20,78	11,37
136	00:02:19	19	0,11	60,00	24,71
137	00:02:20	23	0,11	60,00	24,71
138	00:02:21	26	0,11	60,00	24,71
139	00:02:22	30	0,11	60,00	24,71
140	00:02:23	34	0,11	60,00	24,71
141	00:02:24	38	0,23	76,08	32,94
142	00:02:25	42	0,23	76,08	32,94
143	00:02:26	41	0,23	76,08	32,94

Figura A - 22: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 2/3).

View / Trip Log / Trip 85 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:26	41	0,23	76,08	32,94
144	00:02:27	43	0,23	76,08	32,94
145	00:02:28	45	0,23	76,08	32,94
146	00:02:29	47	0,21	67,06	28,24
147	00:02:30	49	0,21	67,06	28,24
148	00:02:31	50	0,21	67,06	28,24
149	00:02:32	51	0,21	67,06	28,24
150	00:02:33	52	0,21	67,06	28,24
151	00:02:34	52	0,25	43,92	20,00
152	00:02:35	53	0,25	43,92	20,00
153	00:02:36	53	0,25	43,92	20,00
154	00:02:37	53	0,25	43,92	20,00
155	00:02:38	54	0,25	43,92	20,00
156	00:02:40	54	0,70	45,88	20,78
157	00:02:41	54	0,70	45,88	20,78
158	00:02:42	55	0,70	45,88	20,78
159	00:02:43	54	0,70	45,88	20,78
160	00:02:44	52	0,70	45,88	20,78
161	00:02:45	50	0,00	14,51	13,33
162	00:02:46	49	0,00	14,51	13,33
163	00:02:47	49	0,00	14,51	13,33
164	00:02:48	49	0,00	14,51	13,33
165	00:02:49	49	0,00	14,51	13,33
166	00:02:50	49	0,18	19,61	14,90
167	00:02:51	49	0,18	19,61	14,90
168	00:02:52	48	0,18	19,61	14,90
169	00:02:53	48	0,18	19,61	14,90
170	00:02:54	47	0,18	19,61	14,90
171	00:02:55	46	0,00	15,69	12,94
172	00:02:56	45	0,00	15,69	12,94
173	00:02:57	43	0,00	15,69	12,94
174	00:02:58	43	0,00	15,69	12,94
175	00:02:59	42	0,00	15,69	12,94
176	00:03:00	37	0,13	21,57	11,76
177	00:03:01	29	0,13	21,57	11,76
178	00:03:02	23	0,13	21,57	11,76
179	00:03:03	19	0,13	21,57	11,76
180	00:03:04	17	0,13	21,57	11,76
181	00:03:05	14	0,14	22,35	11,37
182	00:03:06	11	0,14	22,35	11,37
183	00:03:07	7	0,14	22,35	11,37
184	00:03:08	3	0,14	22,35	11,37
185	00:03:09	0	0,14	22,35	11,37
186	00:03:10	0	0,16	17,65	11,37

Figura A - 23: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris gasolina (Página 3/3).

View / Trip Log / Trip 163 / Report

Driver Mark
 Vehicle Unknown
 VIN yyyyyyyyyyyyyyyyyy
 CarChip P-2366-E

Start Time 23/04/2014 14:16
 End Time 23/04/2014 14:20
 Duration 00:03:56

Idle 00:00:00
 0 to 72 kph 00:03:56
 73 to 97 kph 00:00:00
 98 to 113 kph 00:00:00
 Over 114 kph 00:00:00

Distance 2,1 km
 Average Speed 33 kph
 Maximum Speed 61 kph

Hard Brakes 0 (Between 0,28 G and 0,48 G)
 Extreme Brakes 0 (Over 0,48 G)

Hard Accelerations 1 (Between 0,28 G and 0,48 G)
 Extreme Accelerations 0 (Over 0,48 G)

Parameters
 Parameter 1 Vehicle Speed Every 1 Seconds
 Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
 Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
 Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
 Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 24: Relatório do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris híbrido.

View / Trip Log / Trip 163 / Table

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
1	00:00:00	34	0,76	0,02	92,16	33,33
2	00:00:01	40	0,76	0,02	92,16	33,33
3	00:00:02	42	0,76	0,02	92,16	33,33
4	00:00:03	45	0,76	0,02	92,16	33,33
5	00:00:04	48	0,76	0,02	92,16	33,33
6	00:00:05	50	0,78	0,01	87,45	28,24
7	00:00:06	53	0,78	0,01	87,45	28,24
8	00:00:07	55	0,78	0,01	87,45	28,24
9	00:00:08	56	0,78	0,01	87,45	28,24
10	00:00:09	58	0,78	0,01	87,45	28,24
11	00:00:10	59	0,78	0,01	86,67	25,49
12	00:00:11	60	0,78	0,01	86,67	25,49
13	00:00:12	61	0,78	0,01	86,67	25,49
14	00:00:13	60	0,78	0,01	86,67	25,49
15	00:00:14	58	0,78	0,01	86,67	25,49
16	00:00:15	56	0,78	0,00	0,00	15,69
17	00:00:16	55	0,78	0,00	0,00	15,69
18	00:00:17	53	0,78	0,00	0,00	15,69
19	00:00:18	51	0,78	0,00	0,00	15,69
20	00:00:19	50	0,78	0,00	0,00	15,69
21	00:00:20	47	0,78	0,00	0,00	15,69
22	00:00:21	45	0,78	0,00	0,00	15,69
23	00:00:22	44	0,78	0,00	0,00	15,69
24	00:00:23	43	0,78	0,00	0,00	15,69
25	00:00:24	42	0,78	0,00	0,00	15,69
26	00:00:25	43	0,76	0,00	0,00	15,69
27	00:00:26	43	0,76	0,00	0,00	15,69
28	00:00:27	45	0,76	0,00	0,00	15,69
29	00:00:28	46	0,76	0,00	0,00	15,69
30	00:00:29	48	0,76	0,00	0,00	15,69
31	00:00:30	50	0,76	0,01	86,27	27,06
32	00:00:31	52	0,76	0,01	86,27	27,06
33	00:00:32	53	0,76	0,01	86,27	27,06
34	00:00:33	54	0,76	0,01	86,27	27,06
35	00:00:34	53	0,76	0,01	86,27	27,06
36	00:00:35	47	0,74	0,00	0,00	15,69
37	00:00:36	38	0,74	0,00	0,00	15,69
38	00:00:37	29	0,74	0,00	0,00	15,69
39	00:00:38	20	0,74	0,00	0,00	15,69
40	00:00:39	16	0,74	0,00	0,00	15,69
41	00:00:40	15	0,74	0,00	0,00	15,69
42	00:00:41	15	0,74	0,00	0,00	15,69
43	00:00:42	16	0,74	0,00	0,00	15,69
44	00:00:43	16	0,74	0,00	0,00	15,69
45	00:00:44	17	0,74	0,00	0,00	15,69
46	00:00:45	17	0,74	0,00	0,00	15,69
47	00:00:46	17	0,74	0,00	0,00	15,69
48	00:00:47	16	0,74	0,00	0,00	15,69
49	00:00:48	15	0,74	0,00	0,00	15,69
50	00:00:49	13	0,74	0,00	0,00	15,69
51	00:00:50	12	0,74	0,00	0,00	15,69
52	00:00:51	11	0,74	0,00	0,00	15,69
53	00:00:52	11	0,74	0,00	0,00	15,69
54	00:00:53	13	0,74	0,00	0,00	15,69
55	00:00:54	15	0,74	0,00	0,00	15,69
56	00:00:55	17	0,74	0,00	0,00	15,69
57	00:00:56	18	0,74	0,00	0,00	15,69
58	00:00:57	19	0,74	0,00	0,00	15,69
59	00:00:58	19	0,74	0,00	0,00	15,69
60	00:00:59	21	0,74	0,00	0,00	15,69
61	00:01:00	23	0,72	0,01	65,88	14,12
62	00:01:01	24	0,72	0,01	65,88	14,12
63	00:01:02	25	0,72	0,01	65,88	14,12
64	00:01:03	25	0,72	0,01	65,88	14,12
65	00:01:04	26	0,72	0,01	65,88	14,12
66	00:01:05	28	0,63	0,01	85,10	27,06
67	00:01:06	32	0,63	0,01	85,10	27,06
68	00:01:07	34	0,63	0,01	85,10	27,06
69	00:01:08	36	0,63	0,01	85,10	27,06
70	00:01:09	39	0,63	0,01	85,10	27,06
71	00:01:10	41	0,72	0,01	87,06	29,41
72	00:01:11	43	0,72	0,01	87,06	29,41

Figura A - 25: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris Híbrido (Página 1/4).

View / Trip Log / Trip 163 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
72	00:01:11	43	0,72	0,01	87,06	29,41
73	00:01:12	45	0,72	0,01	87,06	29,41
74	00:01:13	46	0,72	0,01	87,06	29,41
75	00:01:14	48	0,72	0,01	87,06	29,41
76	00:01:15	48	0,72	0,01	82,75	23,92
77	00:01:16	49	0,72	0,01	82,75	23,92
78	00:01:17	49	0,72	0,01	82,75	23,92
79	00:01:19	48	0,72	0,01	82,75	23,92
80	00:01:20	47	0,72	0,01	82,75	23,92
81	00:01:21	46	0,63	0,00	0,00	15,69
82	00:01:22	39	0,63	0,00	0,00	15,69
83	00:01:23	33	0,63	0,00	0,00	15,69
84	00:01:24	26	0,63	0,00	0,00	15,69
85	00:01:25	19	0,63	0,00	0,00	15,69
86	00:01:26	12	0,60	0,00	0,00	15,69
87	00:01:27	7	0,60	0,00	0,00	15,69
88	00:01:28	5	0,60	0,00	0,00	15,69
89	00:01:29	5	0,60	0,00	0,00	15,69
90	00:01:30	7	0,60	0,00	0,00	15,69
91	00:01:31	9	0,58	0,00	0,00	15,69
92	00:01:32	11	0,58	0,00	0,00	15,69
93	00:01:33	13	0,58	0,00	0,00	15,69
94	00:01:34	15	0,58	0,00	0,00	15,69
95	00:01:35	17	0,58	0,00	0,00	15,69
96	00:01:36	18	0,57	0,00	0,00	15,69
97	00:01:37	18	0,57	0,00	0,00	15,69
98	00:01:38	17	0,57	0,00	0,00	15,69
99	00:01:39	15	0,57	0,00	0,00	15,69
100	00:01:40	13	0,57	0,00	0,00	15,69
101	00:01:41	13	0,55	0,00	0,00	15,69
102	00:01:42	14	0,55	0,00	0,00	15,69
103	00:01:43	13	0,55	0,00	0,00	15,69
104	00:01:44	11	0,55	0,00	0,00	15,69
105	00:01:45	11	0,55	0,00	0,00	15,69
106	00:01:46	14	0,51	0,00	0,00	15,69
107	00:01:47	19	0,51	0,00	0,00	15,69
108	00:01:48	21	0,51	0,00	0,00	15,69
109	00:01:49	22	0,51	0,00	0,00	15,69
110	00:01:50	23	0,51	0,00	0,00	15,69
111	00:01:51	24	0,47	0,00	0,00	15,69
112	00:01:52	25	0,47	0,00	0,00	15,69
113	00:01:53	27	0,47	0,00	0,00	15,69
114	00:01:54	29	0,47	0,00	0,00	15,69
115	00:01:55	30	0,47	0,00	0,00	15,69
116	00:01:56	32	0,42	0,00	0,00	15,69
117	00:01:57	34	0,42	0,00	0,00	15,69
118	00:01:58	37	0,42	0,00	0,00	15,69
119	00:01:59	38	0,42	0,00	0,00	15,69
120	00:02:00	39	0,42	0,00	0,00	15,69
121	00:02:01	39	0,41	0,00	0,00	15,69
122	00:02:02	39	0,41	0,00	0,00	15,69
123	00:02:03	39	0,41	0,00	0,00	15,69
124	00:02:04	39	0,41	0,00	0,00	15,69
125	00:02:05	40	0,41	0,00	0,00	15,69
126	00:02:06	39	0,39	0,00	0,00	15,69
127	00:02:07	39	0,39	0,00	0,00	15,69
128	00:02:08	38	0,39	0,00	0,00	15,69
129	00:02:09	37	0,39	0,00	0,00	15,69
130	00:02:10	34	0,39	0,00	0,00	15,69
131	00:02:11	32	0,37	0,00	0,00	15,69
132	00:02:12	31	0,37	0,00	0,00	15,69
133	00:02:13	29	0,37	0,00	0,00	15,69
134	00:02:14	27	0,37	0,00	0,00	15,69
135	00:02:15	21	0,37	0,00	0,00	15,69
136	00:02:16	12	0,37	0,00	0,00	15,69
137	00:02:17	4	0,37	0,00	0,00	15,69
138	00:02:18	6	0,37	0,00	0,00	15,69
139	00:02:19	10	0,37	0,00	0,00	15,69
140	00:02:20	16	0,37	0,00	0,00	15,69
141	00:02:21	20	0,10	0,01	82,35	24,71
142	00:02:22	24	0,10	0,01	82,35	24,71
143	00:02:23	25	0,10	0,01	82,35	24,71

Figura A - 26: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris Híbrido (Página 2/4).

View / Trip Log / Trip 163 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
143	00:02:23	25	0,10	0,01	82,35	24,71
144	00:02:24	26	0,10	0,01	82,35	24,71
145	00:02:25	27	0,10	0,01	82,35	24,71
146	00:02:26	28	0,16	0,01	79,61	24,71
147	00:02:27	30	0,16	0,01	79,61	24,71
148	00:02:28	32	0,16	0,01	79,61	24,71
149	00:02:29	35	0,16	0,01	79,61	24,71
150	00:02:30	37	0,16	0,01	79,61	24,71
151	00:02:31	39	0,21	0,01	86,27	26,67
152	00:02:32	41	0,21	0,01	86,27	26,67
153	00:02:33	43	0,21	0,01	86,27	26,67
154	00:02:34	44	0,21	0,01	86,27	26,67
155	00:02:35	46	0,21	0,01	86,27	26,67
156	00:02:36	47	0,31	0,01	73,33	22,35
157	00:02:38	48	0,31	0,01	73,33	22,35
158	00:02:39	49	0,31	0,01	73,33	22,35
159	00:02:40	50	0,31	0,01	73,33	22,35
160	00:02:41	50	0,31	0,01	73,33	22,35
161	00:02:42	50	0,80	0,00	0,00	15,69
162	00:02:43	49	0,80	0,00	0,00	15,69
163	00:02:44	48	0,80	0,00	0,00	15,69
164	00:02:45	47	0,80	0,00	0,00	15,69
165	00:02:46	45	0,80	0,00	0,00	15,69
166	00:02:47	42	0,80	0,00	0,00	15,69
167	00:02:48	38	0,80	0,00	0,00	15,69
168	00:02:49	36	0,80	0,00	0,00	15,69
169	00:02:50	34	0,80	0,00	0,00	15,69
170	00:02:51	30	0,80	0,00	0,00	15,69
171	00:02:52	27	0,80	0,00	0,00	15,69
172	00:02:53	24	0,80	0,00	0,00	15,69
173	00:02:54	19	0,80	0,00	0,00	15,69
174	00:02:55	14	0,80	0,00	0,00	15,69
175	00:02:56	10	0,80	0,00	0,00	15,69
176	00:02:57	10	0,78	0,00	0,00	15,69
177	00:02:58	13	0,78	0,00	0,00	15,69
178	00:02:59	17	0,78	0,00	0,00	15,69
179	00:03:00	19	0,78	0,00	0,00	15,69
180	00:03:01	24	0,78	0,00	0,00	15,69
181	00:03:02	26	0,82	0,01	79,22	23,14
182	00:03:03	28	0,82	0,01	79,22	23,14
183	00:03:04	30	0,82	0,01	79,22	23,14
184	00:03:05	32	0,82	0,01	79,22	23,14
185	00:03:06	34	0,82	0,01	79,22	23,14
186	00:03:07	36	0,80	0,01	85,88	26,67
187	00:03:08	39	0,80	0,01	85,88	26,67
188	00:03:09	40	0,80	0,01	85,88	26,67
189	00:03:10	42	0,80	0,01	85,88	26,67
190	00:03:11	43	0,80	0,01	85,88	26,67
191	00:03:12	44	0,80	0,01	85,49	27,06
192	00:03:13	45	0,80	0,01	85,49	27,06
193	00:03:14	46	0,80	0,01	85,49	27,06
194	00:03:15	47	0,80	0,01	85,49	27,06
195	00:03:16	49	0,80	0,01	85,49	27,06
196	00:03:17	49	0,80	0,01	85,88	27,06
197	00:03:18	50	0,80	0,01	85,88	27,06
198	00:03:19	51	0,80	0,01	85,88	27,06
199	00:03:20	49	0,80	0,01	85,88	27,06
200	00:03:21	48	0,80	0,01	85,88	27,06
201	00:03:22	46	0,80	0,00	0,00	15,69
202	00:03:23	46	0,80	0,00	0,00	15,69
203	00:03:24	44	0,80	0,00	0,00	15,69
204	00:03:25	44	0,80	0,00	0,00	15,69
205	00:03:26	43	0,80	0,00	0,00	15,69
206	00:03:27	43	0,80	0,00	0,00	15,69
207	00:03:28	42	0,80	0,00	0,00	15,69
208	00:03:29	42	0,80	0,00	0,00	15,69
209	00:03:30	42	0,80	0,00	0,00	15,69
210	00:03:31	42	0,80	0,00	0,00	15,69
211	00:03:32	42	0,80	0,00	0,00	15,69
212	00:03:33	42	0,80	0,00	0,00	15,69
213	00:03:34	42	0,80	0,00	0,00	15,69
214	00:03:35	43	0,80	0,00	0,00	15,69

Figura A - 27: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris Híbrido (Página 3/4).

View / Trip Log / Trip 163 / Table, Continued

	Elapsed Time	Speed kph	O2 Sensor Voltage (B1, S2) V	Air Flow Rate kg/s	Engine Load %	Throttle Position %
214	00:03:35	43	0,80	0,00	0,00	15,69
215	00:03:36	44	0,80	0,00	0,00	15,69
216	00:03:37	44	0,80	0,00	0,00	15,69
217	00:03:38	44	0,80	0,00	0,00	15,69
218	00:03:39	44	0,80	0,00	0,00	15,69
219	00:03:40	44	0,80	0,00	0,00	15,69
220	00:03:41	44	0,80	0,00	0,00	15,69
221	00:03:42	41	0,80	0,00	0,00	15,69
222	00:03:43	35	0,80	0,00	0,00	15,69
223	00:03:44	29	0,80	0,00	0,00	15,69
224	00:03:45	23	0,80	0,00	0,00	15,69
225	00:03:46	17	0,80	0,00	0,00	15,69
226	00:03:47	15	0,78	0,00	0,00	15,69
227	00:03:48	14	0,78	0,00	0,00	15,69
228	00:03:49	11	0,78	0,00	0,00	15,69
229	00:03:50	8	0,78	0,00	0,00	15,69
230	00:03:51	4	0,78	0,00	0,00	15,69
231	00:03:52	3	0,78	0,00	0,00	15,69
232	00:03:53	3	0,78	0,00	0,00	15,69
233	00:03:54	3	0,78	0,00	0,00	15,69

Figura A - 28: Resultado experimental do percurso urbano com influência de tráfego relativo ao Yaris Híbrido (Página 4/4).

View / Trip Log / Trip 15 / Report

Driver Mark
 Vehicle Unknown
 VIN yyyyyyyyyyyyyyyyyy
 CarChip P-2366-E

Start Time 20/03/2014 10:03
 End Time 20/03/2014 10:48
 Duration 00:44:37
 Idle 00:01:53
 0 to 56 kph 00:18:45
 57 to 97 kph 00:23:58
 98 to 113 kph 00:00:00
 Over 114 kph 00:00:00

Distance 40,9 km
 Average Speed 55 kph
 Maximum Speed 95 kph

Hard Brakes 6 (Between 0,25 G and 0,51 G)
 Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 27 (Between 0,11 G and 0,45 G)
 Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
 Parameter 1 Vehicle Speed Every 5 Seconds
 Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
 Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
 Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
 Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 29: Relatório do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris diesel.

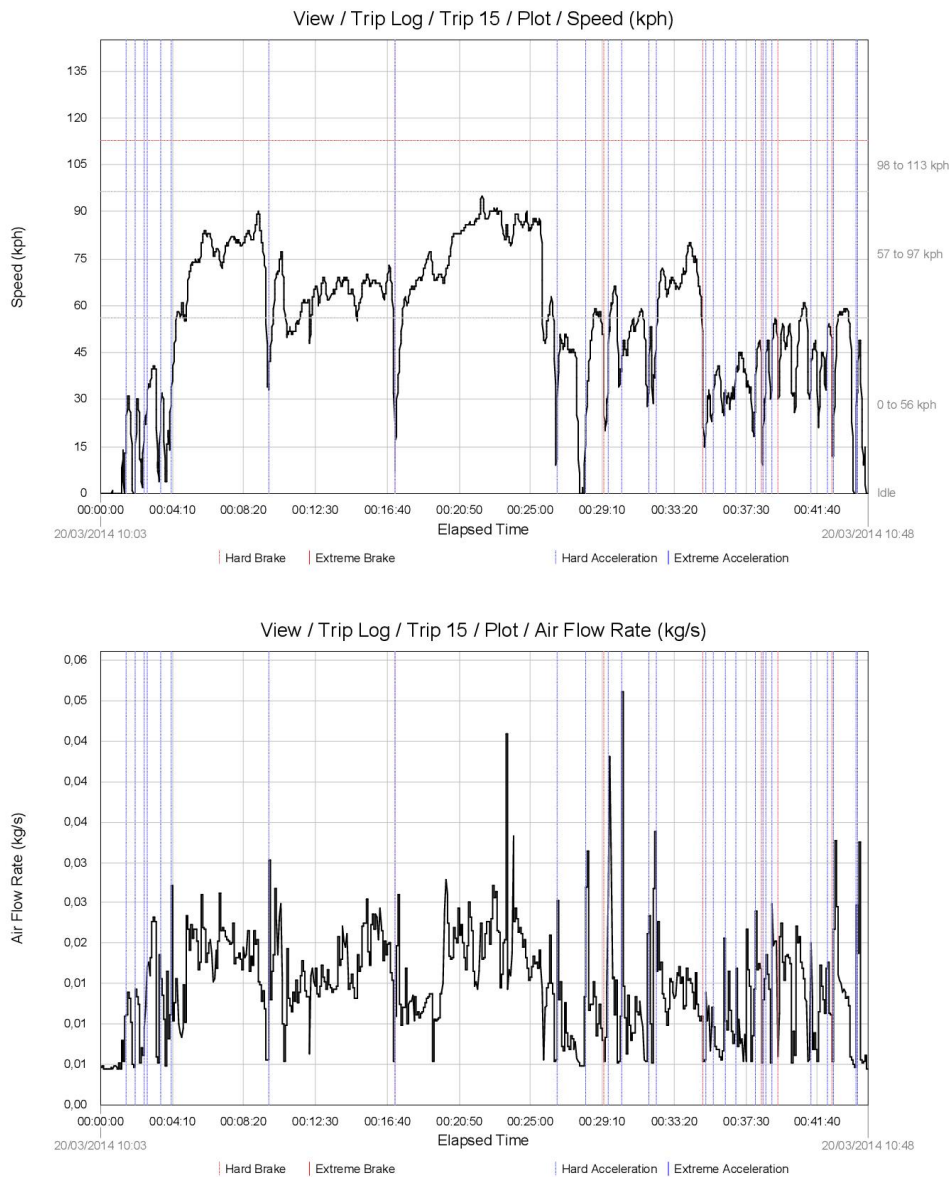


Figura A - 30: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris diesel (Página 1/2).

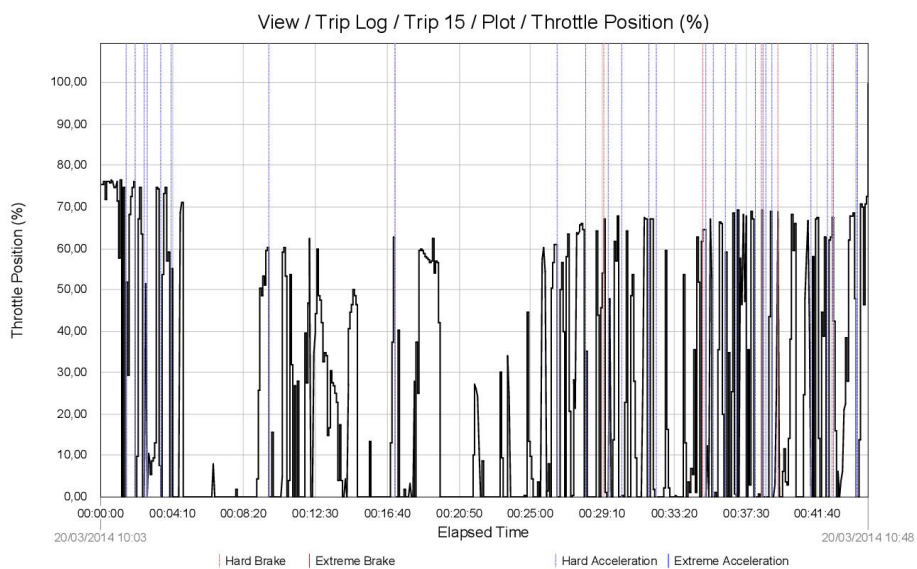
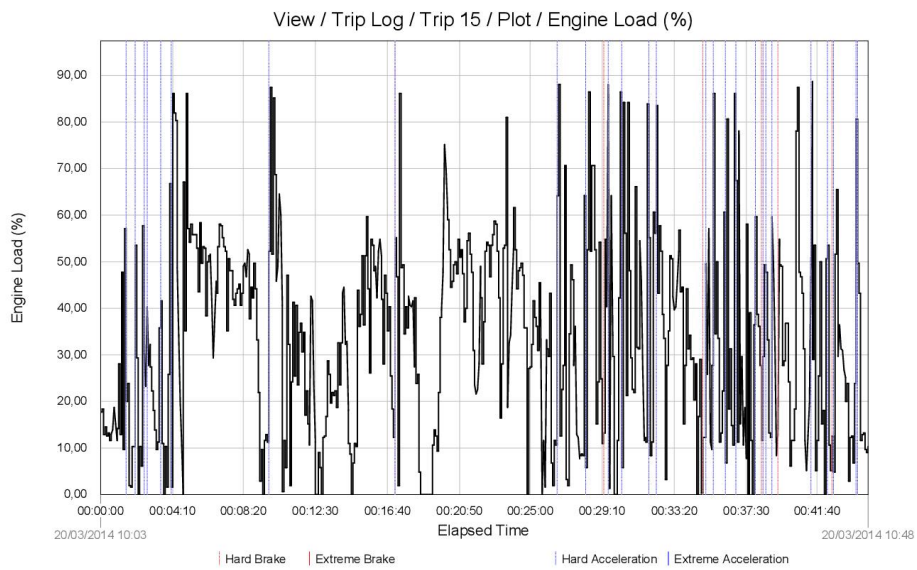


Figura A - 31: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris diesel (Página 2/2).

View / Trip Log / Trip 82 / Report

Driver Paulo
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 08/04/2014 11:41
End Time 08/04/2014 12:19
Duration 00:37:30
Idle 00:00:29
0 to 56 kph 00:14:41
57 to 97 kph 00:22:19
98 to 130 kph 00:00:00
Over 131 kph 00:00:00

Distance 34,6 km
Average Speed 55 kph
Maximum Speed 93 kph

Hard Brakes 1 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 10 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 5 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 32: Relatório do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris gasolina.

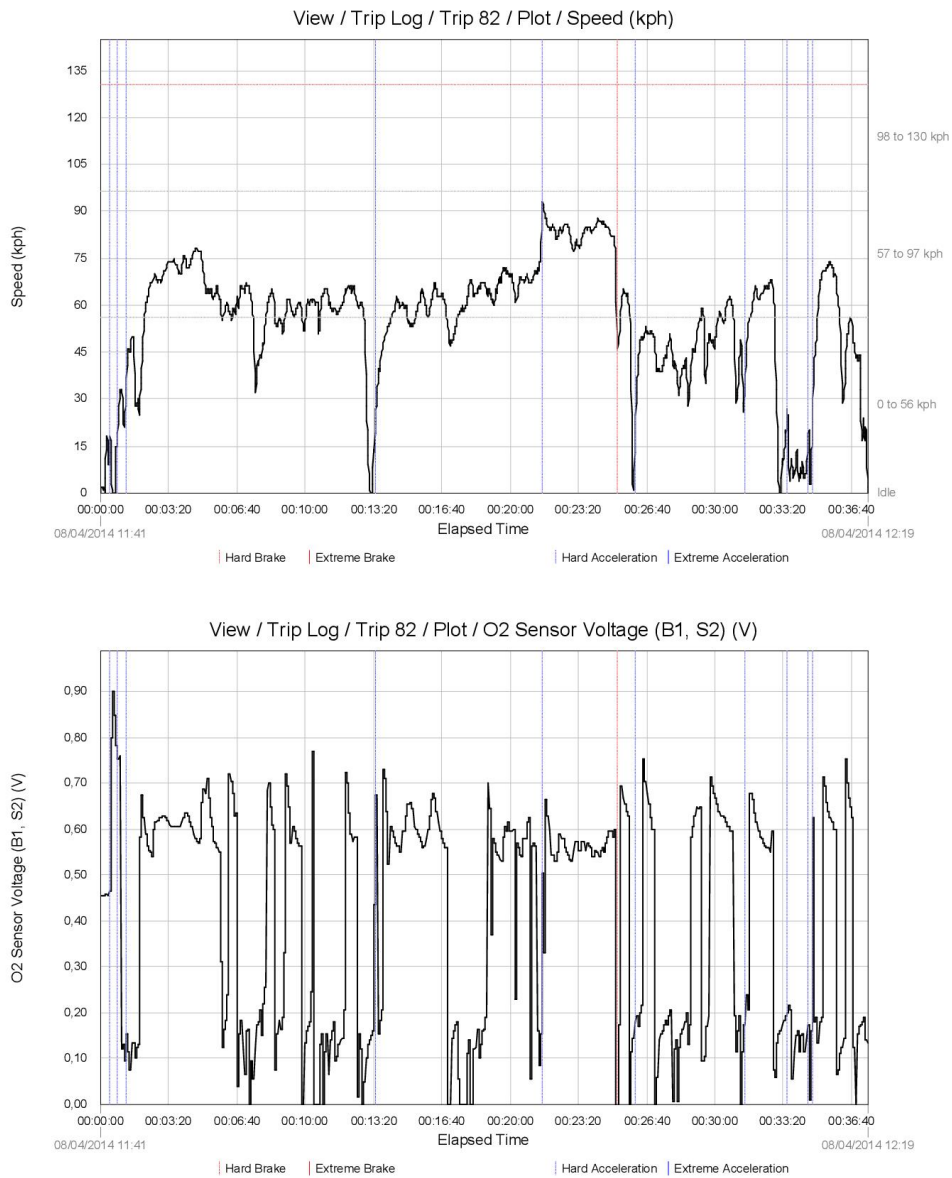


Figura A - 33: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris gasolina (Página 1/2).

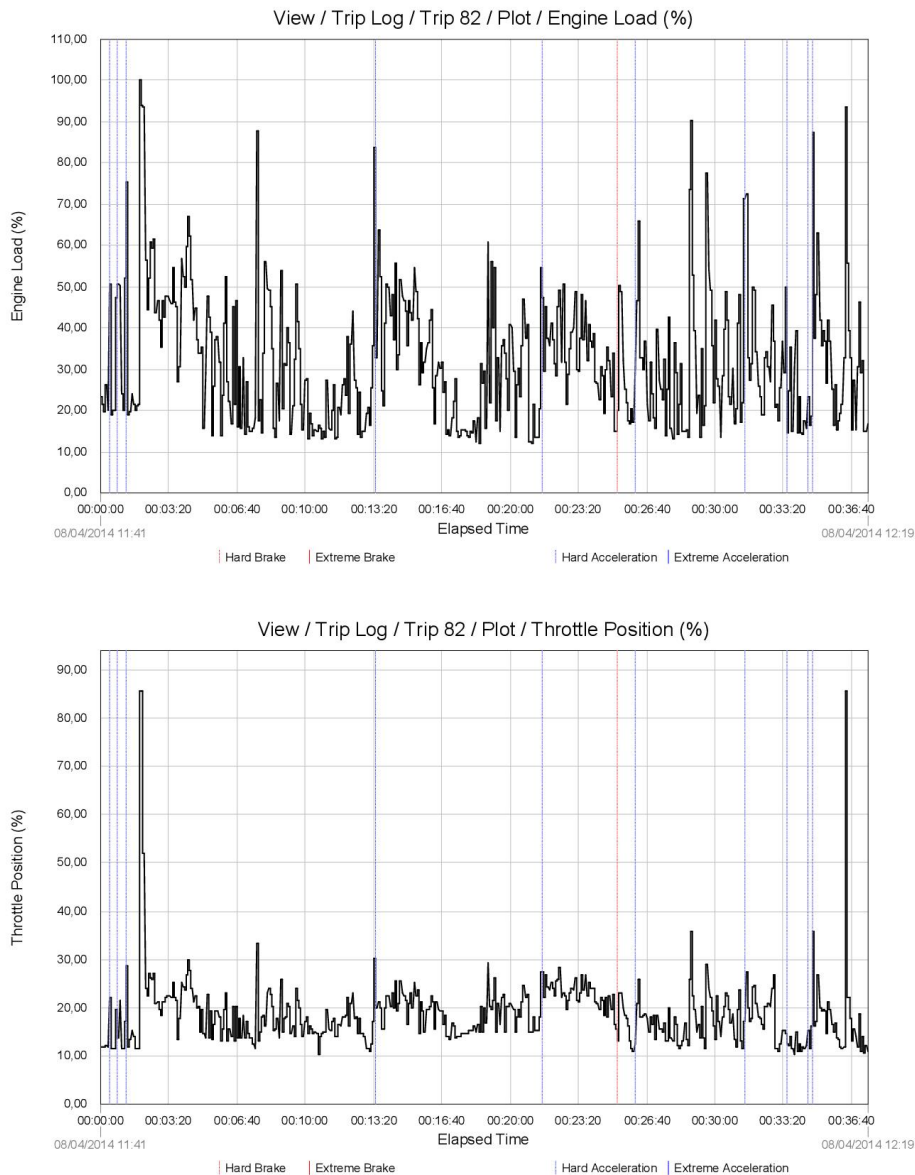


Figura A - 34: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris gasolina (Página 2/2).

View / Trip Log / Trip 149 / Report

Driver Paulo
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 23/04/2014 10:51
End Time 23/04/2014 11:17
Duration 00:26:18
Idle 00:00:15
0 to 56 kph 00:07:36
57 to 97 kph 00:18:26
98 to 130 kph 00:00:00
Over 131 kph 00:00:00

Distance 26,7 km
Average Speed 61 kph
Maximum Speed 87 kph

Hard Brakes 4 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 1 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 4 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 5 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 35: Relatório do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 1/2).

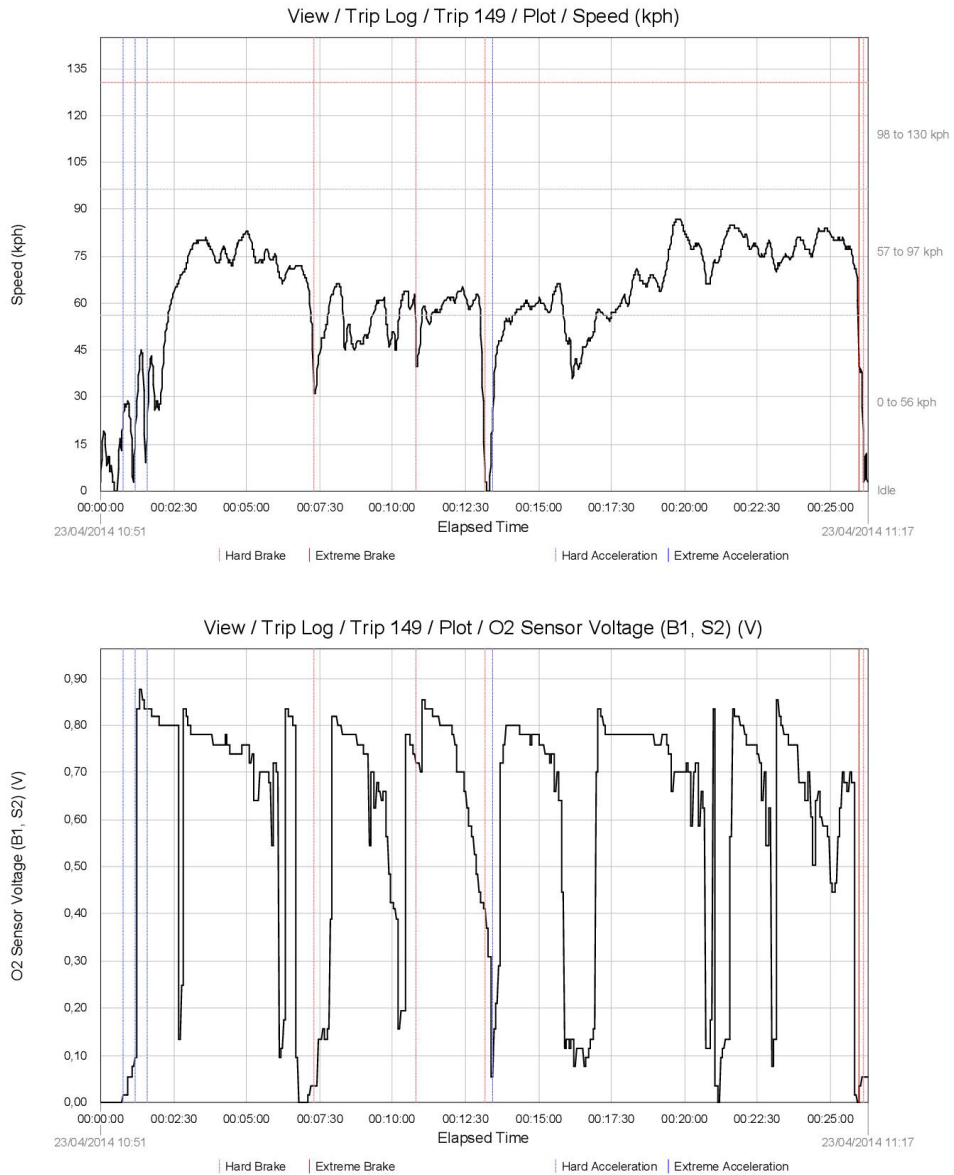


Figura A - 36: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 1/2, Página 1/3).

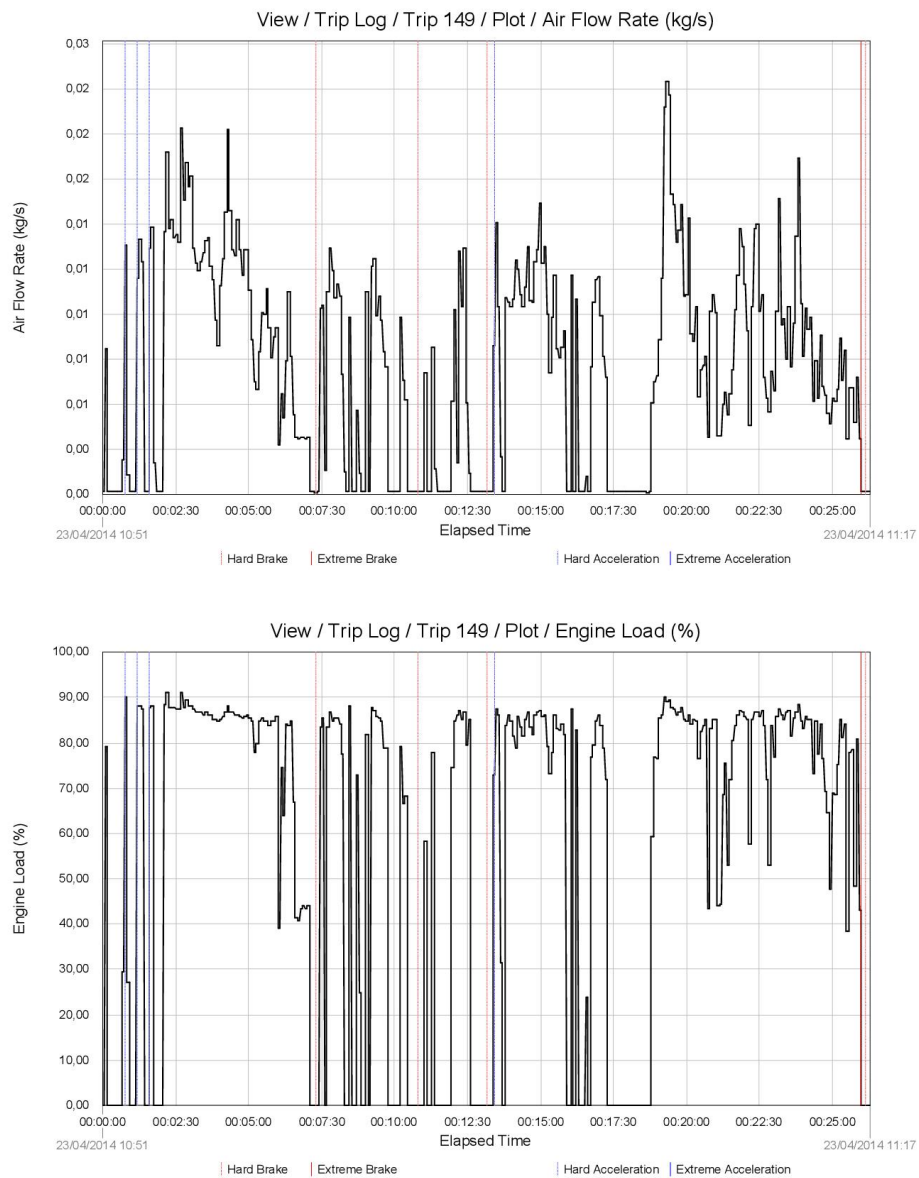


Figura A - 37: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 1/2, Página 2/3).

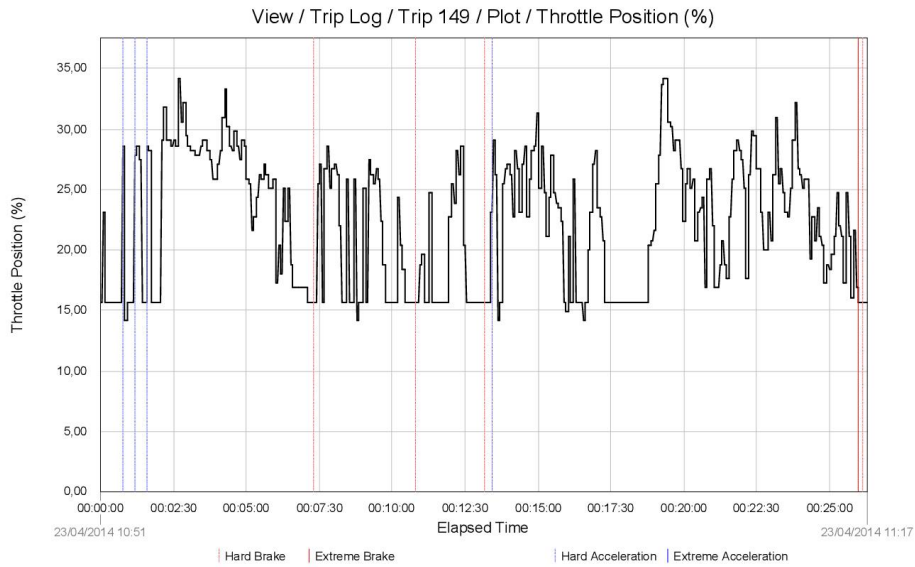


Figura A - 38: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 1/2, Página 3/3).

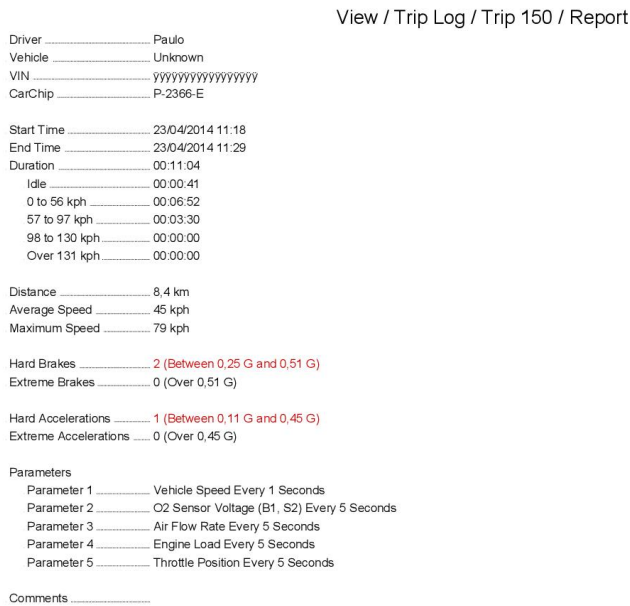


Figura A - 39: Relatório do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 2/2).

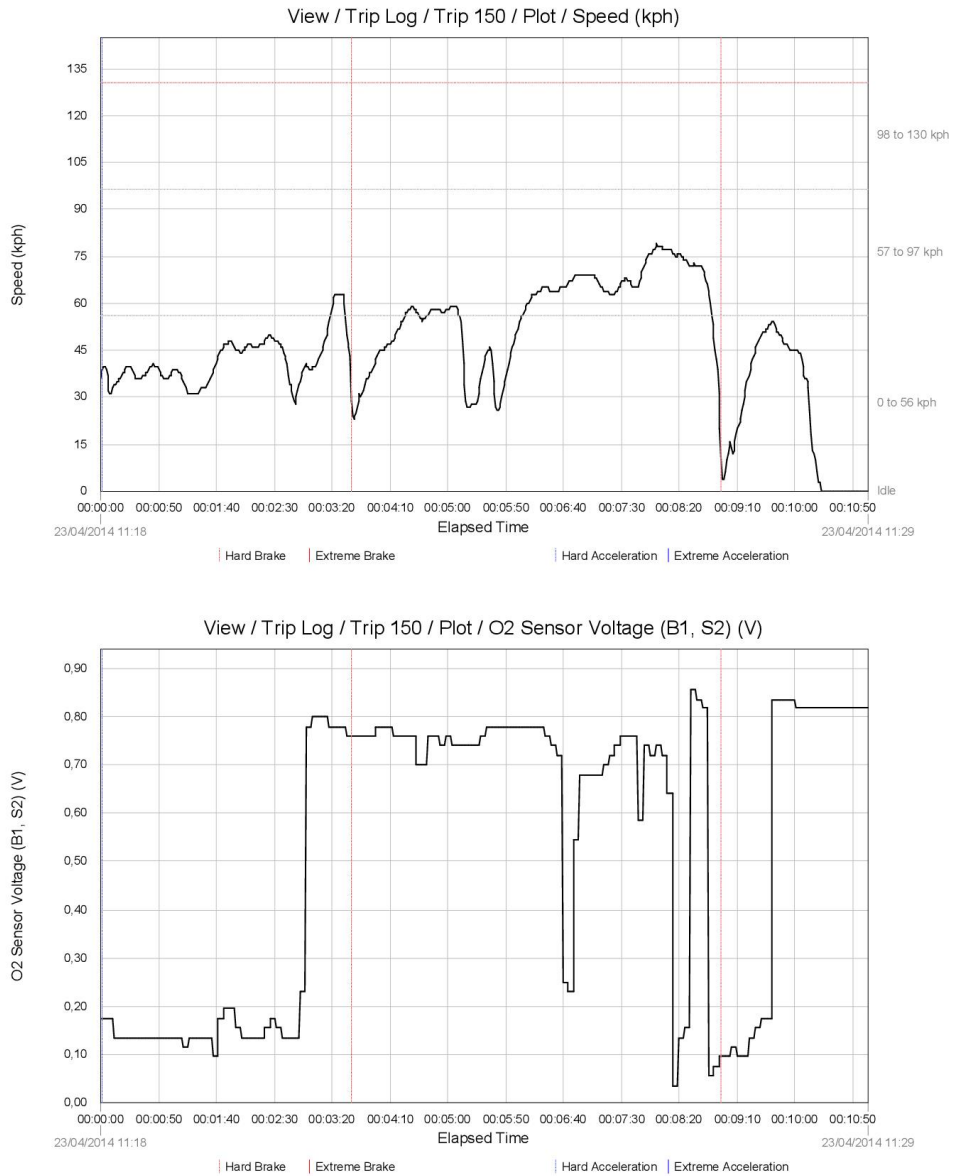


Figura A - 40: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 2/2, Página 1/3).

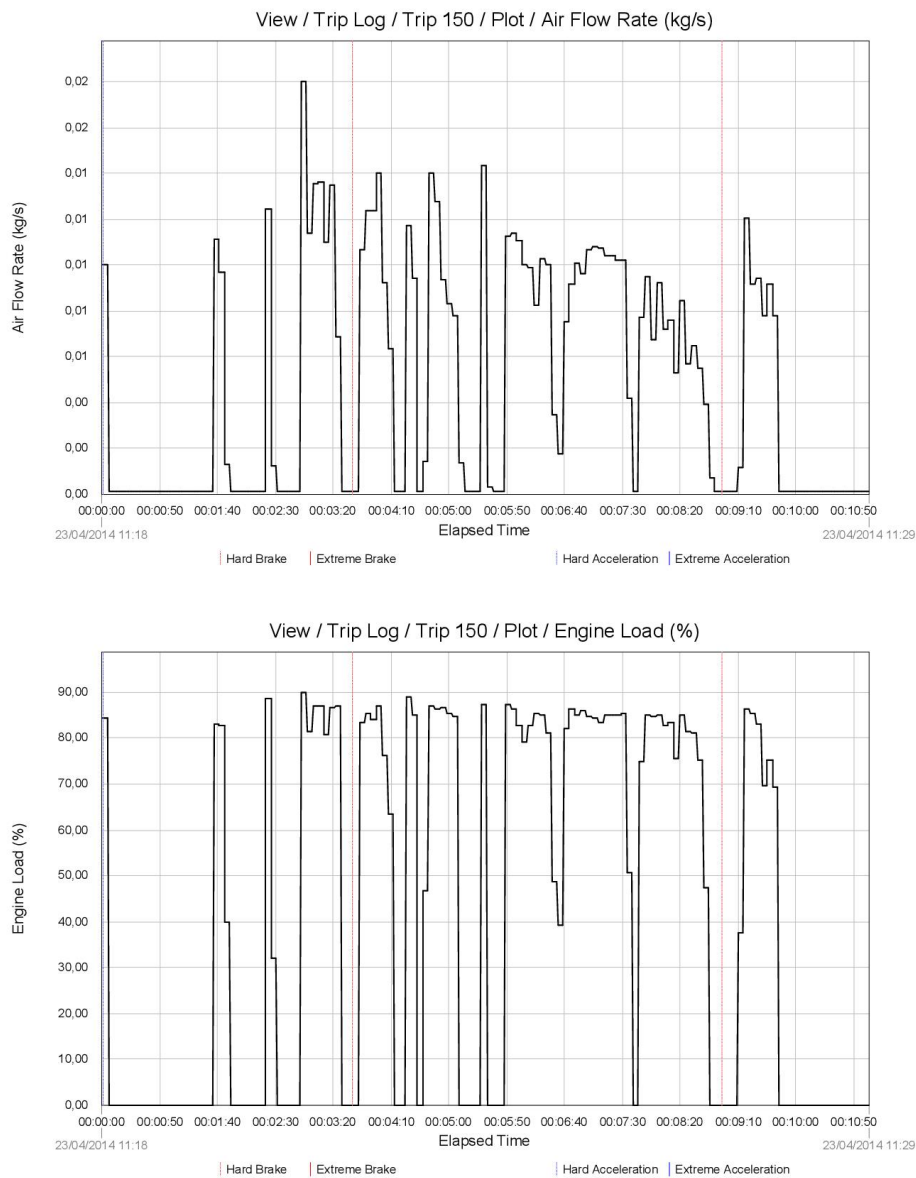


Figura A - 41: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 2/2, Página 2/3).

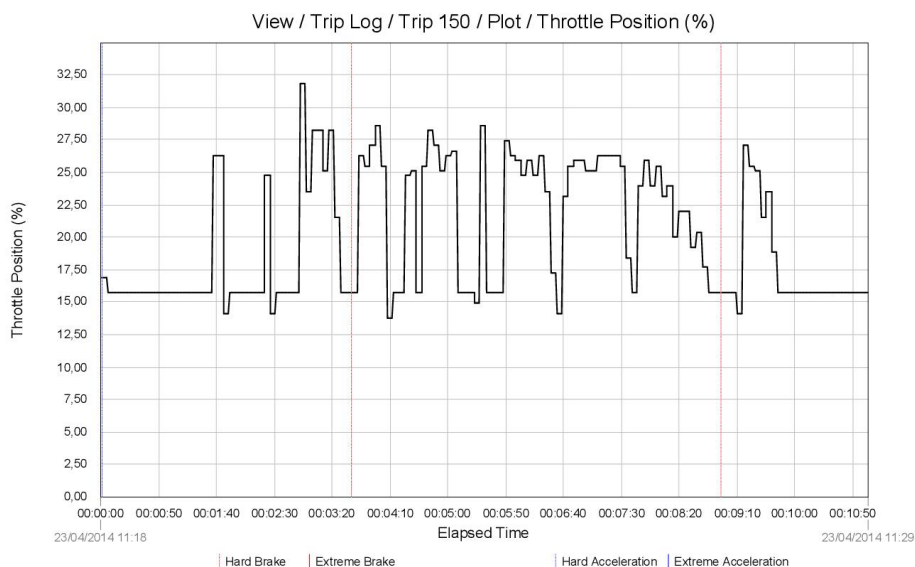


Figura A - 42: Resultado experimental do percurso em estrada nacional relativo ao Yaris híbrido (Parte 2/2, Página 3/3).

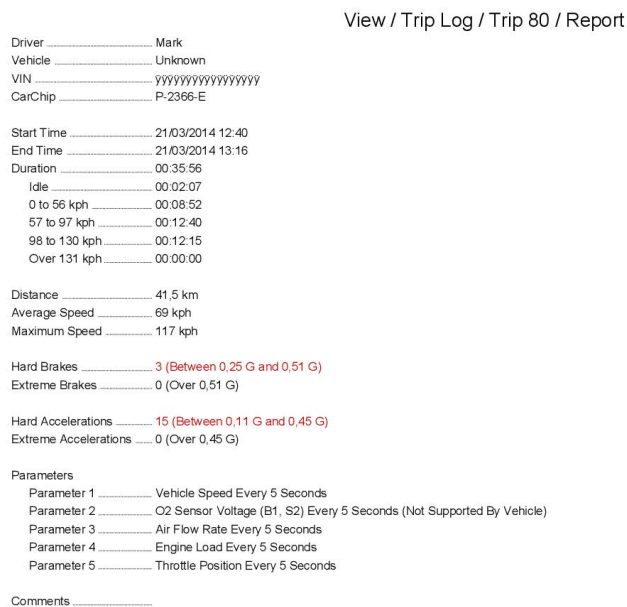


Figura A - 43: Relatório do percurso de autoestrada relativo ao Yaris diesel.

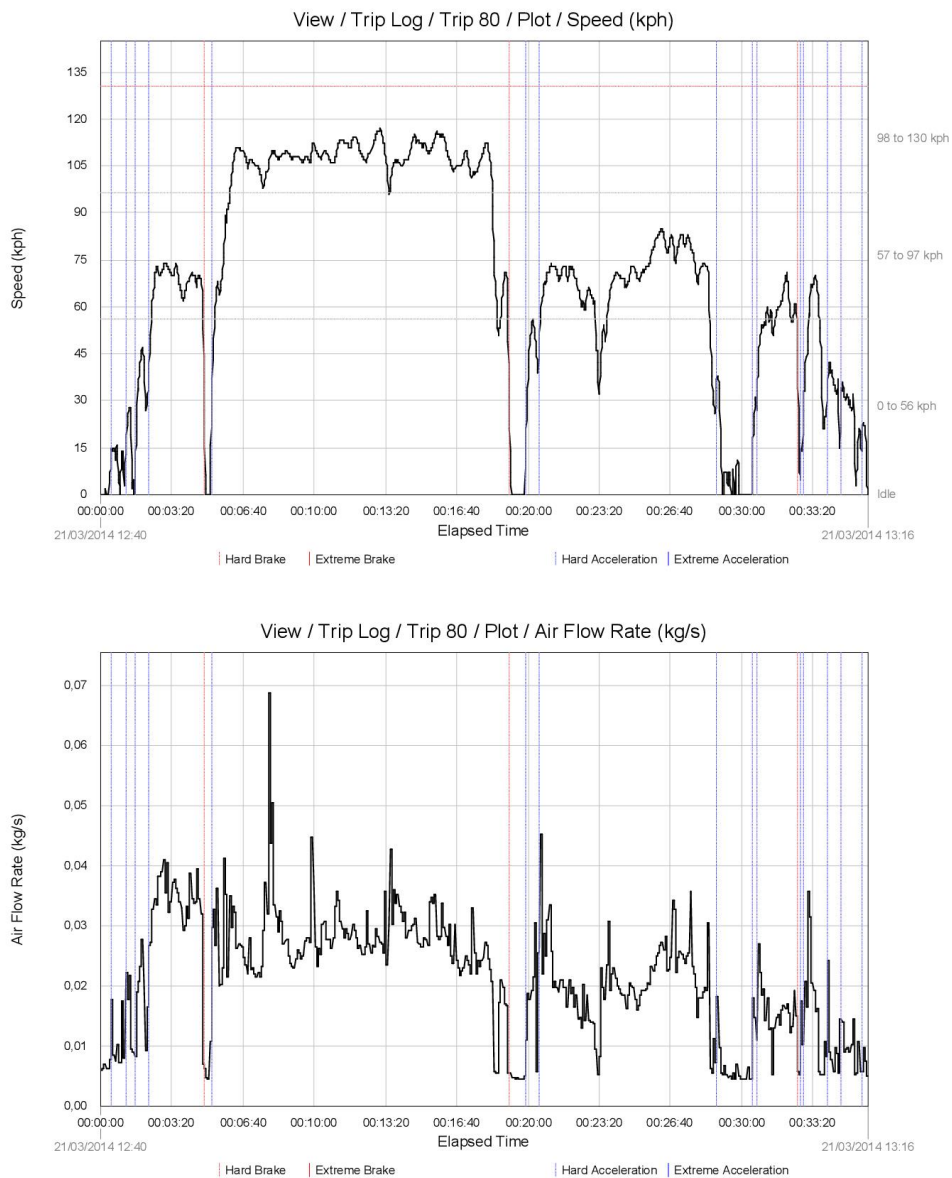


Figura A - 44: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris diesel (Página 1/2).

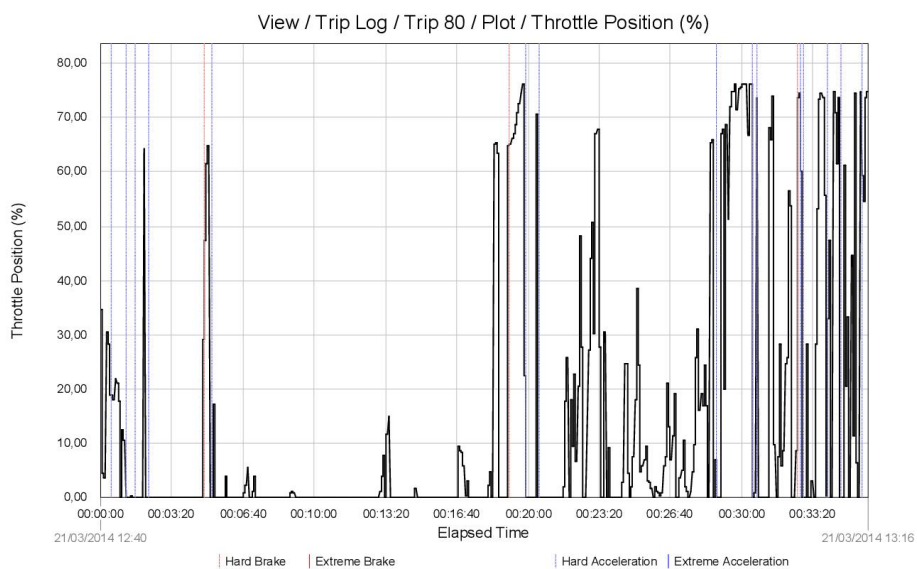
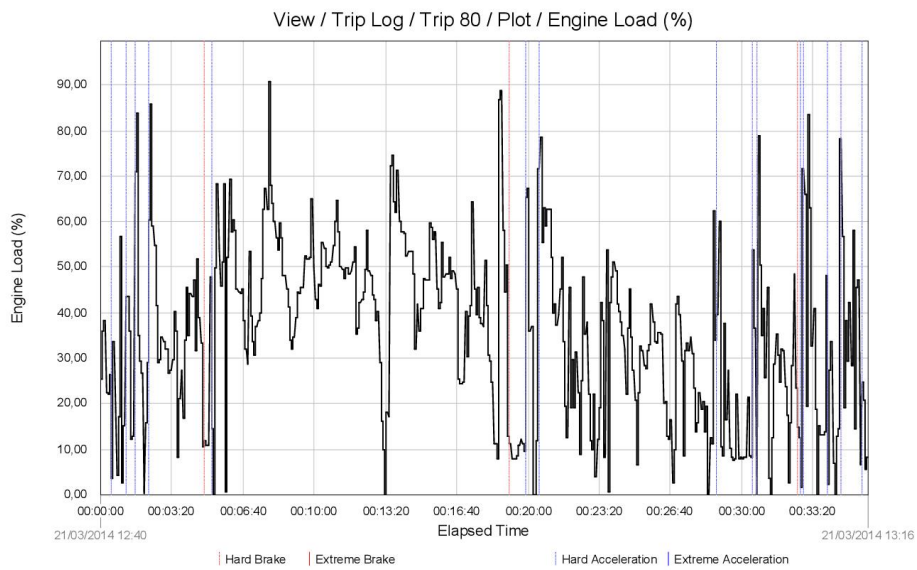


Figura A - 45: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris diesel (Página 2/2).

View / Trip Log / Trip 145 / Report

Driver Paulo
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 09/04/2014 14:16
End Time 09/04/2014 14:32
Duration 00:16:27
Idle 00:00:40
0 to 56 kph 00:01:51
57 to 97 kph 00:02:18
98 to 130 kph 00:11:37
Over 131 kph 00:00:00

Distance 25,5 km
Average Speed 93 kph
Maximum Speed 123 kph

Hard Brakes 3 (Between 0,25 G and 0,51 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,51 G)

Hard Accelerations 2 (Between 0,11 G and 0,45 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,45 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 5 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds (Not Supported By Vehicle)
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 46: Relatório do percurso de autoestrada relativo ao Yaris gasolina.

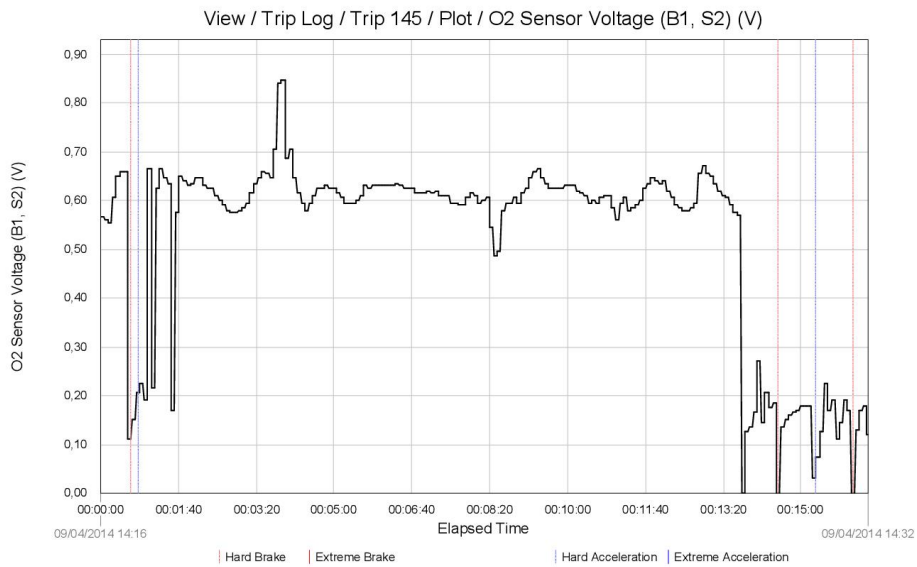
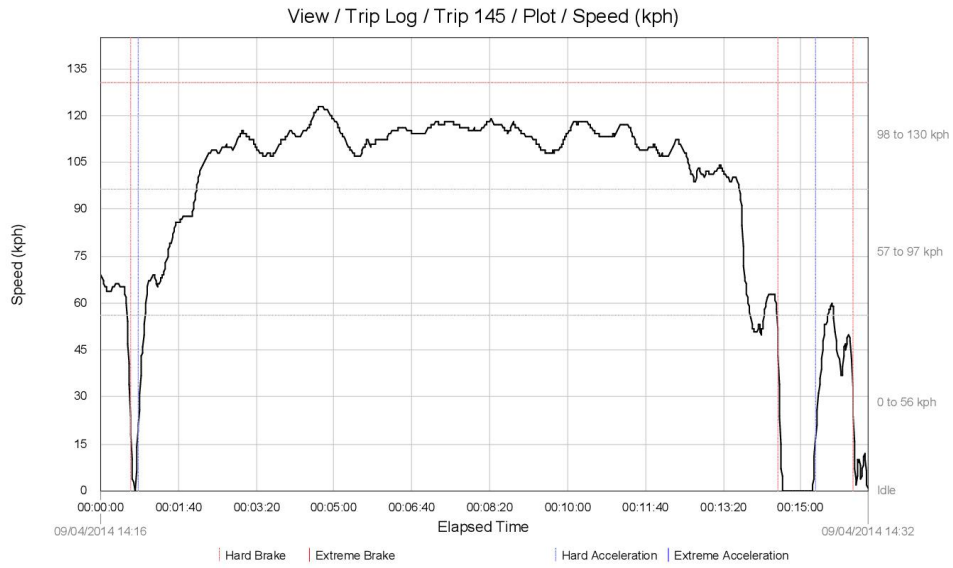


Figura A - 47: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris gasolina (Página 1/2).

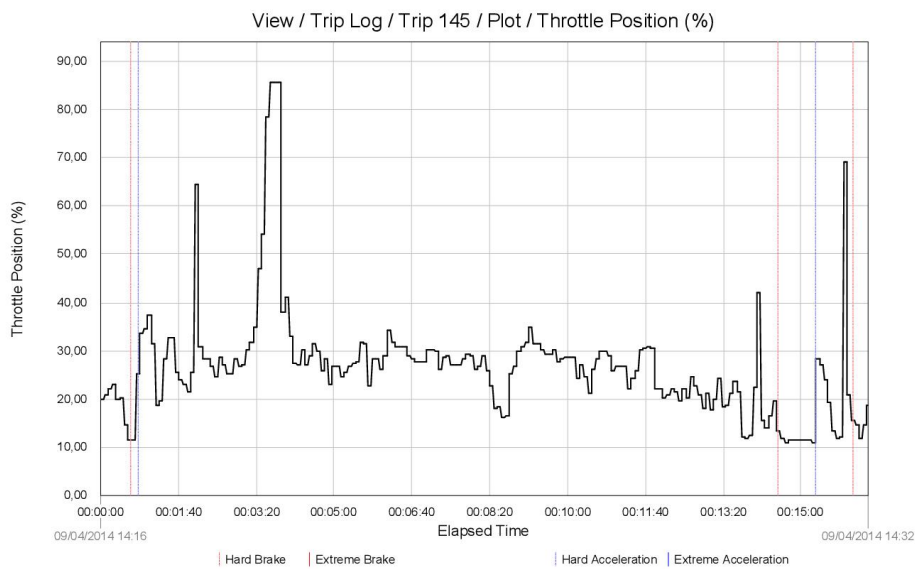
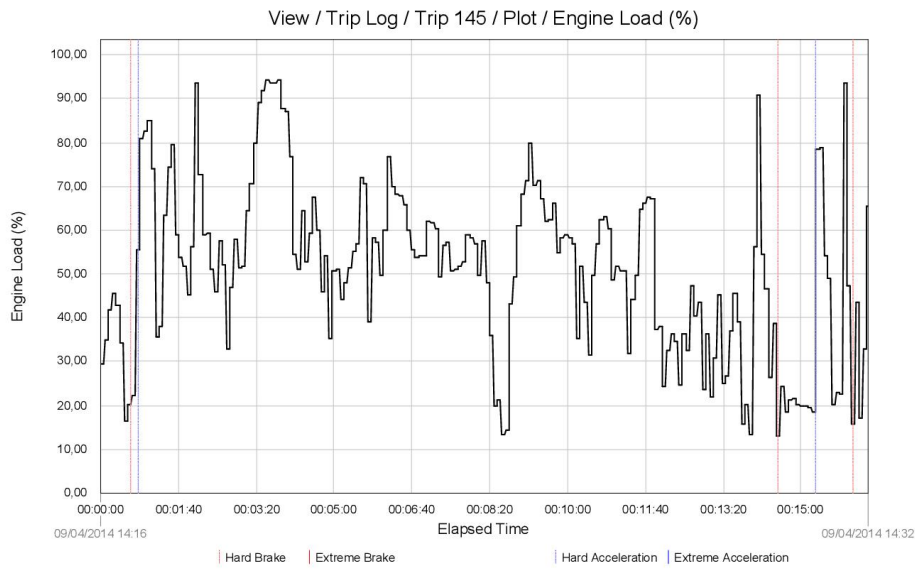


Figura A - 48: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris gasolina (Página 2/2).

View / Trip Log / Trip 216 / Report

Driver Paulo
Vehicle Unknown
VIN yyyyyyyyyyyyyyyy
CarChip P-2366-E

Start Time 24/04/2014 13:44
End Time 24/04/2014 14:01
Duration 00:16:39
Idle 00:00:44
0 to 72 kph 00:02:40
73 to 97 kph 00:01:26
98 to 113 kph 00:10:45
Over 114 kph 00:01:02

Distance 25,5 km
Average Speed 92 kph
Maximum Speed 117 kph

Hard Brakes 2 (Between 0,28 G and 0,48 G)
Extreme Brakes 0 (Over 0,48 G)

Hard Accelerations 0 (Between 0,28 G and 0,48 G)
Extreme Accelerations 0 (Over 0,48 G)

Parameters
Parameter 1 Vehicle Speed Every 5 Seconds
Parameter 2 O2 Sensor Voltage (B1, S2) Every 5 Seconds
Parameter 3 Air Flow Rate Every 5 Seconds
Parameter 4 Engine Load Every 5 Seconds
Parameter 5 Throttle Position Every 5 Seconds

Comments

Figura A - 49: Relatório do percurso de autoestrada relativo ao Yaris híbrido.

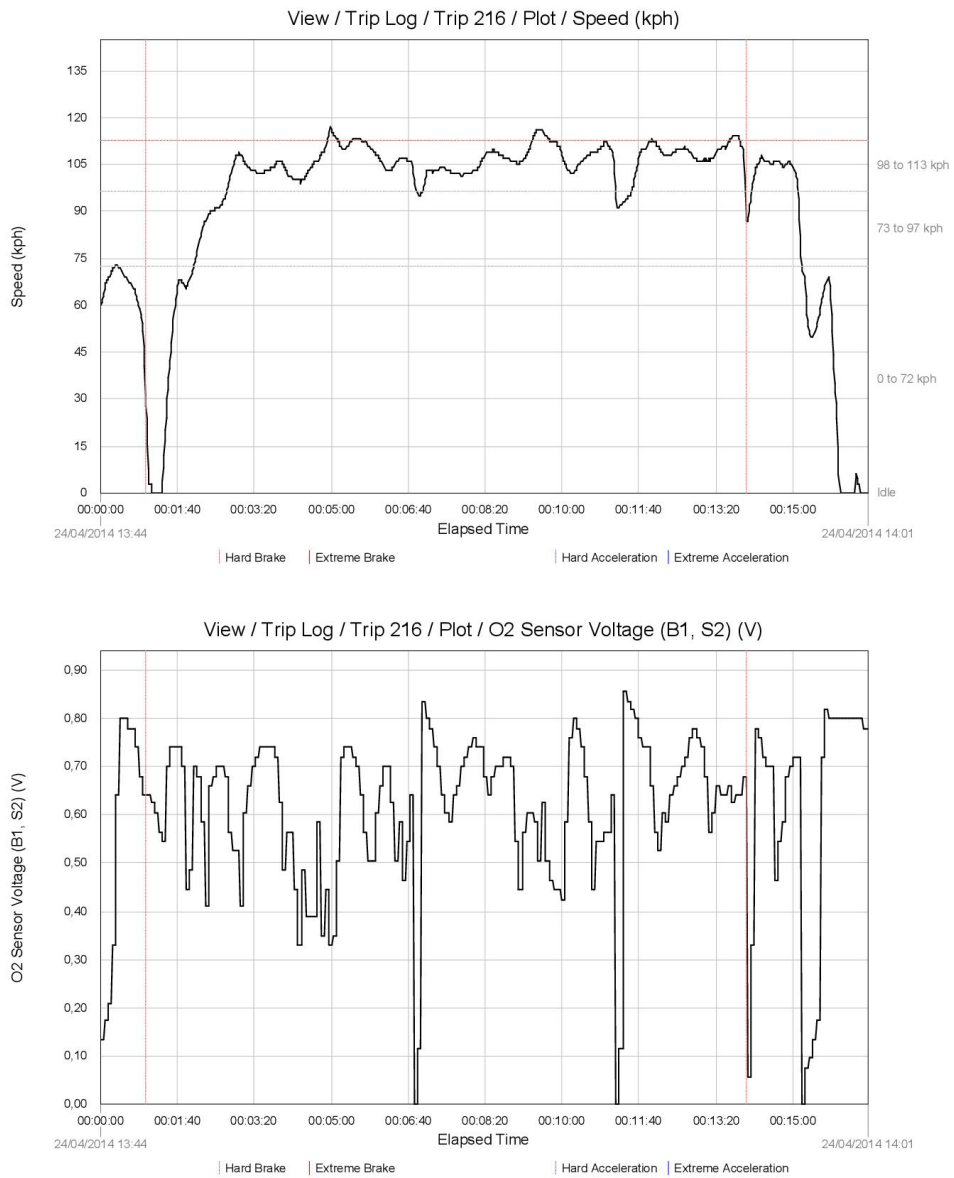


Figura A - 50: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris híbrido (Página 1/3).

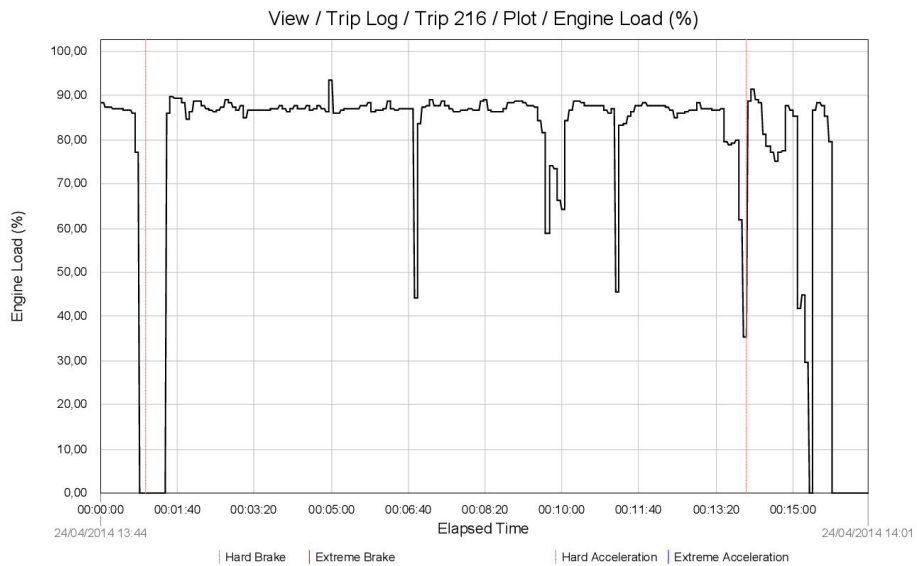
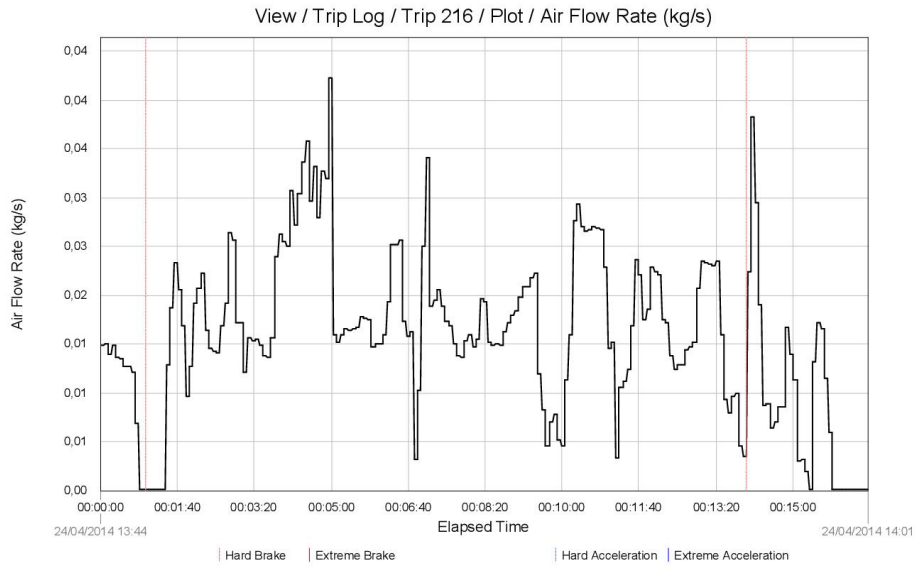


Figura A - 51: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris híbrido (Página 2/3).

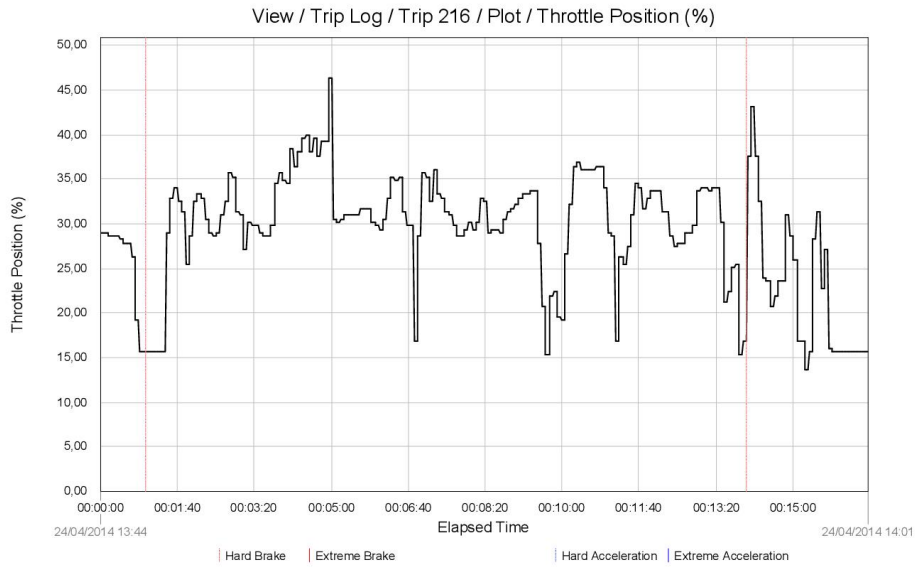


Figura A - 52: Resultado experimental do percurso de autoestrada relativo ao Yaris híbrido (Página 3/3).

Anexo III - Extrapolações efetuadas

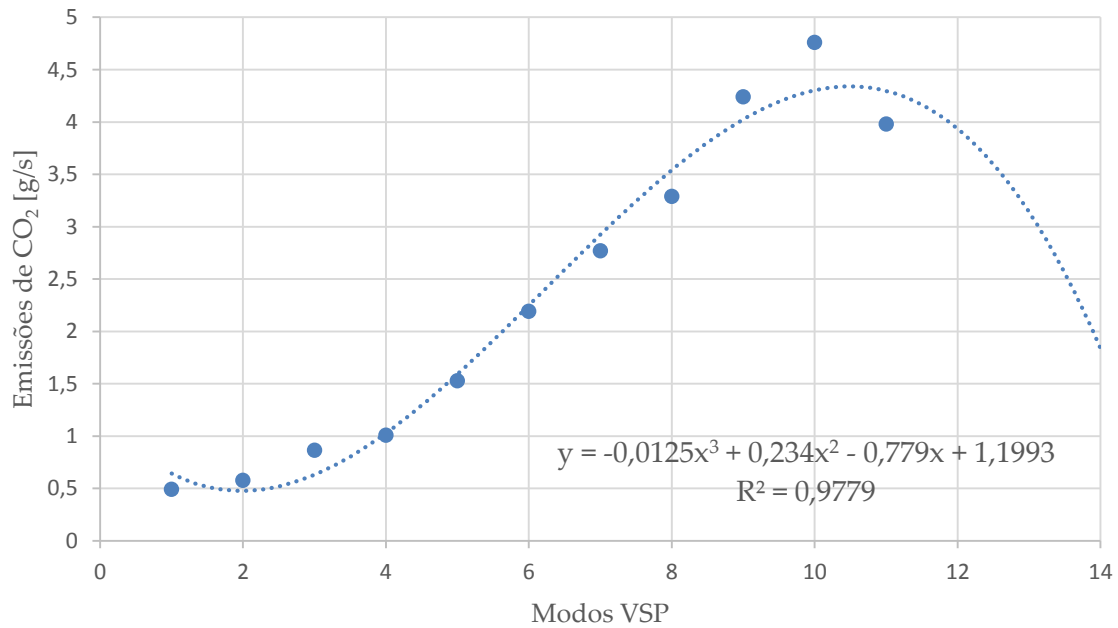


Figura A - 53: Valores reais de emissões de CO₂ e a aproximação polinomial utilizada.

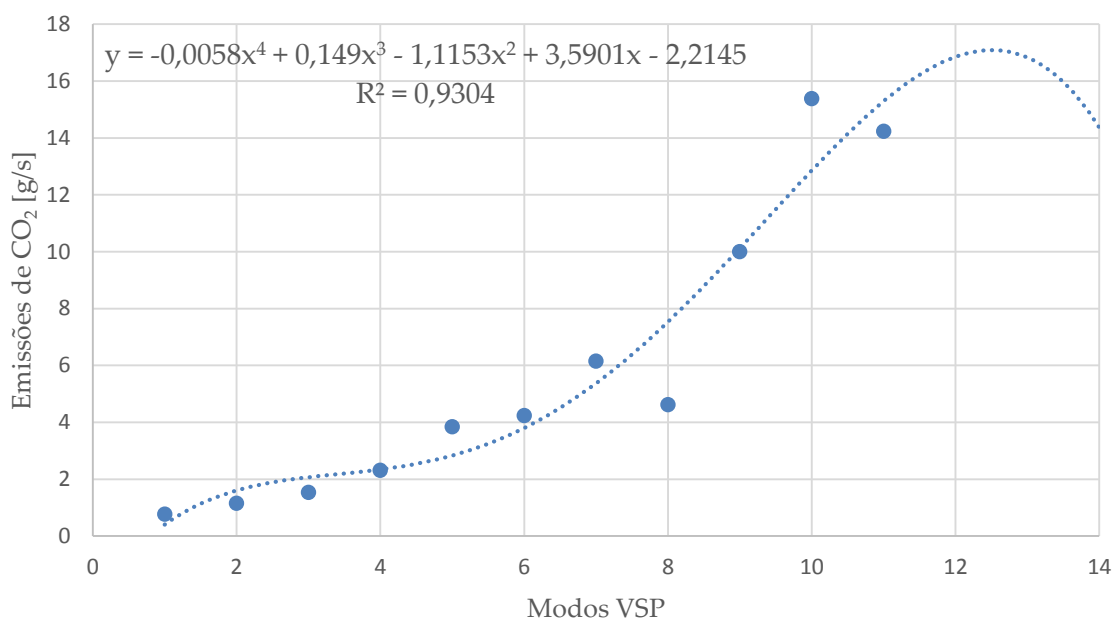


Figura A - 54: Valores reais de emissões de CO e a aproximação polinomial utilizada.

Anexo IV - Cálculos dos resultados provenientes do CarChip™

Quadro A - 1: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do Yaris diesel.

Média CO ₂ [g/s]	Tempo Total [s]	CO ₂ total [g]	Distância Total [m]	CO ₂ [g/m]	CO ₂ [g/km]	l/100km
1,480269663	178	263,488	2097	0,12566995	125,6699523	4,800
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,000224011		0,039874		1,9018E-05	0,019017806	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,00016073		0,02861		1,3645E-05	0,013645469	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41	16	28	49	18	8	10	6	2	0	0	0	0	0
23,0%	9,0%	15,7%	27,5%	10,1%	4,5%	5,6%	3,4%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 2: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do Yaris gasolina.

Média CO2 [g/s]	Tempo Total [s]	CO2 total [g]	Distância Total [m]	CO2 [g/m]	CO2 [g/km]	l/100km
1,730136967	211	365,0589	2131	0,171322127	171,3221275	7,347
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,005954976		1,2565		0,000589675	0,589675401	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,00038673		0,0816		3,82949E-05	0,038294877	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
14	56	64	59	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0
6,6%	26,5%	30,3%	28,0%	6,2%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 3: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do Yaris híbrido (Parte 1/2).

Massa de Ar ([kg/s], [nº ocorrências], [% ocorrências])										
0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
118	70	5	0	0	0	0	0	0	0	0
61,13989637	36,26943005	2,590673575	0	0	0	0	0	0	0	0

Cálculo de combustível através do sensor de oxigênio e da massa de ar									
Média de Ar [kg/s]	Relação Ar/Comb.	Massa de comb. [kg/s]	Dens. Comb. [kg/l]	Volume de Comb. [l/s]	Tempo Total [s]	Distância total [m]	Comb. [l/km]	Func. MCI ⁵ [%]	Comb. Inst. [l/100km]
0,010666667	14,7	0,000725624	0,737	0,000984564	193	2114	0,089879778	38,86010363	3,492737469

O ₂ [V]	Massa de Ar [kg/s]	Nota
45,9	0,8	Estes valores representam a soma de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento
0,612	0,0106667	Estes valores representam a média de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento

⁵ MCI significa motor de combustão interna.

Quadro A - 4: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano sem influência de tráfego do Yaris híbrido (Parte 2/2).

Cálculo de CO e HC através da metodologia VSP			
Média de CO [g/s]	CO Total [g]	CO [g/m]	CO [g/km]
0,002032676	0,3923065	0,000185561	0,185561
Média de HC [g/s]	HC Total [g]	HC [g/m]	HC [g/km]
4,55135E-05	0,0087841	4,15488E-06	4,15488E-03

Cálculo das Emissões de CO ₂			
Densidade da Gasolina [g/l]	Relação Hidrogénio:Carbono	FC [g/m]	CO ₂ [g/km]
737	1,8	0,025741475	81,63920592

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
32	35	41	53	13	13	6	0	0	0	0	0	0	0
16,6%	18,1%	21,2%	27,5%	6,7%	6,7%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 5: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do Yaris diesel.

Média CO ₂ [g/s]	Tempo Total [s]	CO ₂ total [g]	Distância Total [m]	CO ₂ [g/m]	CO ₂ [g/km]	l/100km
1,381120773	207	285,892	2141	0,13354239	133,54239	5,100
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,000213357		0,044165		2,06298E-05	0,020629817	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,00015343		0,03176		1,48353E-05	0,014835344	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
34	42	38	45	20	14	8	3	3	0	0	0	0	0
16,4%	20,3%	18,4%	21,7%	9,7%	6,8%	3,9%	1,4%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 6: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do Yaris gasolina.

Média CO ₂ [g/s]	Tempo Total [s]	CO ₂ total [g]	Distância Total [m]	CO ₂ [g/m]	CO ₂ [g/km]	l/100km
2,069182796	186	384,868	2064	0,186502194	186,5021941	8,003
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,007979032		1,4841		0,000719176	0,719176201	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,000425806		0,0792		3,83793E-05	0,038379324	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28	38	26	51	25	15	1	2	0	0	0	0	0	0
15,1%	20,4%	14,0%	27,4%	13,4%	8,1%	0,5%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 7: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do Yaris híbrido (Parte 1/2).

Massa de Ar ([kg/s], [nº ocorrências], [% ocorrências])										
0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
153	75	5	0	0	0	0	0	0	0	0
65,66523605	32,1888412	2,145922747	0	0	0	0	0	0	0	0

Cálculo de combustível através do sensor de oxigénio e da massa de ar									
Média de Ar [kg/s]	Relação Ar/Comb.	Massa de comb. [kg/s]	Dens. Comb. [kg/l]	Volume de Comb. [l/s]	Tempo Total [s]	Distância total [m]	Comb. [l/km]	Func. MCI [%]	Comb. Inst. [l/100km]
0,010625	14,7	0,000722789	0,737	0,000980718	233	2111	0,108268781	34,33476395	3,717383052

O ₂ [V]	Massa de Ar [kg/s]	Nota
49,35	0,85	Estes valores representam a soma de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento
0,616875	0,010625	Estes valores representam a média de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento

Quadro A - 8: Cálculos efetuados relativos ao percurso urbano com influência de tráfego do Yaris híbrido (Parte 2/2).

Cálculo de CO e HC através da metodologia VSP			
Média de CO [g/s]	CO Total [g]	CO [g/m]	CO [g/km]
0,001885107	0,43923	0,000208111	0,208111
Média de HC [g/s]	HC Total [g]	HC [g/m]	HC [g/km]
4,05142E-05	0,0094398	4,47266E-06	4,47266E-03

Cálculo das Emissões de CO ₂			
Densidade da Gasolina [g/l]	Relação Hidrogénio:Carbono	FC [g/m]	CO ₂ [g/km]
737	1,8	0,027397113	86,87322966

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
23	58	80	39	17	10	4	2	0	0	0	0	0	0
9,9%	24,9%	34,3%	16,7%	7,3%	4,3%	1,7%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Quadro A - 9: Cálculos efetuados relativos ao percurso em estrada nacional do Yaris diesel.

Média CO2 [g/s]	Tempo Total [s]	CO2 total [g]	Distância Total [m]	CO2 [g/m]	CO2 [g/km]	1/100km
2,592513711	2137	5540,2018	34981	0,158378211	158,3782109	6,048
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,000358714		0,766571714		2,1914E-05	0,02191405	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,000192586		0,411557		1,17652E-05	0,011765214	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
306	127	275	319	329	196	224	159	50	32	34	15	20	51
14,3%	5,9%	12,9%	14,9%	15,4%	9,2%	10,5%	7,4%	2,3%	1,5%	1,6%	0,7%	0,9%	2,4%

Quadro A - 10: Cálculos efetuados relativos ao percurso em estrada nacional do Yaris gasolina.

Média CO2 [g/s]	Tempo Total [s]	CO2 total [g]	Distância Total [m]	CO2 [g/m]	CO2 [g/km]	1/100km
2,659470174	2243	5965,1916	34450	0,1731551	173,15505	7,487
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,023013152		51,6185		0,0014984	1,4983599	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,000655461		1,4702		4,268E-05	0,0426763	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
371	171	233	550	355	174	187	90	33	28	15	6	6	24
16,5%	7,6%	10,4%	24,5%	15,8%	7,8%	8,3%	4,0%	1,5%	1,2%	0,7%	0,3%	0,3%	1,1%

Quadro A - 11: Cálculos efetuados relativos ao percurso em estrada nacional do Yaris híbrido (Parte 1/2).

Massa de ar ([kg/s], [nº ocorrências], [% ocorrências])										
0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
932	1186	115	0	0	0	0	0	0	0	0
41,73757277	53,11240484	5,150022391	0	0	0	0	0	0	0	0

Cálculo de combustível através do sensor de oxigénio e da massa de ar									
Média de Ar [kg/s]	Relação Ar/Comb.	Massa de comb. [kg/s]	Dens. Comb. [kg/l]	Volume de Comb. [l/s]	Tempo Total [s]	Distância total [m]	Comb. [l/km]	Func. MCI [%]	Comb. Inst. [l/100km]
0,010883935	14,7	0,000740404	0,737	0,001004618	2233	34976	0,064139451	58,26242723	3,736920074

O ₂ [V]	Massa de Ar [kg/s]	Nota
820,98	14,16	Estes valores representam a soma de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento
0,631037663	0,0108839	Estes valores representam a média de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento

Quadro A - 12: Cálculos efetuados relativos ao percurso em estrada nacional do Yaris híbrido (Parte 2/2).

Cálculo de CO e HC através da metodologia VSP			
Média de CO [g/s]	CO Total [g]	CO [g/m]	CO [g/km]
0,003566525	7,9640512	0,000227703	0,227703
Média de HC [g/s]	HC Total [g]	HC [g/m]	HC [g/km]
7,23835E-05	0,16163225	4,62129E-06	4,62129E-03

Cálculo das Emissões de CO2			
Densidade da Gasolina [g/l]	Relação Hidrogénio:Carbono	FC [g/m]	CO2 [g/km]
737	1,8	0,027541101	87,30033672

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
304	148	268	564	303	292	151	51	24	21	42	36	19	10
13,6%	6,6%	12,0%	25,3%	13,6%	13,1%	6,8%	2,3%	1,1%	0,9%	1,9%	1,6%	0,9%	0,4%

Quadro A - 13: Cálculos efetuados relativos ao percurso autoestrada do Yaris diesel.

Média CO2 [g/s]	Tempo Total [s]	CO2 total [g]	Distância Total [m]	CO2 [g/m]	CO2 [g/km]	1/100km
7,80158255	745	5812,179	22369	0,259833156	259,8331562	9,921
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,000720347		0,536658759		2,39913E-05	0,023991302	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,00036186		0,269586		1,20518E-05	0,012051828	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
114	0	1	0	0	0	0	0	3	6	38	208	209	166
15,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,8%	5,1%	27,9%	28,1%	22,3%

Quadro A - 14: Cálculos efetuados relativos ao percurso autoestrada do Yaris gasolina.

Média CO2 [g/s]	Tempo Total [s]	CO2 total [g]	Distância Total [m]	CO2 [g/m]	CO2 [g/km]	1/100km
8,18347063	698	5712,0625	21644	0,263907712	263,9077119	12,473
Média CO [g/s]		CO total [g]		CO [g/m]	CO [g/km]	
0,552855874		385,8934		0,017828979	17,82897932	
Média HC [g/s]		HC total [g]		HC [g/m]	HC [g/km]	
0,006847851		4,7798		0,000220835	0,220835483	

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
103	0	1	0	0	0	0	0	0	6	33	54	164	337
14,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	4,7%	7,7%	23,5%	48,3%

Quadro A - 15: Cálculos efetuados relativos ao percurso autoestrada do Yaris híbrido (Parte 1/2).

Massa de ar ([kg/s], [nº ocorrências], [% ocorrências])										
0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
32	215	360	140	15	0	0	0	0	0	0
4,1994750 66	28,21522 31	47,2440944 9	18,372703 41	1,96850393 7	0	0	0	0	0	0

Cálculo de combustível através do sensor de oxigénio e da massa de ar									
Média de Ar [kg/s]	Relação Ar/Comb.	Massa de comb. [kg/s]	Dens. Comb. [kg/l]	Volume de Comb. [l/s]	Tempo Total [s]	Distância total [m]	Comb. [l/km]	Func. MCI [%]	Comb. Inst. [l/100km]
0,0193835 62	14,7	0,00131861	0,737	0,00178915 8	762	22357	0,06098054 2	95,8005 2493	5,84196 7945

O ₂ [V]	Massa de Ar [kg/s]	Nota
453,05	14,15	Estes valores representam a soma de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento
0,620616 4	0,0193836	Estes valores representam a média de O ₂ e massa de ar, das vezes em que o MCI está em funcionamento

Quadro A - 16: Cálculos efetuados relativos ao percurso autoestrada do Yaris híbrido (Parte 2/2).

Cálculo de CO e HC através da metodologia VSP			
Média de CO [g/s]	CO Total [g]	CO [g/m]	CO [g/km]
0,013811181	10,5241202	0,000470732	0,470732
Média de HC [g/s]	HC Total [g]	HC [g/m]	HC [g/km]
3,58872E-05	0,02734605	1,22316E-06	1,22316E-03

Cálculo das Emissões de CO ₂			
Densidade da Gasolina [g/l]	Relação Hidrogénio:Carbono	FC [g/m]	CO ₂ [g/km]
737	1,8	0,043055304	136,3163277

VSP Modes													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
106	0	1	0	0	0	0	7	19	9	141	162	153	164
13,9%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	2,5%	1,2%	18,5%	21,3%	20,1%	21,5%