

Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Emissões de Motociclos - 7^a Rodada



PEP-Inmetro

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO



INMETRO

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EMISSÕES DE MOTOCICLOS

7ª RODADA

Período de realização: 20/05/19 a 19/03/20

RELATÓRIO FINAL Nº 003/2020

ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro
Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia - Dimci
Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém - Duque de Caxias
RJ - Brasil - CEP: 25250-020
E-mail para contato: pep-inmetro@inmetro.gov.br

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/GT-PEP)

Bruno Garrido (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Carla Thereza Coelho (Inmetro/Dimci/GT-PEP)

José Ricardo Bardellini da Silva (Inmetro/Dimci/GT-PEP) - Coordenador PEP-Inmetro

Marcelo Lima Alves (Inmetro/Dimci/Dimqt/Lafiq)

Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/GT-PEP)

Ricardo Grotto (AEA)

Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci)

COMITÊ TÉCNICO

Bruno Garrido (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Luiz Henrique da Conceição Leal (Inmetro/Dplan/Dgcor)

Marcelo Lima Alves (Inmetro/Dimci/Dimqt/Lafiq)

Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Dimel/Diart)

Ricardo Grotto (AEA)

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Materiais e Métodos	4
2.1. Item de Ensaio	4
2.2. Metodologia.....	4
3. Integridade do Item de Ensaio	7
4. Avaliação de Desempenho	13
4.1. Índice z.....	13
5. Valores Designados	13
6. Resultados	15
6.1 Dispersão dos Resultados	15
6.2 Índice z	21
7. Confidencialidade	26
8. Conclusões	27
9. Participantes	27
10. Referências Bibliográficas.....	28

1. Introdução

O problema da poluição do ar constitui uma grave ameaça à saúde do homem, diminuindo a sua qualidade de vida. Os veículos automotores são potenciais agentes causadores dessa poluição em todo mundo. As emissões de gases dos veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em alguns casos, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde e causar acidentes no trânsito devido à diminuição da visibilidade.

A análise dos poluentes é um dos itens mais delicados de um ensaio de emissão de um veículo ou de um motor. O Ensaio de Proficiência (EP) de emissões avalia os laboratórios na determinação da quantidade dos compostos presentes nas emissões veiculares, propiciando subsídios aos laboratórios para a identificação e solução de problemas analíticos e contribui para a harmonização dos resultados de medições no país.

O ensaio de proficiência é uma ferramenta da qualidade para a identificação de diferenças interlaboratoriais. Um EP por meio de comparação interlaboratorial tem por finalidade comparar resultados de medição de diferentes laboratórios, realizados sob condições similares, e, assim, obter uma avaliação da competência técnica dos laboratórios participantes, fornecendo-lhes um mecanismo adequado para avaliar e demonstrar a confiabilidade de seus resultados de medições. Os participantes, por sua vez, têm a oportunidade de rever seus procedimentos de análises, bem como a implantar melhorias nos seus processos, em função do seu desempenho.

Nesta rodada foram propostas as avaliações dos seguintes parâmetros: emissões veiculares (CO, CO₂, THC, NO_x e aldeídos totais) em g/km, autonomia em km/L e emissões evaporativas fase quente em g/teste. Para os parâmetros aldeídos totais e emissões evaporativas fase quente, a participação foi facultativa, pois nem todos os participantes têm equipamentos apropriados. Para os parâmetros CO, CO₂, THC, NO_x e autonomia, houve a participação de 7 (sete) laboratórios para os parâmetros, o mesmo número da última rodada, enquanto que para aldeídos totais 4 (quatro) laboratórios participaram do exercício, o mesmo número da última rodada. Já para emissões evaporativas participaram 5 (cinco) laboratórios, um participante a menos que na última rodada.

Este relatório apresenta o resultado da avaliação do desempenho dos participantes, a metodologia utilizada nos ensaios e o procedimento da análise estatística.

Este EP teve como objetivo:

- Avaliar o desempenho de laboratórios para o ensaio proposto;
- Identificar eventuais problemas de medição na referida grandeza;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada laboratório.

2. Materiais e Métodos

2.1. Item de Ensaio

O item de ensaio foi um motociclo cedido pela empresa Moto Honda da Amazônia Ltda, com as características descritas na tabela 1:

Tabela 1 - Características do item de ensaio.

Marca/Modelo	HONDA / CB 500X
Chassis	9C2PC4920KR000001
Código do motor	PC49E2K000001
Cilindrada	471,03 cc
Ciclo do motor	4 tempos
Combustível	GASOLINA (A22)
Rotação em marcha lenta	1200 ± 100 rpm
Rotação em potência máxima	8500 rpm
Potência máxima	50,44 cv / 37,1 kW
Rotação em torque máximo	7000 rpm
Torque máximo	44,5 N.m / 4,55 kgf.m
Transmissão	Manual – 6 marchas
Velocidade máxima	167 km/h (6ª Marcha)
Pneu dianteiro	120/70 ZR17 M/C 58W (36 psi)
Pneu traseiro	160/60 ZR17 M/C 69W (42 psi)

Tabela 2 - Características para o ensaio.

Massa em ordem de marcha	194 kg (Tanque com 90 %)
Massa do veículo para ensaio	269 kg
Massa de inércia	270 kg (Conf. ABNT NBR 16369:2015/Em 1:2017)
Potência resistiva do rolo	1,20 kW

Para a coleta de temperatura do óleo, a motocicleta Honda foi dotada de sensor de temperatura termopar do tipo K, instalada no bujão de drenagem do óleo do cárter, onde cada participante verificou se era necessário, adequar apenas o conector de encaixe ao seu equipamento de medição.

2.2. Metodologia

Os participantes deveriam realizar os ensaios no motociclo conforme o disposto abaixo:

- Para os ensaios de determinação dos gases de escapamento deve-se utilizar o ciclo de condução transiente WMTC (Worldwide Motorcycle Test Cycle) de acordo com os procedimentos de ensaios previstos na regulamentação

ECE/TRANS/180/Add.2 - Measurement Procedure for Two wheeled Motorcycles Equipped with a Positive or Compression Ignition Engine with Regard to the Emission of Gaseous Pollutants, CO2 Emissions and Fuel Consumption, de 30 de agosto de 2005, da Comunidade Européia;

- ABNT NBR 16369:2017, Motociclos e veículos similares - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento
- Para os ensaios de autonomia deve-se utilizar a ABNT NBR 7024:2017, para a determinação de aldeídos totais será utilizado projeto de norma a ser distribuído aos participantes pelo grupo técnico de aldeídos para motociclos e para emissões evaporativas a ABNT NBR 11481:2010;
- Para os ensaios de emissões evaporativas deve-se utilizar a norma ABNT NBR 16529:2016, Motociclos e veículos similares – Medição da emissão evaporativa
- O combustível a ser utilizado nos ensaios deverá ser gasolina A22 % (Gasolina com 22 % de etanol anidro, especificação L6).

Pontos que deveriam ser observados:

- Seguir composição do combustível conforme ABNT NBR 8689:2012;
- Fabricante fornecer classe de inércia do motociclo;
- Os ensaios devem ser realizados nas condições normais do motociclo;
- Respiro do tanque – Manter no ambiente;
- Manter o farol aceso durante os ensaios;
- Realizar apenas 1 ensaio por dia.

Os pontos de troca de marchas são indicados na tabela 3:

Tabela 3 - Velocidade (km/h) e rotação estimada do motor (Ne)

	Marcha	V (km/h)	Ne (min ⁻¹)
Marcha Acima	1 ^a /2 ^a	23,10	3702
	2 ^a /3 ^a	43,40	4432
	3 ^a /4 ^a	57,10	4432
	4 ^a /5 ^a	70,30	4432
	5 ^a /6 ^a	79,60	4432
Marcha Desengatada	1 ^a /clutch	8,80	1419
	2 ^a /clutch	13,90	1419
	3 ^a /clutch	18,30	1419
Marcha Abaixo	2 ^a /1 ^a	13,90	1419
	3 ^a /2 ^a	23,10	1793
	4 ^a /3 ^a	43,40	2734
	5 ^a /4 ^a	57,10	3180
	6 ^a /5 ^a	70,30	3557

Relações de transmissão:

$$1^a \ 46/14 = 3,285$$

$$2^a \ 40/19 = 2,105$$

$$3^a \ 32/20 = 1,600$$

$$4^a \ 26/20 = 1,300$$

$$5^a \ 23/20 = 1,150$$

$$6^a \ 24/23 = 1,043$$

Redução Primária: $69/34 = 2,029$

Redução Final de transmissão: $41/15 = 2,733$

- Venturis recomendados: 4,6 m³/min;
- Diâmetros de saída dos escapamentos: 125 mm nas maiores extremidades.

Cada participante deveria enviar obrigatoriamente quatro medições para cada parâmetro, caso contrário, os seus resultados não seriam avaliados. O resultado reportado no formulário de resultados corresponde à média aritmética de quatro ensaios realizados para cada um dos parâmetros analisados. Estes ensaios deveriam ser repetidos num intervalo superior a 6 horas e inferior a 36 horas. Os resultados da Moto Honda da Amazônia a serem considerados para avaliação de desempenho foram aos ensaios realizados no início do ciclo.

Os resultados reportados para os gases e autonomia deveriam ser calculados conforme ponderação do item 8.1.1.6.3, página 43, tabela 8-1 do WMTC.

As ações citadas abaixo foram criadas com objetivo de obter resultados mais estáveis para os ensaios evaporativos:

1º Quanto a preparação do combustível de referência, fica recomendado que o preparo do mesmo seja a partir de tambor lacrado mantido em ambiente refrigerado a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Ex.: sala com ar condicionado), a fim de evitar a perda dos componentes mais voláteis, sendo preparada quantidade suficiente para atender o teste e suas reposições de combustível (Ex: 50 litros), essa preparação poderia ser feita com antecedência ao uso em até 60 dias incluindo as datas dos testes nesse prazo, mantido em recipiente estanque.

2º No primeiro dia útil da semana dos testes oficiais, abastecer em 90 % da sua capacidade o tanque do motociclo com combustível novo conforme descrito no item 1º, realizar o pré-condicionamento simulando um teste completo, para todos os demais testes (oficiais), a coordenação sugere que seja observado e mantido o mesmo horário de início de teste e tempo de *soak* para a realização de todos os ensaios.

3º Após a finalização de cada ciclo de teste oficial, que é composto por ensaio dinamométrico seguindo ciclo WMTC C3 e ensaio evaporativo a quente (sem medição de marcha lenta), a perda de combustível em massa deve ser repostada pesando-se a motocicleta em balança, assim reabastecendo até a reposição completa da massa perdida respeitando as condições citadas nos itens 1º e 2º, esse reabastecimento deve ser feito antes de iniciar novo ciclo de *soak*. A massa do item de ensaio com 90 % do tanque preenchido é de 194 kg.

4º Para os ensaios de emissões evaporativas a quente, ao término do ensaio dinamométrico, o motociclo deveria ser colocado na câmara evaporativa e iniciar o teste em 4 a 5 minutos, e o posicionamento correto do motociclo dentro da câmara deveria ser disposta conforme mostrado na figura 1, evitando-se receber ventilação direta sobre o item de ensaio.

3. Integridade do Item de Ensaio

Os resultados das análises do fabricante do motociclo realizados no início e ao final do ciclo foram utilizados para avaliar estatisticamente as condições de integridade do item de ensaio.

Devido ao pequeno número de amostras para cada componente, não foi possível realizar testes de adequação às hipóteses dos testes t de diferença de médias, tais como: normalidade, homocedasticidade, etc. Neste contexto optou-se pelo teste não paramétrico de “*Wilcoxon-Mann-Whitney*” que é o equivalente ao teste t não-pareado de diferença de médias.

A tabela 4 resume o resultado dos mesmos a partir dos p -valores associados a cada teste e componente.

Tabela 4 - Resultados do teste não paramétrico para diferença de médias.

Componentes	Teste de <i>Wilcoxon-Mann-Whitney</i>
CO (g/km)	0,194
CO ₂ (g/km)	0,112
NO _x (g/km)	0,081
THC (g/km)	0,661
Autonomia (km/L)	0,112
Emissões Evaporativas (g/teste)	0,028
Aldeídos Totais (g/km)	0,234

Fonte: Dimci/Lafiq

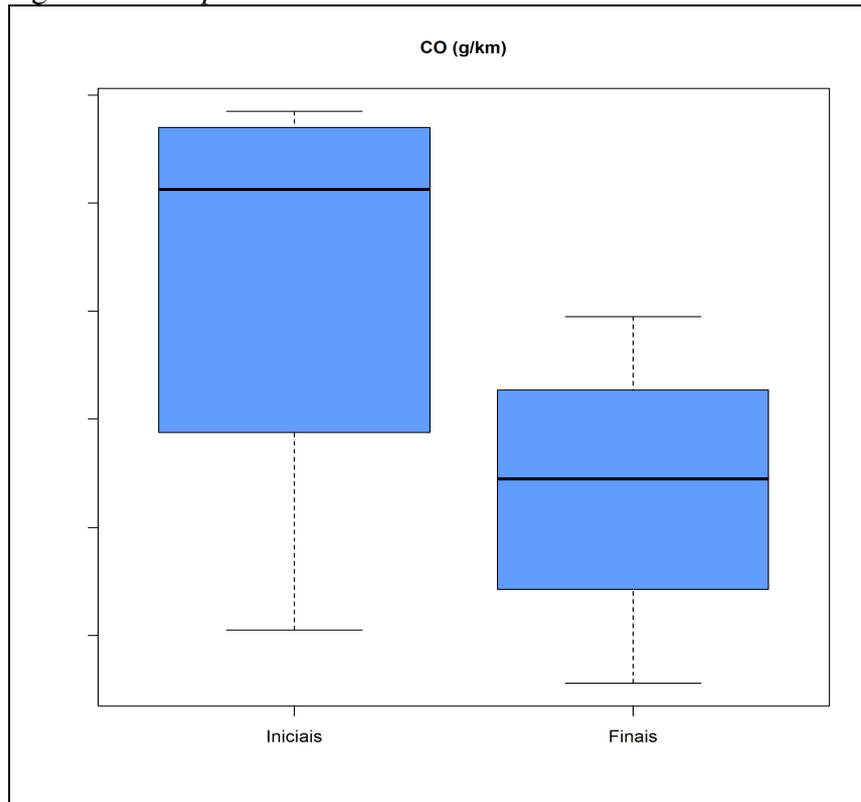
Nesta rodada para 1 (hum) parâmetro dos 7 (sete) parâmetros ensaiados ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre a 1ª e as 2ª medições. Com isso, pode-se afirmar que, ao nível de confiança de 95 %, não há diferença estatisticamente significativa entre as médias e, portanto, os dados amostrais podem ser considerados como advindos de uma mesma população. Sendo assim, o motociclo se manteve íntegro durante a realização deste Ensaio de Proficiência para estes parâmetros.

Consideramos que foi válido o esforço na aprovação do item da 7ª rodada, trabalho que realizado para validar o item de ensaio antes do início da rodada do EP, ainda não tivemos resultados satisfatórios para todos os parâmetros, porém melhor do que observado na 6ª rodada, onde dos seis parâmetros só três foram aprovados, e muito melhor que observado na 5ª rodada, onde dos sete parâmetros só um foi aprovado, todos os outros mostraram diferenças estatísticas significativas entre os testes inicial e final.

Nas figuras de 1 a 7 mostram os gráficos de caixa ou *boxplot*, dos resultados para cada um dos parâmetros avaliados. Para todos os parâmetros medidos existiram diferenças nos resultados iniciais e

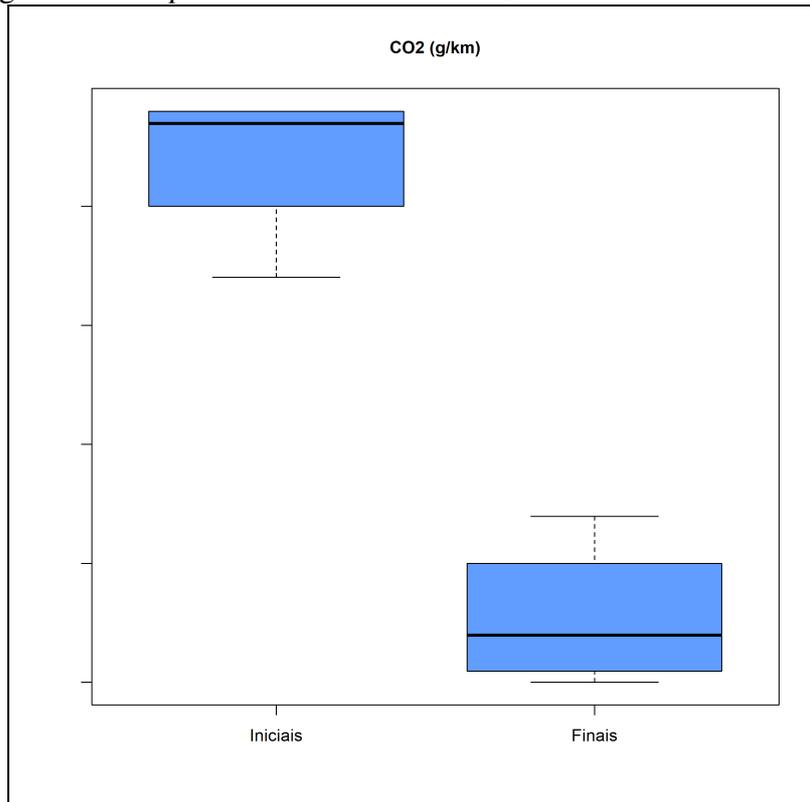
finais, os resultados de CO, CO₂ e THC, houve uma tendência de diminuição dos valores dos parâmetros medidos. Para NO_x, Autonomia, Aldeídos Totais e Emissões Evaporativas os resultados finais com um aumento de variação em relação aos resultados no início do ciclo, cabe ressaltar que no caso de emissões evaporativas os resultados não se mantiveram em relação à média. Os gráficos não mostram os valores obtidos para que seja preservada a confidencialidade dos dados e não identificação do número atribuído ao fabricante do motociclo neste EP.

Figura 1 – *Box plot* dos resultados de CO no início e ao final do EP.



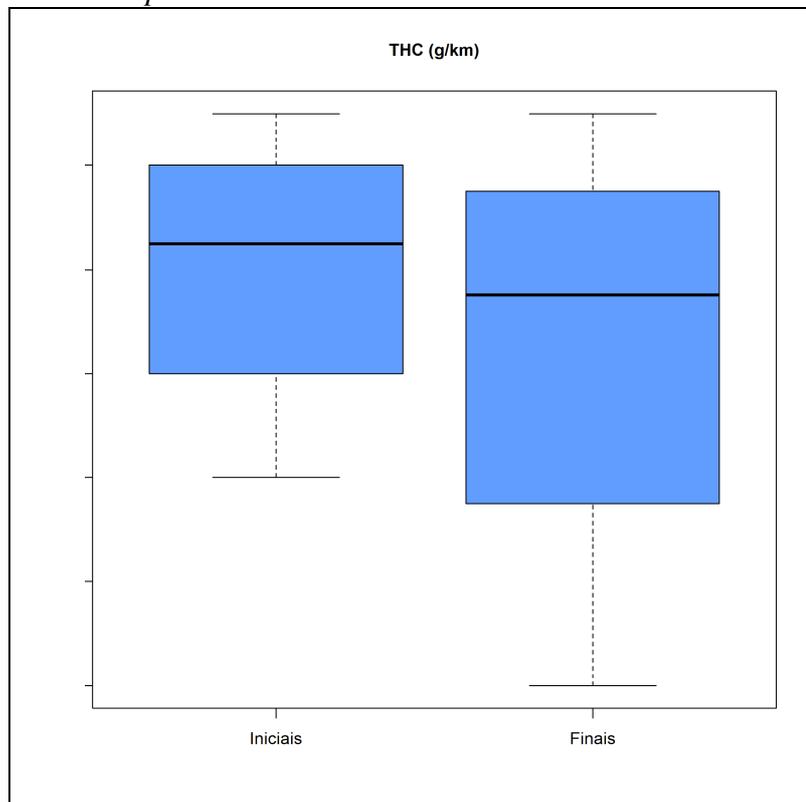
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 2 – *Box plot* dos resultados de CO₂ no início e ao final do EP.



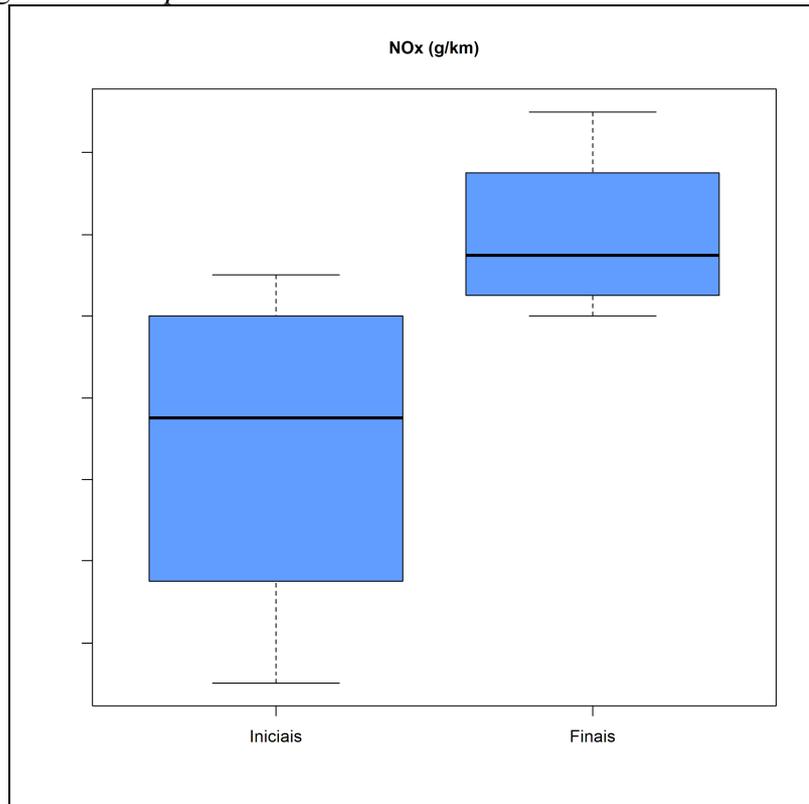
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 3 – *Box plot* dos resultados de THC no início e ao final do EP.



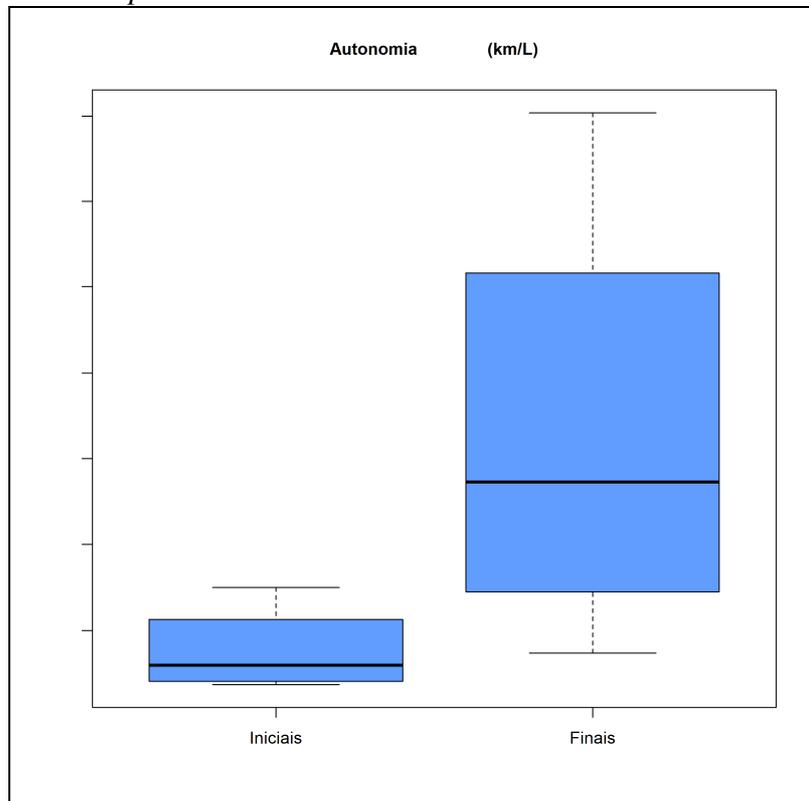
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 4 – *Box plot* dos resultados de NOx no início e ao final do EP.



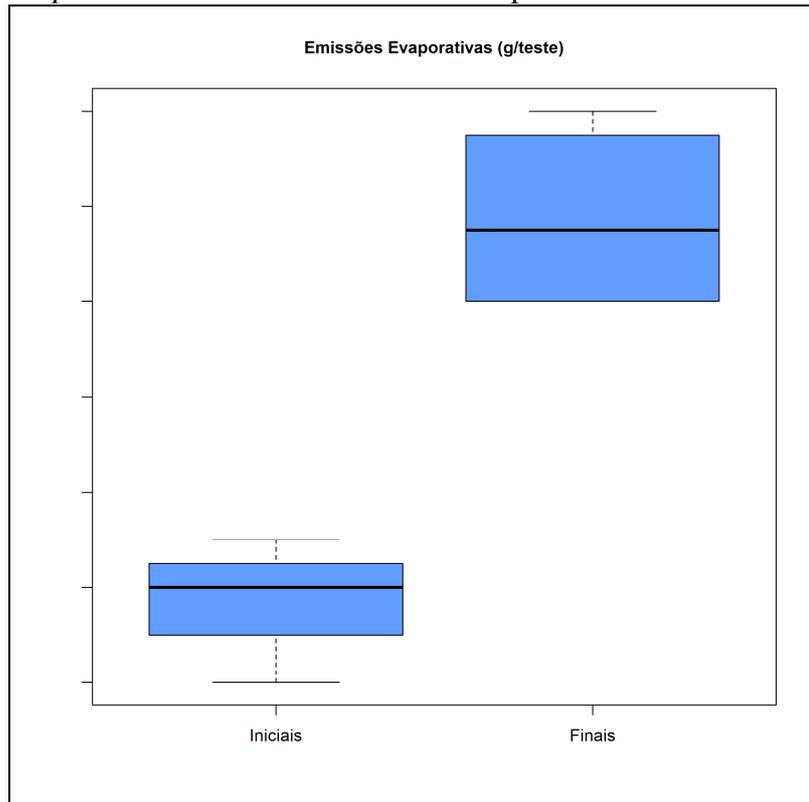
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 5 – *Box plot* dos resultados de autonomia no início e ao final do EP.



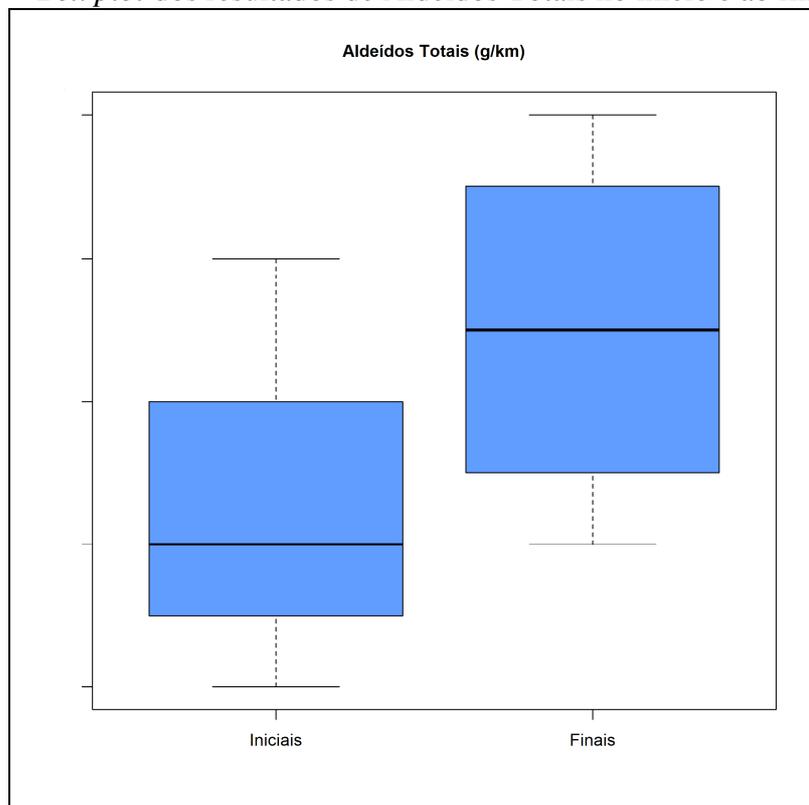
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 6 – *Box plot* dos resultados de emissões evaporativas no início e ao final do EP.



Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 7 – *Box plot* dos resultados de Aldeídos Totais no início e ao final do EP.



Fonte: Dimci/Lafiq

4. Avaliação de Desempenho

4.1. Índice z

Para a avaliação dos resultados dos participantes, seguimos um dos critérios da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, o índice z (z -score, medida da distância relativa do resultado da medição do participante em relação ao valor designado do ensaio de proficiência), que foi calculado de acordo com a equação 1.

$$z_i = \frac{x_i - X}{\hat{\sigma}} \quad (1)$$

Onde:

x_i é o resultado médio da medição do i -ésimo participante;

X é o valor designado deste EP;

$\hat{\sigma}$ é o desvio-padrão para o ensaio de proficiência, que nesta rodada foi estabelecido conforme descrito na ISO 13528:2015, ou seja, um desvio-padrão robusto baseado nos resultados dos participantes.

A interpretação do índice z é apresentada a seguir:

$|z| \leq 2,0$ - indica desempenho “satisfatório” e não gera sinal;

$2,0 < |z| < 3,0$ - indica desempenho “questionável” e gera um sinal de alerta;

$|z| \geq 3,0$ - indica desempenho “insatisfatório” e gera um sinal de ação.

5. Valores Designados

De acordo com os procedimentos disponíveis para o estabelecimento de valores designados pela ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, os valores designados deste EP foram calculados através de métodos estatísticos descritos na ISO 13528:2015, ou seja, valores de consenso de participantes.

A Norma ISO 13528:2015 descreve a análise robusta envolvendo o emprego da estimativa do algoritmo A para o cálculo do valor designado e do desvio-padrão.

As técnicas de estatística robusta são utilizadas para minimizar a influência que resultados extremos podem ter sobre estimativas de média e desvio-padrão. Sendo assim, a Coordenação deste Ensaio de Proficiência adotou como valor designado aquele oriundo do cálculo da estatística robusta apresentado

no item 5.6 da Norma ISO 13528:2015, que é uma norma específica de métodos estatísticos para uso em EP por comparações interlaboratoriais. Seguindo os critérios desta norma, o valor designado e o desvio-padrão para cada parâmetro, foram obtidos pela média robusta dos resultados emitidos por todos os participantes.

Inicialmente, todos os valores objetos da análise (valores enviados pelos participantes) foram colocados em ordem crescente. A seguir, foram denotados valores de média robusta e desvio-padrão robusto destes dados por (x^*) e (s^*) . Os valores iniciais de (x^*) e (s^*) foram calculados conforme equações abaixo:

$$x^* = \text{mediana de } x_i \quad (2)$$

$$s^* = 1,483 \times \text{mediana } |x_i - x^*| \quad (3)$$

Foram atualizados valores de (x^*) e (s^*) como segue. Foi calculado:

$$\delta = 1,5s^* \quad (4)$$

Para cada x_i ($i = 1, 2, \dots, p$), foi calculado:

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \delta, & \text{se } x_i < x^* - \delta \\ x^* + \delta, & \text{se } x_i > x^* + \delta \\ x_i, & \text{senão} \end{cases} \quad (5)$$

E então calculados novos valores de (x^*) e (s^*) a partir de:

$$x^* = \sum x_i^* / p \quad (6)$$

$$s^* = 1,134 \sqrt{\sum (x_i^* - x^*)^2 / (p - 1)} \quad (7)$$

Onde a soma é sobre i .

As estimativas robustas (x^*) e (s^*) podem ser obtidas por um cálculo iterativo, ou seja, atualizando os valores de (x^*) e (s^*) várias vezes usando os dados modificados, até que o processo convirja. A convergência pode ser assumida quando não há mudança de uma iteração para a próxima no terceiro algarismo significativo do desvio-padrão robusto e o valor equivalente à média robusta.

A tabela abaixo apresenta os valores da média robusta (valor designado) e do desvio-padrão robusto para cada parâmetro do EP.

Tabela 5 - Valores designados e desvios-padrão do EP.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão
CO (g/km)	0,686	0,036
CO ₂ (g/km)	77,1	3,6
THC (g/km)	0,074	0,006
NO _x (g/km)	0,052	0,007
Autonomia (km/L)	27,77	1,15
Aldeídos Totais (g/km)	0,0019	0,0005
Emissões evaporativas (g/teste)	0,021	0,006

Fonte: Dimci/Lafiq

6. Resultados

Neste relatório cada participante é identificado pelos dois últimos caracteres do seu código de identificação nas tabelas e gráficos.

Os participantes 36, 45 e 46 declinaram a participação no EP.

6.1 Dispersão dos Resultados

As tabelas de 6 a 8 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

Nota: Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas abaixo os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais conforme foi solicitado no formulário de resultados.

Tabela 6 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CO, CO₂, THC, NO_x em (g/km) e autonomia (km/L).

Participantes	CO (g/km)		CO ₂ (g/km)		THC (g/km)		NO _x (g/km)		Autonomia (km/L)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
03	0,920	0,173	76,8	0,8	0,086	0,016	0,055	0,008	27,69	0,24
14	0,697	0,008	80,6	0,2	0,077	0,002	0,060	0,001	26,55	0,08
16	0,678	0,010	71,7	0,2	0,075	0,001	0,048	0,002	30,44	0,10
21	0,637	0,011	79,5	0,2	0,066	0,001	0,060	0,001	26,95	0,06
34	0,669	0,016	79,8	0,5	0,070	0,001	0,042	0,002	27,27	0,16

Participantes	CO (g/km)		CO ₂ (g/km)		THC (g/km)		NO _x (g/km)		Autonomia (km/L)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
44	0,701	0,026	74,5	0,4	0,073	0,003	0,050	0,006	28,66	0,12
47	0,683	0,024	77,0	0,3	0,077	0,002	0,055	0,003	27,79	0,10

Fonte: Dimci/Lafiq

Tabela 7 – Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro Aldeídos Totais (g/km).

Participantes	Aldeídos Totais (g/km)	
	Média	Desvio-Padrão
06	0,0025	0,0002
13	0,0016	0,0001
35	0,0023	0,0001
41	0,0015	0,0002

Fonte: Dimci/Lafiq

Tabela 8 – Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro emissões evaporativas fase quente (g/teste).

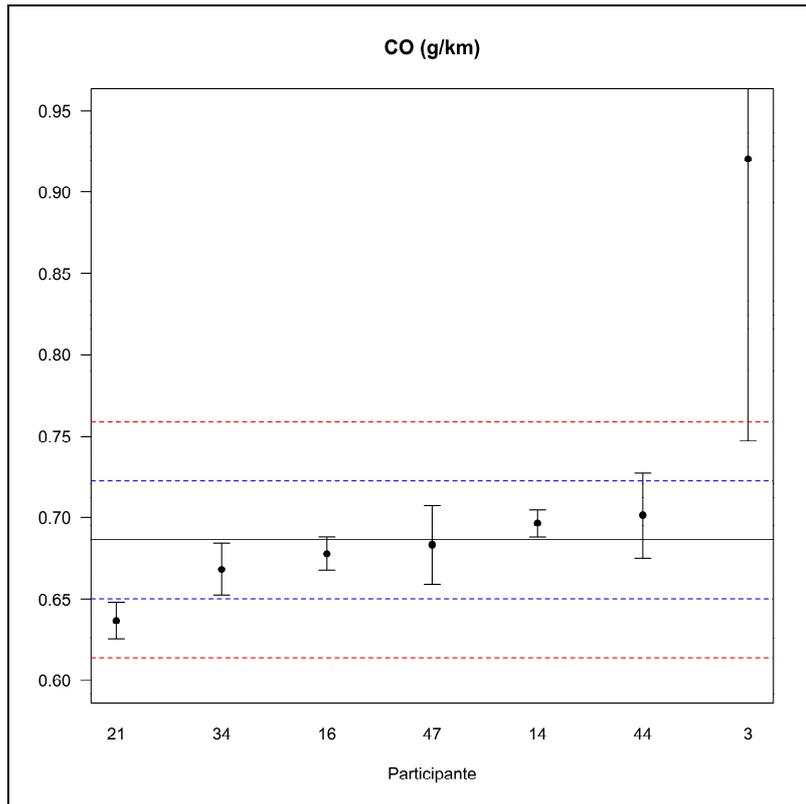
Participantes	Emissões evaporativas (g/teste)	
	Média	Desvio-padrão
22	0,017	0,003
26	0,019	0,002
28	0,022	0,002
39	0,018	0,001
49	0,035	0,003

Fonte: Dimci/Lafiq

As figuras 8 a 14 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados pelos participantes para cada parâmetro analisado.

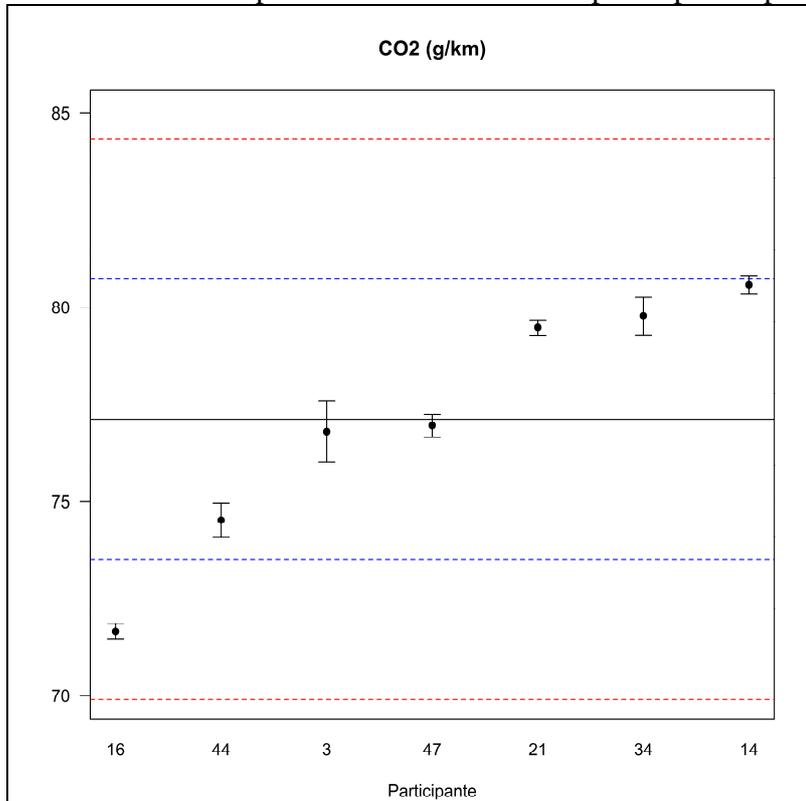
O valor designado é representado por uma linha contínua e cada participante é identificado apenas pelos dois últimos caracteres do seu código de identificação. As linhas pontilhadas na cor azul são representações de $Ref \pm 1s$ e as linhas pontilhadas na cor vermelha, são representações de $Ref \pm 2s$, onde “Ref” é o valor designado (média robusta) e “s” é o desvio-padrão robusto.

Figura 8 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO.



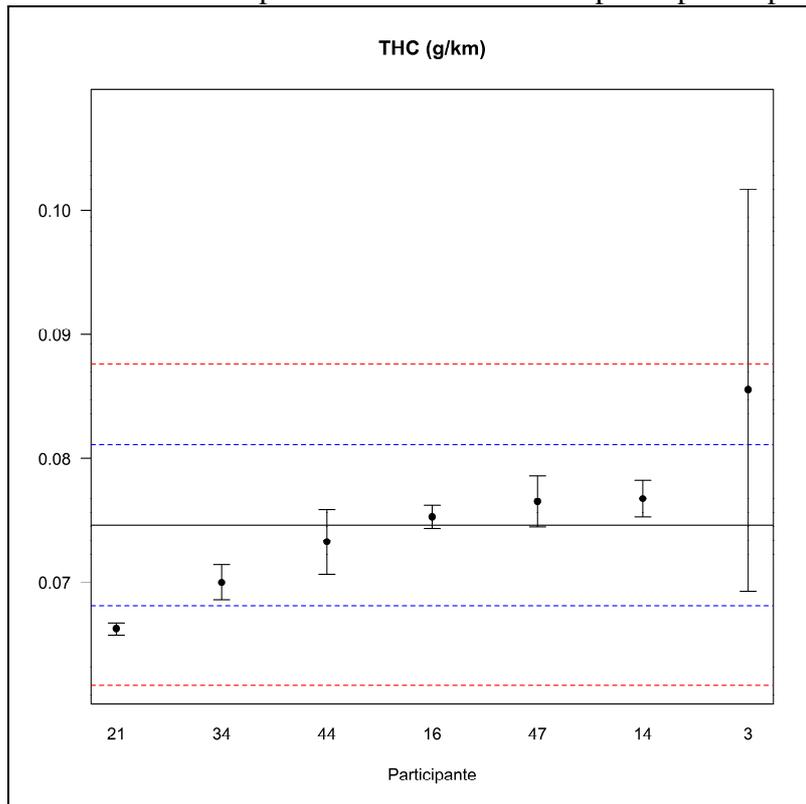
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 9 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂.



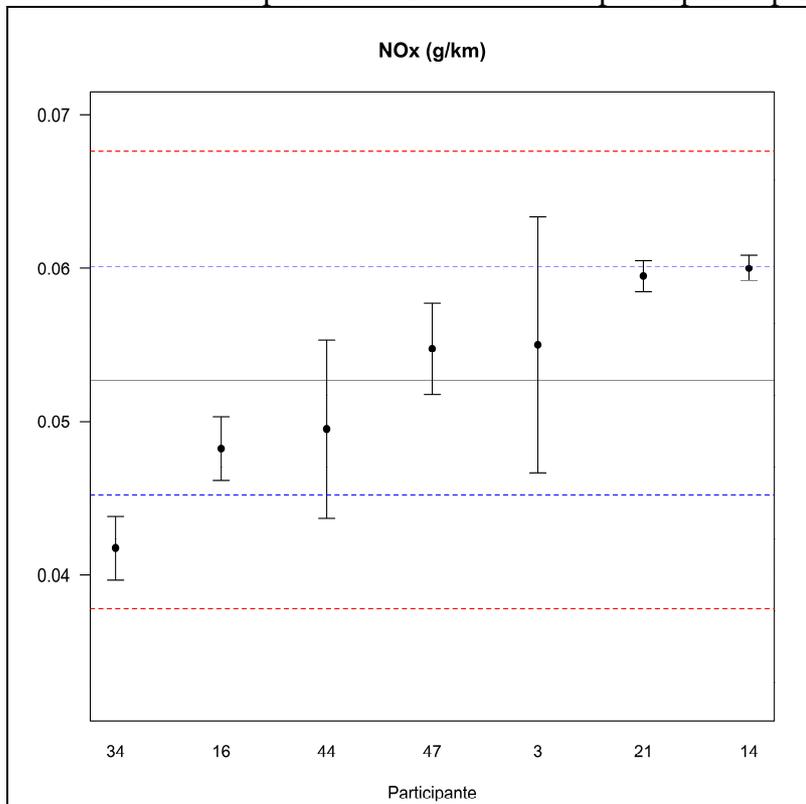
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 10 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC.



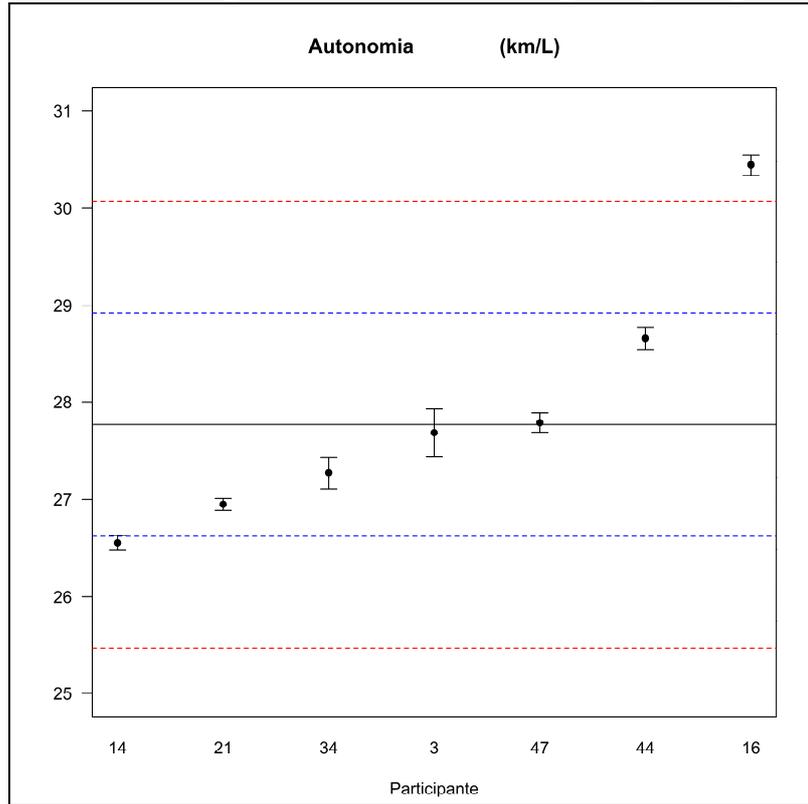
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 11 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x.



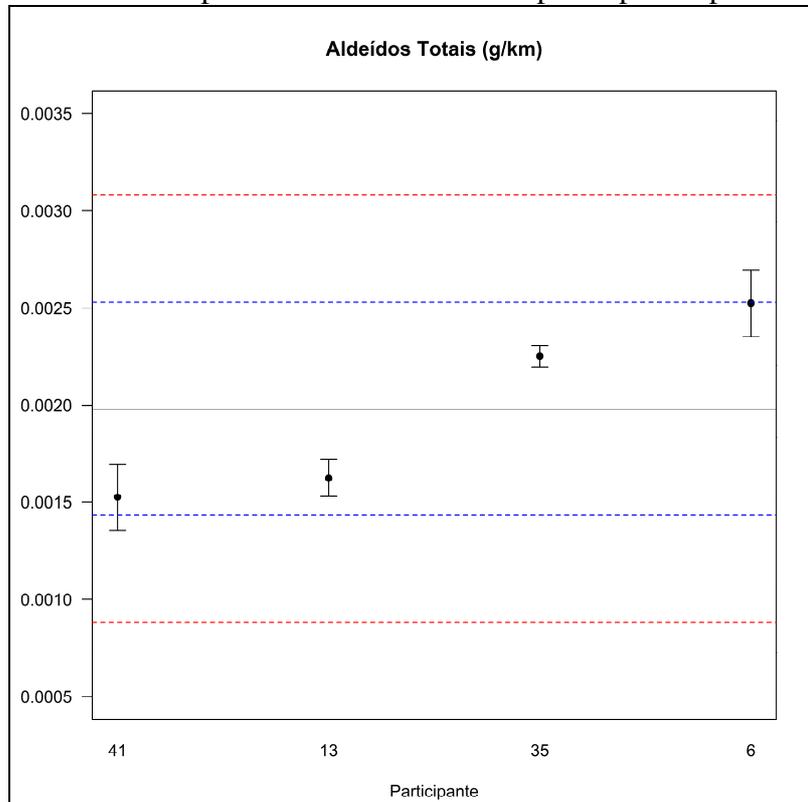
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 12 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para autonomia.



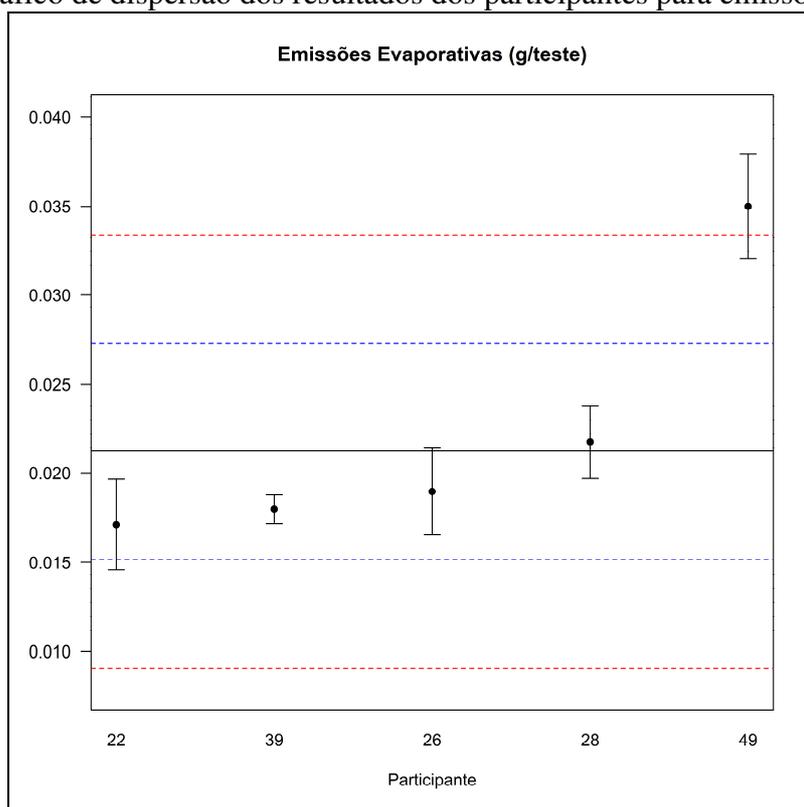
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 13 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para aldeídos totais.



Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 14 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para emissões evaporativas.



Fonte: Dimci/Lafiq

Através dos gráficos, pode-se observar que:

CO (g/km): dos 7 participantes, 5 apresentaram resultados entre os intervalos $\text{Ref} \pm 1s$; o participante 21 apresentou resultados no intervalo $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$. O participante 03 extrapolou a $\text{Ref} \pm 2s$ e ainda apresentou a maior dispersão;

CO₂ (g/km): dos 7 participantes, 6 participantes apresentaram resultados no intervalo $\text{Ref} \pm 1s$ e o participante 16 apresentou resultados no intervalo entre $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$;

THC (g/km): dos 7 participantes, 5 apresentaram resultados entre os intervalos $\text{Ref} \pm 1s$; os participantes 3 e 21 apresentaram resultados no intervalo $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$ e o participante 3 apresentando a maior dispersão.

NO_x (g/km): dos 7 participantes, 5 apresentaram resultados entre os intervalos $\text{Ref} \pm 1s$; o participante 34 apresentou resultado no intervalo $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$. Os participantes 44 e 3 apresentaram uma maior dispersão;

Autonomia (km/L): dos 7 participantes, 5 apresentaram resultados entre os intervalos $\text{Ref} \pm 1s$; o participante 14 apresentaram resultados no intervalo $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$ e o participante 16 apresentou resultados que extrapolou o limite de $\text{Ref} \pm 2s$.

Aldeídos Totais (g/km): dos 4 participantes para este parâmetro, os 4 apresentaram resultados no intervalo $Ref \pm 1s$.

Emissões evaporativas (g/teste): dos 5 participantes para este parâmetro, 4 participantes apresentaram resultados no intervalo $Ref \pm 1s$ e o participante 49 apresentou resultados que extrapolou o limite de $Ref \pm 2s$.

6.2 Índice z

Para a avaliação do desempenho dos participantes foram calculados os valores do índice z, após a retirada dos discrepantes, utilizando-se a média e o desvio-padrão robusto dos resultados de cada parâmetro. Nas tabelas 9 e 11 e nas figuras de 15 a 21 estão apresentados estes resultados.

Tabela 9 – Valores de índice z para os parâmetros CO, CO₂, THC e NO_x e autonomia.

Participantes	CO (g/km)	CO ₂ (g/km)	THC (g/km)	NO _x (g/km)	Autonomia (km/L)
	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z
03	6,44	-0,09	1,68	0,31	-0,07
14	0,28	0,96	0,33	0,98	-1,06
16	-0,23	-1,51	0,10	-0,59	2,32
21	-1,37	0,65	-1,29	0,92	-0,72
34	-0,49	0,74	-0,71	-1,47	-0,43
44	0,41	-0,72	-0,21	-0,43	0,77
47	-0,09	-0,05	0,29	0,28	0,02

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

* Resultado insatisfatório

Fonte: Dimci/Lafiq

Tabela 10 – Valores de índice z para o parâmetro aldeídos totais (g/km).

Participantes	Aldeídos Totais (g/km)
	Índice z
06	0,99
13	-0,65
35	0,49
41	-0,83

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

* Resultado insatisfatório

Fonte: Dimci/Lafiq

Tabela 11 – Valores de índice z para o parâmetro emissões evaporativas fase quente (g/teste).

Participantes	Emissões evaporativas fase quente (g/teste)
	Índice z
22	-0,68
26	-0,37
28	0,08
39	-0,53
49	2,26

* Resultado satisfatório
 * Resultado questionável
 * Resultado insatisfatório
 Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 15 – Gráfico do índice z referente à medição de CO.

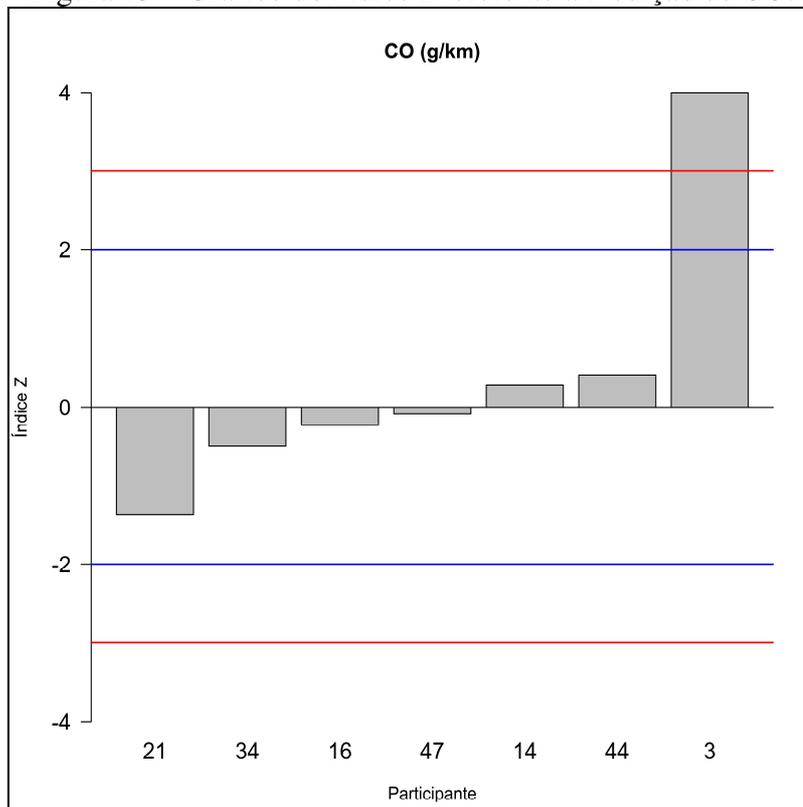
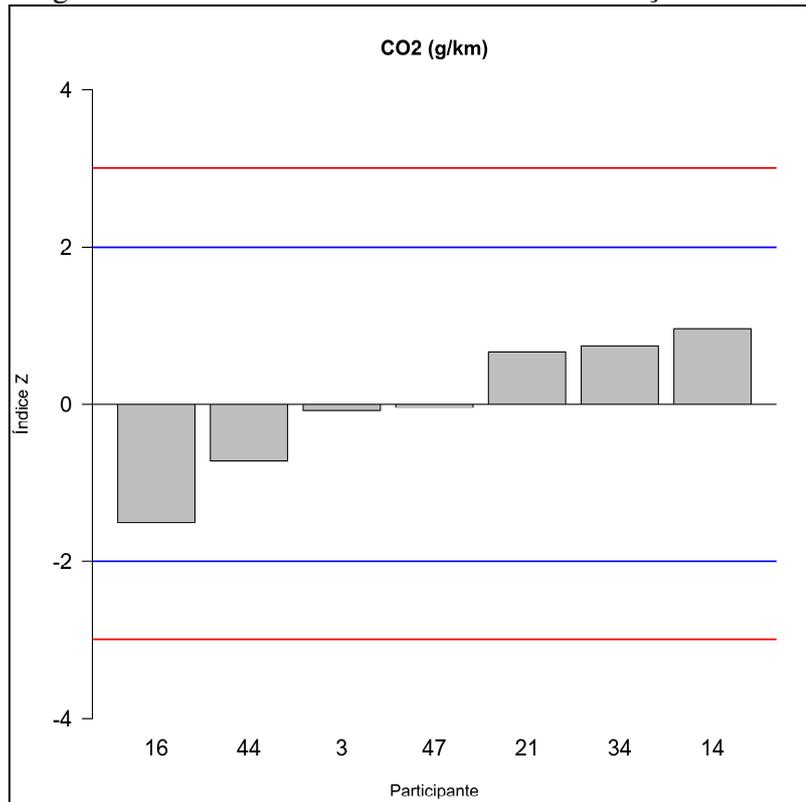
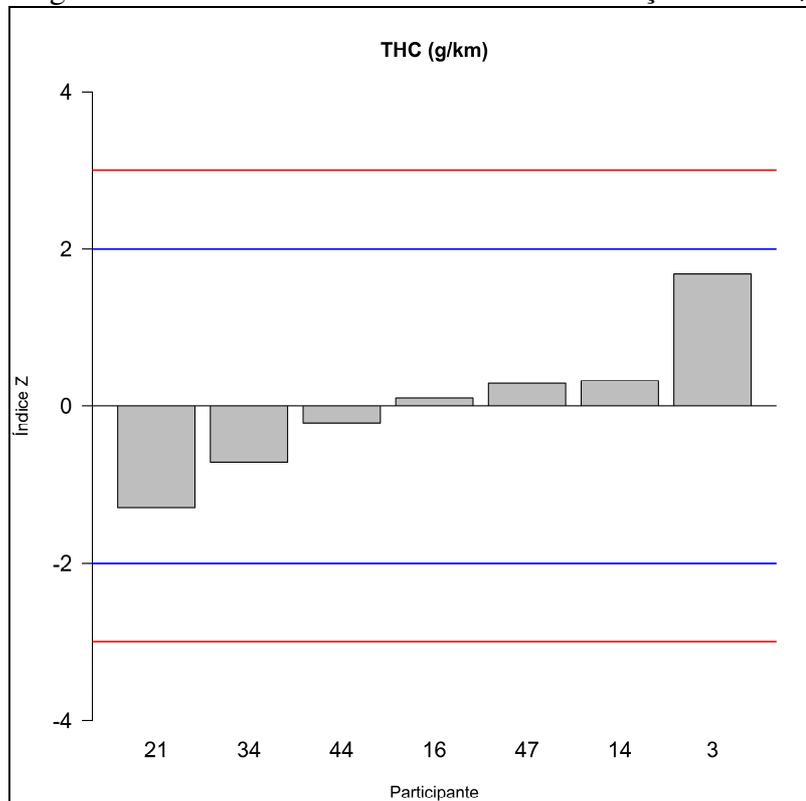


Figura 16 – Gráfico do índice z referente à medição de CO₂.



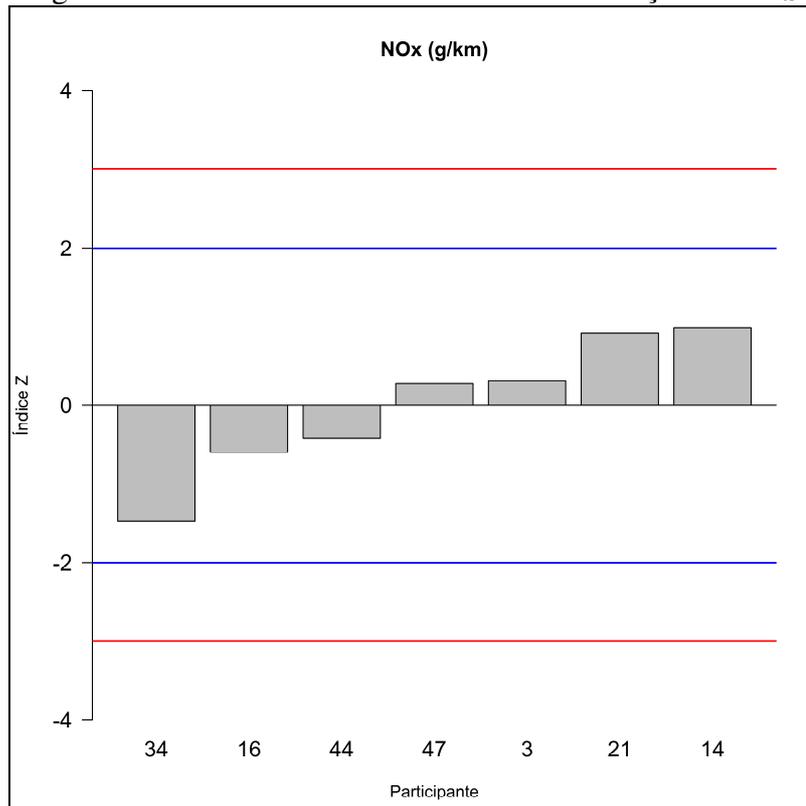
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 17 – Gráfico do índice z referente à medição de THC.



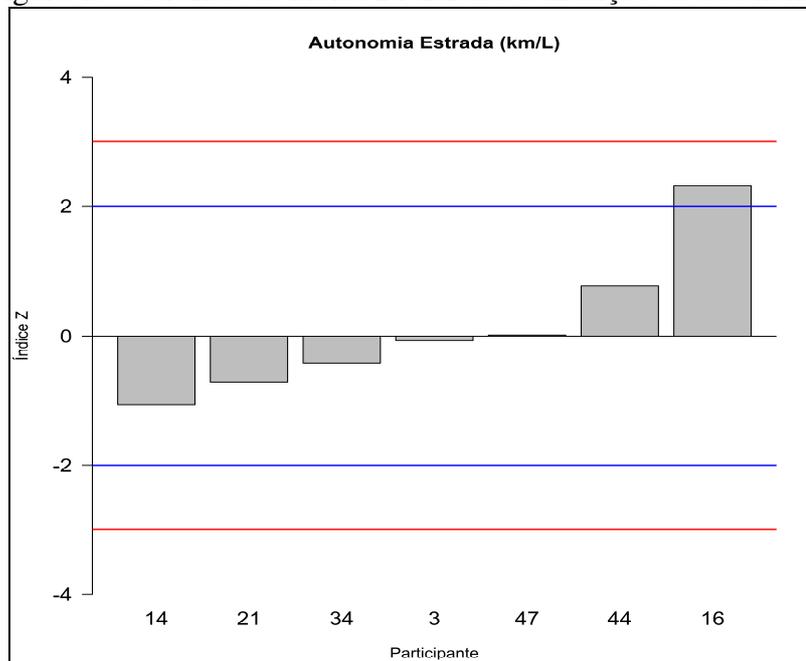
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 18 – Gráfico do índice z referente à medição de NO_x.



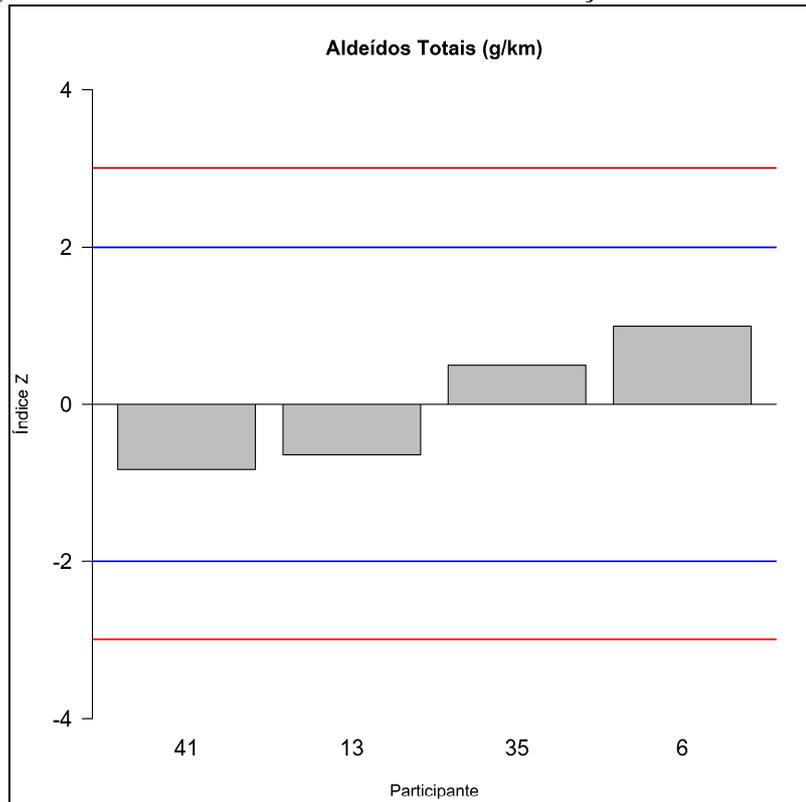
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 19 – Gráfico do índice z referente à medição de autonomia.



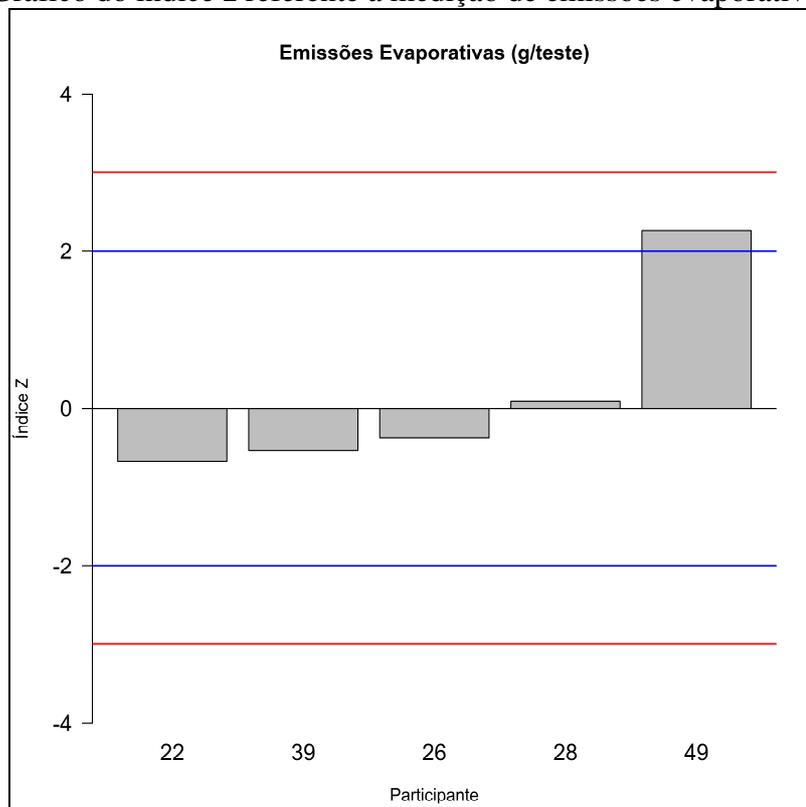
Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 20 – Gráfico do índice z referente à medição de aldeídos totais.



Fonte: Dimci/Lafiq

Figura 21 – Gráfico do índice z referente à medição de emissões evaporativas fase quente.



Fonte: Dimci/Lafiq

Através da análise dos gráficos do índice z, pode-se observar que:

CO (g/km): 6 participantes apresentaram resultados satisfatórios; o participante 3 apresentou um resultado insatisfatório.

CO₂ (g/km): 7 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

THC (g/km): 7 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

NO_x (g/km): 7 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

Autonomia (km/L): 6 participantes apresentaram resultados satisfatórios; o participante 16 apresentou um resultado questionável.

Aldeídos Totais: 4 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

Emissões Evaporativas Fase Quente: 4 participantes apresentaram resultados satisfatórios; o participante 49 apresentou um resultado questionável.

7. Confidencialidade

Cada participante foi identificado por códigos individuais que são conhecidos somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. Conforme estabelecido na ficha de inscrição, a identificação dos laboratórios acreditados e em fase de acreditação será enviada para conhecimento da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre). O participante recebeu seus códigos de identificação correspondente à sua participação no EP via e-mail. Estes códigos foram utilizados como identificação do participante no preenchimento do formulário de registro de resultados.

Os resultados poderão ser utilizados em trabalhos e publicações pelo Inmetro respeitando-se a confidencialidade de cada participante.

Conforme estabelecido no item 4.10.4 da ABNT ISO/IEC 17043:2011, em circunstâncias excepcionais, uma autoridade reguladora pode requerer os resultados e a identificação dos participantes do EP ao provedor. Se isto ocorrer, o provedor do EP notificará esta ação aos participantes.

8. Conclusões

O ensaio de emissões em motocicletas envolve um grande número de variáveis que influenciam nos resultados. A preparação do item de ensaio é muito importante e cabe fazer um histórico dos últimos EP para mostrar a grande evolução que tivemos nesse quesito.

Na 5ª rodada que todos os parâmetros determinados, com exceção da autonomia, apresentaram diferenças estatísticas significativas entre o início e o final do ciclo, na 6ª rodada metade dos parâmetros ensaiados apresentaram diferenças estatísticas significativas entre o início e o final do ciclo. Nesta rodada, ou seja, na 7ª rodada apenas 1(hum) dos parâmetros apresentou diferenças estatísticas significativas entre o início e o final do ciclo.

Houve uma melhora na integridade do item de ensaio comparando-se a 5ª rodada, 6ª rodada e a 7ª rodada, o esforço tem que ser mantido para iniciarmos o próximo EP.

Os participantes do EP de motocicletas devem fazer uma análise crítica dos resultados obtidos e avaliar quais são as ações que devem ser tomadas para que os motocicletas utilizados nos EP possam se manter estáveis durante todo o período de testes. Além de um grande número de testes de estabilidade que devem ser conduzidos antes do início das rodadas, que tem se mostrado eficiente para os Ensaios de Proficiência de Emissões de Motociclos, devem ser envidados esforços para identificação e implementação de ações que previnam ao máximo tais imprevistos.

9. Participantes

Oito participantes se inscreveram na 7ª rodada do Ensaio de Proficiência de Emissões de Motociclos, porém um participante declinou a participação e informou à coordenação deste EP. Desta forma, restaram sete participantes.

A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação deste EP é apresentada na tabela 12. É importante ressaltar que a numeração da tabela 12 é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 12 – Participantes.

Instituição	
1.	Dafra da Amazônia Indústria e Comércio de Motocicletas Ltda.
2.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
3.	Kawasaki Motores do Brasil Ltda.
4.	Magneti Marelli Sistemas Automotivos Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares Magneti Marelli
5.	Moto Honda da Amazônia Ltda.
6.	Yamaha Motor da Amazonia Ltda. YMDA
7.	Yamaha Motor da Amazonia Ltda. (Filial) YMDB

Fonte: Dimci/GT-PEP

Total de participantes: 7.

10. Referências Bibliográficas

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração
- ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência
- ISO 13528:2015 (E), “*Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*”
- Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª Edição Luso – Brasileira
- ECE/TRANS/180/Add.2 - *Measurement Procedure for Two wheeled Motorcycles Equipped with a Positive or Compression Ignition Engine with Regard to the Emission of Gaseous Pollutants, CO2 Emissions and Fuel Consumption*, de 30 de Agosto de 2005, da Comunidade Européia;
- ABNT NBR 16369:2017 “Motociclos e veículos similares - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento;

- ABNT NBR 7024:2017 “Veículos rodoviários automotores leves - Medição do consumo de combustível - Método de ensaio”;
 - ABNT NBR 11481:2010 “Veículos rodoviários automotores leves — Medição da emissão evaporativa”;
 - ABNT NBR 16529:2016 “Motociclos e veículos similares - Medição da emissão evaporativa”;
 - ABNT NBR 8689:2012 “Veículos rodoviários automotores leves — Combustíveis para ensaio — Requisitos”.
-



Programa de Ensaio da Proficiência do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – PEP-Inmetro
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Brasil – CEP: 25250-020
Tel.: +55 21 2679-9745 – www.inmetro.gov.br – E-mail: pep-inmetro@inmetro.gov.br