

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA**

**OS REQUISITOS DE EMISSÕES E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL PARA  
VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS - ECE**

**São Caetano do Sul**

**2012**

**RAFAEL DE LOURENÇO ROSSINI CAPUSSO**

**OS REQUISITOS DE EMISSÕES E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL PARA  
VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS - ECE**

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Automotiva, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Wanderlei Marinho da Silva

**São Caetano do Sul  
2012**

Capusso, Rafael de Lourenço Rossini

Os requisitos de emissões e consumo de combustível para veículos elétricos e híbridos - ECE / Rafael de Lourenço Rossini Capusso. São Paulo, 2012.  
69p.

Monografia (Especialização em Engenharia Automotiva) — Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Wanderlei Marinho da Silva

1. Emissão de Poluentes 2. Veículos (Aspectos ambientais) 3. Veículos híbridos I. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Escola de Engenharia Mauá. II. Título.

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus Pais, familiares e esposa pelo incentivo para que eu terminasse meus estudos. Ao Prof. Wanderlei Marinho da Silva, pela orientação dada na elaboração e finalização desse trabalho.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo reunir os principais requisitos para medição de emissões e consumo de combustível / eletricidade e Autonomia para veículos híbridos e elétricos. A referência é objetiva sobre a regulamentação UNECE – “*Economic Comission for Europe of the United Nations*”, da Europa, pertencente à ONU. O autor apresenta nas próximas páginas a compilação de dados sobre a regulamentação, descreve seus requisitos, procedimentos de ensaio e as principais definições de veículos híbridos e elétricos conforme regulamentação de forma a oferecer ao leitor um material de consulta sobre o assunto em um único trabalho, finalizando com uma visão da importância de se conhecer os requisitos da regulamentação de emissões e consumo para esse tipo recente de tecnologia. Fazendo uma avaliação dos possíveis efeitos, positivos e negativos, da introdução do veículo híbrido no Brasil na regulamentação de emissões.

**Palavra-chave:** Emissão de Poluentes. Veículos (Aspectos ambientais). Veículos híbridos.

## **ABSTRACT**

The goal of this Project is to unite all the pre requisites to the measurement of the emissions and the fuel consumption as well as the electricity and the Autonomy to hybrid and electric vehicles. The reference regards the European UNECE rules (Economic Comission for Europe of the United Nations), which belongs to The UN. These work presents the aforementioned rules describing its requirements, test procedures and main definitions to hybrid and electric vehicles in a way that regulates the achievement of reliable resource material about the subject in one single place, evaluating the consequences – may they be positive or not – of introducing such vehicle in Brazilian laws of emission; calling attention to the importance of knowing the requirements that frames all about this type of new technology.

**Keywords:** Vehicle Emission. Vehicle (Environmental Aspects). Hybrid vehicles.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Procedimento medição de evaporativos.....	40
Figura 2 - Ciclo de ensaio .....	64
Figura 3 - Ciclo de ensaio elementar (parte 1) – trocas de marcha .....	65
Figura 4 - Ciclo extra-urbano (parte 2) .....	67
Figura 5 - Perfil estado de carga - Condição A .....	68
Figura 6 - Perfil estado de carga - Condição B .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categoria de veículos híbridos .....	12
Tabela 2 - Limite de emissões ECE R83.06.....	14
Tabela 3 – Inércia equivalente .....	16
Tabela 4 - Modo operativo do veículo de teste .....	22
Tabela 5 - Condição de Funcionamento do Motor.....	29
Tabela 6 - Fatores de deterioração de emissões .....	41
Tabela 7 - Limite de emissões ensaio a frio .....	42
Tabela 8 - Sequência por fases (parte 1) .....	63
Tabela 9 - Sequência caixa de marcha (parte 1).....	63
Tabela 10 - Ciclo de ensaio elementar (parte 1).....	64
Tabela 11 - Sequência por fases (parte 2) .....	65
Tabela 12 - Sequência trocas de marcha (parte 2).....	66
Tabela 13 - Ciclo extra-urbano (parte 2) - Troca de marcha.....	67



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FR	Final da coleta das amostras de emissões de gases
GN	Gás natural
GPL	Gás de petróleo liquefeito
IMT	Instituto Mauá de Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IR	Início da coleta das amostras de emissões de gases
OBD	Sistema de diagnóstico – On-Board Diagnosis
OVC	Carregamento do exterior (Off-Vehicle Charging)
NOVC	Sem carregamento do exterior (Not Off-Vehicle Charging)
Q [Ah]	Quantidade de carga
SOC	State of Charge – Estado de carga
UNECE	Economic Commission for Europe of the United Nations
USP	Universidade de São Paulo
VH	Veículo híbrido
VHE	Veículo híbrido elétrico
NEDC	New European Driving Cycle
FTP 75	Federal Test Procedure 75

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 ENSAIOS DE EMISSÕES .....	12
2.1 Ensaio de Tipo I .....	13
2.2 Ensaio de Tipo II .....	26
2.2.1 Procedimento de teste.....	26
2.3 Ensaio de Tipo III.....	28
2.3.1 Procedimento de teste.....	28
2.3.2 Método de controle do funcionamento do sistema de ventilação dos gases do cárter .....	29
2.3.3 Método de ensaio complementar.....	29
2.4 Ensaio de Tipo IV .....	30
2.4.1 Procedimento de teste.....	30
2.5 Ensaio de Tipo V .....	40
2.6 Ensaio de Tipo VI .....	41
2.7 Ensaio de OBD.....	42
3. ENSAIOS DE CONSUMO E MEDIÇÃO DE CO <sub>2</sub> .....	43
3.1 Consumo de energia elétrica de veículos movidos por um grupo motopropulsor elétrico. ....	43
3.1.1 Carga inicial da bateria.....	43
3.1.2 Realização do ciclo e medição da distância .....	44
3.1.3 Carga da bateria.....	45
3.1.4 Cálculo do consumo de energia elétrica.....	45
3.2 Medição do consumo de energia elétrica de veículos movidos por um grupo motopropulsor Híbrido-Elétrico. ....	45
3.2.1 Carga inicial da bateria.....	46
3.2.2 Realização do ciclo e medição da autonomia.....	48
3.3 MÉTODO DE MEDIÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO, DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE VEÍCULOS MOVIDOS POR UM GRUPO MOTOPROPULSOR HÍBRIDO-ELÉTRICO .....	49
3.3.1 Veículos Híbridos – elétricos (OVC) sem comutador do modo de funcionamento .....	49
3.3.2 Veículos Híbridos – elétricos (OVC) com comutador do modo de funcionamento .....	53
3.3.3 Veículos Híbridos – elétricos (NOVC) sem comutador do modo de funcionamento .....	56
3.3.4 Veículos Híbridos – elétricos (NOVC) com comutador do modo de funcionamento.....	58
6 CONCLUSÃO .....	61
7 REFERÊNCIAS .....	62
ANEXO A - Decomposição sequencial do ciclo de marcha para o ensaio de Tipo I .....	63

ANEXO B - Perfil do estado de carga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica para veículos híbrido-elétricos (VHE OVC) .....	68
ANEXO C - Método de medição do saldo elétrico da bateria de um veículo híbrido-elétrico NOVC (não carregável do exterior) .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

Existem dois principais requisitos de emissões e procedimentos de medição de consumo de combustível utilizados mundialmente como referencia para as regulamentações.

O primeiro requisito é o da UNECE- ECE utilizado por inúmeros países (WP. 29 – Acordo de 1058) dentre os quais podemos citar Australia, Africa do Sul, Russia e muitos outros países [5]. O segundo requisito é o dos Estados Unidos da América que utilizam o ciclo FTP 75 - *Federal Test Procedure 75* [8] [9] [10] [11], considerado transiente e tido como mais representativo da realidade ao contrário do ciclo Europeu de ensaio - NEDC - *New European Driving Cycle*, onde as velocidades e acelerações são mais constantes.

Os dois requisitos apresentam diversas diferenças podemos citar entre elas o procedimento de medição de emissões evaporativas, a medição do NMOG presente entre os limites do requisito Americano entre outros.

Devido as varias diferenças entre os dois requisitos e a dificuldade do autor de obter as normas Americanas de teste, optou-se por focar neste trabalho os procedimentos dos requisitos da UNECE – ECE R83.06 e ECE R101.01 [6] [7]

Com uma maior preocupação com o efeito estufa, hoje em dia as emissões começaram a ser controladas. A maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento possuem hoje rigorosas legislações antipoluição para tentar conter o aumento da poluição. Com os avanços da tecnologia, um maior monitoramento das emissões atmosféricas foi possível, permitindo assim distinguir as causas e as fontes poluidoras a fim de se obter maior controle e tentar reduzi-las.

Neste contexto, foram elaborados Protocolos, Convenções e Leis sobre o desempenho e níveis das quantidades de emissões que os veículos podem gerar. Entre as soluções para redução de emissões e economia de combustível destacam-se os sistemas híbridos. Esta tecnologia é a soma de diferentes fontes de energia. Com a aplicação de diferentes potências energéticas espera-se alcançar um melhor desempenho que um único motor a combustão é capaz de produzir.

Os veículos híbridos são de grande importância para a sociedade. Esta tecnologia vem comprovando que é possível diminuir o consumo de combustível fóssil do motor a combustão atualmente existente nos veículos. Este estudo faz uma abordagem dos principais métodos de

medição de emissões, consumo de combustível e CO<sub>2</sub> em veículos elétricos e híbridos segundo a UNECE [6] [7].

Como objetivo geral, pretende-se sumarizar os procedimentos e requisitos de emissões, consumo de combustível e medição de CO<sub>2</sub> para o processo de certificação. Demonstrando de forma clara o passo a passo de todos os procedimentos.

De uma forma geral a regulamentação é um assunto complexo e de responsabilidade. Muitas vezes os requisitos e normas são de difícil acesso, esse texto surge como material de consulta para os interessados nos requisitos de emissões e profissionais que trabalham na área.

## 2 ENSAIOS DE EMISSÕES

Segundo os requisitos de diretiva ECE R83.06 os veículos com motor de ignição comandada e os veículos híbridos elétricos equipados com motor de ignição comandada serão submetidos aos seguintes ensaios:

- a) Tipo I (controle da média das emissões de escape após o arranque a frio);
- b) Tipo II (emissões de monóxido de carbono em regime de marcha lenta sem carga);
- c) Tipo III (emissões de gases do cárter);
- d) Tipo IV (emissões por evaporação);
- e) Tipo V (durabilidade dos dispositivos antipoluição);
- f) Tipo VI (ensaio a baixa temperatura ambiente da média das emissões de escape de monóxido de carbono/hidrocarbonetos após o arranque a frio);
- g) Ensaio do OBD (On Board Diagnosys);

Um veículo híbrido (VH) é definido como sendo um veículo equipado com, pelo menos, dois conversores de energia diferentes e dois sistemas diferentes de armazenagem de energia (no veículo) para assegurar a sua propulsão, como define a ECE R83.06. Por outro lado entende-se como veículo híbrido elétrico (VHE), um veículo cuja propulsão mecânica é assegurada pela energia proveniente das duas fontes de energia (a bordo do veículo):

- a) Uma fonte de energia seria um combustível (combustível fóssil, por exemplo);
- b) Uma outra fonte de energia, seria um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica (por exemplo, bateria, condensador, volante/gerador, etc.);

Para a realização dos ensaios de emissões citados anteriormente a diretiva ECE R83.06 apresenta a seguinte subdivisão em categorias de veículos Híbridos detalhadas na tabela 1:

**Tabela 1 - Categoria de veículos híbridos**

Carregamento do veículo	Carregamento do exterior (Off-Vehicle Charging) <sup>(1)</sup> (OVC)		Sem carregamento do exterior (Not Off-Vehicle Charging) <sup>(2)</sup> (NOVC)	
	Sem	Com	Sem	Com
Comutador do modo operativo				

<sup>(1)</sup> Off-Vehicle Charging, também designado como «carregável do exterior»  
<sup>(2)</sup> Not Off-Vehicle Charging, também designado como «não carregável do exterior»

FONTE: ECE R83.06

## 2.1 ENSAIO DE TIPO I

Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos cujo peso máximo não ultrapasse 3,5 toneladas. O veículo sob teste é submentido ao ensaio dinamométrico (em um banco de rolos) dotado de meios de simulação de carga e de inércia. Deve ser realizado um ensaio ininterrupto com uma duração total de 19 minutos e 40 segundos constituído por duas partes, parte 1 e parte 2:

- A parte 1 do ensaio integra quatro ciclos urbanos elementares. Cada ciclo urbano elementar envolve quinze fases, conforme ilustrado no Anexo A.
- A parte 2 do ensaio consiste num ciclo extra-urbano. O ciclo extra-urbano envolve 13 fases, conforme ilustrado no Anexo A.

Durante o ensaio, os gases de escape são diluídos, sendo recolhida uma amostra proporcional num ou mais sacos de amostragem. Os gases de escape do veículo ensaiado são diluídos, recolhidos e analisados de acordo com o procedimento descrito a seguir, medindo-se o volume total dos referidos gases de escape diluídos. Devem ser registradas as emissões não só de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxido de nitrogênio, como também as de partículas poluentes provenientes de veículos equipados com motores de ignição por compressão.

O ensaio deve ser repetido três vezes. Os resultados devem ser multiplicados pelos fatores de deterioração adequados devendo então atender os limites de emissões estabelecidos na diretiva ECE R83.06

As massas resultantes das emissões gasosas e, no caso dos veículos equipados com motores de ignição por compressão, a massa das partículas obtidas em cada ensaio devem ser inferiores aos valores-limite discriminadas na tabela 2:

Tabela 2 - Limite de emissões ECE R83.06

Limit values																
		Reference mass (RM) (kg)	Mass of carbon monoxide (CO)		Mass of total hydrocarbons (THC)		Mass of non-methane hydrocarbons (NMHC)		Mass of oxides of nitrogen (NO <sub>x</sub> )		Combined mass of hydrocarbons and oxides of nitrogen (THC + NO <sub>x</sub> )		Mass of particulate matter (PM)		Number of particles (P)	
			L <sub>1</sub> (mg/km)		L <sub>2</sub> (mg/km)		L <sub>3</sub> (mg/km)		L <sub>4</sub> (mg/km)		L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> (mg/km)		L <sub>5</sub> (mg/km)		L <sub>6</sub> (number/km)	
Category	Class		PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI <sup>(1)</sup>	CI	PI	CI
M	—	All	1 000	500	100	—	60	—	60	100	—	230	4.5	4.5	—	6.0 × 10 <sup>12</sup>
N <sub>1</sub>	I	RM ≤ 1 305	1 000	500	100	—	60	—	60	100	—	230	4.5	4.5	—	6.0 × 10 <sup>12</sup>
	II	1 305 < RM ≤ 1 760	1 810	630	130	—	90	—	75	235	—	295	4.5	4.5	—	6.0 × 10 <sup>12</sup>
	III	1 760 < RM	2 270	740	160	—	108	—	82	280	—	350	4.5	4.5	—	6.0 × 10 <sup>12</sup>
N <sub>2</sub>	—	All	2 270	740	160	—	108	—	82	280	—	350	4.5	4.5	—	6.0 × 10 <sup>12</sup>

(Key: PI = Positive Ignition, CI = Compression Ignition  
(1) Positive Ignition particulate mass standard shall apply only to vehicles with direct injection engines.

Key: PI = Positive Ignition, CI = Compression Ignition  
<sup>(1)</sup> Positive Ignition particulate mass standard shall apply only to vehicles with direct injection engines.

FONTE: ECE R83.06

Os veículos que não atinjam os valores de aceleração e velocidade máxima previstos no ciclo de ensaio devem ser acelerados a fundo até que entrem de novo na área da curva prevista. Os desvios do ciclo devem ser registrados no relatório de ensaio. Os veículos equipados com uma caixa de velocidades de comando semi-automático são ensaiados nas relações normalmente usadas para a circulação em estrada, e o comando das velocidades é acionado em conformidade com as instruções do fabricante. Os veículos equipados com caixas de velocidade automáticas são ensaiados acionando a relação mais elevada (drive). Manobra-se o acelerador de modo a obter uma aceleração tão regular quanto possível, para permitir à caixa a passagem das diferentes relações pela ordem normal. Por outro lado, os pontos de mudança de velocidade não são aplicáveis e as acelerações devem ser executadas seguindo os segmentos de reta que unem o fim do período de marcha lenta sem carga ao início do período de velocidade estabilizada seguinte.

Os veículos equipados com Overdrive que possam ser comandados pelo condutor são ensaiados com este dispositivo fora de ação para o ciclo urbano (parte 1) e em ação para o ciclo extra-urbano (parte 2).

Tolera-se um desvio de  $\pm 2$  km/h entre a velocidade indicada e a velocidade teórica em aceleração, a velocidade estabilizada, e em desaceleração com utilização dos freios do veículo. Se o veículo desacelerar mais rapidamente sem utilização dos freios, deve-se apenas estar em conformidade com o desvio citado acima. Nas alterações do modo, são admitidas tolerâncias na velocidade superiores às previstas, na condição de a duração dos desvios constatados não ultrapassar, de cada vez, 0,5 segundos. As tolerâncias em relação aos tempos são de  $\pm 1,0$  s. As tolerâncias referidas aplicam-se igualmente no início e no fim de cada



período de mudança de velocidade (1) para o ciclo urbano (parte 1) e para as operações 3, 5 e 7 do ciclo extra-urbano (parte 2). As tolerâncias relativas à velocidade e aos tempos são combinadas como indicado no anexo A.

O veículo deve apresentar um bom estado mecânico e ter percorrido pelo menos 3 000 km antes do ensaio. O dispositivo de escape não deve apresentar fugas susceptíveis de diminuir a quantidade de gases recolhidos, que deve ser a que sai do motor. Pode verificar-se a estanquidade do sistema de admissão para evitar que a carburação seja modificada por uma entrada de ar accidental. As regulações do motor e do veículo são as previstas pelo fabricante. Esta exigência aplica-se nomeadamente à regulação do regime de marcha lenta sem carga (regime de rotação e teor de monóxido de carbono dos gases de escape), do dispositivo de arranque a frio e dos sistemas de depuração dos gases de escape. O veículo a ensaiar, ou um veículo equivalente, deve estar equipado, se necessário, com um dispositivo que permita a medição dos parâmetros característicos necessários para regular o banco de rolos.

O banco de teste deve permitir a simulação da resistência ao avanço em estrada e pertencer a um dos dois tipos seguintes:

- a) Com uma curva de absorção de potência definida: cujas características físicas são tais que a forma da curva esteja definida;
- b) Com uma curva de absorção de potência regulável: em que se podem regular pelo menos dois parâmetros para fazer variar a forma da curva;

A regulação da curva de absorção de potência do banco e da inércia deve ser feita do seguinte modo: o freio deve estar regulado para absorver a potência exercida nas rodas motoras a uma velocidade estabilizada de 80 km/h e a potência absorvida a 50 km/h deve ser anotada. Com curva de absorção de potência regulável: o freio deve estar regulado para absorver a potência exercida nas rodas motoras às velocidades estabilizadas de 120, 100, 80, 60, 40 e 20 km/h.

Adaptação do sistema de inércia às inércias de translação de veículo: utiliza-se um sistema de inércia que permita obter uma inércia total das massas em rotação correspondente à massa de referência segundo a Tabela 3. Se o banco de rolos não dispuser da inércia equivalente correspondente, será usado o valor superior mais próximo da massa de referência do veículo.

**Tabela 3 – Inércia equivalente**

Massa de referência do veículo RW(kg)	Inércia equivalente I (kg)
RW < 480	455
480 < RW ≤ 540	510
540 < RW ≤ 595	570
595 < RW ≤ 650	625
650 < RW ≤ 710	680
710 < RW ≤ 765	740
765 < RW ≤ 850	800
850 < RW ≤ 965	910
965 < RW ≤ 1 080	1 020
1 080 < RW ≤ 1 190	1 130
1 190 < RW ≤ 1 305	1 250
1 305 < RW ≤ 1 420	1 360
1 420 < RW ≤ 1 530	1 470
1 530 < RW ≤ 1 640	1 590
1 640 < RW ≤ 1 760	1 700
1 760 < RW ≤ 1 870	1 810
1 870 < RW ≤ 1 980	1 930
1 980 < RW ≤ 2 100	2 040
2 100 < RW ≤ 2 210	2 150
2 210 < RW ≤ 2 380	2 270

FONTE: ECE R83.06

O Condicionamento do veículo com motor de ignição por compressão e tendo em vista a medição das partículas no máximo 36 horas e no mínimo 6 horas antes do ensaio, deve ser efetuado a parte dois do ciclo de ensaio. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. A pedido do fabricante, os veículos equipados com motor de ignição comandada podem ser pré-condicionados com um ciclo de condução parte 1 e dois ciclos de condução parte 2. Após este pré-condicionamento específico dos veículos com motores de ignição por compressão e antes do ensaio, os veículos com motor de ignição por compressão e ignição comandada devem permanecer num local em que a temperatura seja sensivelmente constante entre 293 K e 303 K (20 °C e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) esteja a  $\pm 2$  K da temperatura do local.

Durante o ensaio, a temperatura da câmara de ensaio deve estar compreendida entre 293 K e 303 K (20 °C e 30°). A umidade absoluta (H) do ar no local ou do ar de admissão do motor deve ser tal que  $5,5 \leq H \leq 12,2$  (g H<sub>2</sub>O/kg ar seco). O veículo deve estar sensivelmente horizontal no decurso do ensaio, para evitar uma distribuição anormal do combustível. Deve fazer-se passar sobre o veículo uma corrente de ar de velocidade variável. A velocidade do ventilador que produz a corrente de ar deve ser tal que, dentro da gama de funcionamento de 10 km/h até pelo menos 50 km/h, a velocidade linear do ar à saída do ventilador tenha uma aproximação de  $\pm 5$  km/h em relação à velocidade correspondente dos rolos. A seleção final do ventilador deve ter as seguintes características:

- a) Área: pelo menos 0,2 m<sup>2</sup>,
- b) Altura da aresta inferior acima do solo: cerca de 20 cm,
- c) Distância a partir da parte da frente do veículo: cerca de 30 cm.

Como alternativa, a velocidade do ventilador deve ser pelo menos 6 m/s (21,6 km/h). A altura da ventoinha pode ser modificada, a pedido do fabricante, para veículos especiais. Durante o ensaio, a velocidade é registrada em função do tempo ou recolhida pelo sistema de aquisição de dados, para que se possa controlar a validade dos ciclos executados.

Põe-se o motor em funcionamento utilizando os dispositivos previstos para o efeito em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor.

Caixa de velocidades manual ou semi-automática, ver anexo A. Caixa de velocidades automática uma vez posta na posição inicial, o seletor não deve ser manobrado em nenhum momento durante o ensaio, ou caso o seletor permita o funcionamento da sobre multiplicação Overdrive, se esta existir.

As acelerações são efetuadas de modo a obter um valor tão constante quanto possível durante toda a duração da sequência. Se não se puder executar uma aceleração durante o tempo concedido, o tempo suplementar é deduzido, tanto quanto possível, da duração da mudança de velocidade, se tal não for possível, do período de velocidade estabilizada que se segue. Caixas de velocidade automáticas se não se puder executar uma aceleração durante o tempo concedido, o seletor de velocidades deve ser manobrado em conformidade com as prescrições formuladas para as caixas de velocidades manuais.

Todas as desacelerações do ciclo urbano elementar (parte 1) são executadas com o acelerador completamente livre e a embreagem engatada. O desengate do motor sem utilizar a alavanca das velocidades é efetuado à velocidade mais elevada das seguintes: 10 km/h ou a velocidade correspondente à velocidade do motor em marcha lenta. Todas as desacelerações do ciclo extra-urbano (parte 2) são executadas com o acelerador completamente livre e a embreagem engatada. Esta é desengatada, sem se mexer na alavanca de velocidades, assim que a velocidade atingir 50 km/h para a última desaceleração. Se a desaceleração demorar mais tempo do que o previsto para esta fase, faz-se uso dos freios do veículo para poder respeitar o ciclo. Se a desaceleração demorar menos tempo do que o previsto para esta fase, a duração do ciclo teórico será obtida por um período a velocidade estabilizada ou a marcha lenta sem carga encadeada com a operação seguinte. No fim do período de desaceleração (imobilização do veículo sobre os rolos) do ciclo urbano elementar (parte 1), a caixa de velocidades é posta em ponto morto com a embreagem engatada.

Em velocidades estabilizadas devem evitar-se a aceleração ou o fecho da borboleta dos gases quando acontece a passagem da aceleração para a velocidade estabilizada seguinte. Os períodos de velocidade constante são efetuados conservando fixa a posição do acelerador.

Para os veículos da categoria carregável do exterior (OVC – Off-Vehicle Charging) sem comutador do modo operativo temos que realizar o ensaio com as seguintes condições:

- a) Condição A: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado.
- b) Condição B: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica com um estado de carga no mínimo (máxima descarga).

O procedimento inicia-se para a condição A com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.). A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE ou se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade será reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido ou segundo recomendação do fabricante. O motor alimentado a combustível será parado a dez segundos do arranque automático.

Para condicionamento do veículo os motores de ignição por compressão utiliza-se o ciclo de condução parte dois. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. Os veículos equipados com motor de ignição comandada podem ser pré-condicionados com um ciclo de condução parte um e dois ciclos de condução parte dois. Após este pré-condicionamento, e antes do ensaio, os veículos devem ser mantidos numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20° e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local e o dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado.

Durante a estabilização, o dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica é carregado pelo carregador de bordo, se o possuir, ou com um carregador externo recomendado pelo fabricante, utilizando o procedimento de carga noturna normal. O procedimento exclui todos os tipos de cargas especiais que poderiam ser iniciadas de forma automática ou manual, nomeadamente a equalização ou a carga de serviço. O fabricante deve declarar que não ocorreu um procedimento de carga especial durante o ensaio.

O arranque efetua-se em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo ocorre no início do processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) começa antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha em vazio do ciclo extra-urbano parte 2, final da coleta (FR). No final do ciclo parte dois a bateria deve estar no mínimo estado de carga (SOC - State of charge).

A quantidade de carga da bateria  $Q$  [Ah] é medida através do ciclo combinado, usando o procedimento descrito no Regulamento ECE R 101.01 e usado para determinar quando a bateria atingiu o mínimo estado de carga. O mínimo estado de carga é considerado atingido em um ciclo combinado  $N$  se a quantidade de carga medida durante o ciclo combinado  $N+1$  não seja maior que 3% de descarregamento, expresso como porcentagem da capacidade nominal da bateria em (Ah) em seu máximo estado de carga, como declarado pelo fabricante. O fabricante pode requerer um adicional ciclo de teste e o resultado pode ser incluso no calculo, mostrando que a carga para cada ciclo de teste adicional ocorreu o mesmo descarregamento da bateria que o teste anterior. Entre cada período de ciclo estabilizado a quente (hot soak) acima de 10 minutos é permitido. O motor deve ser desligado durante esse período.

O veículo é conduzido em conformidade com o anexo A ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série. Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão. Os gases de escape são analisados. Os resultados do ensaio são comparados com os limites e calculam-se as emissões médias de cada poluente para a Condição A ( $M_{1i}$ ) utilizando a Equação 1.

O teste resultado de teste para cada ciclo combinado ( $M_{1ia}$ ), multiplicado por cada deterioração apropriada e fator  $K_i$  deve ser menor que o limite.

$$M_{1i} = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N M_{1/a}$$

Equação (1)

Onde:

i: poluente

a: ciclo

Para a condição B o condicionamento do veículo para os motores de ignição por compressão utiliza-se o ciclo de condução parte dois. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. Os veículos equipados com motor de ignição comandada podem ser pré-condicionados com um ciclo de condução parte um e dois ciclos de condução parte dois. O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.). A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE ou se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade será reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido ou segundo recomendação do fabricante. O motor alimentado a combustível será parado a dez segundos do arranque automático.

Após este pré-condicionamento, e antes do ensaio, os veículos devem ser mantidos numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20o e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local.

O Procedimento de ensaio para a condição B o arranque efetua-se em condições normais de utilização do condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) começa antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha em vazio do ciclo extra-urbano [parte dois, final da coleta (FR)]. O veículo é conduzido em conformidade com o anexo A ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série, e indicada por um instrumento técnico de mudança de velocidades (para informação do condutor). Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão. Quanto à configuração da curva de funcionamento. Os gases de escape são analisados. Os resultados do ensaio são comparados com os limites e calculam-se as emissões médias de cada poluente para a Condição B (M<sub>2i</sub>) utilizando a Equação 2. Para efeitos de comunicação, calculam-se os valores ponderados do seguinte modo:

$$M_i = (D_e \times M_{1i} + D_{av} \times M_{2i}) / (D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo:

M<sub>i</sub> = massa das emissões do poluente i em gramas por quilômetros;

M<sub>1i</sub> = massa das emissões médias do poluente i em gramas por quilômetros com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado;

M<sub>2i</sub> = massa das emissões médias do poluente i em gramas por quilômetros com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica em estado de carga no mínimo;

D<sub>e</sub> = autonomia elétrica do veículo, em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo funcionando em modo exclusivamente elétrico;

D<sub>av</sub> = 25 km - distância média entre dois carregamentos da bateria;

Para os veículos da categoria carregável do exterior (OVC) com comutador do modo operativo temos que realizar o ensaio com as seguintes condições:

- a) Condição A: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado.
- b) Condição B: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica com um estado de carga no mínimo (máxima descarga).

O comutador do modo operativo será colocado nas posições indicadas na tabela 4:

**Tabela 4 - Modo operativo do veículo de teste**

Estado de carga da bateria  Modoshíbridos	— Modo exclusiva- mente eléctrico — Modo híbrido	— Modo exclusiva- mente alimentado a combustível — Modo híbrido	— Modo exclusiva- mente eléctrico — Modo exclusiva- mente alimentado a combustível — Modo híbrido	— Modo híbrido n <sup>(1)</sup> ... — Modo híbrido m <sup>(1)</sup>
	Comutador em posição	Comutador em posição	Comutador em posição	Comutador em posição
Condição A totalmente carregada	Modo híbrido	Modo híbrido	Modo híbrido	Principalmente modo híbrido eléc- trico <sup>(2)</sup>
Condição B Estado de carga no mín.	Modo híbrido	Modo consumo de combustível	Modo consumo de combustível	Principalmente modo consumo de combustível <sup>(3)</sup>

FONTE: ECE R83.06

Para a condição A se a autonomia exclusivamente elétrica do veículo for mais elevada do que um ciclo completo, a pedido do fabricante pode efetuar-se o ensaio de Tipo I em modo exclusivamente elétrico. Nesse caso, pode omitir-se o pré - condicionamento do motor.

O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica do veículo em movimento com o comutador em posição exclusivamente elétrica (pista de ensaio, banco de rolos, etc.) a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo durante trinta minutos (determinado em conformidade com o Regulamento ECE R101.01).

A descarga é interrompida quando o veículo não consegue atingir  $65 \%$  da velocidade máxima durante trinta minutos; ou quando a instrumentação de série de bordo dá ao condutor uma indicação para parar o veículo, ou após ter percorrido a distância de 100 km. Se o veículo não estiver equipado com modo exclusivamente elétrico, a descarga do dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica efetua-se com o veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.): a uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE, ou se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade será reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido, ou segundo recomendação do fabricante. O motor alimentado a combustível será parado a dez segundos do arranque automático.



O Condicionamento do veículo para os motores de ignição por compressão utiliza-se o ciclo de condução parte dois, como se descreve no anexo A. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. Os veículos equipados com motor de ignição comandada podem ser pré-condicionados com um ciclo de condução parte um e dois ciclos de condução parte dois.

Após este pré-condicionamento, e antes do ensaio, os veículos devem ser mantidos numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20o e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local e o dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado.

Durante a estabilização, o dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica é carregado pelo carregador de bordo, se o possuir, ou com um carregador externo recomendado pelo fabricante, utilizando o procedimento de carga noturna normal. O procedimento exclui todos os tipos de cargas especiais que poderiam ser iniciadas de forma automática ou manual, nomeadamente a equalização ou a carga de serviço. O fabricante deve declarar que não ocorreu um procedimento de carga especial durante o ensaio.

O arranque efetua-se em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) começa antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha em vazio do ciclo extra-urbano parte dois, final da coleta (FR). No final do ciclo parte dois a bateria deve estar no mínimo estado de carga (SOC).

A quantidade de carga  $Q$  [Ah] é medida através do ciclo combinado, usando o procedimento descrito no Regulamento ECE R101.01 e usado para determinar quando a bateria atingiu o mínimo estado de carga. O mínimo estado de carga é considerado atingido em um ciclo combinado  $N$  se a quantidade de carga medida durante o ciclo combinado  $N+1$  não seja maior que 3% de descarregamento, expresso como porcentagem da capacidade nominal da bateria em (Ah) em seu Máximo estado de carga, como declarado pelo fabricante. O fabricante pode requerer um adicional ciclo de teste e o resultado pode ser incluso no calculo mostrando que a carga para cada ciclo de teste adicional ocorreu o mesmo descarregamento da bateria que o teste anterior. Entre cada período de ciclo estabilizado a quente (hot soak) acima de 10 minutos é permitido. O motor deve ser desligado durante esse período.

O veículo é conduzido em conformidade com o apêndice 1 ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série. Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão. Os gases de escape são analisados. Os resultados do ensaio são comparados com os limites e calculam-se as emissões médias de cada poluente para a Condição A ( $M_{1i}$ ) utilizando a Equação 3.

O teste resultado de teste para cada ciclo combinado ( $M_{1ia}$ ), multiplicado por cada deterioração apropriada e fator  $K_i$  deve ser menor que o limite.

$$M_{1i} = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N M_{1/a}$$

Equação (3)

Onde:

i: poluente

a: ciclo

Para a condição B o condicionamento do veículo para os motores de ignição por compressão utiliza-se o ciclo de condução parte dois. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. Os veículos equipados com motor de ignição comandada podem ser pré-condicionados com um ciclo de condução parte um e dois ciclos de condução parte dois. O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.). A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE ou se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade será reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido ou segundo recomendação do fabricante. O motor alimentado a combustível será parado a dez segundos do arranque automático.

Após este pré-condicionamento, e antes do ensaio, os veículos devem ser mantidos numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20o e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local.

O Procedimento de ensaio para a condição B o arranque efetua-se em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) começa antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha em vazio do ciclo extra-urbano [parte dois, final da coleta (FR)]. O veículo é conduzido em conformidade com o anexo A ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série, e indicada por um instrumento técnico de mudança de velocidades (para informação do condutor). Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão. Quanto à configuração da curva de funcionamento. Os gases de escape são analisados. Os resultados do ensaio são comparados com os limites e calculam-se as emissões médias de cada poluente para a Condição B (M2i) utilizando a Equação 4. Para efeitos de comunicação, calculam-se os valores ponderados do seguinte modo:

$$M_i = (D_e \times M_{1i} + D_{av} \times M_{2i}) / (D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (4)}$$

Sendo:

$M_i$  = massa das emissões do poluente i em gramas por quilômetros;

$M_{1i}$  = massa das emissões médias do poluente i em gramas por quilômetros com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado;

$M_{2i}$  = massa das emissões médias do poluente i em gramas por quilômetros com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica em estado de carga no mínimo;

$D_e$  = autonomia elétrica do veículo, em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo funcionando em modo exclusivamente elétrico;

$D_{av}$  = 25 km - distância média entre dois carregamentos da bateria;

Os veículos da categoria não carregável do exterior NOVC sem comutador do modo operativo são ensaiados em conformidade com o anexo A. Para o pré-condicionamento efetuam-se consecutivamente dois ciclos de condução completos, pelo menos, uma parte um e uma parte dois sem estabilização. O veículo é conduzido em conformidade com o anexo A ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série, e indicada por um instrumento técnico de mudança de velocidades para informação do condutor. Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão.

Os veículos da categoria não carregável do exterior (NOVC) com comutador do modo operativo são submetidos ao pré-condicionamento e a ensaios em modo híbrido. Se existirem vários modos híbridos, o ensaio é efetuado no modo que ocorre automaticamente quando se aciona a chave da ignição (modo normal). Com base na informação disponibilizada pelo fabricante, se assegura que os valores-limite são cumpridos em todos os modos híbridos. Para o pré-condicionamento efetuam-se consecutivamente dois ciclos de condução completos, pelo menos, uma parte um e uma parte dois sem estabilização. O veículo é conduzido em conformidade com o anexo A ou, no caso de uma estratégia especial do comando de velocidades, em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série, e indicada por um instrumento técnico de mudança de velocidades (para informação do condutor). Para estes veículos, não se aplicam os pontos de relações da transmissão.

## 2.2 ENSAIO DE TIPO II

Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos equipados com motores de ignição comandada cuja massa máxima não ultrapasse 3,5 toneladas.

Os veículos híbridos são ensaiados conforme descrito abaixo, com o motor alimentado o combustível a funcionar. O fabricante deve disponibilizar o modo serviço que possibilita a execução do ensaio.

Quando ensaiado nas condições previstas, o teor em volume de monóxido de carbono dos gases de escape emitidos com o motor em regime de marcha lenta não deve exceder 0,3% vol.

Em altas rotações de marcha lenta, o monóxido de carbono em volume presente na exaustão não deve exceder 0,2% vol. com um motor de pelo menos 2000 RPM e Lambda estando  $1 \pm 0,03$  ou em acordo com as especificações do fabricante.

### 2.2.1 Procedimento de teste

Durante o ensaio, a temperatura ambiente deve estar compreendida entre 293 e 303 K (20 e 30 °C). O motor deve ser aquecido até que todas as temperaturas dos fluidos de arrefecimento e de lubrificação e a pressão do fluido de lubrificação tenham atingido o ponto de equilíbrio.

Para os veículos com caixa de velocidades de comando manual ou semi-automática, o ensaio é efetuado com a caixa em ponto morto e a embreagem engatada. Para os veículos com transmissão automática, o ensaio é efetuado com o seletor na posição neutro ou parque.

Em primeiro lugar, procede-se a uma medição nas condições de regulação definidas pelo fabricante. A medição do teor em monóxido de carbono dos gases de escape deve ser efetuada para todas as posições possíveis dos dispositivos de regulação, mas, para os dispositivos cuja posição possa variar de forma contínua, só devem ser consideradas as posições em numero suficiente.

O ensaio de Tipo II será considerado satisfatório se for preenchida pelo menos uma das duas condições seguintes:

- a) Nenhum dos valores medidos excederem o valor limite;
- b) O teor máximo obtido quando se fizer variar de forma contínua a posição de um dos dispositivos de regulação, mantendo-se os outros dispositivos fixos, não excede o valor-limite, sendo esta condição satisfeita para as diferentes configurações dos dispositivos de regulação que não sejam aquele cuja posição se fez variar de modo contínuo;

As posições possíveis dos dispositivos de regulação são limitadas, por um lado, pelo maior dos dois valores, a velocidade de rotação mínima a que o motor possa rodar em marcha lenta sem carga e a velocidade de rotação recomendada pelo fabricante deduzida de 100 rotações/minuto.

Por outro lado, pelo menor dos três valores seguintes, a velocidade de rotação máxima a que se possa fazer rodar o motor atuando sobre os dispositivos de regulação da marcha lenta sem carga, a velocidade de rotação recomendada pelo fabricante acrescida de 250 rotações/minuto, a velocidade de condução das embreagens automáticas.

Além disso, as posições de regulação incompatíveis com o funcionamento correto do motor não devem ser consideradas como ponto de medição. Em especial, quando o motor estiver equipado com vários carburadores, todos devem estar na mesma posição de regulação.

A sonda de coleta é inserida no tubo de escape a uma profundidade de, pelo menos, 300 mm no tubo que liga o escape do veículo ao saco e o mais próximo possível do escape. A concentração de CO ( $C_{CO}$ ) e de CO<sub>2</sub> ( $C_{CO_2}$ ) é determinada a partir dos valores indicados ou

registrados pelo aparelho de medição, tendo em conta as curvas de calibração aplicáveis. A concentração corrigida de monóxido de carbono num motor a quatro tempos é determinada utilizando a Equação 5:

$$C_{CO\ corr} = C_{CO} \frac{15}{C_{CO} + C_{CO2}} \quad \text{Equação (5)}$$

Não é necessário corrigir a concentração de  $C_{CO}$  determinada segundo as fórmulas indicadas acima se o valor total das concentrações medidas ( $C_{CO} + C_{CO2}$ ) for para os motores a quatro tempos de, pelo menos para a gasolina 15 %.

### 2.3 ENSAIO DE TIPO III

Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos, com exceção dos equipados com motor de ignição por compressão.

Os veículos híbridos são ensaiados conforme descrito abaixo, com o motor alimentado a combustível a funcionar. O fabricante deve disponibilizar o modo serviço que possibilita a execução do ensaio. Os ensaios apenas são efetuados para as condições 1 e 2. Se, por algum motivo, não for possível efetuar o ensaio na condição 2, escolhe-se alternativamente outra condição a velocidade estabilizada (com o motor alimentado a combustível a funcionar com carga).

Quando ensaiado nas condições previstas, o sistema de ventilação do cárter do motor não deve possibilitar a emissão de quaisquer gases do cárter para a atmosfera.

#### 2.3.1 Procedimento de teste

O ensaio de Tipo III é efetuado no veículo com motor de ignição comandada que tiver sido submetido aos ensaios de Tipo I ou de Tipo II. Os motores, incluindo os motores a prova de vazamento, são submetidos ao ensaio, com exceção daqueles cuja concepção é tal que uma fuga, mesmo que pequena, possa provocar defeitos de funcionamento inaceitáveis (motores de dois cilindros opostos, por exemplo).

A marcha lenta sem carga é regulada em conformidade com as recomendações do fabricante. São efetuadas medições nas três condições de funcionamento do motor conforme mostrado na tabela 5.

**Tabela 5 - Condição de Funcionamento do Motor**

Número da condição	Velocidade do veículo (km/h)
1	Marcha lenta sem carga
2	$50 \pm 2$ (em 3. <sup>a</sup> relação ou «drive»)
3	$50 \pm 2$ (em 3. <sup>a</sup> relação ou «drive»)

Número da condição	Potência absorvida pelo freio
1	Nada
2	A correspondente às regulações para o ensaio de Tipo I a 50 km/h
3	A correspondente à condição n.º 2, multiplicada por um factor de 1,7

Fonte: ECE R83.06

Nas condições de funcionamento, verifica-se se o sistema de respiração dos gases do cárter cumpre eficazmente a sua função.

### **2.3.2 Método de controle do funcionamento do sistema de ventilação dos gases do cárter**

Os orifícios do motor devem ser deixados como estão. A pressão no cárter é medida num ponto apropriado. Mede-se pelo orifício da vareta do nível de óleo com um manómetro de tubo inclinado. Considera-se o veículo conforme se, em todas as condições de medição, a pressão medida no cárter não exceder o valor da pressão atmosférica no momento da medição. Para o ensaio efetuado segundo o método anteriormente descrito, a pressão no coletor de admissão deve ser medida com uma precisão de  $\pm 1$  kPa. A velocidade do veículo, medida no banco de rolos, deve ser determinada com uma precisão de  $\pm 2$  km/h. A pressão medida no cárter deve ser determinada com uma precisão de  $\pm 0,01$  kPa. Se, para uma das condições de medição, a pressão medida no cárter exceder a pressão atmosférica, procede-se, se o fabricante o pedir, ao ensaio complementar definido no item 2.1.3.2.

### **2.3.3 Método de ensaio complementar**

Os orifícios do motor devem ser deixados como estão. Um saco flexível, impermeável aos gases do cárter, com uma capacidade de cerca de cinco litros, é ligado ao orifício da vareta do nível de óleo. Este saco deve estar vazio antes de cada medição. Antes de cada medição, o saco é obturado. É posto em comunicação com o cárter durante cinco minutos para cada

condição de medição. Considera-se o veículo conforme se, em todas as condições de medição, não se produzir nenhum enchimento visível do saco.

Se a disposição estrutural do motor for tal que não seja possível realizar o ensaio segundo o método, as medições serão efetuadas segundo aquele mesmo método, mas com as seguintes alterações, antes do ensaio, todos os orifícios, com exceção do necessário à recuperação dos gases, serão obturados, o saco é colocado numa tomada apropriada que não introduza perdas de carga suplementares e instalada no circuito de respiração do dispositivo, diretamente sobre o orifício de ligação ao motor.

## 2.4 ENSAIO DE TIPO IV

Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos, exceto os equipados com motores de ignição por compressão e os alimentados a GPL ou GN, bem como os veículos com massa máxima superior a 3 500 kg.

Quando ensaiadas conforme descrito abaixo, as emissões por evaporação devem ser inferiores a 2 gramas por ensaio.

### 2.4.1 Procedimento de teste

O ensaio das emissões por evaporação foi concebido para determinar as emissões por evaporação de hidrocarbonetos provocados pelas flutuações de temperatura diurnas, pelas estabilizações a quente durante o estacionamento e pela condução urbana. O ensaio é composto pelas seguintes fases:

- a) Preparação do ensaio, incluindo um ciclo de condução urbana (parte 1) e extra-urbana (parte 2);
- b) Determinação das perdas por estabilização a quente;
- c) Determinação das perdas diurnas.

O resultado global do ensaio obtém-se adicionando as massas das emissões de hidrocarbonetos provenientes das perdas por estabilização a quente e das perdas diurnas.

O veículo deve estar em bom estado mecânico, ter feito a rodagem e percorrido pelo menos 3000 km antes do ensaio. Durante este período, o sistema de controle das emissões por evaporação deve ter estado ligado e a funcionar corretamente e o(s) coletor(es) de vapores de



combustível deve(m) ter sido sujeito(s) a uma utilização normal, sem terem sofrido qualquer purga ou carga anormais.

Aquecimento do reservatório de combustível (aplica-se apenas à opção de carregamento do coletor de vapores com gasolina). O combustível no(s) reservatório(s) do veículo deve ser aquecido por uma fonte de calor controlável, sendo adequada, por exemplo, uma manta de aquecimento com uma potência de 2 000 W. O sistema de aquecimento deve aplicar o calor uniformemente às paredes do reservatório abaixo do nível de combustível sem provocar sobreaquecimentos locais do combustível. O calor não deve ser aplicado ao vapor existente no reservatório acima do combustível.

O dispositivo de aquecimento do reservatório deve permitir aquecer uniformemente o combustível contido no reservatório, cuja temperatura, a partir de 289 K (16 °C), aumentará 14 K em 60 minutos com o sensor de temperatura colocado na posição indicada no ponto Durante a fase de aquecimento do reservatório, o sistema de aquecimento deve permitir controlar a temperatura do combustível com uma aproximação de  $\pm 1,5$  K da temperatura requerida.

A temperatura na câmara é registrada em dois pontos por meio de sensores de temperatura ligados entre si de modo a indicarem um valor médio. Os pontos de medição são afastados cerca de 0,1 m para dentro do recinto a partir do eixo vertical de cada parede lateral, a uma altura de  $0,9 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ . A temperatura do(s) reservatório(s) de combustível deve ser registrada através do(s) sensor(es) colocado(s) no(s) reservatório(s).

Durante todo o processo de medição das emissões por evaporação, as temperaturas devem ser registradas ou introduzidas num sistema de tratamento de dados com uma frequência mínima de uma vez por minuto. A precisão do sistema de registro das temperaturas deve ser de  $\pm 1,0$  K, podendo a temperatura ser determinada com um rigor aproximado de  $\pm 0,4$  K. O sistema de registro ou de tratamento de dados deve poder indicar o tempo com uma precisão de  $\pm 15$  segundos.

Durante todo o processo de medição das emissões por evaporação, a diferença  $\Delta p$  entre a pressão barométrica na área do ensaio e a pressão interna do recinto deve ser registrada ou introduzida num sistema de tratamento de dados com uma frequência de, pelo menos, uma vez por minuto. A precisão do sistema de registro das temperaturas deve ser de  $\pm 2$  kPa, podendo a temperatura ser determinada com um rigor aproximado de  $\pm 0,2$  kPa. O sistema de

registro ou de tratamento de dados deve poder indicar o tempo com uma precisão de  $\pm 15$  segundos.

O veículo é preparado mecanicamente antes do ensaio do seguinte modo:

- a) O sistema de escape do veículo não deve apresentar nenhuma fuga;
- b) O veículo pode ser lavado a vapor antes do ensaio;
- c) No caso da utilização da opção de carregamento do coletor de vapores com gasolina, o reservatório de combustível do veículo deve estar equipado com um sensor que permita medir a temperatura no ponto médio do volume de combustível contido no reservatório, quando este estiver cheio a 40 % da sua capacidade;
- d) Podem montar-se acessórios, adaptadores ou dispositivos adicionais no sistema de combustível, a fim de permitir a drenagem completa do reservatório de combustível. Para este efeito, não é necessário modificar a parte exterior do reservatório,
- e) O fabricante pode propor um método de ensaio que permita ter em conta a perda de hidrocarbonetos por evaporação a partir unicamente do sistema de combustível do veículo.

O veículo é levado para a área de ensaio, cuja temperatura ambiente deve estar compreendida entre 293 K e 303 K (20 °C e 30 °C).

Há que verificar o envelhecimento do(s) coletor(es) de vapores, o que pode ser feito através da demonstração de que o(s) mesmo(s) foi (foram) utilizado(s) durante pelo menos 3 000 km. Caso esta demonstração não seja efetuada, utiliza-se o processo descrito em seguida. No caso de um sistema de coletores de vapores múltiplos, cada coletor de vapores deve ser sujeito ao processo separadamente.

O coletor de vapores deve ser retirado do veículo. Durante esta operação, deve-se ter um especial cuidado para não danificar os componentes nem afetar a integridade do sistema de alimentação de combustível. Verificar a massa do coletor de vapores. Ligar o coletor de vapores a um reservatório de combustível, eventualmente externo, cheio com combustível de referência até 40 % da sua capacidade. A temperatura do combustível no reservatório deve estar compreendida entre 283 K (10 °C) e 287 K (10 e 14 °C). Aquecer o reservatório de combustível (externo) de 288 K para 318 K (de 15 para 45 °C) (ao ritmo de 1 °C de aquecimento em cada 9 minutos). Se o coletor de vapores atingir a sobressaturação antes de a temperatura chegar a 318 K (45 °C), a fonte de calor deve ser desligada. Pesar então o coletor

de vapores. Se o coletor de vapores não atingir a sobressaturação durante o aquecimento a 318 K (45 °C), repetir o processo até que se atinja a sobressaturação.

A sobressaturação pode ser verificada através da utilização de outro procedimento de coleta e de análise que permita detectar a emissão de hidrocarbonetos do coletor de vapores em sobressaturação. Purgar o coletor de vapores à razão de  $25 \pm 5$  litros por minuto utilizando o ar do laboratório de emissões, até que se atinjam 300 substituições do volume presente no leito. Verificar a massa do coletor de vapores. Repetir nove vezes as etapas do processo. O ensaio pode ser concluído antes, após pelo menos três ciclos de envelhecimento, se a massa do coletor de vapores se estabilizar após os últimos ciclos. Ligar de novo o coletor de vapores das emissões por evaporação e voltar a pôr o veículo no seu estado de funcionamento normal.

Para pré-condicionar o coletor de vapores das emissões por evaporação, deve ser utilizado um dos métodos especificados no texto. No caso dos veículos com coletores de vapores múltiplos, cada coletor deve ser pré-condicionado separadamente. Medem-se as emissões do coletor de vapores para determinar a sobressaturação. A sobressaturação é aqui definida como o ponto em que a quantidade acumulada de hidrocarbonetos emitidos é igual a 2 gramas.

A sobressaturação pode ser verificada utilizando o recinto de medição das emissões por evaporação. Como alternativa, pode ser determinada utilizando um coletor de vapores auxiliar ligado a jusante do coletor de vapores do veículo. O coletor de vapores auxiliar deve ser corretamente purgado com ar seco antes de ser carregado. A câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos imediatamente antes do ensaio, até se obter uma concentração residual de hidrocarbonetos estável. A(s) ventoinha(s) de mistura da câmara deve(m) ser ligada(s) nesta ocasião.

O analisador de hidrocarbonetos deve ser colocado em zero e calibrado imediatamente antes do ensaio. Carregamento do coletor de vapores com aquecimentos repetidos até à sobressaturação. O(s) reservatório(s) de combustível do veículo deve(m) ser esvaziado(s) utilizando o(s) dreno(s). Procura-se não purgar nem sobrecarregar anormalmente os dispositivos de controle das emissões por evaporação montados no veículo. A remoção dos tampões dos reservatórios será normalmente suficiente para consegui-lo. O(s) reservatório(s) de combustível deve(m) ser novamente cheio(s) com o combustível de ensaio a uma temperatura compreendida entre 283 K e 287 K (10 e 14 °C) até  $40 \pm 2$  % da sua capacidade

normal. O(s) tampão(ões) do(s) reservatório(s) do veículo deve(m) ser colocado(s) nesta ocasião.

No prazo de uma hora a contar do enchimento do(s) reservatório(s) de combustível, o veículo deve ser colocado, com o motor desligado, no recinto de medição das emissões por evaporação. O sensor de temperatura do reservatório de combustível deve ser ligado ao sistema de registro das temperaturas. Coloca-se então uma fonte de calor devidamente posicionada em relação ao(s) reservatório(s) de combustível e liga-se a fonte de calor ao regulador de temperatura. Para os veículos equipados com mais do que um reservatório de combustível, todos os reservatórios devem ser aquecidos do mesmo modo, conforme descrito a seguir. As temperaturas dos reservatórios devem ser idênticas com uma aproximação de  $\pm 1,5$  K.

O combustível pode ser aquecido artificialmente até à temperatura inicial de medição de 293 K (20 °C)  $\pm 1$  K. Quando a temperatura do reservatório atingir pelo menos 292 K (19 °C), desligar imediatamente o ventilador de purga; fechar e vedar as portas do recinto e iniciar a medição do nível de hidrocarbonetos no recinto. Quando a temperatura do combustível no reservatório atingir 293 K (20 °C) começa uma fase de aumento linear da temperatura de 15 K (15 °C). O combustível deve ser aquecido de forma a que, durante o processo de aquecimento, a sua temperatura corresponda a Equação 6, com uma aproximação de  $\pm 1,5$  K. O tempo decorrido durante o processo de aquecimento e o aumento de temperatura deve ser registrado.

$$T_r = T_o + 0,2333 \cdot t \quad \text{Equação (6)}$$

Sendo:

$T_r$  = temperatura requerida (K),

$T_o$  = temperatura inicial (K),

$t$  = tempo decorrido desde o início do processo de aquecimento do reservatório, em minutos.

Logo que se dê a sobressaturação, ou quando a temperatura do combustível atingir 308 K (35 °C), consoante o que ocorrer em primeiro lugar, a fonte de calor deve ser desligada, as portas do recinto abertas e o(s) tampão(ões) do(s) reservatório(s) de combustível do veículo retirado(s). Se a sobressaturação não tiver ocorrido no momento em que a temperatura do combustível atingir 308 K (35 °C), a fonte de calor deve ser retirada do veículo, o veículo deve ser retirado do recinto de medição das emissões por evaporação e todo o processo deve ser repetido, até que ocorra a sobressaturação.

A Condução de pré-condicionamento deve acontecer no prazo de uma hora a contar do final do carregamento do coletor de vapores, o veículo é colocado no banco de rolos e são executados um ciclo de condução parte 1 e dois ciclos de condução parte 2 do ensaio de Tipo I. As emissões de escape não são medidas durante esta operação.

Antes de se iniciar o ensaio os veículos são pré-condicionados do seguinte modo para veículos OVC sem comutador do modo operativo: o procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenamento de energia/potência elétrica do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.):

- a) A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor de combustão do VHE;
- b) Se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor de combustão, a velocidade deve ser reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor de combustão por um período/distância definido (a especificar entre o serviço técnico e o fabricante);
- c) Segundo recomendação do fabricante.

O motor alimentado a combustível deve ser desligado dez segundos após o arranque automático.

Para veículos OVC com comutador do modo operativo: o procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenamento de energia/potência elétrica do veículo em movimento com o comutador em posição exclusivamente elétrica (pista de ensaio, banco de rolos, etc.) a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo durante trinta minutos. A descarga é interrompida:

- a) Quando o veículo não conseguir atingir 65 % da velocidade máxima durante trinta minutos;
- b) Quando a instrumentação de série a bordo der ao condutor uma indicação para parar o veículo;
- c) Após o veículo ter percorrido a distância de 100 km.

Se o veículo não estiver equipado com modo exclusivamente elétrico, a descarga do dispositivo de armazenamento de energia/potência elétrica efetua-se com o veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.):

- a) A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor de combustão do VHE;
- b) Se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor de combustão, a velocidade deve ser reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior sem provocar o arranque do motor de combustão por um período/distância definido (a especificar entre o serviço técnico e o fabricante);
- c) Segundo recomendação do fabricante.

O motor deve ser desligado dez segundos após o arranque automático.

Para veículos NOVC sem comutador do modo operativo: o procedimento inicia-se com um pré-condicionamento de, pelo menos, dois ciclos de condução completos consecutivos (um da parte 1 e um da parte 2) sem impregnação. Veículos NOVC com comutador do modo operativo: o procedimento inicia-se com um pré-condicionamento de, pelo menos, dois ciclos de condução completos consecutivos (um da parte 1 e um da parte 2) sem impregnação, com o veículo em modo híbrido. Se existirem vários modos híbridos, o ensaio é efetuado no modo que ocorre automaticamente quando se aciona a chave da ignição (modo normal).

A estabilização deve ocorrer no prazo de cinco minutos a contar do final da operação de pré-condicionamento, deve-se fechar completamente a capota do motor e tirar o veículo do banco de rolos, estacionando-o na zona de estabilização onde permanecerá, no mínimo, 12 horas e, no máximo, 36 horas. No final deste período, as temperaturas do óleo e do fluido de arrefecimento devem ter atingido a temperatura local com uma aproximação de  $\pm 3$  K.

Uma vez terminado o período de estabilização, o veículo é submetido a um ensaio de condução de Tipo I completo, (ensaio urbano e extra-urbano após arranque a frio). Em seguida, desliga-se o motor. As emissões de escape podem ser medidas durante esta operação, mas os resultados obtidos não são utilizados para fins de homologação das emissões de escape. No prazo de dois minutos a contar da conclusão do ensaio de condução de Tipo I, submete-se o veículo a um novo ciclo de condução de condicionamento constituído por um

ciclo de ensaio urbano (com arranque a quente) de um ensaio de tipo I. Em seguida, o motor é de novo desligado. Durante esta operação não é necessário recolher amostras das emissões de escape.

Antes de concluído o ciclo de condução, a câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos até se obter uma concentração residual estável de hidrocarbonetos. A(s) ventoinha(s) de mistura do recinto deve(m) também ser ligada(s) nesta ocasião. O analisador de hidrocarbonetos deve ser colocado em zero e calibrado imediatamente antes do ensaio. No final do ciclo de condução, a capota do motor deve ser completamente fechada e todas as ligações entre o veículo e o banco de ensaios desligadas. O veículo é então conduzido até à câmara de medição utilizando o pedal do acelerador o mínimo possível. O motor deve ser desligado antes de qualquer parte do veículo entrar na câmara de medição. O momento em que o motor foi desligado deve ser registrado no sistema de registro dos dados de medição das emissões por evaporação, dando-se então início ao registro da temperatura. As janelas e o compartimento de bagagens do veículo devem ser abertos nesta altura, se ainda o não estiverem.

O veículo pode ser empurrado ou movido de outro modo para a câmara de medição, com o motor desligado. As portas do recinto devem ser fechadas e vedadas à prova de gás no prazo de dois minutos a contar do momento em que o motor foi desligado e de sete minutos, no máximo, após o fim do ciclo de condução de condicionamento. O período de impregnação a quente, de  $60 \pm 0,5$  minutos terá início no momento em que a câmara for vedada.

Medem-se a concentração de hidrocarbonetos, a temperatura e a pressão barométrica de modo a obter os valores iniciais  $C_{H_{Ci}}$ ,  $P_i$  e  $T_i$  para o ensaio de estabilização a quente. Esses valores são utilizados no cálculo das emissões por evaporação. A temperatura ambiente  $T$  no recinto não deve ser inferior a 296 K nem superior a 304 K durante o período de impregnação a quente. O analisador de hidrocarbonetos deve ser colocado em zero e calibrado imediatamente antes do final do período de ensaio de  $60 \pm 0,5$  minutos. No final desse período de  $60 \pm 0,5$  minutos, mede-se a concentração de hidrocarbonetos na câmara, bem como a temperatura e a pressão barométrica. Obtêm-se, assim, os valores finais  $C_{H_{Cf}}$ ,  $P_f$  e  $T_f$  para o ensaio de impregnação a quente, valores utilizados para os cálculos.

O veículo de ensaio é empurrado ou movido de outro modo para a zona de estabilização, com o motor desligado, e é submetido a uma estabilização por um período de, no mínimo, 6 horas

e, no máximo, 36 horas entre o final do ensaio de estabilização a quente e o início do ensaio de emissões diurnas. Durante pelo menos 6 horas deste período, o veículo é estabilizado a uma temperatura de  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$  ( $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ).

No ensaio diurno o veículo de ensaio é exposto a um ciclo de temperatura ambiente, o desvio de temperatura médio em relação à curva, calculado utilizando o valor absoluto de cada desvio medido, não deve exceder  $\pm 1\text{ K}$ . A temperatura ambiente deve ser medida pelo menos uma vez por minuto. O ciclo de temperatura começa quando o tempo início for igual a 0 ( $T_{\text{início}} = 0$ ).

A câmara de medição deve ser purgada durante vários minutos imediatamente antes do ensaio, até se obter uma concentração residual de hidrocarbonetos estável. A(s) ventoinha(s) de mistura da câmara deve(m) também ser ligada(s) na mesma ocasião. O veículo de ensaio deve ser levado para a câmara de medição com o motor desligado e as janelas e o(s) compartimento(s) de bagagens abertos. A(s) ventoinha(s) de mistura deve(m) ser regulada(s) de modo a manter(em) uma circulação de ar com uma velocidade mínima de 8 km/h por baixo do reservatório de combustível do veículo de ensaio.

O analisador de hidrocarbonetos deve ser colocado em zero e calibrado imediatamente antes do ensaio. As portas do recinto devem ser fechadas e vedadas à prova de gás. No prazo de 10 minutos após as portas terem sido fechadas e vedadas, medem-se a concentração de hidrocarbonetos, a temperatura e a pressão barométrica de modo a obter os valores iniciais  $C_{\text{HCl}}$ ,  $P_i$  e  $T_i$  para o ensaio diurno. Este é o momento em que o tempo início é igual a 0 ( $T_{\text{início}} = 0$ ). O analisador de hidrocarbonetos deve ser colocado em zero e calibrado imediatamente antes do final do ensaio. O fim do período de coleta das emissões deve ocorrer 24 horas  $\pm 6$  minutos após o começo da coleta inicial, sendo registrado o tempo decorrido. A concentração de hidrocarbonetos, a temperatura e a pressão barométrica são então medidas de modo a obter os valores finais  $C_{\text{HClf}}$ ,  $P_f$  e  $T_f$  para o ensaio diurno, que são utilizados para os cálculos. Assim se conclui o procedimento de ensaio das emissões por evaporação.

Os ensaios de emissões por evaporação permitem calcular as emissões de hidrocarbonetos durante as fases, diurna e de estabilização a quente. As perdas por evaporação de cada uma dessas fases são calculadas utilizando os valores iniciais e finais das concentrações de hidrocarbonetos, temperaturas e pressões no recinto, juntamente com o volume líquido do recinto utilizando a Equação 7.



$$M_{HC} = k \cdot V \cdot 10^{-4} \left( \frac{C_{HCf} \cdot P_f}{T_f} - \frac{C_{HCi} \cdot P_i}{T_i} \right) + M_{HC,out} - M_{HC,i}$$

Equação (7)

Sendo:

 $M_{HC}$  = massa de hidrocarbonetos, em gramas; $M_{HC,out}$  = massa de hidrocarbonetos que sai do recinto, quando é utilizado um recinto de volume fixo para os ensaios de emissões diurnas (gramas); $M_{HC,i}$  = massa de hidrocarbonetos que entra no recinto, quando é utilizado um recinto de volume fixo para os ensaios de emissões diurnas (gramas); $C_{HC}$  = concentração de hidrocarbonetos medida no recinto [ppm (volume) de C1 equivalente]; $V$  = volume líquido do recinto, em metros cúbicos, deduzido do volume do veículo, com as janelas e o compartimento de bagagens abertos. Se o volume do veículo não for determinado, deduz-se um volume de 1,42 m<sup>3</sup>; $T$  = temperatura ambiente da câmara, em K; $P$  = pressão barométrica, em kPa; $H/C$  = relação hidrogénio/carbono; $k = 1,2 (12 + H/C)$ ; $i$  = o índice do valor inicial; $f$  = o índice do valor final; $H/C$  = considerada igual a 2,33 para as perdas dos ensaios diurnos; $H/C$  = considerada igual a 2,20 para as perdas após estabilização a quente;

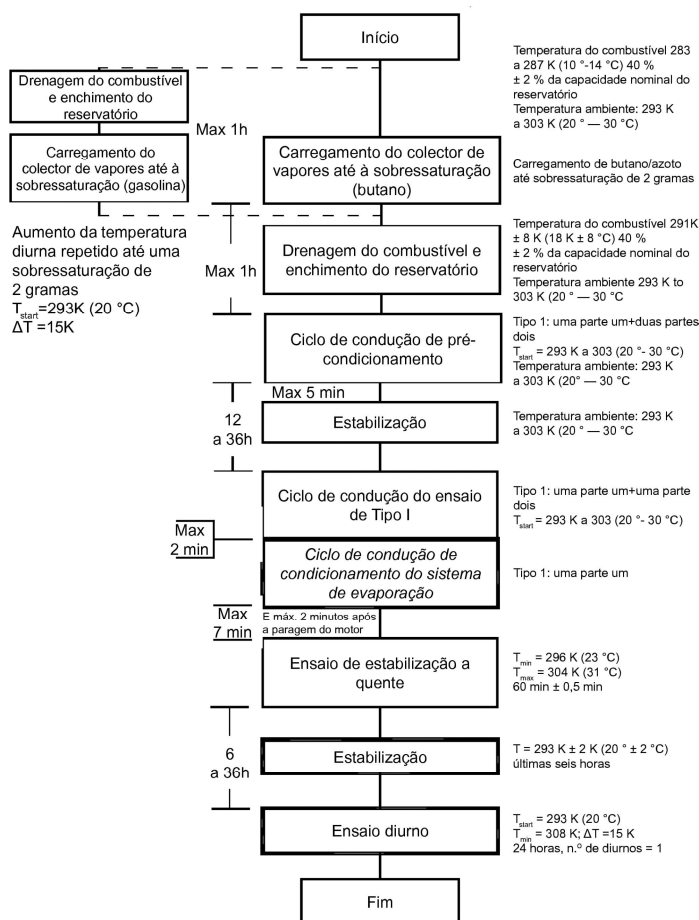
A massa das emissões globais de hidrocarbonetos deve ser calculada utilizando a Equação 8:

$$M_{total} = M_{DI} + M_{HS} \quad \text{Equação (8)}$$

Sendo:

 $M_{total}$  = massa global das emissões do veículo (gramas); $M_{DI}$  = massa das emissões de hidrocarbonetos relativa ao ensaio diurno (gramas); $M_{HS}$  = massa das emissões de hidrocarbonetos relativa à estabilização a quente (gramas);

**Figura 1 – Procedimento medição de evaporativos**



Fonte: ECE R83.06

## 2.5 ENSAIO DE TIPO V

Este ensaio deve ser efetuado em todos os veículos VH e VHE, excluindo apenas os veículos elétricos. Para veículos OVC é permitido carregar o dispositivo de armazenamento de energia/potência elétrica duas vezes por dia durante a acumulação de quilometragem. Para os veículos OVC com comutador do modo operativo, a acumulação de quilometragem realiza-se no modo que ocorre automaticamente quando se aciona a chave da ignição (modo normal). Durante a acumulação de quilometragem, tolera-se a mudança para outro modo híbrido, se necessário, para continuar a acumular quilometragem. As medições das emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para a condição B do ensaio de tipo I.

Para os veículos NOVC com comutador do modo operativo, a acumulação de quilometragem realiza-se no modo que ocorre automaticamente quando se aciona a chave da ignição (modo

normal). As medições das emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para o ensaio de tipo I.

O ensaio representa um envelhecimento de 80.000 km, em pista, estrada ou banco de rolos. Os veículos que podem ser alimentados quer a gasolina quer a GPL ou GN devem ser submetidos ao ensaio de Tipo V com gasolina apenas. Nesse caso, o fator de deterioração detectado com a gasolina sem chumbo será igualmente considerado para o GPL e o GN. O fabricante pode escolher utilizar os fatores de deterioração constantes na tabela que se segue, em alternativa ao ensaio.

**Tabela 6 - Fatores de deterioração de emissões**

<i>Engine Category</i>	<i>Assigned deterioration factors</i>						
	<i>CO</i>	<i>THC</i>	<i>NMHC</i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>HC + NO<sub>x</sub></i>	<i>Particulate Matter (PM)</i>	<i>Particles</i>
Positive-ignition	1.5	1.3	1.3	1.6	-	1.0	1.0
Compression-ignition	1.5	-	-	1.1	1.1	1.0	1.0

Fonte: ECE R83.06

## 2.6 ENSAIO DE TIPO VI

Este ensaio tem de ser efetuado em todos os veículos da categoria M1 e da classe I da categoria N1 equipados com motor de ignição comandada, exceto nos veículos concebidos para transportar mais de seis ocupantes e veículos cuja massa máxima seja superior a 2.500 kg.

Coloca-se o veículo num banco de rolos equipado com meios de simulação de carga e de inércia. O ensaio consiste nos quatro ciclos elementares de condução urbana da parte 1 do ensaio de Tipo I. O ensaio a baixa temperatura, com duração total de 780 segundos, deve ser efetuado sem interrupção e ter início logo que o motor arranque. O ensaio a baixa temperatura deve ser efetuado a uma temperatura ambiente de 266 K (– 7 °C). Antes da realização do ensaio, os veículos a ensaiar devem ser condicionados de modo uniforme, a fim de assegurar a reprodutibilidade dos resultados.

Para os veículos OVC, as medições das emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para a condição B do ensaio de tipo I. Para os veículos NOVC, as

medições das emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para o ensaio de tipo I.

Durante o ensaio, os gases de escape devem ser diluídos, recolhendo-se uma amostra proporcional. Os gases de escape do veículo ensaiado são diluídos, recolhidos e analisados, medindo-se o volume total dos gases de escape diluídos. A análise dos gases de escape diluídos incide sobre o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos.

O ensaio deve ser efetuado três vezes. A massa de emissões do monóxido de carbono e de hidrocarbonetos assim obtida tem de ser inferior aos valores-limite indicados na tabela 7:

**Tabela 7 - Limite de emissões ensaio a frio**

<i>Test temperature 266 K (-7 °C)</i>			
<i>Vehicle category</i>	<i>Class</i>	<i>Mass of carbon monoxide (CO) L<sub>1</sub> (g/km)</i>	<i>Mass of hydrocarbons (HC) L<sub>2</sub> (g/km)</i>
M	-	15	1.8
N <sub>1</sub>	I	15	1.8
	II	24	2.7
	III	30	3.2
N <sub>2</sub>	-	30	3.2

## 2.7 ENSAIO DE OBD – ON-BOARD DIAGNOSIS

Todos os veículos devem estar equipados com um sistema OBD – On Board Diagnosis concebido, construído e instalado de modo a poder identificar os diversos tipos de falhas e anomalias susceptíveis de ocorrer ao longo da vida útil do veículo. Os veículos são ensaiados em conformidade com os requisitos do ensaio de OBD. Para os veículos OVC, as medições de emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para a condição B do ensaio de tipo I. Os veículos NOVC, as medições das emissões de poluentes são efetuadas em condições análogas às especificadas para o ensaio de tipo I.

### **3. ENSAIOS DE CONSUMO E MEDIÇÃO DE CO<sub>2</sub>**

#### **3.1 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE VEÍCULOS MOVIDOS POR UM GRUPO MOTOPROPULSOR ELÉTRICO.**

O método de ensaio descrito a seguir permite medir o consumo de energia elétrica expresso em Wh/km. Para início dos ensaios os pneus do veículo devem ser cheios à pressão prescrita pelo fabricante do veículo para quando se encontrarem à temperatura ambiente, a viscosidade dos óleos para os elementos mecânicos móveis deve ser conforme as especificações do fabricante do veículo. Os dispositivos de iluminação e de sinalização luminosa e auxiliares devem estar desligados, com exceção dos que sejam necessários para a realização do ensaio e o funcionamento normal do veículo durante o dia. Todos os sistemas de acumulação de energia existentes para outros efeitos que não os de tração (elétrico, hidráulico, pneumático, etc.) devem estar carregados no nível máximo prescrito pelo fabricante. Se as baterias forem utilizadas acima da temperatura ambiente, o operador seguirá o procedimento recomendado pelo fabricante do veículo para manter a temperatura da bateria dentro da gama de funcionamento normal. O veículo de ensaio deverá ter percorrido pelo menos 300 km durante os sete dias anteriores ao ensaio com as baterias instaladas para o ensaio.

Todos os ensaios são realizados a uma temperatura entre os 20°C e os 30°C. O método de ensaio compreende as quatro fases seguintes:

- a) Carga inicial da bateria;
- b) Duas aplicações do ciclo composto por quatro ciclos urbanos elementares e um ciclo extra-urbano;
- c) Carga da bateria;
- d) Cálculo do consumo de energia elétrica;

Entre as diferentes fases, se for necessário deslocar o veículo, este será rebocado para a área de ensaio seguinte (sem recarga regenerativa).

##### **3.1.1 Carga inicial da bateria**

O procedimento inicia-se com a descarga da bateria do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.) a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo durante 30 minutos.

A descarga é interrompida:

- a) Quando o veículo não consegue atingir 65 % da velocidade máxima durante 30 minutos;
- b) Ou quando a instrumentação de série de bordo dá ao condutor uma indicação para parar o veículo;
- c) Após ter percorrido a distância de 100 km;

Ocorre então a aplicação de uma carga noturna normal. A bateria é carregada de acordo com o procedimento seguinte:

- a) Com o carregador de bordo, se o possuir;
- b) Com um carregador externo recomendado pelo fabricante, segundo o padrão de carga prescrito para a carga normal;
- c) Uma temperatura ambiente compreendida entre 20 °C e 30 °C.

O procedimento exclui todos os tipos de cargas especiais que poderiam ser iniciadas de forma automática ou manual, nomeadamente a igualização ou a carga de serviço. O fabricante de veículos deve declarar que não ocorreu um procedimento de carga especial durante o ensaio.

O critério de fim de carga corresponde a um tempo de carga de 12 horas, exceto se a instrumentação de série der uma clara indicação ao condutor de que a bateria ainda não está totalmente carregada conforme indicado na Equação 9.

$$\text{tempo máximo} = \frac{3 \cdot \text{capacidade nominal da bateria (Wh)}}{\text{potência da alimentação em corrente (W)}}$$

Equação (9)

A bateria que foi carregada de acordo com o procedimento de carga noturna até preencher o critério de fim de carga.

### 3.1.2 Realização do ciclo e medição da distância

O fim do tempo de carga  $t_0$  (veículo desligada) é registado. O banco de rolos é regulado conforme procedimento regulamentado. No prazo de 4 horas a contar de  $t_0$  realiza-se duas vezes num banco de rolos o ciclo urbano composto por quatro ciclos urbanos elementares e um ciclo extra-urbano (distância do ensaio: 22 km; duração do ensaio: 40 minutos). No final, regista-se a medida  $D_{\text{test}}$  da distância percorrida em km.

### 3.1.3 Carga da bateria

O veículo deve estar ligado à rede de alimentação nos 30 minutos que se seguem à conclusão da dupla execução do ciclo composto por quatro ciclos urbanos elementares e um ciclo extra-urbano. O veículo é submetido ao procedimento de carga noturna normal. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $E$  fornecida pela rede e a duração da carga. A carga é interrompida 24 horas após o fim do tempo de carga anterior ( $t_0$ ). Em caso de interrupção do fornecimento de energia, o período de 24 horas será prolongado em conformidade com a duração da interrupção.

### 3.1.4 Cálculo do consumo de energia elétrica

As medições da energia  $E$  em Wh e do tempo de carga são registadas no relatório de ensaio. O consumo de energia elétrica  $c$  é definido utilizando a Equação 10 :

$$c = \frac{E}{D_{\text{test}}} \text{ (expresso em Wh/km e arredondado para o número inteiro mais próximo)}$$

$D_{\text{test}}$  = distância percorrida durante o ensaio (km).

Equação (10)

## 3.2 MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE VEÍCULOS MOVIDOS POR UM GRUPO MOTOPROPULSOR HÍBRIDO-ELÉTRICO.

O método de ensaio descrito a seguir permite medir a autonomia elétrica, expressa em km, de veículos movidos exclusivamente por um grupo motopropulsor elétrico ou de veículos movidos por um grupo motopropulsor híbrido-elétrico com carregamento do exterior (VHE OVC).

Antes do ensaio os pneus do veículo devem ser cheios à pressão prescrita pelo fabricante do veículo para quando se encontrem à temperatura ambiente. A viscosidade dos óleos para os elementos mecânicos móveis devem estar em conformidade com as especificações do fabricante do veículo. Os dispositivos de iluminação e de sinalização luminosa e auxiliares devem estar desligados, com exceção do que sejam necessários para a realização do ensaio e o funcionamento normal do veículo durante o dia. Todos os sistemas de acumulação de energia existentes para outros efeitos que não os de tração (elétrico, hidráulico, pneumático, etc.) devem estar carregados no nível máximo prescrito pelo fabricante. Se as baterias forem utilizadas acima da temperatura ambiente, o operador seguirá o procedimento recomendado

pelo fabricante do veículo para manter a temperatura da bateria dentro da gama de funcionamento normal. O veículo de ensaio deverá ter percorrido pelo menos 300 km durante os sete dias anteriores ao ensaio com as baterias instaladas para o ensaio.

Todos os ensaios são realizados a uma temperatura entre os 20°C e os 30°C. O método de ensaio compreende as seguintes fases:

- a) Carga inicial da bateria;
- b) Realização do ciclo e medição da autonomia elétrica.

Entre as diferentes fases, se for necessário deslocar o veículo, este deve ser rebocado para a área de ensaio seguinte (sem recarga regenerativa).

### **3.2.1 Carga inicial da bateria**

Para veículos exclusivamente elétricos. O procedimento inicia-se com a descarga da bateria do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.) a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo durante 30 minutos. A descarga é interrompida:

- a) Quando o veículo não consegue atingir 65 % da velocidade máxima durante 30 minutos;
- b) Quando a instrumentação de série de bordo dá ao condutor uma indicação para parar o veículo;
- c) Após ter percorrido a distância de 100 km;

Para um veículo híbrido-elétrico carregável do exterior (OVC VHE) sem comutador de modo de funcionamento. O fabricante fornece os meios para a realização da medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico. O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.):

- a) A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE;
- b) Se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade é reduzida



até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido;

- c) Segundo recomendação do fabricante;

O motor alimentado a combustível será parado 10 segundos após o seu arranque automático.

Para um veículo híbrido-elétrico carregável do exterior (VHE OVC) com comutador de modo de funcionamento. Se não existir posição exclusivamente elétrica, o fabricante deve disponibilizar os meios para realizar as medições com o veículo em funcionamento em modo exclusivamente elétrico.

O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo em movimento com o comutador em posição exclusivamente elétrica (pista de ensaio, banco de rolos, etc.) a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo durante 30 minutos. A descarga é interrompida:

- a) Quando o veículo não consegue atingir  $65 \%$  da velocidade máxima durante 30 minutos;
- b) Quando a instrumentação de série de bordo dá ao condutor uma indicação para parar o veículo;
- c) Após ter percorrido a distância de 100 km;

Se o veículo não estiver equipado com modo de funcionamento exclusivamente elétrico, a descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica efetua-se com o veículo em movimento (pista de ensaio, banco de rolos, etc.):

- a) A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE;
- b) Se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade é reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido (a especificar entre o serviço técnico e o fabricante);
- c) Segundo recomendação do fabricante;

O motor alimentado a combustível será parado 10 segundos após o seu arranque automático.

Ocorre então aplicação de uma carga noturna normal. Para um veículo exclusivamente elétrico, a bateria é submetida ao procedimento de carga noturna normal por um período não superior a 12 horas. Para um veículo híbrido-elétrico carregável do exterior, a bateria é submetida ao procedimento de carga noturna normal.

### **3.2.2 Realização do ciclo e medição da autonomia**

Para veículos exclusivamente elétricos. A sequência de ensaio é realizada num banco de rolos até o critério de fim de ensaio estar preenchido. O critério de fim de teste considera-se preenchido quando o veículo não consegue seguir a curva-alvo até 50 km/h ou quando a instrumentação normal de bordo dá ao condutor uma indicação para parar o veículo. Reduz-se, então, a velocidade do veículo a 5 km/h soltando o pedal do acelerador, mas sem tocar no pedal de freio, imobilizando-o de seguida com a ajuda do freio. A uma velocidade superior a 50 km/h, quando o veículo não atingir a aceleração ou a velocidade exigida para o ciclo de ensaio, o pedal do acelerador deve permanecer premido a fundo até a curva de referência voltar a ser atingida. Para atender as necessidades fisiológicas dos condutores dos veículos em teste, é permitido realizar entre as sequências de ensaio uma quantidade máxima de três interrupções, com uma duração máxima total de 15 minutos. No final, a medida  $D_e$  da distância percorrida, expressa em km, representa a autonomia elétrica do veículo elétrico, a qual deve ser arredondada ao número inteiro mais próximo. Para um veículo híbrido-elétrico a sequência de ensaio e as prescrições de mudança de velocidades são realizadas num banco de rolos, até o critério de fim de ensaio estar preenchido. O critério de fim de teste será considerado preenchido quando o veículo não conseguir seguir a curva-alvo até 50 km/h ou quando a instrumentação normal de bordo der ao condutor uma indicação para parar o veículo ou quando arrancar o motor alimentado a combustível. Reduz-se, então, a velocidade do veículo a 5 km/h soltando o pedal do acelerador, mas sem tocar no pedal do freio, imobilizando-o de seguida com a ajuda do freio. A uma velocidade superior a 50 km/h, quando o veículo não atingir a aceleração ou a velocidade exigida para o ciclo de ensaio, o pedal do acelerador deve permanecer premido a fundo até a curva de referência voltar a ser atingida. Para atender as necessidades fisiológicas dos condutores dos veículos em teste, é permitido realizar entre as sequências de ensaio um máximo de três interrupções, com uma duração máxima total de 15 minutos. No final, a medida  $D_e$  da distância percorrida, expressa em km, representa a autonomia elétrica do veículo elétrico, a qual deve ser arredondada ao número inteiro mais próximo.

### 3.3 MÉTODO DE MEDIÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO, DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE VEÍCULOS MOVIDOS POR UM GRUPO MOTOPROPULSOR HÍBRIDO-ELÉTRICO.

No presente anexo definem-se as disposições específicas relativas à homologação de um veículo híbrido elétrico (VHE). Como princípio geral para os ensaios, os veículos híbrido-elétricos são ensaiados em conformidade com os princípios que se aplicam aos veículos movidos exclusivamente por motor de combustão interna, a menos que o presente anexo disponha em contrário. Os veículos OVC (como classificados no ponto 2 do presente anexo) são ensaiados em conformidade com a condição A e a condição B.

Para veículos com transmissão manual, será utilizado o ciclo de condução descrito no anexo A, incluindo os pontos de mudança de velocidades previstos. Para os veículos com uma estratégia especial de mudança de velocidades, não se aplicam os pontos de mudança de velocidades previstos no anexo A. No que respeito aos pontos de mudança de velocidades, esses veículos serão conduzidos em conformidade com as instruções do fabricante constantes do livro de instruções dos veículos de série, e indicadas por um instrumento indicador das mudanças de velocidades (para informação do condutor). Para o condicionamento do veículo, aplica-se uma combinação dos ciclos da parte um e/ou parte dois do ciclo de condução aplicável.

#### **3.3.1 Veículos Híbridos – elétricos (OVC) sem comutador do modo de funcionamento**

Para esse tipo de veículos são realizados dois ensaios, nas seguintes condições:

- a) Condição A: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;
- b) Condição B: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga de capacidade);

Do anexo B consta o perfil do estado de carga (SOC) do dispositivo de armazenagem de energia elétrica durante as diferentes fases do ensaio de tipo I.

Para a Condição A o procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo é descarregado em movimento (em pista de ensaio, em banco de rolos, etc.):

- a) A uma velocidade constante de 50 km/h até ao arranque do motor alimentado a combustível do VHE;
- b) Se o veículo não conseguir atingir uma velocidade constante de 50 km/h sem provocarmos o arranque do motor alimentado a combustível, a velocidade será reduzida até que o veículo se movimente a uma velocidade constante inferior, sem provocar o arranque do motor alimentado a combustível por um período/distância definido (a especificar entre o serviço técnico e o fabricante);
- c) Segundo recomendação do fabricante;

O motor alimentado a combustível será parado 10 segundos após o seu arranque automático.

Para o condicionamento de veículos com motor de ignição por compressão, usa-se o ciclo da parte 2 do ciclo de condução aplicável em combinação com as prescrições de mudança de velocidades aplicáveis. Devem ser realizados três ciclos consecutivos. Os veículos equipados com motores de ignição comandada são pré-condicionados com um ciclo da parte 1 e um ciclo da parte 2 do ciclo de condução aplicável. Após este pré-condicionamento, e antes do ensaio, os veículos devem ser mantidos numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20 °C e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se existir) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local e o dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado. Durante a estabilização, o dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado utilizando o procedimento de carga noturna normal.

O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado de acordo com o procedimento seguinte:

- a) Com o carregador de bordo, se o possuir;
- b) Com um carregador externo recomendado pelo fabricante, segundo o padrão de carga prescrito para a carga normal;
- c) Numa temperatura ambiente entre 20 °C e 30 °C;

O procedimento exclui todos os tipos de cargas especiais que poderiam ser iniciadas de forma automática ou manual, nomeadamente a igualização ou a carga de serviço. O critério de fim de carga corresponde a um tempo de carga de 12 horas, exceto se a instrumentação de série

der uma clara indicação ao condutor de que o dispositivo de armazenagem de energia elétrica ainda não está totalmente carregado conforme indicado na Equação 11.

$$\text{tempo máximo} = \frac{3 \cdot \text{capacidade nominal da bateria (Wh)}}{\text{potência da alimentação em corrente (W)}} \quad \text{Equação (11)}$$

O procedimento de ensaio inicia-se com o arranque em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) inicia-se antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha lenta sem carga do ciclo extra-urbano parte 2, final da coleta (FR). Os resultados do ensaio em ciclo combinado CO2 e consumo de combustível para a condição A são registados respectivamente  $m_1$  [g] e  $c_1$  [l]. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_1$  [Wh] fornecida pela rede. O consumo de energia elétrica para a condição A é  $e_1$  [Wh].

Para a Condição B o dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo é descarregado. A pedido do fabricante pode-se realizar um condicionamento antes da descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica. Antes do ensaio, o veículo deve ser mantido numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20 °C e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e a do líquido de arrefecimento (se houver) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local.

Inicia-se o teste com o arranque em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) inicia-se antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha lenta sem carga do ciclo extra-urbano parte 2, final da coleta (FR). O veículo é conduzido usando-se o ciclo de condução e as prescrições de mudança de velocidades. Os resultados do ensaio em ciclo combinado (CO<sub>2</sub> e consumo de combustível) para a condição B são registados respectivamente  $m_2$  [g] e  $c_2$  [l]. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_2$  [Wh] fornecida pela rede. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo é descarregado. O dispositivo de

armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_3$  [Wh] fornecida pela rede. O consumo de energia elétrica  $e_4$  [Wh] para a condição B é:  $e_4 = e_2 - e_3$ .

Os valores de  $\text{CO}_2$  são  $M_1 = m_1/D_{\text{test1}}$  e  $M_2 = m_2/D_{\text{test2}}$  [g/km] sendo  $D_{\text{test1}}$  e  $D_{\text{test2}}$  as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B respectivamente. Os valores ponderados de  $\text{CO}_2$  são calculados conforme Equação 12:

$$M = (D_e \cdot M_1 + D_{av} \cdot M_2)/(D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (12)}$$

Sendo:

$M$  = massa da emissão de  $\text{CO}_2$  em gramas por quilómetro;

$M_1$  = massa da emissão de  $\text{CO}_2$  em gramas por quilómetro com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;

$M_2$  = massa de emissão de  $\text{CO}_2$  em gramas por quilómetro com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

$D_e$  = autonomia elétrica do veículo, em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

$D_{av} = 25$  km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria);

Os valores do consumo de combustível são  $C_1 = 100 \cdot c_1/D_{\text{test1}}$  e  $C_2 = 100 \cdot c_2/D_{\text{test2}}$  [l/100 km] sendo  $D_{\text{test1}}$  e  $D_{\text{test2}}$  as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B respectivamente. Os valores ponderados do consumo de combustível são calculados conforme Equação 13:

$$C = (D_e \cdot C_1 + D_{av} \cdot C_2)/(D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (13)}$$

Sendo:

$C$  = consumo de combustível em l/100 km;

$C_1$  = consumo de combustível em l/100 km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;

$C_2$  = o consumo de combustível em l/100 km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

$D_e$  = autonomia elétrica do veículo em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

$D_{av}$  = 25 km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria);

Os valores do consumo de energia elétrica são  $E_1 = e_1/D_{test1}$  e  $E_4 = e_4/D_{test2}$  [Wh/km] sendo  $D_{test1}$  e  $D_{test2}$  as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B, respectivamente. Os valores ponderados de consumo de energia elétrica são calculados conforme Equação 14:

$$E = (D_e \cdot E_1 + D_{av} \cdot E_4)/(D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (14)}$$

Sendo:

$E$  = o consumo de energia elétrica em Wh/km;

$E_1$  = o consumo de energia elétrica em Wh/km calculado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;

$E_4$  = o consumo de energia elétrica em Wh/km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

$D_e$  = a autonomia elétrica do veículo em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

$D_{av}$  = 25 km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria);

### 3.3.2 Veículos Híbridos – elétricos (OVC) com comutador do modo de funcionamento

São realizados dois ensaios, nas seguintes condições:

- a) Condição A: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;
- b) Condição B: o ensaio é efetuado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

O comutador do modo de funcionamento deve ser colocado nas posições indicadas na tabela 4. Para a condição A se a autonomia elétrica do veículo for mais elevada do que um ciclo completo, a pedido do fabricante, pode efetuar-se o ensaio de tipo I de medição de energia elétrica em modo exclusivamente elétrico. Neste caso, os valores de  $M_1$  e  $C_1$  são iguais a 0.

O procedimento inicia-se com a descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica.

O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é descarregado com o veículo em

movimento. O comutador deve estar na posição exclusivamente elétrica (pista de ensaios, banco de rolos, etc.), e o veículo “rodando” a uma velocidade constante de  $70 \% \pm 5 \%$  da velocidade máxima do veículo em modo exclusivamente elétrico, a determinar em conformidade com o procedimento de ensaios para veículos elétricos. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_1$  [Wh] fornecida pela rede. O consumo de energia elétrica para a condição A é  $e_1$  [Wh].

Para a condição B o dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo é descarregado. A pedido do fabricante pode realizar-se um condicionamento antes da descarga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica. Antes do ensaio, o veículo deve ser mantido numa sala em que a temperatura esteja relativamente constante entre 293 e 303 K (20 °C e 30 °C). Este condicionamento deve durar pelo menos seis horas e deve prosseguir até que a temperatura do óleo do motor e do líquido de arrefecimento (se houver) estejam a  $\pm 2$  K da temperatura do local.

O ensaio inicia-se com arranque em condições normais de utilização pelo condutor. O primeiro ciclo principia logo que se inicia o processo de arranque do motor. A coleta de amostras (IR) inicia-se antes do processo de arranque do motor ou logo que ele tem início e termina depois de concluído o período final de marcha lenta sem carga do ciclo extra-urbano parte dois, final da coleta (FR). O veículo é conduzido usando-se o ciclo de condução e as prescrições de mudança de velocidades aplicáveis. Os resultados do ensaio em ciclo combinado CO<sub>2</sub> e consumo de combustível para a condição B são registados respectivamente  $m_2$  [g] e  $c_2$  [l]. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_2$  [Wh] fornecida pela rede. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica do veículo é descarregado. O dispositivo de armazenagem de energia elétrica é carregado nos 30 minutos que se seguem à conclusão do ciclo. O equipamento de medição de energia, colocado entre a tomada de alimentação e o carregador do veículo, mede a energia de carga  $e_3$  [Wh] fornecida pela rede. O consumo de energia elétrica  $e_4$  [Wh] para a condição B é:  $e_4 = e_2 - e_3$ .

Os valores de CO<sub>2</sub> são  $M_1 = m_1/D_{\text{test1}}$  e  $M_2 = m_2/D_{\text{test2}}$  [g/km] sendo  $D_{\text{test1}}$  e  $D_{\text{test2}}$  as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B, respectivamente.



Os valores ponderados de CO<sub>2</sub> são calculados conforme Equação 15:

$$M = (D_e \cdot M_1 + D_{av} \cdot M_2) / (D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (15)}$$

Sendo:

M = massa da emissão de CO<sub>2</sub> em gramas por quilômetro;

M<sub>1</sub> = massa da emissão de CO<sub>2</sub> em gramas por quilômetro com um dispositivo de armazenagem de energia/potência elétrica totalmente carregado;

M<sub>2</sub> = massa de emissão de CO<sub>2</sub> em gramas por quilômetro com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

D<sub>e</sub> = autonomia elétrica do veículo em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

D<sub>av</sub> = 25 km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria);

Os valores do consumo de combustível são  $C_1 = 100 \cdot c_1 / D_{\text{test1}}$  e  $C_2 = 100 \cdot c_2 / D_{\text{test2}}$  [l/100 km] sendo D<sub>test1</sub> e D<sub>test2</sub> as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B, respectivamente.

Os valores ponderados de consumo de combustível são calculados conforme Equação 16:

$$C = (D_e \cdot C_1 + D_{av} \cdot C_2) / (D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (16)}$$

Sendo:

C = consumo de combustível em l/100 km;

C<sub>1</sub> = consumo de combustível em l/100 km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;

C<sub>2</sub> = o consumo de combustível em l/100 km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

D<sub>e</sub> = autonomia elétrica do veículo em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

D<sub>av</sub> = 25 km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria);

Os valores do consumo de energia elétrica são  $E_1 = e_1 / D_{\text{test1}}$  e  $E_4 = e_4 / D_{\text{test2}}$  [Wh/km] sendo D<sub>test1</sub> e D<sub>test2</sub> as distâncias efetivamente percorridas nos ensaios realizados segundo a condição A e segundo a condição B respectivamente, e e1 e e4.

Os valores ponderados de consumo de energia elétrica são calculados conforme Equação 17:

$$E = (D_e \cdot E_1 + D_{av} \cdot E_4) / (D_e + D_{av}) \quad \text{Equação (17)}$$

Sendo:

$E$  = consumo de energia elétrica em Wh/km;

$E_1$  = consumo de energia elétrica em Wh/km calculado com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica totalmente carregado;

$E_4$  = o consumo de energia elétrica em Wh/km com um dispositivo de armazenagem de energia elétrica em estado de carga no mínimo (máxima descarga);

$D_e$  = autonomia elétrica do veículo em que o fabricante deve disponibilizar os meios para se efetuar a medição com o veículo a funcionar em modo exclusivamente elétrico;

$D_{av}$  = 25 km (distância média assumida entre dois carregamentos da bateria).

### 3.3.3 Veículos Híbridos – Elétricos (NOVC) sem comutador do modo de funcionamento

Estes veículos são ensaiados, usando-se o ciclo de condução e as prescrições de mudança de velocidades aplicáveis. As emissões de dióxido de carbono  $CO_2$  e de consumo de combustível são determinadas separadamente para a parte 1 (condução urbana) e para a parte 2 (condução extra-urbana) do ciclo de condução especificado. Para o pré-condicionamento, efetuam-se consecutivamente pelo menos dois ciclos de condução completos (uma da parte 1 e um da parte 2) sem estabilização.

Os resultados (consumo de combustível  $C$  [l/100 km] e emissão  $M$  de  $CO_2$  [g/km]) deste ensaio são corrigidos em função do saldo energético  $\Delta E_{batt}$  da bateria do veículo. Os valores corrigidos ( $C_0$  [l/100 km] e  $M_0$  [g/km]) devem corresponder a um saldo energético de valor zero ( $\Delta E_{batt} = 0$ ), e são calculados usando um coeficiente de correção determinado pelo fabricante. Caso se utilizem outros sistemas de armazenagem para além da bateria elétrica,  $\Delta E_{batt}$  representa  $\Delta E_{storage}$ , o saldo energético do dispositivo de armazenagem de energia elétrica. A quantidade de carga da bateria  $Q$  [Ah] é usada como uma medida da diferença do conteúdo energético da bateria do veículo no final do ciclo comparado com o do início do ciclo. O saldo elétrico é determinado separadamente para o ciclo da parte 1 e para o ciclo da parte 2. Nas condições a seguir, é permitido considerar os valores medidos não corrigidos  $C$  e  $M$  como resultados do ensaio:

- a) Se o fabricante puder provar que não há qualquer relação entre o saldo energético e o consumo de combustível;
- b) Se o  $\Delta E_{\text{batt}}$  corresponder sempre a uma carga de bateria;
- c) Se o  $\Delta E_{\text{batt}}$  corresponder sempre a uma descarga de bateria e  $\Delta E_{\text{batt}}$  estiver aquém de 1 % do conteúdo energético do combustível consumido (designando o consumo total de combustível num ciclo);

A mudança no conteúdo energético da bateria  $\Delta E_{\text{batt}}$  pode ser calculada utilizando a Equação 18, a partir do saldo energético medido  $Q$ :

$$\Delta E_{\text{batt}} = \Delta \text{SOC}(\%) \cdot E_{\text{TEbatt}} \cong 0,0036 \cdot |\Delta \text{Ah}| \cdot V_{\text{batt}} = 0,0036 \cdot Q \cdot V_{\text{batt}} \text{ (MJ)} \quad \text{Equação (18)}$$

Sendo  $E_{\text{TEbatt}}$  [MJ] a capacidade total de armazenagem de energia da bateria e  $V_{\text{batt}}$  [V] a tensão nominal da bateria.

O coeficiente de correção do consumo de combustível ( $K_{\text{fuel}}$ ) é determinado a partir de um conjunto de medições efetuadas pelo fabricante. Este conjunto de medições deve conter pelo menos uma medição com  $Q_i < 0$  e pelo menos uma com  $Q_i > 0$ . Se esta última condição não se puder verificar no ciclo de condução (parte 1 ou parte 2) usado neste ensaio, apreciar o significado estatístico da extrapolação necessária para determinar o valor do consumo de combustível com  $\Delta E_{\text{batt}} = 0$ .

O coeficiente de correção do consumo de combustível ( $K_{\text{fuel}}$ ) é calculado utilizando a Equação 19:

$$K_{\text{fuel}} = (n \cdot \sum Q_i C_i - \sum Q_i \cdot \sum C_i) / (n \cdot \sum Q_i^2 - (\sum Q_i)^2) \text{ (l/100 km/Ah)} \quad \text{Equação (19)}$$

Em que:

$C_i$  = consumo de combustível medido durante  $i.$ º ensaio do fabricante (l/100 km);

$Q_i$  = saldo elétrico medido durante o  $i.$ º ensaio do fabricante (Ah);

$n$  = número de dados;

O coeficiente de correção do consumo de combustível deve ser arredondado para quatro números significativos (por exemplo, 0,xxxx ou xx,xx).

### 3.3.4 Veículos Híbridos – Elétricos (NOVC) com comutador do modo de funcionamento

Estes veículos devem ser ensaiados em modo híbrido, usando-se o ciclo de condução e as prescrições de mudança de velocidades aplicáveis. Se existirem vários modos híbridos, o ensaio é efetuado no modo que é escolhido automaticamente quando se aciona a chave de ignição (modo normal). As emissões de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> e o consumo de combustível são determinados separadamente para a parte 1 (condução urbana) e para a parte 2 (condução extra-urbana) do ciclo de condução especificado. Para o pré-condicionamento, efetuam-se consecutivamente pelo menos dois ciclos de condução completos (uma da parte 1 e um da parte 2) sem estabilização, usando-se o ciclo de condução e as prescrições de mudança de velocidades aplicáveis.

Os resultados dos ensaios (consumo de combustível C [l/100 km] e emissão M de CO<sub>2</sub> [g/km]) deste ensaio são corrigidos em função do saldo energético  $\Delta E_{batt}$  da bateria do veículo. Os valores corrigidos (C<sub>0</sub> [l/100 km] e M<sub>0</sub> [g/km]) devem corresponder a um saldo energético de valor zero ( $\Delta E_{batt} = 0$ ), e são calculados usando um coeficiente de correção determinado pelo fabricante. Caso se utilizem outros sistemas de armazenagem para além da bateria elétrica,  $\Delta E_{batt}$  representa  $\Delta E_{storage}$ , o saldo energético do dispositivo de armazenagem de energia elétrica. A quantidade de carga da bateria Q [Ah] é usada como uma medida da diferença do conteúdo energético da bateria do veículo no final do ciclo comparado com o do início do ciclo. O saldo elétrico é determinado separadamente para o ciclo da parte 1 e para o ciclo da parte 2. Nas condições a seguir, é permitido considerar os valores medidos não corrigidos C e M como resultados do ensaio:

- a) Se o fabricante puder provar que não há qualquer relação entre o saldo energético e o consumo de combustível;
- b) Se  $\Delta E_{batt}$  corresponder sempre a uma carga de bateria;
- c) Se  $\Delta E_{batt}$  corresponder sempre a uma descarga de bateria e  $\Delta E_{batt}$  estiver aquém de 1 % do conteúdo energético do combustível consumido (designando o consumo total de combustível num ciclo).

A mudança no conteúdo energético da bateria  $\Delta E_{batt}$  pode ser calculada utilizando a Equação 20, a partir do saldo energético medido Q:

$$\Delta E_{batt} = \Delta SOC(\%) \cdot E_{TEbatt} \cong 0,0036 \cdot |\Delta Ah| \cdot V_{batt} = 0,0036 \cdot Q \cdot V_{batt} \text{ (MJ)} \quad \text{Equação (20)}$$

Sendo  $E_{TEbatt}$  [MJ] a capacidade total de armazenagem de energia da bateria e  $V_{batt}$  [V] a tensão nominal da bateria.

O coeficiente de correção do consumo de combustível ( $K_{fuel}$ ) é determinado a partir de um conjunto de medições efetuadas pelo fabricante. Este conjunto de medições deve conter pelo menos uma medição com  $Q_i < 0$  e pelo menos uma com  $Q_i > 0$ . Se esta última condição não se puder verificar no ciclo de condução (parte 1 ou parte 2) usado neste ensaio, apreciar o significado estatístico da extrapolação necessária para determinar o valor do consumo de combustível com  $\Delta E_{batt} = 0$ .

O coeficiente de correção do consumo de combustível ( $K_{fuel}$ ) é calculado utilizando a Equação 21:

$$K_{fuel} = (n \cdot \sum Q_i C_i - \sum Q_i \cdot \sum C_i) / (n \cdot \sum Q_i^2 - (\sum Q_i)^2) \text{ (l/100 km/Ah)} \quad \text{Equação (21)}$$

Sendo:

$C_i$  = consumo de combustível medido durante o  $i.$ º ensaio do fabricante (l/100 km);

$Q_i$  = saldo elétrico medido durante o  $i.$ º ensaio do fabricante (Ah);

$n$  = número de dados;

O coeficiente de correção do consumo de combustível deve ser arredondado para quatro números significativos ( 0,xxxx ou xx,xx). São determinados coeficientes separados de correção do consumo de combustível para os valores de consumo de combustível medidos respectivamente durante o ciclo da parte 1 e durante o ciclo da parte 2.

O consumo de combustível  $C_0$  com  $\Delta E_{batt} = 0$  é determinado utilizando a Equação 22:

$$C_0 = C - K_{fuel} \cdot Q \text{ (l/100 km)} \quad \text{Equação (22)}$$

Em que:

$C$  = consumo de combustível durante o ensaio (l/100 km);

$Q$  = saldo elétrico medido durante o ensaio (Ah).

Deve ser determinado separadamente o consumo de combustível com o saldo energético da bateria igual a zero para os valores de consumo de combustível medidos respectivamente durante o ciclo da parte 1 e durante o ciclo da parte 2.

O coeficiente de correção da emissão de CO<sub>2</sub> ( $K_{CO_2}$ ) é determinado a partir de um conjunto de medições efetuadas pelo fabricante. Este conjunto de medições deve conter pelo menos uma medição com  $Q_i < 0$  e pelo menos uma com  $Q_j > 0$ . Se esta última condição não se puder verificar no ciclo de condução (parte um ou parte dois) usado neste ensaio, cabe ao serviço técnico apreciar o significado estatístico da extrapolação necessária para determinar o valor da emissão de CO<sub>2</sub> com  $\Delta E_{batt} = 0$ .

O coeficiente de correção da emissão de CO<sub>2</sub> ( $K_{CO_2}$ ) é calculado utilizando a Equação 23:

$$K_{CO_2} = (n \cdot \sum Q_i M_i - \sum Q_i \cdot \sum M_i) / (n \cdot \sum Q_i^2 - (\sum Q_i)^2) \text{ (g/km/Ah)} \quad \text{Equação (23)}$$

Sendo:

$M_i$  = emissão de CO<sub>2</sub> medida durante o i.º ensaio do fabricante (g/km);

$Q_i$  = saldo elétrico durante o i.º ensaio do fabricante (Ah);

$n$  = número de dados.

O coeficiente de correção da emissão de CO<sub>2</sub> deve ser arredondado para quatro números significativos (por exemplo, 0,xxxx ou xx,xx). O significado estatístico do coeficiente de correção da emissão de CO<sub>2</sub> deve ser apreciado. São determinados coeficientes separados de correção da emissão de CO<sub>2</sub> para os valores de consumo de combustível medidos respectivamente durante o ciclo da parte 1 e durante o ciclo da parte 2.

A emissão  $M_0$  de CO<sub>2</sub> com  $\Delta E_{batt} = 0$  é calculada utilizando a Equação 24:

$$M_0 = M - K_{CO_2} \cdot Q \text{ (g/km)} \quad \text{Equação (24)}$$

Sendo:

$M$  = emissão de CO<sub>2</sub> medida durante o ensaio (g/km);

$Q$  = saldo elétrico medido durante o ensaio (Ah).

Deve ser determinada separadamente a emissão de CO<sub>2</sub> com o saldo energético da bateria igual a zero para os valores de emissão de CO<sub>2</sub> medidos respectivamente durante o ciclo da parte 1 e durante o ciclo da parte 2.

## 6 CONCLUSÃO

A crescente demanda por eficiência energética entre as montadoras tem aumentado de forma muito grande a quantidade de veículos elétricos e híbridos em desenvolvimento. Desta forma, é fundamental o adequado conhecimento sobre os requisitos requeridos por esta nova tecnologia.

Um ponto importante que deve ser mencionado é que o Brasil não possui nenhuma regulamentação específica sobre método de teste de emissões e consumo de combustível para esse tipo de veículo sendo necessário criar métodos alternativos para a Homologação desses veículos no Brasil.

Esta linha de pensamento, demonstra que um dos objetivos foi apresentar a principal regulamentação de emissões e consumo de combustível para veículos elétricos e híbridos, a diretiva ECE R83.06. Assim, foram descritos os principais métodos de teste, disponibilizando os conhecimentos contidos na diretiva que não fosse apenas o material de trabalho que circula nas empresas automotivas e que normalmente fica restrito aos profissionais da área de testes de veículos híbridos e elétricos.

A dificuldade acima citada de se encontrar conteúdos de normas e diretivas relativas à regulamentação de emissões da área automotiva, ficou evidenciada durante a etapa de pesquisa inicial deste trabalho, pois, elas se configuram num material de difícil acesso até mesmo para quem trabalha com esse assunto.

## 7 REFERÊNCIAS

- [1] APPOLINÁRIO, Fabio. **Metodologia da Ciência**: Filosofia e Prática da Pesquisa. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 226 p.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: Apresentação. Rio de Janeiro, 2011. 11 p.
- [5] NAÇÕES UNIDAS. **Terms of reference and rules of procedure of the world forum for harmonization of vehicle regulations** (WP.29). Doc. TRANS/WP.29/690.
- [6] NAÇÕES UNIDAS. **Vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements**. Doc. ECE 83-06.
- [7] NAÇÕES UNIDAS. **Measurements of the emission of carbon dioxide and fuel consumption and/or the measurements of electric energy consumption and electric range**. Doc. ECE 101.01.
- [8] ESTADOS UNIDOS. **Electric Vehicle Energy Consumption and Range Test Procedure**. Doc. SAE J1634.
- [9] ESTADOS UNIDOS. **Hybrid Electric Vehicle (HEV) & Electric Vehicle (EV) Terminology**. Doc. SAE J1715.
- [10] ESTADOS UNIDOS. **Control of Air Pollution from New and In-Use Motor Vehicles and New and In-Use Motor Vehicle Engines; Certification and Test Procedure**. Doc. 40 CFR Part. 86.
- [11] ESTADOS UNIDOS. **Fuel Economy of Motor Vehicles**. Doc. 40 CFR Part. 600.



## ANEXO A - Decomposição sequencial do ciclo de marcha para o ensaio de Tipo I

### 1. CICLO URBANO ELEMENTAR (parte 1)

#### 1.1. DECOMPOSIÇÃO SEQUENCIAL POR FASES

**Tabela 8 - Sequência por fases (parte 1)**

	Tempo(s)	por cento	
Marcha lenta sem carga	60	30,8	35,4
Marcha lenta sem carga, veículo em marcha, embraiagem engatada numa relação	9	4,6	
Relações de transmissão	8	4,1	
Acelerações	36	18,5	
Marcha a velocidade estabilizada	57	29,2	
Desacelerações	25	12,8	
	195	100	

FONTE: ECE R83.06

#### 1.2. DECOMPOSIÇÃO SEQUENCIAL PELA UTILIZAÇÃO DA CAIXA DE VELOCIDADES

**Tabela 9 - Sequência caixa de marcha (parte 1)**

	Tempo(s)	por cento	
Marcha lenta sem carga	60	30,8	35,4
Marcha lenta sem carga, veículo em marcha, embraiagem engatada numa relação	9	4,6	
Relações de transmissão	8	4,1	
Marcha na 1.ª relação	24	12,3	
Marcha na 2.ª relação	53	27,2	
Marcha na 3.ª relação	41	21	
	195	100	

FONTE: ECE R83.06

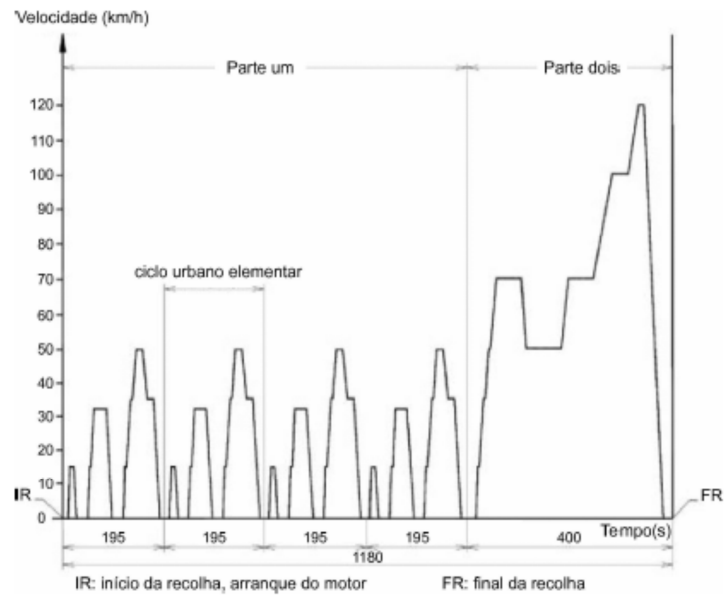
#### 1.3. INFORMAÇÕES GERAIS

Velocidade média durante o ensaio: 19 km/h

Tempo de marcha efetivo: 195 s

Distância teórica percorrida por ciclo: 1 013 km

Distância equivalente para os 4 ciclos: 4 052 km

**Figura 2 - Ciclo de ensaio**

FONTE: ECE R83.06

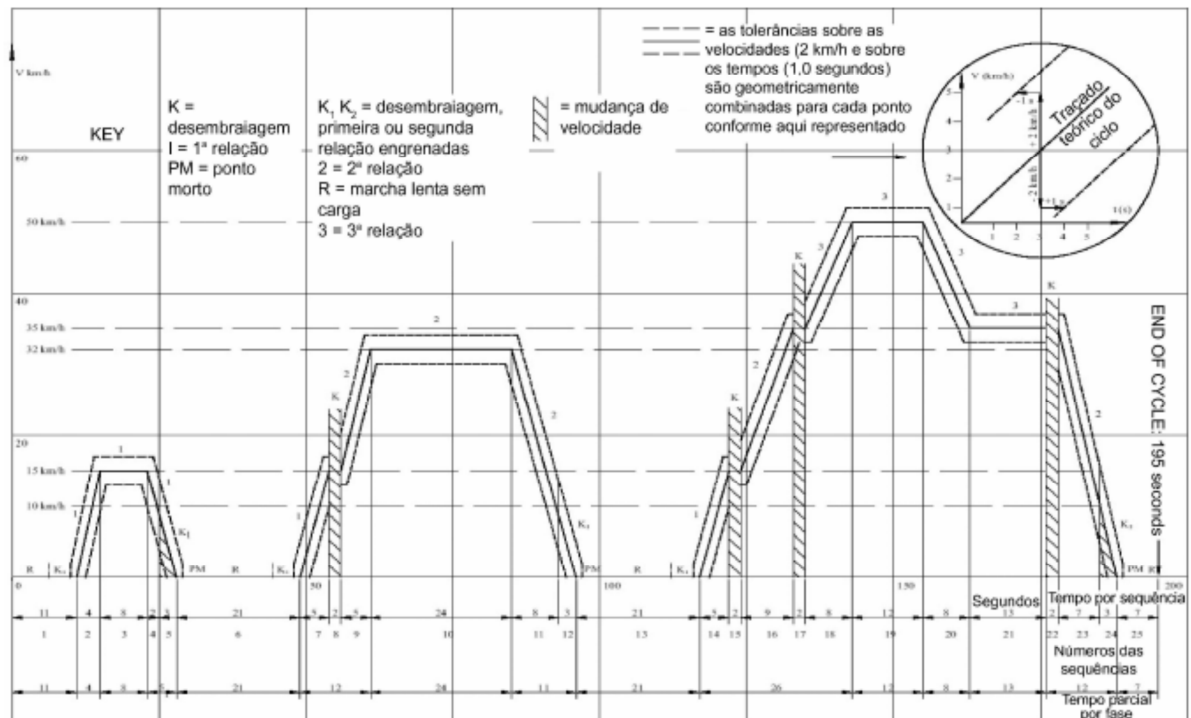
**Tabela 10 - Ciclo de ensaio elementar (parte 1)**

N.º de operação	Operação	Fase	Aceleração (m/s²)	Velocidade (km/h)	Duração de cada		Tempo acumulado (s)	Relação a utilizar no caso de falta de velocidade de comando manual
					Operação(s)	Fase(s)		
1	Marcha lenta sem carga	1			11	11	11	6 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (†)
2	Aceleração	2	1,04	0-15	4	4	15	1
3	Velocidade estabilizada	3		15	9	0	23	1
4	Desaceleração	4	-0,69	15-10	2	5	25	1
5	Desaceleração, embraiagem desengatada		-0,92	10-0	3		28	K <sub>2</sub> (†)
6	Marcha lenta sem carga	5			21	21	49	16 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (†)
7	Aceleração	6	0,83	0-15	5	12	54	1
8	Mudança de velocidade				2		56	
9	Aceleração		0,74	15-32	5		61	2
10	Velocidade estabilizada	7		32	24	24	85	2
11	Desaceleração	8	-0,75	32-10	8	11	93	2
12	Desaceleração, embraiagem desengatada		-0,93	10-0	3		96	K <sub>2</sub> (†)
13	Marcha lenta sem carga	9		0-15	21		117	16 s PM + 5 s K <sub>1</sub> (†)
14	Aceleração	10			5	26	122	1
15	Mudança de velocidade				2		124	
16	Aceleração		0,62	15-35	9		133	2
17	Mudança de velocidade				2		135	
18	Aceleração		0,52	35-50	6		141	3
19	Velocidade estabilizada	11		50	12	12	155	3
20	Desaceleração	12	-0,52	50-35	8	8	163	3
21	Velocidade estabilizada	13		35	13	13	176	3
22	Mudança de velocidade	14			2	12	178	
23	Desaceleração		-0,39	35-10	7		185	2
24	Desaceleração embraiagem desengatada		-0,92	10-0	3		188	K <sub>2</sub> (†)
25	Marcha lenta sem carga	15			7	7	195	7 s PM (†)

(†) PM = Carga em ponto morto, embraiagem engatada.

K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> = carga na primeira ou na segunda relação, embraiagem desengatada.

FONTE: ECE R83.06

**Figura 3 - Ciclo de ensaio elementar (parte 1) – trocas de marcha**

FONTE: ECE R83.06

**2. CICLO EXTRA-URBANO (parte dois)****2.1. DECOMPOSIÇÃO SEQUENCIAL POR FASES****Tabela 11 - Sequência por fases (parte 2)**

	Tempo(s)	por cento
Marcha lenta sem carga:	20	5,0
Marcha lenta sem carga, veículo em marcha, embraiagem engatada numa relação:	20	5,0
Relações de transmissão:	6	1,5
Acelerações:	103	25,8
Marcha a velocidade estabilizada:	209	52,2
Desacelerações:	42	10,5
	400	100

FONTE: ECE R83.06

## 2.2. DECOMPOSIÇÃO SEQUENCIAL PELA UTILIZAÇÃO DA CAIXA DE VELOCIDADES

**Tabela 12 - Sequência trocas de marcha (parte 2)**

	Tempo(s)	por cento
Marcha lenta sem carga:	20	5,0
Marcha lenta sem carga, veículo em marcha, embraiagem engatada numa relação	20	5,0
Relações de transmissão:	6	1,5
1.ª relação:	5	1,3
2.ª relação:	9	2,2
3.ª relação:	8	2
4.ª relação:	99	24,8
5.ª relação:	233	58,2
	400	100

FONTE: ECE R83.06

## 2.3. INFORMAÇÕES GERAIS

Velocidade média durante o ensaio: 62,6 km/h

Tempo de marcha efetivo: 400 s

Distância teórica percorrida por ciclo: 6,955 km

Velocidade máxima: 120 km/h

Aceleração máxima: 0,833 m/s<sup>2</sup>

Desaceleração máxima: – 1,389 m/s<sup>2</sup>

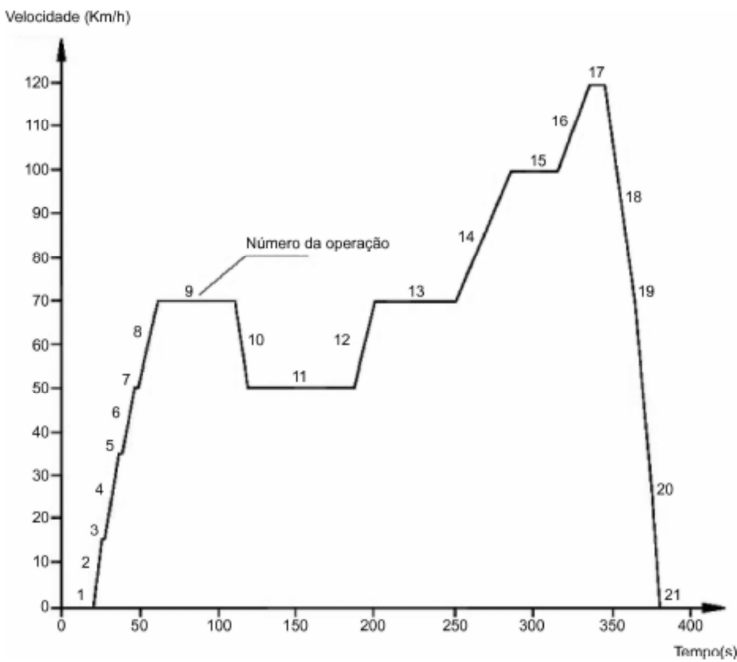
Tabela 13 - Ciclo extra-urbano (parte 2) - Troca de marcha

N.º de operação	Operação	Fase	Aceleração (m/s²)	Velocidade (km/h)	Duração de cada		Tempo (s) cumulados (s)	Velocidade a utilizar em caso de calhas de velocidades de comando manual
					Operação (s) (m)	Fase (s)		
1	Marcha lenta sem carga	1			20	20	20	K <sub>2</sub> (*)
2	Aceleração	12	0,83	0	5	41	25	1
3	Mudança de velocidade				2		27	—
4	Aceleração		0,62	15-35	9		36	2
5	Mudança de velocidade				2		38	—
6	Aceleração		0,52	35-50	8		46	3
7	Mudança de velocidade				2		48	—
8	Aceleração		0,43	50-70	13		61	4
9	Velocidade estabilizada	3		70	50	50	111	5
10	Desaceleração	4	- 0,69	70-50	8	8	119	4 a 5 + 4 a 4
11	Velocidade estabilizada	5		50	69	69	188	4
12	Aceleração	6	0,43	50-70	13	13	201	4
13	Velocidade estabilizada	7		70	50	50	251	5
14	Aceleração	8	0,24	70-100	35	35	286	5
15	Velocidade estabilizada (%)	9		100	30	30	316	5 (%)
16	Aceleração (%)	10	0,28	100-120	20	20	336	5 (%)
17	Velocidade estabilizada (%)	11		120	10	20	346	5 (%)
18	Desaceleração (%)	12	- 0,69	120-80	16	36	362	5 (%)
19	Desaceleração (%)		- 1,04	80-50	8		370	5 (%)
20	Desaceleração, embraiagem desengatada		1,39	50-0	10		380	K3 (%)
21	Marcha lenta	13			20	20	400	PM (%)

(\*) PM - Caixa em ponto morto, embraiagem engatada.  
K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> - caixa na primeira ou na quinta relação, embraiagem desengatada.  
(%) Podem ser utilizadas relações adicionais, em conformidade com as recomendações do fabricante, se o veículo estiver equipado com uma caixa de velocidades com mais de cinco relações.

FONTE: ECE R83.06

Figura 4 - Ciclo extra-urbano (parte 2)

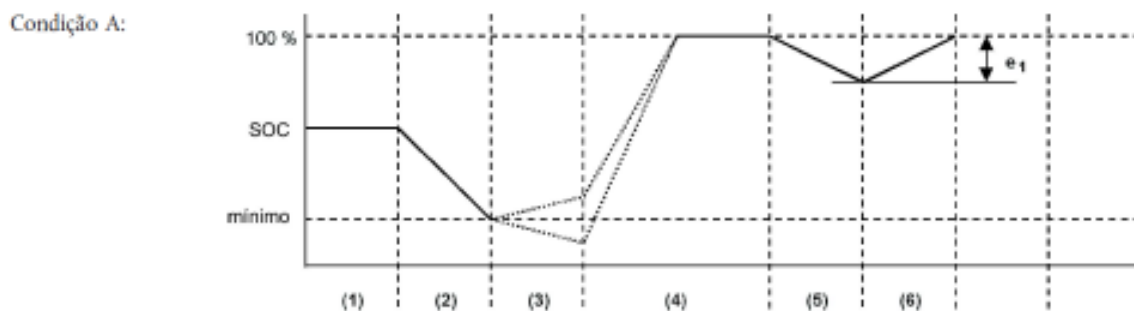


FONTE: ECE R83.06

## ANEXO B - Perfil do estado de carga do dispositivo de armazenagem de energia elétrica para veículos híbrido-elétricos (VHE OVC)

Os perfis de estado de carga (SOC) para os veículos híbrido-elétricos (OVC) ensaiados nas condições A e B são:

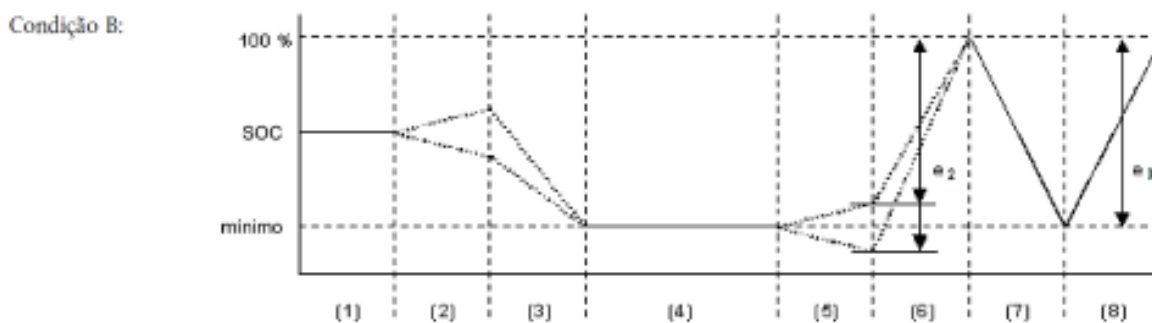
**Figura 5 - Perfil estado de carga - Condição A**



FONTE: ECE R83.06

- (1) Estado de carga inicial do dispositivo de armazenagem de energia elétrica.
- (2) Descarga da bateria.
- (3) Condicionamento do veículo.
- (4) Carga durante a estabilização.
- (5) Ensaio.
- (6) Carregamento de bateria.

**Figura 6 - Perfil estado de carga - Condição B**



FONTE: ECE R83.06

- (1) Estado de carga inicial.
- (2) Condicionamento do veículo.
- (3) Descarga da bateria.
- (4) Estabilização.
- (5) Ensaio.
- (6) Carga da bateria.
- (7) Descarga da bateria.
- (8) Carga da bateria.

## **ANEXO C - Método de medição do saldo elétrico da bateria de um veículo híbrido-elétrico NOVC (não carregável do exterior)**

A finalidade do presente anexo é definir o método e a instrumentação exigida para medir o saldo elétrico de veículos híbrido-elétricos não carregáveis do exterior (VHE NOVC). A medição do saldo elétrico é necessária para corrigir os valores medidos de consumo de combustível e de emissões de CO<sub>2</sub> em função da mudança do conteúdo energético durante o ensaio. O método descrito no presente anexo é utilizado pelo fabricante para as medições destinadas a determinar os fatores de correção  $K_{\text{fuel}}$  e  $K_{\text{CO}_2}$ . O método descrito no presente anexo deve ser usado para a medição do saldo elétrico  $Q$ .

Durante os ensaios, a corrente debitada pela bateria é medida com recurso a um amperímetro de tipo alicate ou de argola. O amperímetro (ou seja, o sensor de corrente sem equipamento de aquisição de dados) deve ser de uma precisão mínima de 0,5 % do valor medido ou de 0,1 % do valor máximo da escala. Para este teste não devem ser usados dispositivos de ensaio e diagnóstico de fabricante do equipamento original (OEM). O amperímetro deve ser acoplado a um dos cabos diretamente ligados à bateria. No intuito de medir com facilidade a corrente debitada pela bateria com utilização de equipamento de medição exterior, os fabricantes deveriam dotar o veículo de pontos de conexão apropriados, seguros e acessíveis. Se tal não for viável.

A tensão à saída do amperímetro é objeto de amostragem, com uma frequência mínima de coleta de amostras de 5 Hz. A corrente medida deve ser integrada no tempo, o que permite obter o valor medido de  $Q$ , expresso em amperes-hora (Ah). A temperatura no local onde está instalado o sensor é medida e objeto de amostragem com a mesma frequência de coleta de amostras a fim de que este valor possa ser utilizado para compensar eventualmente a deriva dos amperímetros e, se o for, do voltímetro utilizado para converter a tensão à saída do amperímetro.

A medição da corrente debitada pela bateria inicia-se ao mesmo tempo em que o ensaio e termina imediatamente após o veículo ter realizado o ciclo completo de condução. São registados valores de  $Q$  separados durante a parte 1 e durante a parte 2 do ciclo.