

# Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis – 11<sup>a</sup> Rodada Automóvel Otto (EHR)



**PEP-Inmetro**

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO



# ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EMISSÕES DE AUTOMÓVEIS

## 11ª RODADA – AUTOMÓVEL OTTO (EHR)

Período de realização: 10/06/19 a 18/11/20

### RELATÓRIO FINAL – Nº 005/2020

#### 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](mailto:pep-inmetro@inmetro.gov.br) – Telefone: (21) 2145-3002

#### COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci)

Bruno Carius Garrido (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Carla Thereza Coelho (Inmetro/Dimci)

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

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

Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Caint/Disbt)

#### COMITÊ TÉCNICO

Bruno Carius Garrido (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Danilo Torres (AEA)

Edson Paixão (Umicore)

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/Caint/Disbt)

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	4
2. Materiais e Métodos .....	4
2.1. Item de Ensaio.....	4
2.2. Metodologia .....	5
3. Integridade do Item de Ensaio .....	6
4. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes .....	10
4.1. Índice z.....	10
4.2. Visualização dos Resultados e Detecção de Outliers: Boxplot (Específico para medição de NMOG) .....	10
5. Valores Designados .....	11
6. Dispersão dos Resultados .....	13
6.1. Emissões Ciclo Urbano.....	13
6.2. Emissões Ciclo Estrada.....	19
6.3. CO Marcha Lenta.....	22
6.4. NMOG .....	23
7. Resultados dos Participantes .....	24
7.1. Resultados de Média e Desvio-padrão.....	24
7.1.1. Emissões Ciclo Urbano.....	24
7.1.2. Emissões Ciclo Estrada.....	26
7.1.3. CO (%vol.) Marcha Lenta .....	28
7.1.4. NMOG (g/km) .....	28
7.2. Índice z.....	29
7.2.1. Emissões Ciclo Urbano - índice z.....	29
7.2.2. Emissões Ciclo Estrada - índice z.....	36
7.2.3. CO (% vol.) Marcha Lenta - índice z .....	39
7.2.4. NMOG (g/km) - índice z .....	41

7.3. Visualização dos Resultados e Detecção de Outliers: Boxplot.....	42
8. Testemunho de Análises .....	43
9. Confidencialidade .....	44
10. Conclusões .....	44
11. Participantes .....	45
12. Referências Bibliográficas .....	46

## **1. Introdução**

Cada vez mais buscamos soluções através de estudos científicos para avaliarmos a poluição do ar que vem aumentando a ocorrência de doenças respiratórias e diminuindo a qualidade de vida da população. Os veículos automotores são considerados potenciais agentes causadores desse tipo de poluição em todo mundo. Os automóveis ciclo Otto são a grande maioria de nossa frota de veículos particulares. No caso específico do Brasil, esses automóveis são Flex, ou seja, podem ser abastecidos com gasolina e etanol. Nesta busca para aperfeiçoarmos as medições, especificamente, avaliamos as medições de emissões para o combustível Etanol Hidratado de Referência (EHR) e, além disso, se buscou avaliar parâmetros novos com suas fórmulas sendo desenvolvidas no período da rodada deste EP como foi o caso do NMOG.

Devido às exigências dos órgãos regulamentadores e acreditadores, existe a necessidade de cada vez mais se executar melhores ensaios de medição de gases poluentes. Além disso, devido às constantes reduções de limites de emissões, os métodos de medição devem se adequar às novas necessidades. A análise dos poluentes é um dos itens mais delicados de um ensaio de emissão de um veículo ou de um motor. Neste sentido, a realização do Ensaio de Proficiência (EP) de emissões de automóveis tem por objetivo a avaliação de desempenho dos laboratórios na determinação da quantidade dos compostos presentes nas emissões veiculares, propiciando subsídios para a identificação e solução de problemas analíticos e contribuindo para a harmonização dos resultados de medição no País, além de ser uma ferramenta para geração de dados que podem apoiar a preparação de novas regulamentações.

Este EP teve como objetivos gerais:

- 1) Determinar o desempenho de laboratórios para os ensaios propostos;
- 2) Monitorar o desempenho contínuo dos laboratórios de análises de emissões veiculares;
- 3) Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios de emissões veiculares;
- 4) Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de emissões de cada laboratório.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Item de Ensaio**

O item de ensaio foi um veículo cedido pela empresa FCA (FIAT Chrysler Automóveis Brasil) com as seguintes características: modelo Cronos Precision, cor vermelho marsala, Chassis 8AP359A23JU000072, motor 1.8 etorq 16V flex e transmissão automática de 6 velocidades.

Cada laboratório participante usou o combustível Etanol Hidratado de Referência (EHR) como definido em protocolo.

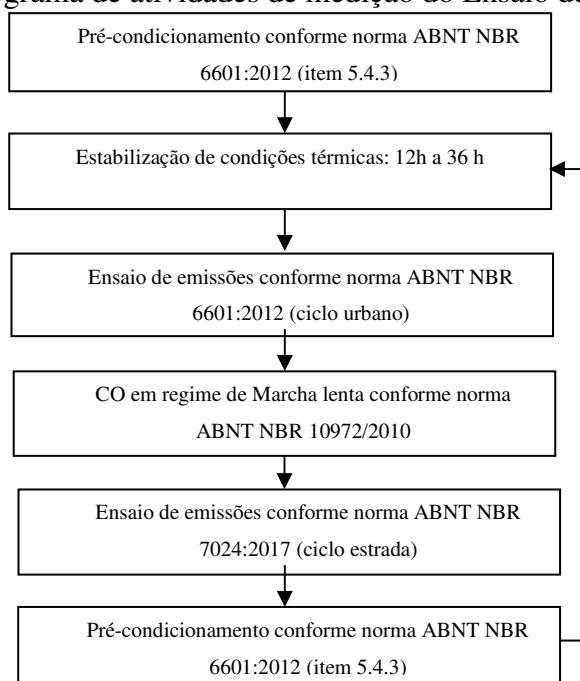
## 2.2. Metodologia

Nesta rodada foram analisados os seguintes ensaios conforme as versões vigentes dos respectivos documentos:

<b>Ciclo Urbano</b>	Norma ABNT NBR 6601:2012: THC, CH4, NMHC, CO, CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> Norma ABNT NBR 7024:2017: Autonomia urbana
<b>Ciclo Estrada</b>	Norma ABNT NBR 7024:2017: THC, CO, CO <sub>2</sub> , Autonomia estrada e autonomia combinada
<b>Aldeídos</b>	Norma ABNT NBR 12026:2016
<b>Etanol não queimado</b>	Norma ABNT NBR 15598:2016
<b>CO em regime de marcha lenta</b>	Norma ABNT NBR 10972:2010
<b>NMOG</b>	ATA da 226ª reunião da comissão técnica de acreditação de laboratório de emissões – item 3.2.2.4.

Os laboratórios reproduziram a curva de desaceleração em dinamômetro informada pela CETESB. Os laboratórios drenaram o combustível do tanque, para depois abastecer com no mínimo de 30 L e realizar todos os ensaios previstos neste EP. Os participantes seguiram o fluxograma mostrado abaixo e deveriam iniciar preferivelmente os ensaios com a temperatura de 25 °C visando minimizar os efeitos da partida a frio nos resultados.

Figura 1- Fluxograma de atividades de medição do Ensaio de Proficiência.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Os participantes enviaram, obrigatoriamente, **3 (três)** medições para cada parâmetro, com a exceção dos parâmetros que o protocolo faculta, caso contrário, seus resultados não teriam sido avaliados. Os resultados da FCA (FIAT Chrysler Automóveis Brasil) a serem considerados foram aqueles referentes aos ensaios realizados no início do ciclo (Y\_1).

### 3. Integridade do Item de Ensaio

O laboratório da FCA (FIAT Chrysler Automóveis Brasil) realizou ensaios de estabilidade no início e ao fim do ciclo – primeira análise (Y\_1) e segunda análise (Y\_2). Foi verificado se houve diferença estatisticamente significativa entre as medições dos 9 componentes do Ciclo Urbano: THC, NMHC, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, aldeídos, etanol não queimado e autonomia urbana.

O Teste de Wilcoxon foi utilizado com o objetivo de verificar a hipótese de que dois conjuntos de dados dependentes foram extraídos de uma mesma população. Este teste deve ser utilizado, em detrimento ao teste t pareado, quando não é possível supor a normalidade de ambos os conjuntos de dados ou nos casos em que há pequenas amostras. No teste de Wilcoxon os valores originais são substituídos por postos conforme a seguir:

Tabela 1 - Estatísticas e p-valores

Antes	$x_1$	$x_2$	...	$x_N$
Depois	$y_1$	$y_2$	...	$y_N$
$d_i$	$d_1$	$d_2$	...	$d_N$
$ d_i $	$ d_1 $	$ d_2 $	...	$ d_N $
posto	N	2	...	1

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Em que  $d_i = y_i - x_i$ . Os postos são obtidos a partir dos valores absolutos de  $d_i$ . As hipóteses a serem testadas são:

$(H_0)$  não existe diferença entre os dois conjuntos de dados  
 $(H_1)$  existe diferença entre os dois conjuntos de dados

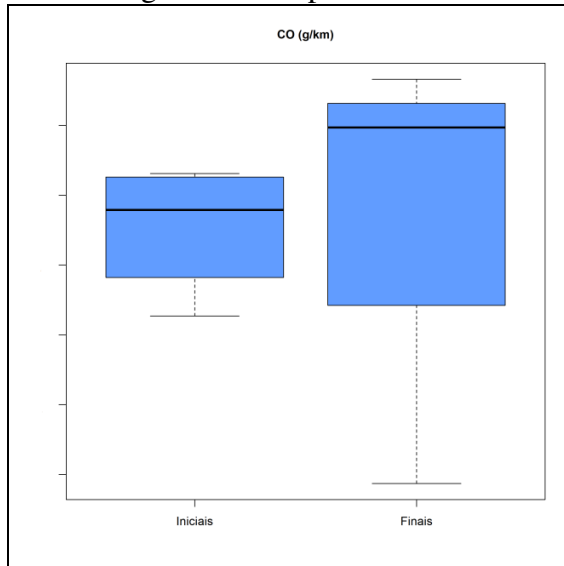
A estatística de teste é definida a seguir:

$V_S =$  soma dos postos sinalizados positivamente

Se  $V_S \leq c_1$  ou  $V_S \geq c_2$ , rejeita-se  $H_0$ , em que  $c_1$  e  $c_2$  são tais que  $P(V_S \leq c_1 | H_0) = \alpha/2$  e  $P(V_S \geq c_2 | H_0) = \alpha/2$ .

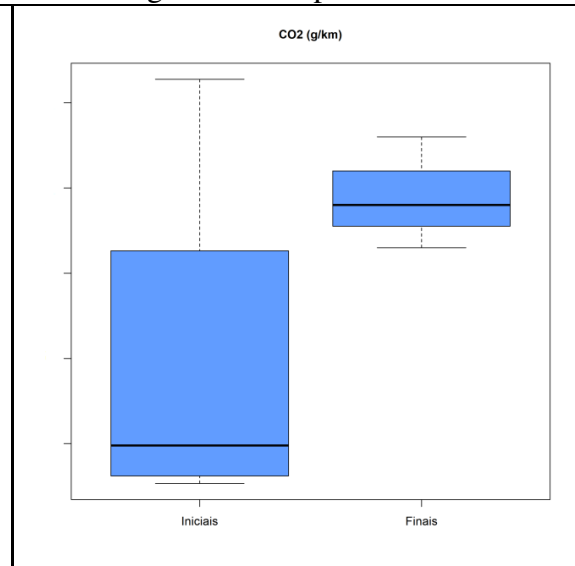
As figuras 2 a 10 referem-se ao boxplot para a avaliação do item de ensaio.

Figura 2 – Boxplot de CO



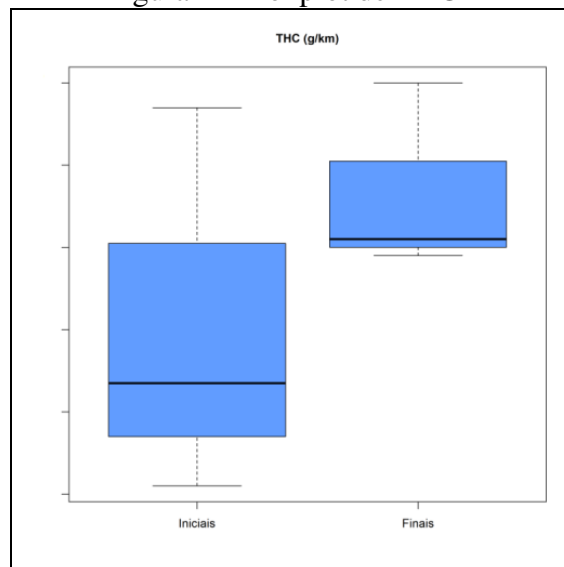
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 3 – Boxplot de CO<sub>2</sub>



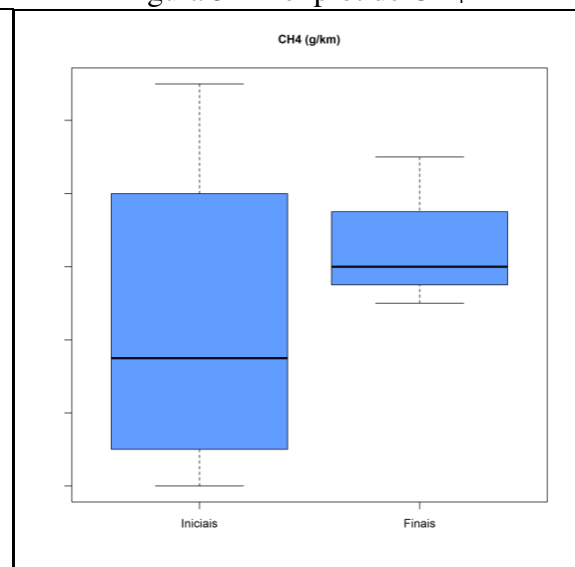
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 4 – Boxplot de THC



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

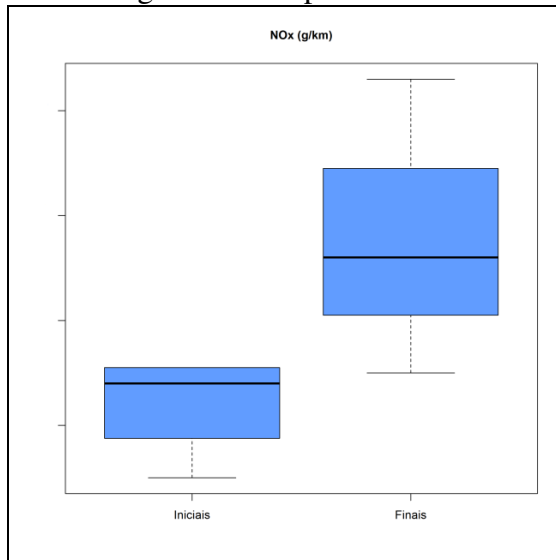
Figura 5 – Boxplot de CH<sub>4</sub>



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

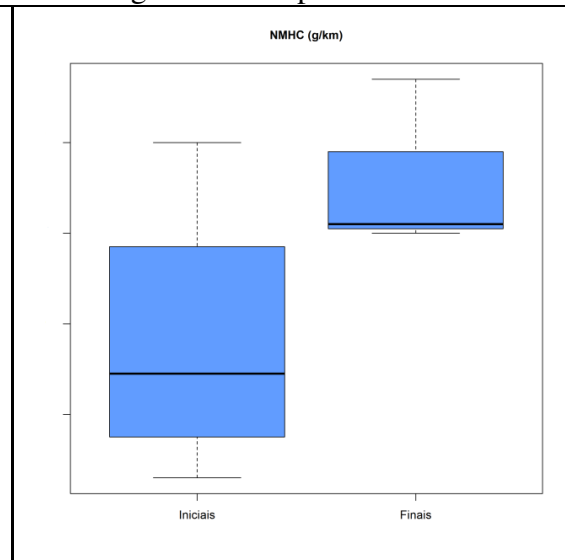


Figura 6 – Boxplot de NO<sub>x</sub>



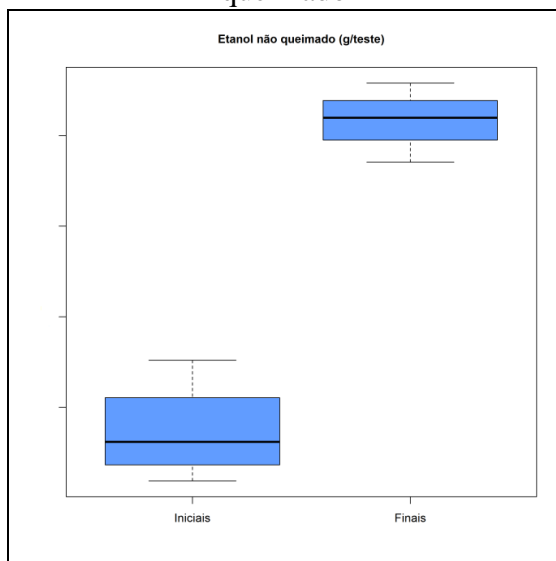
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 7 – Boxplot de NMHC



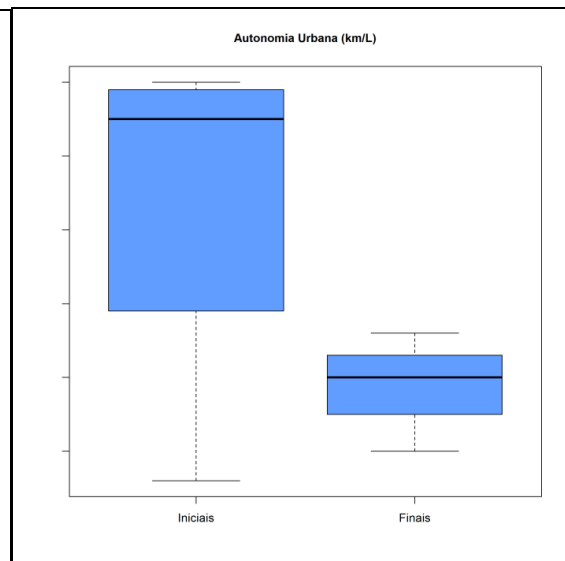
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 8 – Boxplot de Etanol não queimado



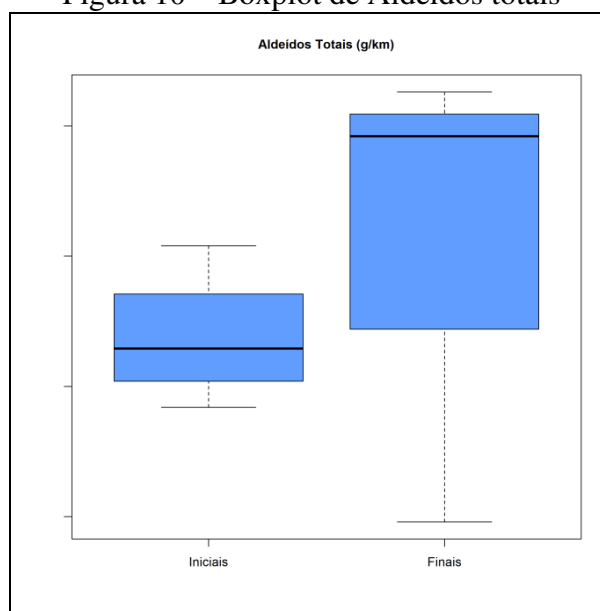
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 9 – Boxplot de Autonomia urbana



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 10 – Boxplot de Aldeídos totais



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Conforme observado, para o componente Etanol não queimado não houve interseção das caixas e se evidencia um distanciamento entre as medições inicial e final, enquanto nas demais parece haver menores discrepâncias. O pouco número de repetições (replicatas verdadeiras) dificulta melhor inspeção.

Em seguida, testou-se a hipótese de estabilidade entre tais medições, primeira análise (Y\_1) e segunda análise (Y\_2), por meio do teste de Wilcoxon também conhecido como teste de Mann-Whitney. A Tabela 2 a seguir resume o resultado da aplicação para o conjunto de dados entre as duas amostras ao nível de 5% de significância.

Tabela 2 - Estatísticas e p-valores para o teste de Wilcoxon

<b>Componente</b>	<b>p-valor</b>
CO (g/km)	0,596
CO <sub>2</sub> (g/km)	0,377
THC (g/km)	0,216
CH <sub>4</sub> (g/km)	0,476
NO <sub>x</sub> (g/km)	0,212
NMHC (g/km)	0,216
Aldeídos Totais (g/km)	0,596
Etanol não queimado (g/km)	0,052
Autonomia Urbana (km/L)	0,377

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Todos os resultados foram os mesmos, com p-valor maior do que 0,05. Com isso, pode-se afirmar que, ao nível de confiança de 95 %, não há diferença estatisticamente significativa entre as médias e os dados amostrais que podem ser considerados como advindos de uma mesma população. Sendo assim, o veículo se manteve íntegro durante a realização deste Ensaio de Proficiência.

Devido à confidencialidade dos resultados, uma vez que a FCA (FIAT Chrysler Automóveis Brasil) também é participante do EP, estes resultados não foram apresentados.

## 4. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes

### 4.1. Índice z

Para a avaliação dos resultados dos participantes, foi seguido um dos critérios da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, o índice  $z$  ( $z$ -score, medida da distância relativa do resultado da medição do laboratório 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.

### 4.2. Visualização dos Resultados e Detecção de Outliers: Boxplot (Específico para medição de NMOG)

O boxplot (gráfico de caixa) é um gráfico utilizado para visualização da distribuição de um conjunto de dados. É formado por cinco medidas: 1º quartil (Q1), 3º quartil (Q3), mediana (Q2), valor mínimo

(LI) e valor máximo (LS). Além disso, o boxplot pode ser empregado para avaliação de outliers. Dessa forma, os valores mínimo e máximo são calculados de acordo com as equações abaixo:

$$LI = Q1 - 1,5 * (Q3 - Q1) \quad (2)$$

$$LS = Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1) \quad (3)$$

O diagnóstico para detecção de outliers é dado pela seguinte regra:

Se o valor obtido  $> LS$  ou o valor obtido  $< LI$ , o valor obtido é considerado um outlier;

Se  $LI \leq$  o valor obtido  $\leq LS$ , o valor obtido não é considerado um outlier.

## 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 no item 7.7 da norma 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.

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:

$$x^* = \text{mediana de } x_i \quad (4)$$

$$s^* = 1,483 \times \text{mediana } |x_i - x^*| \quad (5)$$

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

$$\delta = 1,5s^* \quad (6)$$

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

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \delta, & \text{se } x_i < x^* - \delta \\ x^* + \delta, & \text{se } x_i > x^* + \delta \\ x_i, & \text{senão} \end{cases} \quad (7)$$

devem ser calculados novos valores de  $(x^*)$  e  $(s^*)$  a partir de:

$$x^* = \sum x_i^* / p \quad (8)$$

$$s^* = 1,134 \sqrt{\sum (x_i^* - x^*)^2 / (p-1)} \quad (9)$$

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.

Os resultados que se apresentaram fora dos intervalos de 2 desvios-padrão após o cálculo da média robusta e do desvio-padrão robusto foram considerados como discrepantes e um novo valor de consenso foi calculado, assim como o novo desvio-padrão robusto retirando-se estes valores.

Nas tabelas 3, 4, 5 e 6 mostramos valores designados e os desvios-padrão robustos para todos os parâmetros incluindo todos participantes do EP, assim como os novos valores de média e desvio padrão robustos após a retirada dos discrepantes.

Onde o valor obtido é o resultado de cada medição de cada parâmetro por participante.

**Neste relatório cada participante é identificado pelos últimos caracteres numéricos do seu código de identificação nas tabelas, gráficos e textos.**

Tabela 3 - Valores designados e desvios-padrão do EP – emissões ciclo urbano.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão	Discrepantes (Participantes)	Valor Designado Recalculado	Desvio-padrão Recalculado
CO (g/km)	2,613	0,230	-	-	-
CO <sub>2</sub> (g/km)	153,9	4,2	-	-	-
THC (g/km)	0,350	0,020	-	-	-
NO <sub>x</sub> (g/km)	0,388	0,035	-	-	-
NMHC (g/km)	0,320	0,019	-	-	-
CH <sub>4</sub> (g/km)	0,032	0,003	-	-	-
Aldeídos Totais (g/km)	0,07885	0,01625	-	-	-

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão	Discrepantes (Participantes)	Valor Designado Recalculado	Desvio-padrão Recalculado
Etanol não queimado (g/km)	0,46996	0,09402	-	-	-
Autonomia Urbana (km/L)	9,06	0,24	-	-	-

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Tabela 4 - Valores designados e desvios-padrão do EP – emissões ciclo estrada.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão	Discrepantes (Participantes)	Valor Designado Recalculado	Desvio-padrão Recalculado
CO (g/km)	1,141	0,089	-	-	-
CO <sub>2</sub> (g/km)	91,4	2,7	-	-	-
THC (g/km)	0,129	0,006	-	-	-
Autonomia Estrada (km/L)	15,35	0,49	-	-	-
Autonomia Combinada (km/L)	11,11	0,31	-	-	-

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Tabela 5 - Valores designados e desvios-padrão do EP – CO Marcha lenta.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão	Discrepantes (Participantes)	Valor Designado Recalculado	Desvio-padrão Recalculado
CO %vol Marcha lenta	0,1839	0,0398	-	-	-

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Tabela 6 - Valores designados e desvios-padrão do EP – NMOG.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-padrão	Discrepantes (Participantes)	Valor Designado Recalculado	Desvio-padrão Recalculado
NMOG (g/km)	0,328	0,025	-	-	-

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

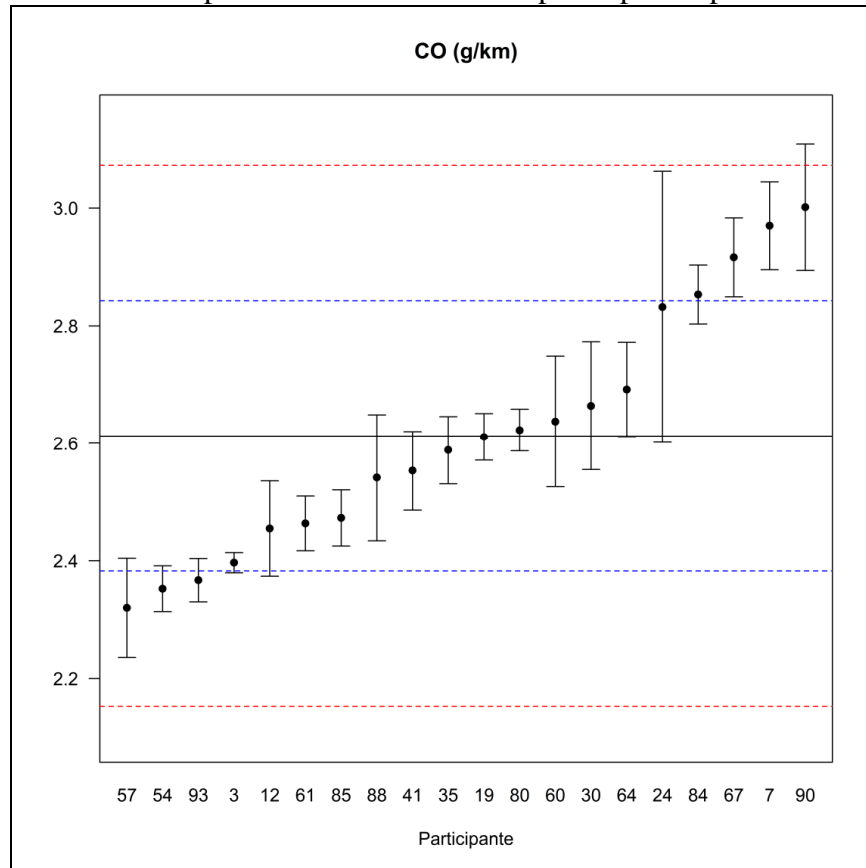
## 6. Dispersão dos Resultados

Na apresentação dos gráficos para todos os parâmetros ensaiados, o valor designado é representado por uma linha contínua preta central. As linhas azul e vermelha são, respectivamente, representações de  $Ref \pm 1s$  e  $Ref \pm 2s$ , onde “Ref” é o valor designado (média robusta) e “s” é o desvio-padrão robusto.

### 6.1. Emissões Ciclo Urbano

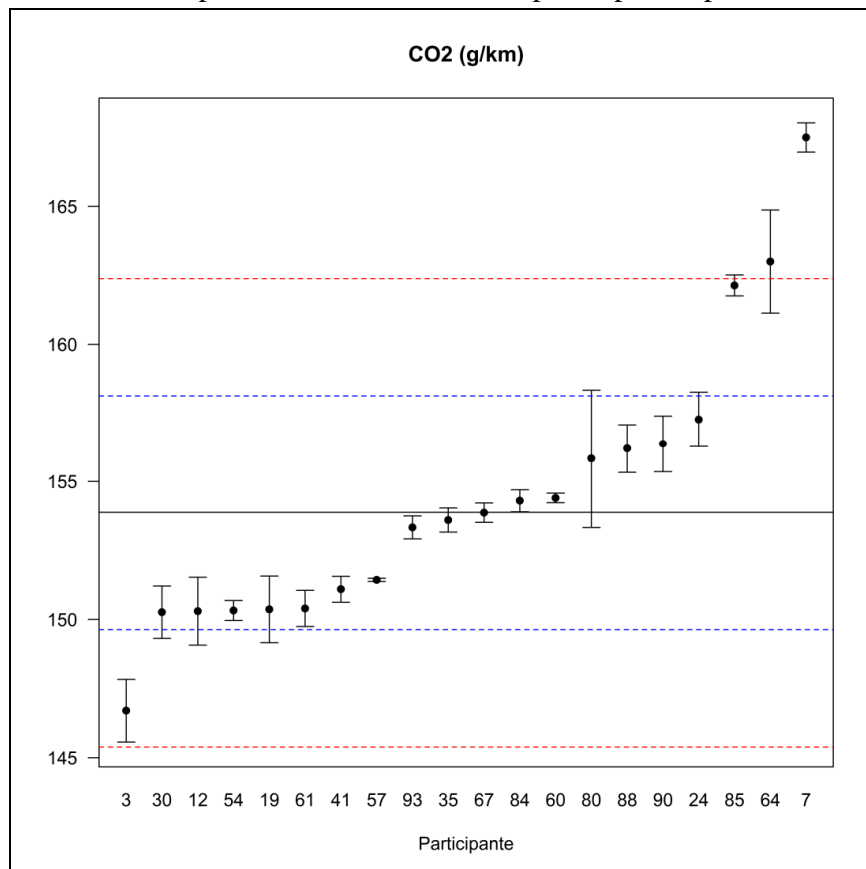
As figuras 11 a 19 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados para os dados de emissões ciclo urbano pelos participantes para cada parâmetro analisado.

Figura 11 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – ciclo urbano.



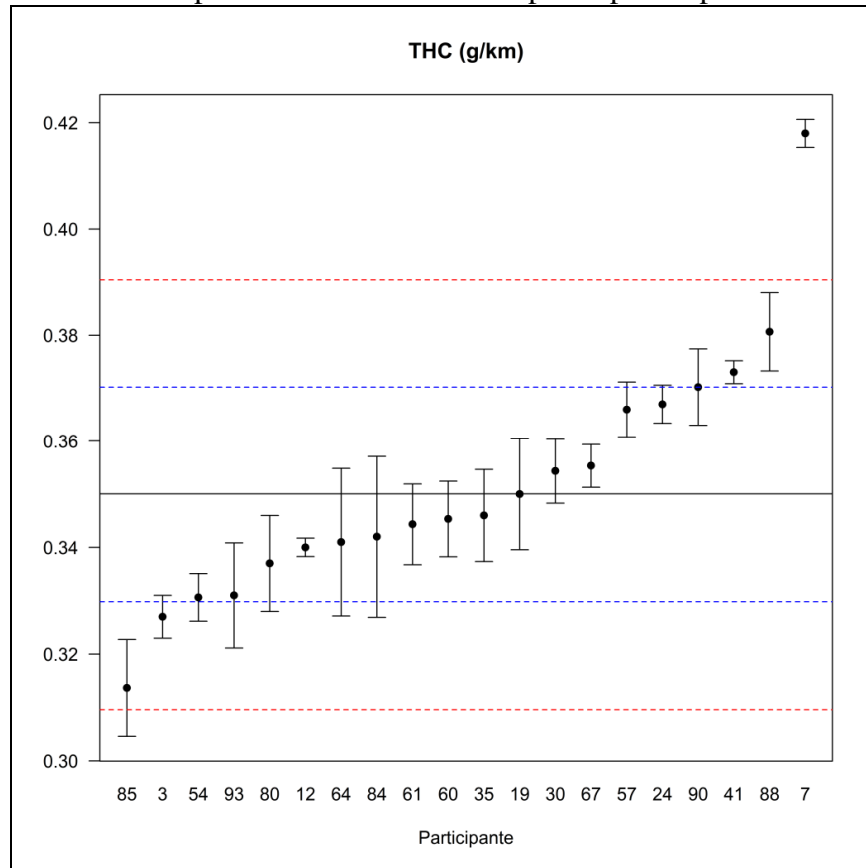
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 12 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO<sub>2</sub> – ciclo urbano.



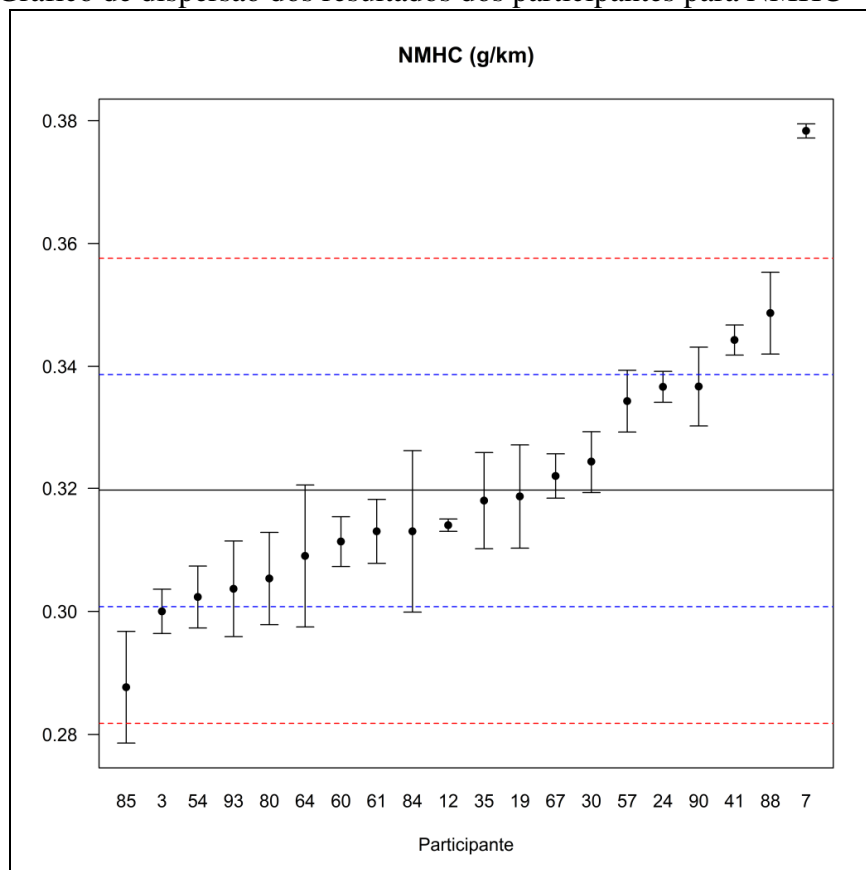
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 13 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

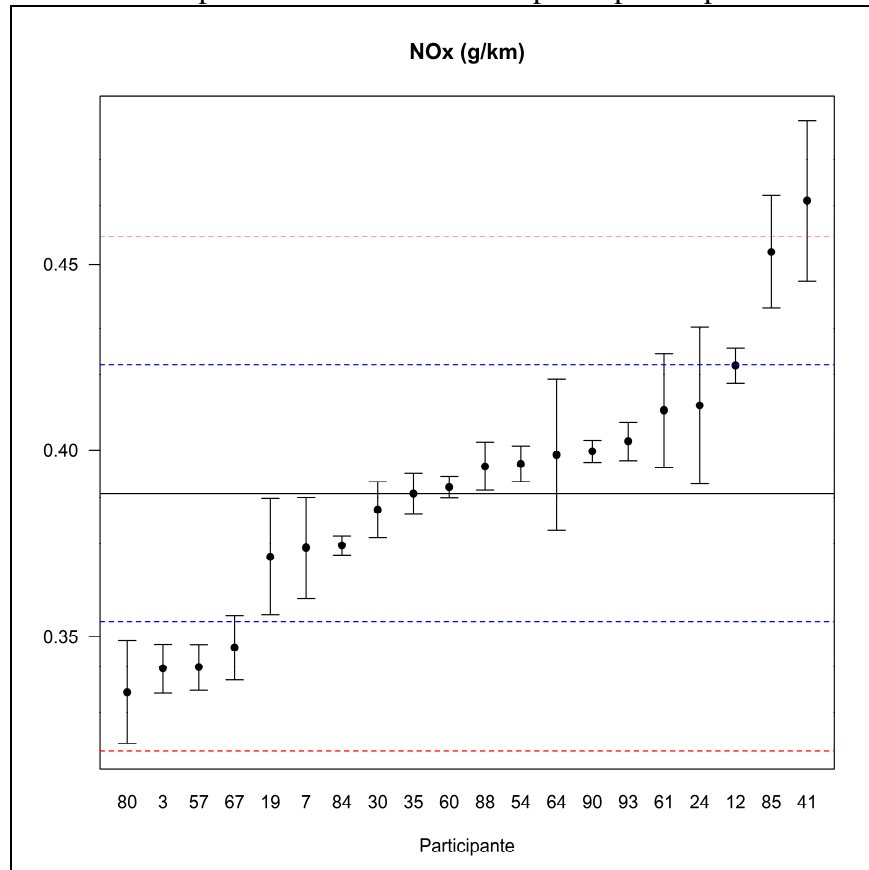
Figura 14 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMHC – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

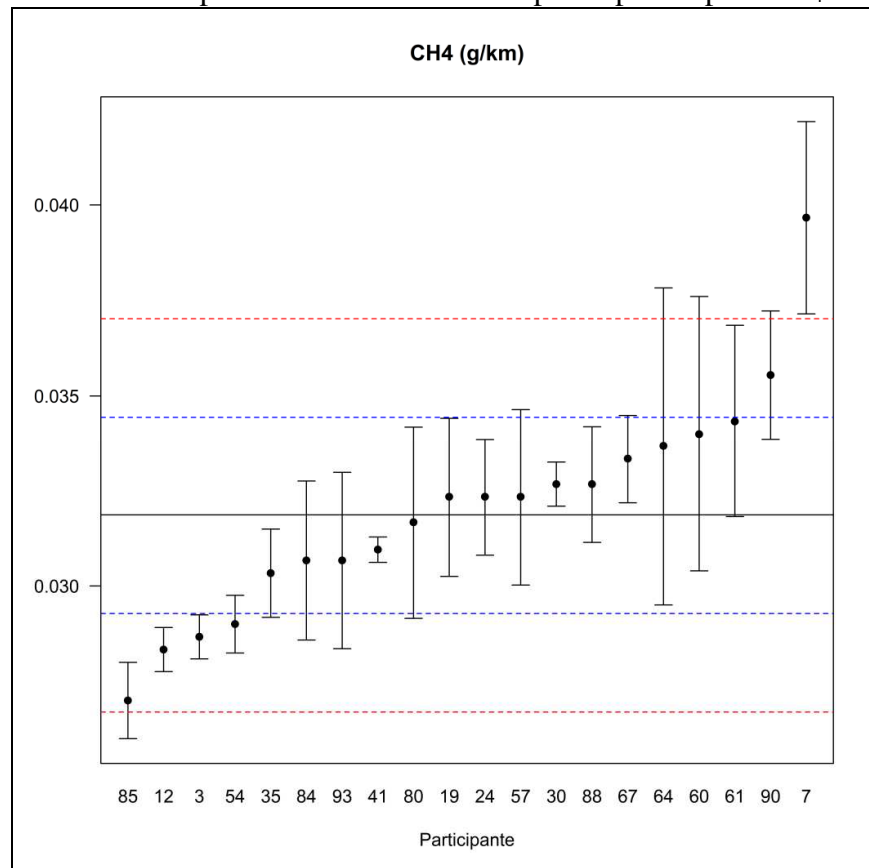


Figura 15 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO<sub>x</sub> – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 16 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CH<sub>4</sub> – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 17 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Aldeídos Totais – ciclo urbano.

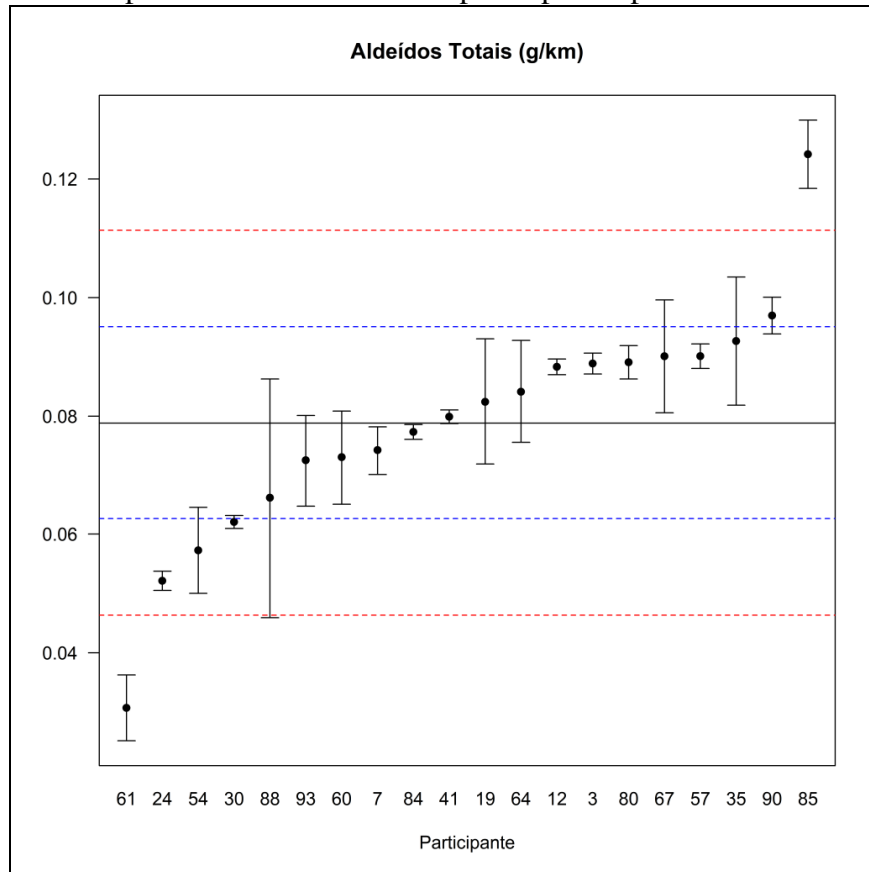


Figura 18 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Etanol não queimado – ciclo urbano.

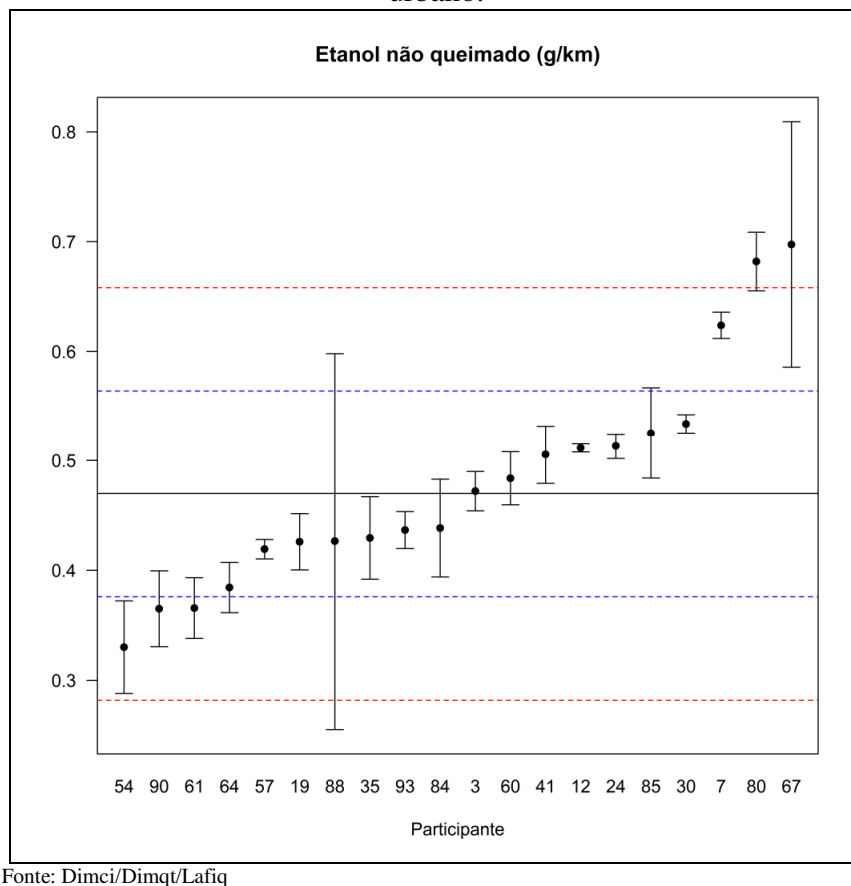
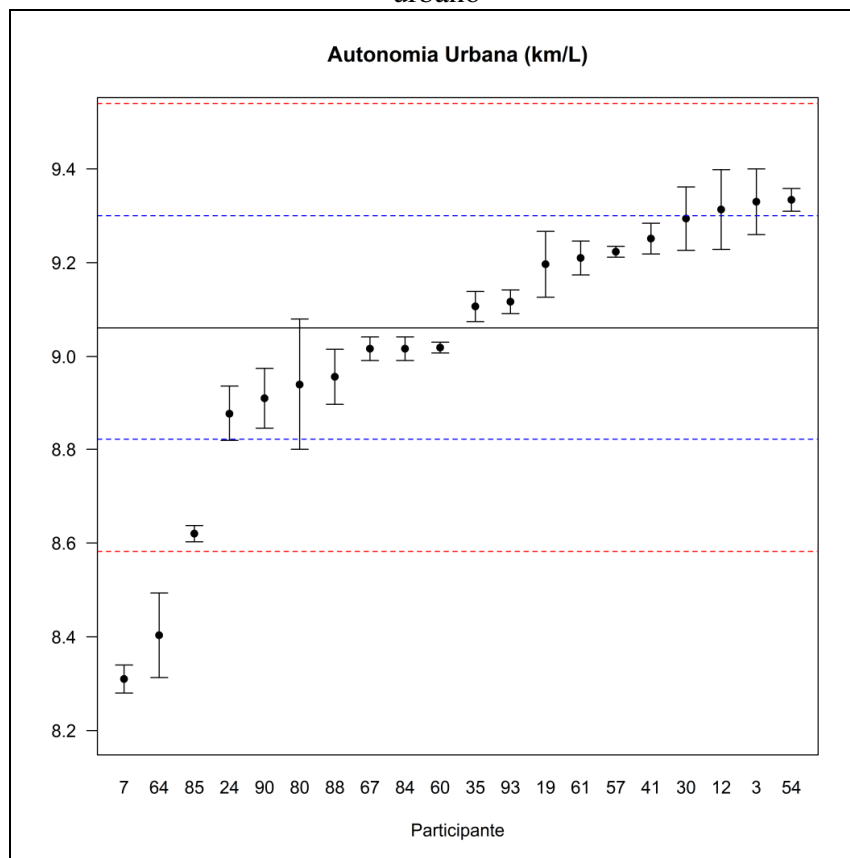


Figura 19 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Urbana – ciclo urbano



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Através dos gráficos, pode-se observar que:

**CO (g/km):** 13 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 57, 54, 93, 84, 67, 7 e 90 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e o participante 24 apresentou a maior dispersão.

**CO<sub>2</sub> (g/km):** 16 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 3 e 85 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ , os participantes 7 e 64 apresentaram resultados fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e o participante 80 apresentou a maior dispersão.

**THC (g/km):** 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 85, 3, 41 e 88 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ , o participante 7 apresentou resultado fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 64 e 84 apresentaram as maiores dispersões.

**NMHC (g/km):** 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 85, 3, 41 e 88 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ , o participante 7 apresentou resultado fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 64 e 84 apresentaram as maiores dispersões.

**NO<sub>x</sub> (g/km):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 85, 67, 57, 3 e 80 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ , o participante 41 apresentou resultado fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 64 e 41 apresentaram as maiores dispersões.

**CH<sub>4</sub> (g/km):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 85, 12, 3, 54 e 90 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 7 apresentou resultado fora do intervalo de Ref ± 2s e os participantes 64 e 60 apresentaram as maiores dispersões.

**Aldeídos Totais (g/km):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 24, 54, 30 e 90 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s, os participantes 61 e 85 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 88 apresentou a maior dispersão.

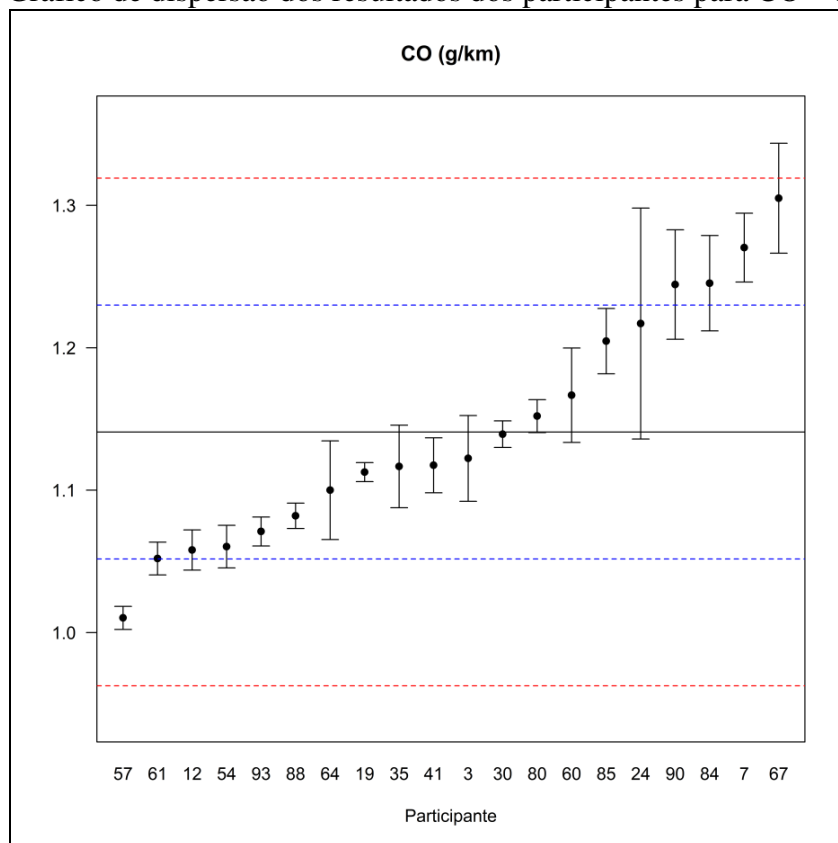
**Etanol não queimado (g/km):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 54, 90, 61 e 7 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s, os participantes 80 e 67 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 88 apresentou a maior dispersão.

**Autonomia Urbana (km/L):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 85, 12, 3 e 54 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s, os participantes 7 e 64 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 80 apresentou a maior dispersão.

## 6.2. Emissões Ciclo Estrada

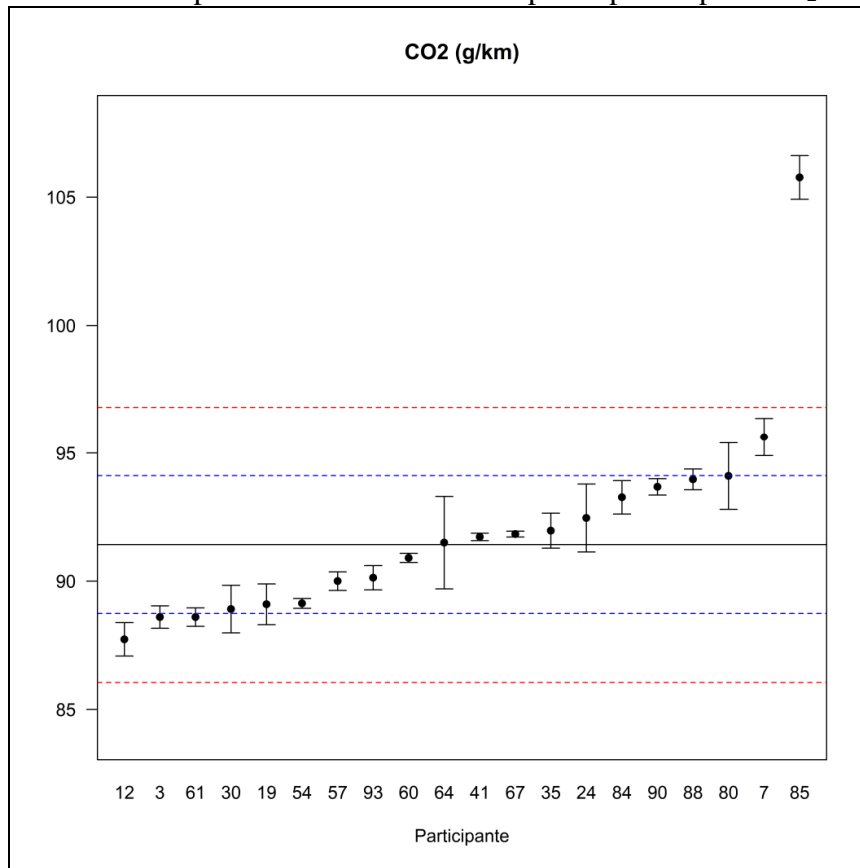
As figuras 20 a 24 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados para os dados de emissões ciclo estrada pelos participantes para cada parâmetro analisado.

Figura 20 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – ciclo estrada.



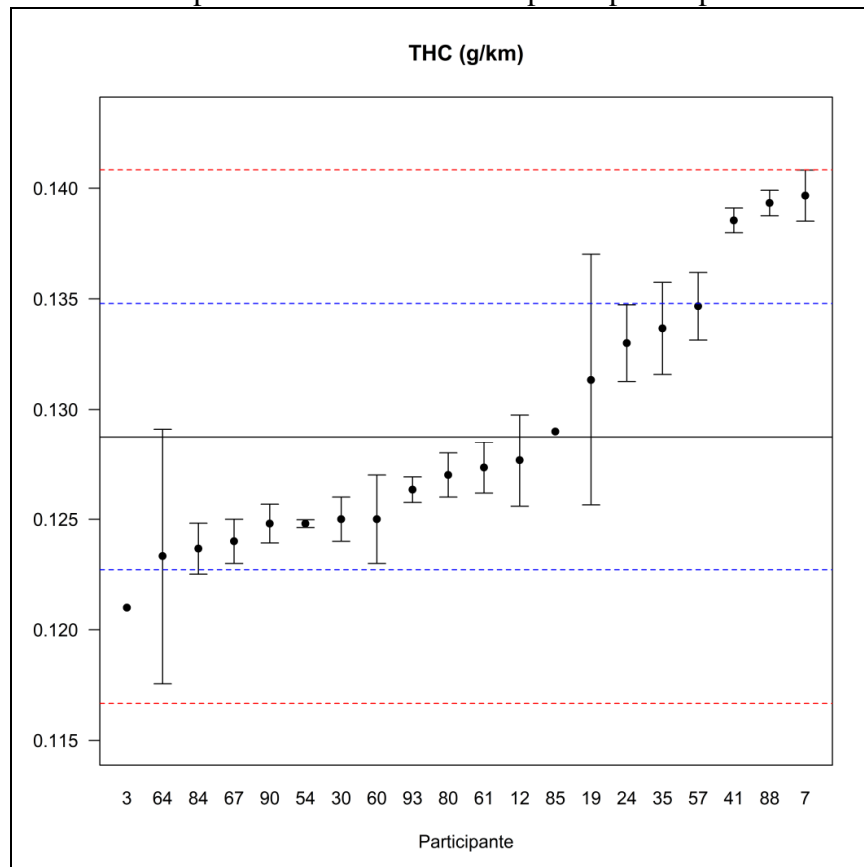
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 21 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO<sub>2</sub> – ciclo estrada.



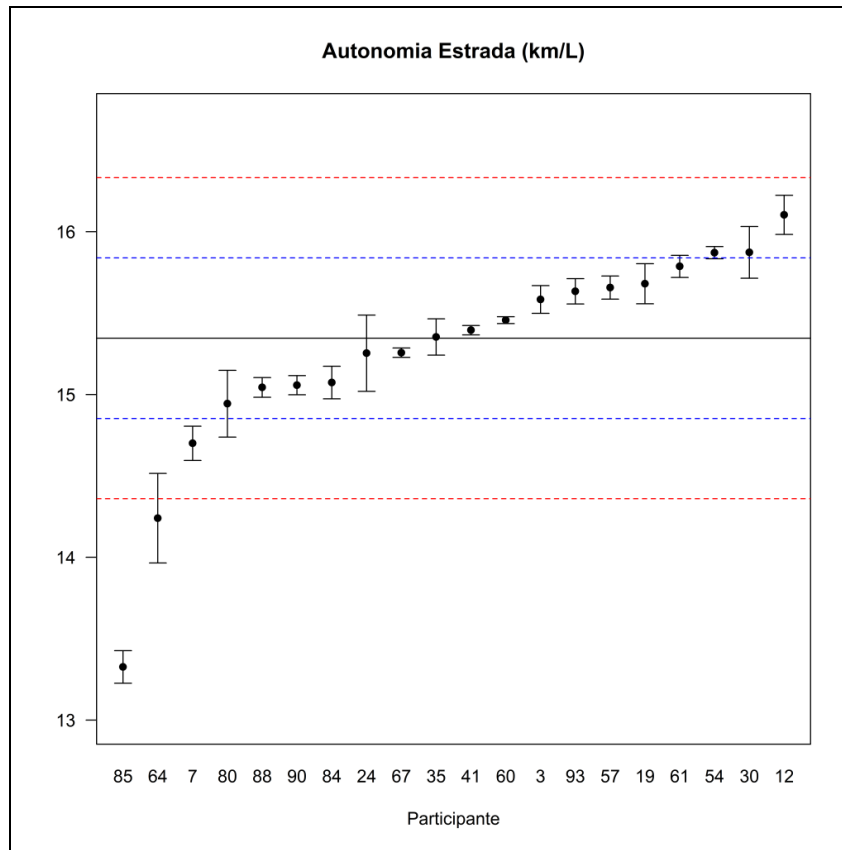
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 22 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC – ciclo estrada.



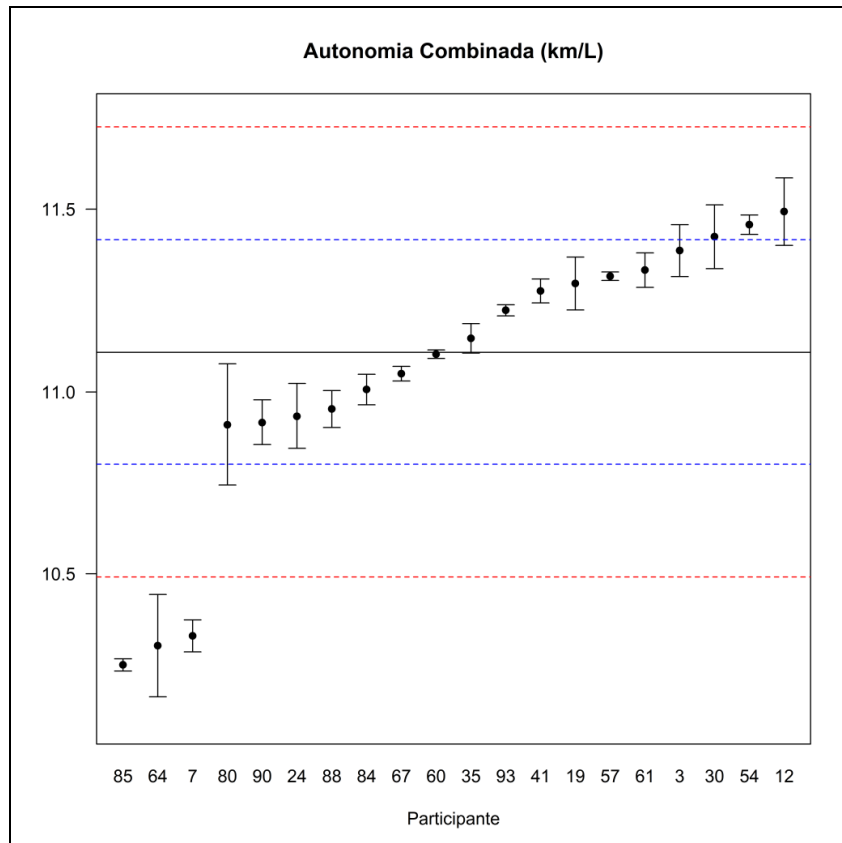
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 23 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Estrada – ciclo estrada.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 24 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Combinada – ciclo estrada.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Através do gráfico, pode-se observar que:

**CO (g/km):** 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 57, 90, 84, 7 e 67 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e o participante 24 apresentou a maior dispersão.

**CO<sub>2</sub> (g/km):** 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 12, 3, 61 e 7 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e o participante 85 apresentou resultado fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ .

**THC (g/km):** 16 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 3, 41, 88 e 7 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 64 e 19 apresentaram as maiores dispersões.

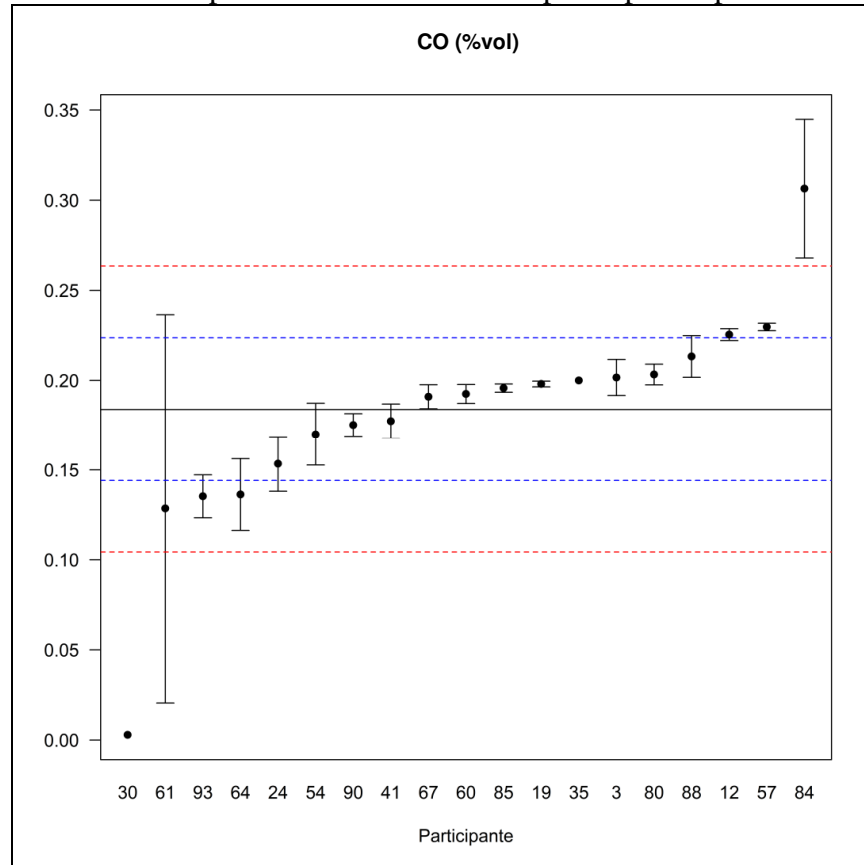
**Autonomia Estrada (km/L):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 7, 54, 30 e 12 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 85 e 64 apresentaram resultados fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ .

**Autonomia Combinada (km/L):** 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 54, 30 e 12 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e os participantes 85, 64 e 7 apresentaram resultados fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ .

### **6.3. CO Marcha Lenta**

A figura 25 apresenta graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para o parâmetro CO (% vol) Marcha Lenta.

Figura 25 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO Marcha Lenta.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Através do gráfico, pode-se observar que:

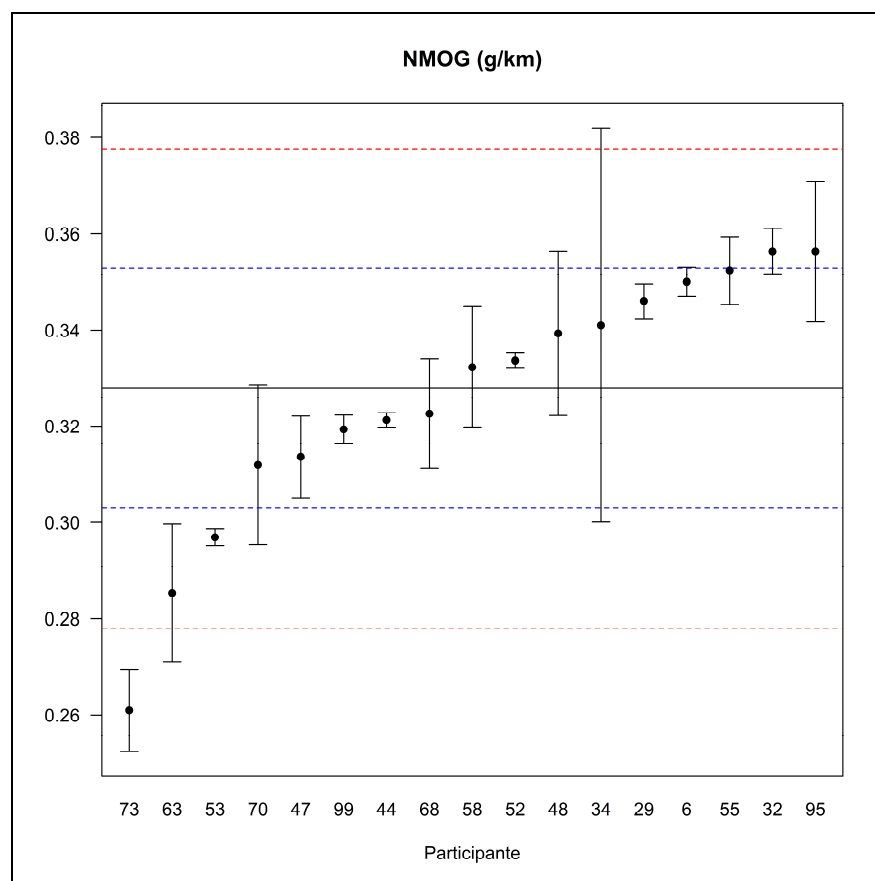
**CO (% vol) Marcha Lenta:** 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 61, 93, 64, 12 e 57 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s e os participantes 30 e 84 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s. O participante 61 apresenta a maior dispersão de dados.

#### 6.4. NMOG

A figura 26 apresenta graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para o NMOG.



Figura 26 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMOG (g/km).



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Através do gráfico, pode-se observar que:

**NMOG (g/km):** 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 1s$ . Os participantes 63, 53, 32 e 95 reportaram resultados dentro do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$  e o participante 73 apresentou resultado fora do intervalo de  $\text{Ref} \pm 2s$ . O participante 34 apresenta a maior dispersão de dados.

## 7. Resultados dos Participantes

Os resultados das medições deste EP reportados pelos participantes são mostrados nas seções 7.1 a 7.3.

**Os participantes são identificados nos gráficos, tabelas e textos deste relatório pelos últimos caracteres numéricos do seu código de identificação.**

### 7.1. Resultados de Média e Desvio-padrão

#### 7.1.1. Emissões Ciclo Urbano

As tabelas 7 e 8 apresentam as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para cada parâmetro analisado de emissões ciclo urbano.

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

Tabela 7 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CO, CO<sub>2</sub>, THC, NMHC e NO<sub>x</sub> (g/km) – ciclo urbano.

Código	CO (g/km)		CO <sub>2</sub> (g/km)		THC (g/km)		NMHC (g/km)		NO <sub>x</sub> (g/km)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
3	2,397	0,017	146,7	1,1	0,327	0,004	0,300	0,004	0,341	0,007
7	2,970	0,075	167,5	0,5	0,418	0,003	0,378	0,001	0,374	0,013
12	2,455	0,081	150,3	1,2	0,340	0,002	0,314	0,001	0,423	0,005
19	2,611	0,040	150,4	1,2	0,350	0,010	0,319	0,008	0,371	0,016
24	2,832	0,230	157,3	1,0	0,367	0,004	0,337	0,003	0,412	0,021
30	2,664	0,109	150,3	0,9	0,354	0,006	0,324	0,005	0,384	0,008
35	2,588	0,057	153,6	0,4	0,346	0,009	0,318	0,008	0,388	0,006
41	2,553	0,067	151,1	0,5	0,373	0,002	0,344	0,002	0,467	0,022
54	2,352	0,039	150,3	0,4	0,331	0,004	0,302	0,005	0,396	0,005
57	2,320	0,084	151,4	0,1	0,366	0,005	0,334	0,005	0,342	0,006
60	2,637	0,111	154,4	0,2	0,345	0,007	0,311	0,004	0,390	0,003
61	2,463	0,047	150,4	0,7	0,344	0,008	0,313	0,005	0,411	0,015
64	2,692	0,080	163,0	1,9	0,341	0,014	0,309	0,012	0,399	0,020
67	2,916	0,067	153,9	0,4	0,355	0,004	0,322	0,004	0,347	0,009
80	2,623	0,036	155,8	2,5	0,337	0,009	0,305	0,008	0,335	0,014
84	2,853	0,050	154,3	0,4	0,342	0,015	0,313	0,013	0,374	0,003
85	2,473	0,048	162,1	0,4	0,314	0,009	0,288	0,009	0,453	0,015
88	2,541	0,108	156,2	0,9	0,381	0,007	0,349	0,007	0,396	0,006
90	3,001	0,107	156,4	1,0	0,370	0,007	0,337	0,006	0,400	0,003
93	2,367	0,037	153,3	0,4	0,331	0,010	0,304	0,008	0,402	0,005

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Tabela 8 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CH<sub>4</sub> (g/km), Aldeídos Totais (g/km), Etanol não queimado (g/km) e Autonomia Urbana (km/L) – ciclo urbano.

Código	CH <sub>4</sub> (g/km)		Aldeídos Totais (g/km)		Etanol não queimado (g/km)		Autonomia Urbana (km/L)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
3	0,029	0,001	0,08889	0,00176	0,47195	0,01793	9,33	0,07
7	0,040	0,003	0,07411	0,00409	0,62378	0,01198	8,31	0,03
12	0,028	0,001	0,08833	0,00133	0,51138	0,00372	9,31	0,09
19	0,032	0,002	0,08243	0,01064	0,42598	0,02558	9,20	0,07
24	0,032	0,002	0,05212	0,00162	0,51317	0,01136	8,88	0,06

Código	CH <sub>4</sub> (g/km)		Aldeídos Totais (g/km)		Etanol não queimado (g/km)		Autonomia Urbana (km/L)	
	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão
30	0,033	0,001	0,06203	0,00109	0,53384	0,00830	9,29	0,07
35	0,030	0,001	0,09268	0,01080	0,42943	0,03751	9,11	0,03
41	0,031	0,000	0,07991	0,00115	0,50542	0,02635	9,25	0,03
54	0,029	0,001	0,05725	0,00724	0,33017	0,04202	9,33	0,02
57	0,032	0,002	0,09012	0,00207	0,41922	0,00887	9,22	0,01
60	0,034	0,004	0,07294	0,00793	0,48370	0,02417	9,02	0,01
61	0,034	0,003	0,03073	0,00554	0,36567	0,02763	9,21	0,04
64	0,034	0,004	0,08412	0,00867	0,38434	0,02288	8,40	0,09
67	0,033	0,001	0,09010	0,00952	0,69738	0,11183	9,02	0,03
80	0,032	0,003	0,08910	0,00282	0,68190	0,02669	8,94	0,14
84	0,031	0,002	0,07735	0,00124	0,43842	0,04446	9,02	0,03
85	0,027	0,001	0,12419	0,00576	0,52535	0,04145	8,62	0,02
88	0,033	0,002	0,06610	0,02018	0,42658	0,17134	8,96	0,06
90	0,036	0,002	0,09698	0,00310	0,36507	0,03448	8,91	0,06
93	0,031	0,002	0,07241	0,00772	0,43656	0,01677	9,12	0,03

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

### 7.1.2. Emissões Ciclo Estrada

A tabela 9 e 10 apresentam as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para os parâmetros CO (g/km), CO<sub>2</sub> (g/km), THC (g/km), Autonomia Estrada (km/L) e Autonomia Combinada (km/L).

Tabela 9– Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro CO (g/km), CO<sub>2</sub> (g/km), THC (g/km) e Autonomia Estrada (km/L) – ciclo estrada.

Código	CO (g/km)		CO <sub>2</sub> (g/km)		THC (g/km)		Autonomia Estrada (km/L)	
	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão	Média	Desvio- padrão
3	1,122	0,030	88,6	0,4	0,121	0,000	15,58	0,09
7	1,270	0,024	95,6	0,7	0,140	0,001	14,70	0,11
12	1,058	0,014	87,7	0,7	0,128	0,002	16,10	0,12
19	1,113	0,007	89,1	0,8	0,131	0,006	15,68	0,12
24	1,217	0,081	92,5	1,3	0,133	0,002	15,25	0,23
30	1,139	0,009	88,9	0,9	0,125	0,001	15,87	0,16
35	1,117	0,029	92,0	0,7	0,134	0,002	15,35	0,11
41	1,118	0,019	91,7	0,1	0,139	0,001	15,39	0,03
54	1,060	0,015	89,1	0,2	0,125	0,000	15,87	0,04
57	1,010	0,008	90,0	0,4	0,135	0,002	15,66	0,07

Código	CO (g/km)		CO <sub>2</sub> (g/km)		THC (g/km)		Autonomia Estrada (km/L)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
<b>60</b>	1,167	0,033	90,9	0,2	0,125	0,002	15,46	0,02
<b>61</b>	1,052	0,012	88,6	0,4	0,127	0,001	15,79	0,07
<b>64</b>	1,100	0,035	91,5	1,8	0,123	0,006	14,24	0,28
<b>67</b>	1,305	0,039	91,8	0,1	0,124	0,001	15,26	0,03
<b>80</b>	1,152	0,012	94,1	1,3	0,127	0,001	14,94	0,21
<b>84</b>	1,245	0,034	93,3	0,7	0,124	0,001	15,07	0,10
<b>85</b>	1,205	0,023	105,8	0,9	0,129	0,000	13,33	0,10
<b>88</b>	1,082	0,009	94,0	0,4	0,139	0,001	15,04	0,06
<b>90</b>	1,244	0,038	93,7	0,3	0,125	0,001	15,06	0,06
<b>93</b>	1,071	0,010	90,1	0,5	0,126	0,001	15,63	0,08

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Tabela 10 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Autonomia Combinada (km/L) – ciclo estrada.

Código	Autonomia Combinada (km/L)	
	Média	Desvio-padrão
<b>3</b>	11,39	0,07
<b>7</b>	10,33	0,04
<b>12</b>	11,49	0,09
<b>19</b>	11,30	0,07
<b>24</b>	10,93	0,09
<b>30</b>	11,42	0,09
<b>35</b>	11,15	0,04
<b>41</b>	11,28	0,03
<b>54</b>	11,46	0,03
<b>57</b>	11,32	0,01
<b>60</b>	11,10	0,01
<b>61</b>	11,33	0,05
<b>64</b>	10,30	0,14
<b>67</b>	11,05	0,02
<b>80</b>	10,91	0,17
<b>84</b>	11,01	0,04
<b>85</b>	10,25	0,02
<b>88</b>	10,95	0,05
<b>90</b>	10,92	0,06
<b>93</b>	11,22	0,02

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

### 7.1.3. CO (% vol.) Marcha Lenta

A tabela 11 apresenta as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para o parâmetro CO (%vol.) Marcha Lenta.

Tabela 11– Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro CO (g/km) Marcha Lenta.

Código	CO (% vol.) Marcha lenta	
	Média	Desvio-padrão
3	0,2017	0,0100
12	0,2255	0,0033
19	0,1981	0,0016
24	0,1533	0,0153
30	0,0028	0,0001
35	0,2000	0,0000
41	0,1773	0,0096
54	0,1700	0,0173
57	0,2297	0,0021
60	0,1925	0,0053
61	0,1285	0,1080
64	0,1363	0,0200
67	0,1910	0,0067
80	0,2033	0,0058
84	0,3064	0,0385
85	0,1958	0,0023
88	0,2133	0,0115
90	0,1752	0,0063
93	0,1352	0,0119

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

### 7.1.4. NMOG (g/km)

A tabela 12 apresenta as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para o parâmetro NMOG (g/km).

Tabela 12 – Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro NMOG (g/km).

Código	NMOG (g/km)	
	Média	Desvio-padrão
6	0,350	0,003
29	0,346	0,004
32	0,356	0,005
34	0,341	0,041
44	0,321	0,002

Código	NMOG (g/km)	
	Média	Desvio-padrão
47	0,314	0,009
48	0,339	0,017
52	0,334	0,002
53	0,297	0,002
55	0,352	0,007
58	0,332	0,013
63	0,285	0,014
68	0,323	0,011
70	0,312	0,017
73	0,261	0,009
95	0,356	0,015
99	0,319	0,003

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

## 7.2. Índice z

### 7.2.1. Emissões Ciclo Urbano - 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 de emissões ciclo urbano. Nas tabelas 13 e 14 e nas figuras de 27 a 35 estão apresentados estes resultados.

Tabela 13 – Valores de índice z para os parâmetros CO, CO<sub>2</sub>, THC, NMHC e NO<sub>x</sub> – ciclo urbano.

Código	CO (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	THC (g/km)	NMHC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z
3	-0,94	-1,69	-1,14	-1,04	-1,36
7	1,55	<b>3,21</b>	<b>3,36</b>	<b>3,09</b>	-0,42
12	-0,69	-0,84	-0,50	-0,30	0,99
19	-0,01	-0,83	0,00	-0,06	-0,49
24	0,95	0,80	0,84	0,89	0,69
30	0,22	-0,85	0,21	0,24	-0,13
35	-0,11	-0,07	-0,20	-0,09	0,00
41	-0,26	-0,66	1,14	1,30	2,28
54	-1,13	-0,84	-0,96	-0,92	0,23
57	-1,27	-0,58	0,79	0,77	-1,35
60	0,11	0,12	-0,23	-0,44	0,05
61	-0,65	-0,82	-0,28	-0,35	0,65
64	0,34	<b>2,15</b>	-0,45	-0,57	0,30
67	1,32	0,00	0,26	0,12	-1,20
80	0,04	0,46	-0,64	-0,76	-1,54
84	1,05	0,10	-0,40	-0,35	-0,40
85	-0,61	1,94	-1,80	-1,69	1,88
88	-0,31	0,55	1,52	1,53	0,21

Código	CO (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	THC (g/km)	NMHC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z
90	1,69	0,59	1,00	0,90	0,33
93	-1,07	-0,13	-0,94	-0,85	0,41

Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

\* Resultado satisfatório

\* Resultado questionável

\* Resultado insatisfatório

Tabela 14 – Valores de índice z para os parâmetros CH<sub>4</sub> (g/km), Aldeídos Totais (g/km), Etanol não queimado (g/km) e Autonomia Urbana (km/L) – ciclo urbano.

Código	CH <sub>4</sub> (g/km)	Aldeídos Totais (g/km)	Etanol não queimado (g/km)	Autonomia Urbana (km/L)
	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z
3	-1,24	0,62	0,02	1,12
7	<b>3,02</b>	-0,29	1,64	<b>-3,14</b>
12	-1,37	0,58	0,44	1,05
19	0,18	0,22	-0,47	0,57
24	0,18	-1,64	0,46	-0,76
30	0,31	-1,03	0,68	0,97
35	-0,59	0,85	-0,43	0,19
41	-0,35	0,07	0,38	0,80
54	-1,11	-1,33	-1,49	1,14
57	0,18	0,69	-0,54	0,68
60	0,83	-0,36	0,15	-0,18
61	0,96	<b>-2,96</b>	-1,11	0,62
64	0,70	0,32	-0,91	<b>-2,75</b>
67	0,57	0,69	<b>2,42</b>	-0,19
80	-0,08	0,63	<b>2,25</b>	-0,51
84	-0,46	-0,09	-0,34	-0,19
85	-1,88	<b>2,79</b>	0,59	-1,84
88	0,31	-0,78	-0,46	-0,44
90	1,43	1,12	-1,12	-0,63
93	-0,46	-0,40	-0,36	0,23

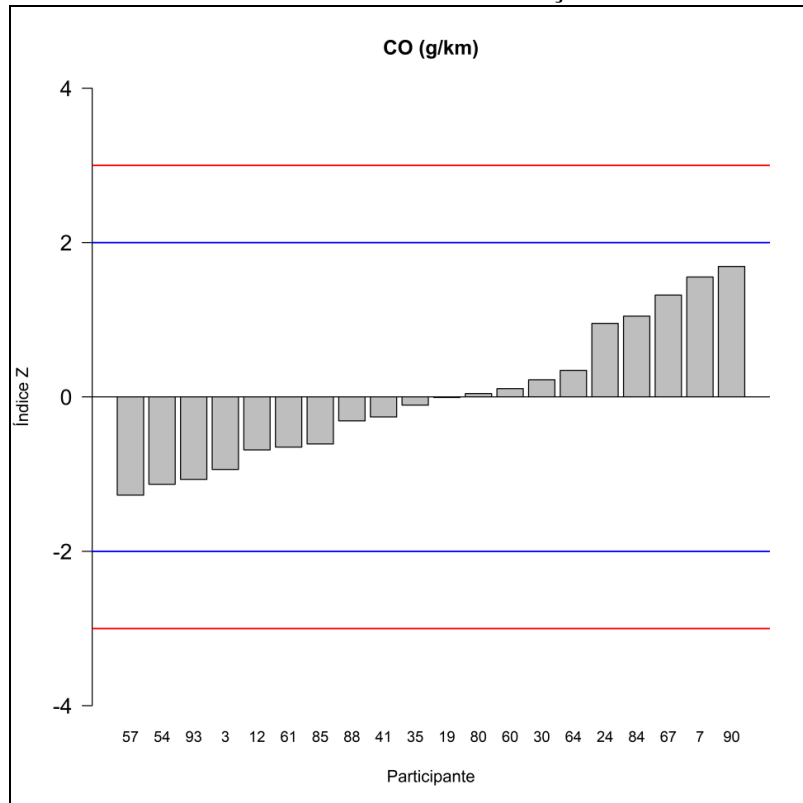
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

\* Resultado satisfatório

\* Resultado questionável

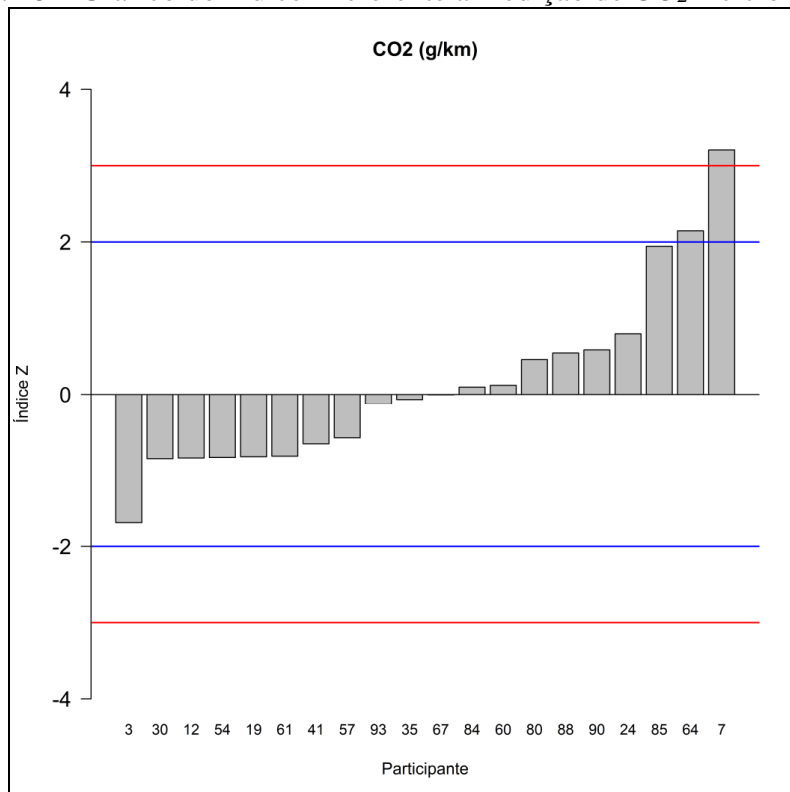
\* Resultado insatisfatório

Figura 27 – Gráfico do índice z referente à medição de CO – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

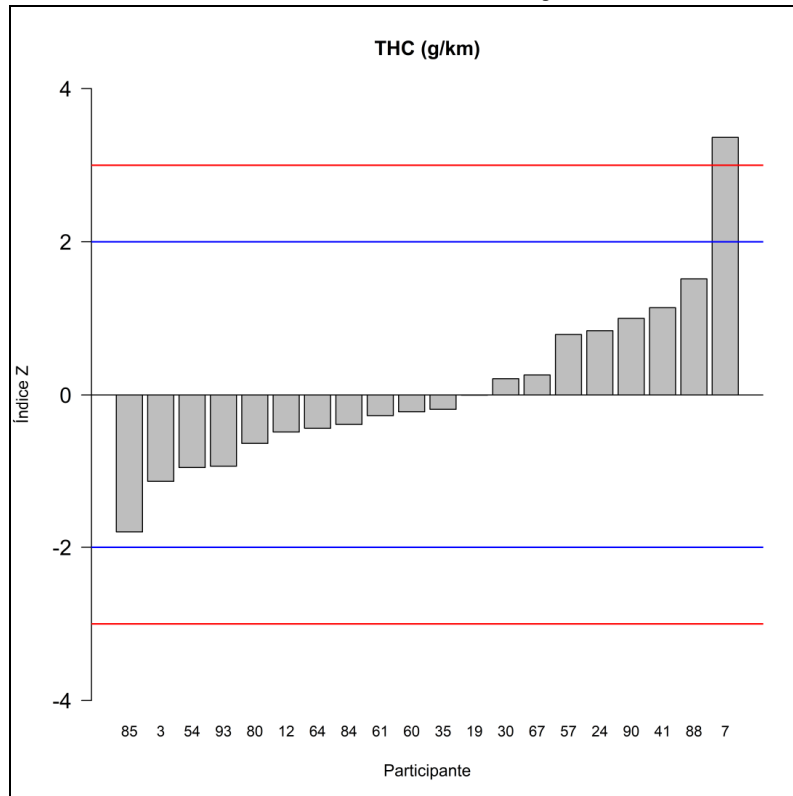
Figura 28 – Gráfico do índice z referente à medição de CO<sub>2</sub> – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

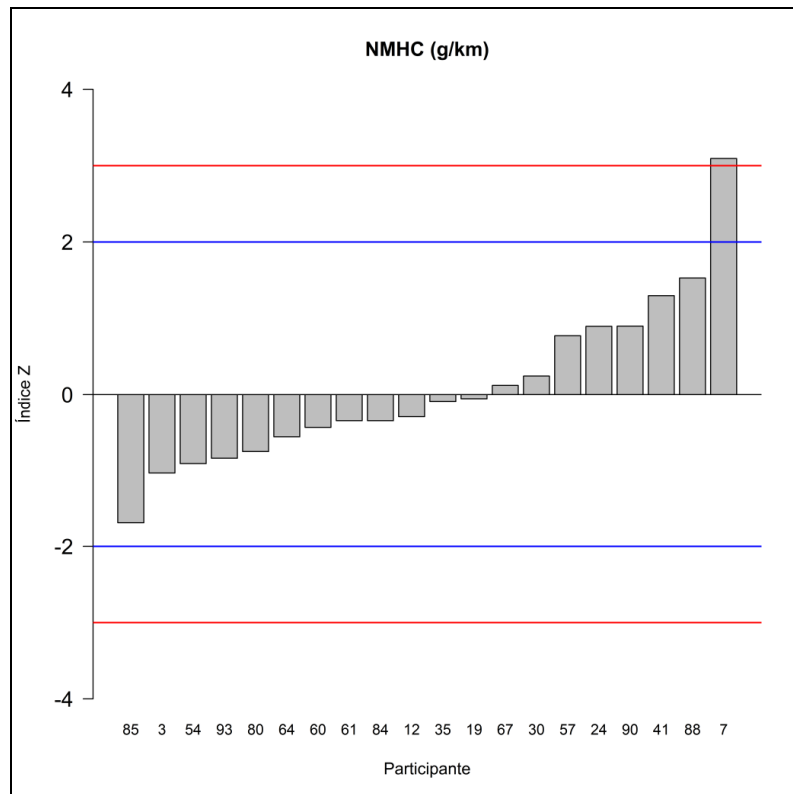


Figura 29 – Gráfico do índice z referente à medição de THC – ciclo urbano.



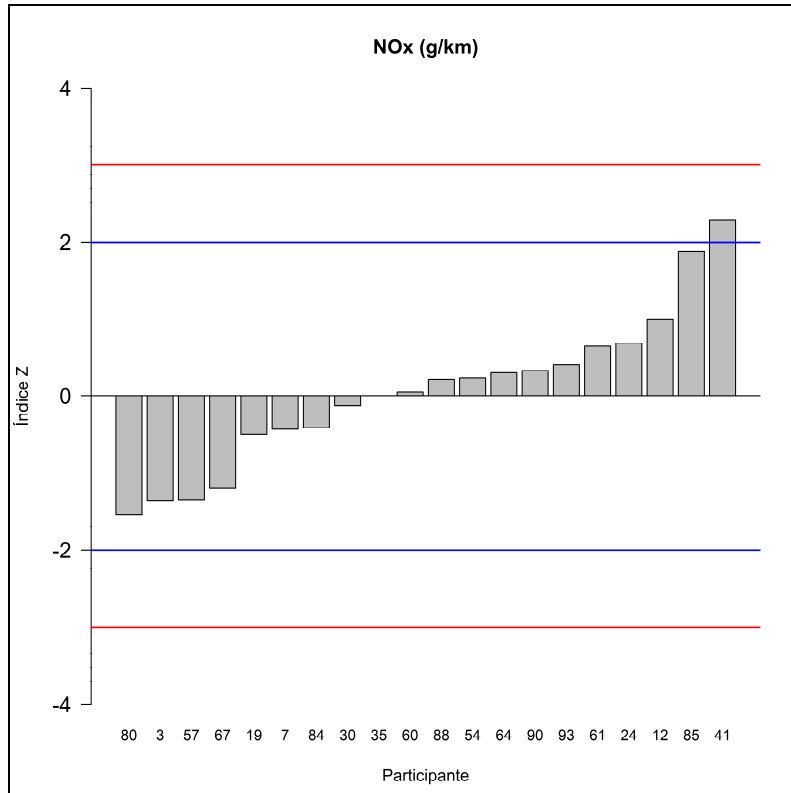
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 30 – Gráfico do índice z referente à medição de NMHC – ciclo urbano.



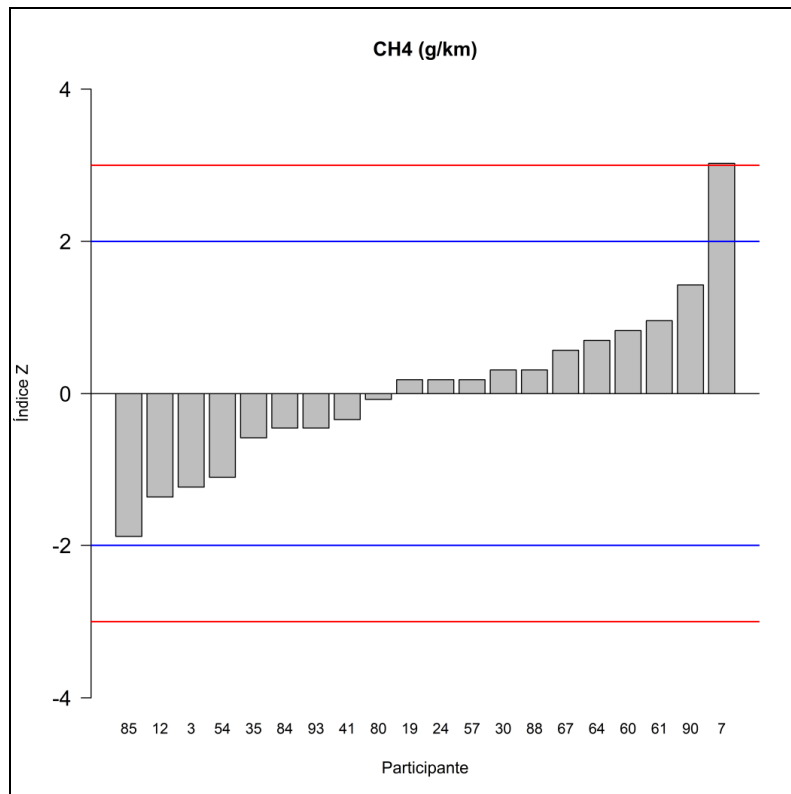
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 31 – Gráfico do índice z referente à medição de NO<sub>x</sub> – ciclo urbano.



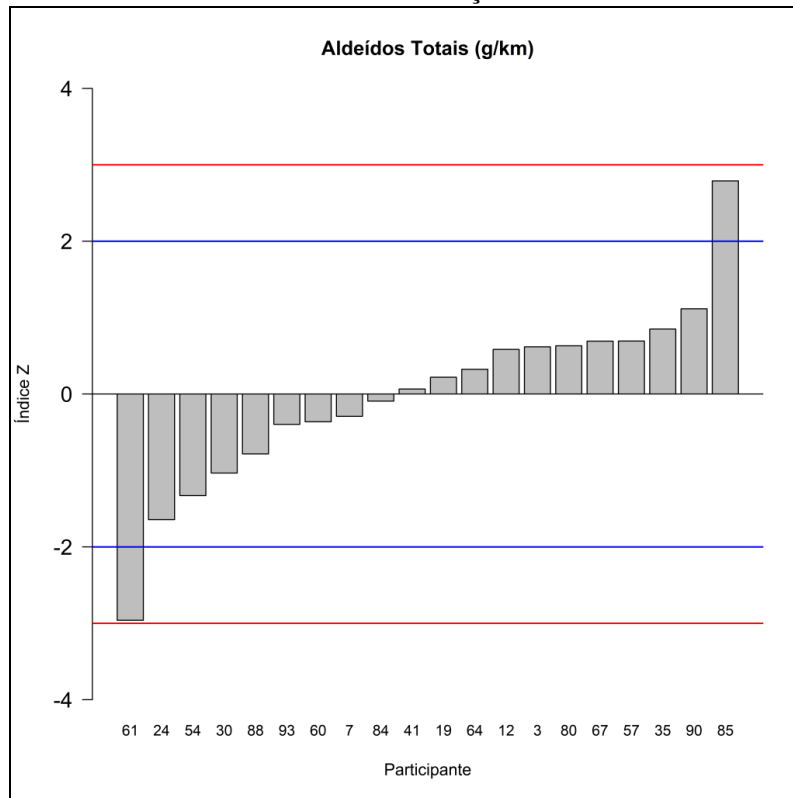
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 32 – Gráfico do índice z referente à medição de CH<sub>4</sub> – ciclo urbano.



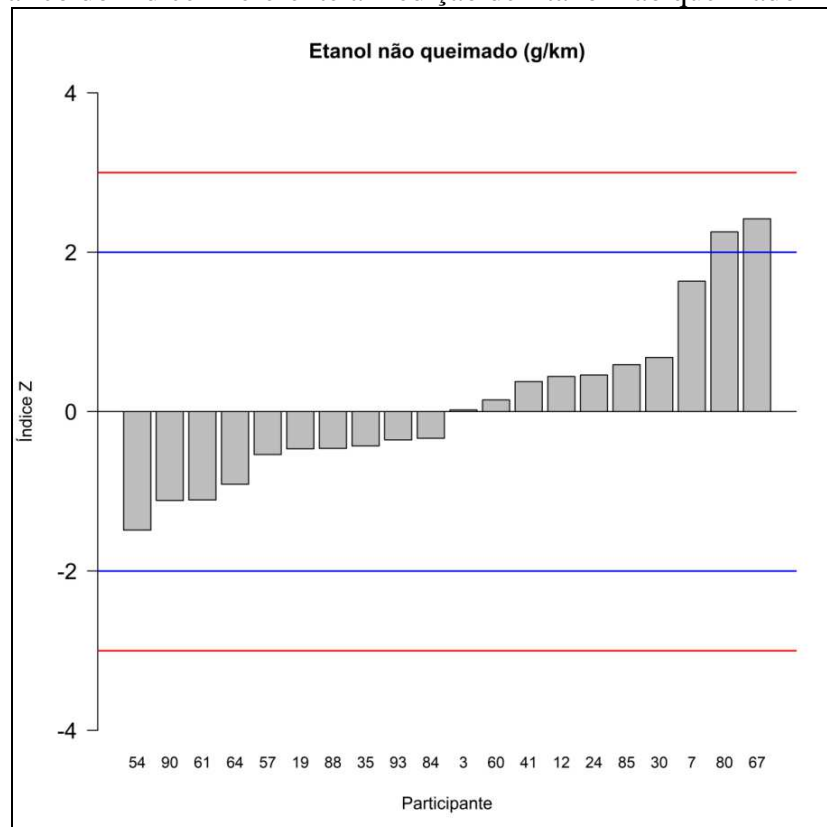
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 33 – Gráfico do índice z referente à medição de Aldeídos Totais – ciclo urbano.



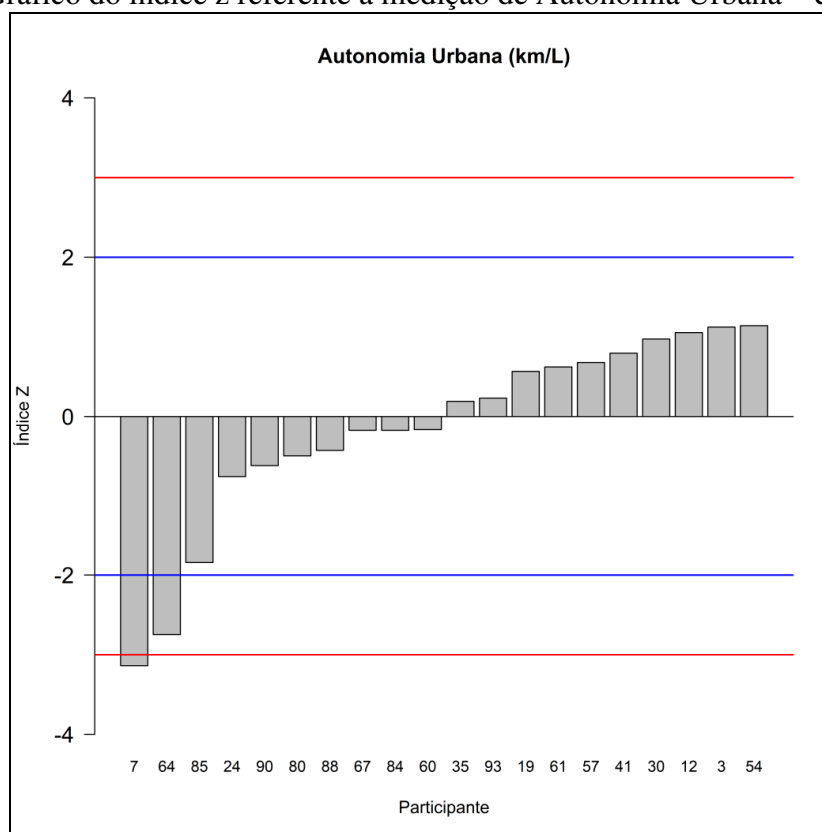
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 34 – Gráfico do índice z referente à medição de Etanol não queimado – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 35 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Urbana – ciclo urbano.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

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

**CO (g/km):** 20 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

**CO<sub>2</sub> (g/km):** 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios, o participante 64 apresentou resultado questionável e o participante 7 apresentou resultado insatisfatório;

**THC (g/km):** 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 7 apresentou resultado insatisfatório;

**NMHC (g/km):** 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 7 apresentou resultado insatisfatório;

**NO<sub>x</sub> (g/km):** 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 41 apresentou resultado questionável;

**CH<sub>4</sub> (g/km):** 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 7 apresentou resultado insatisfatório;

**Aldeídos Totais (g/km):** 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios, os participantes 61 e 85 apresentaram resultados questionáveis;

**Etanol não queimado (g/km):** 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios, os participantes 80 e 67 apresentaram resultados questionáveis;

**Autonomia Urbana (km/L):** 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios, o participante 64 apresentou resultado questionável e o participante 7 apresentou resultado insatisfatório.

### 7.2.2. Emissões Ciclo Estrada - 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 do parâmetro ciclo estrada. Na tabela 15 e nas figuras de 36 a 40 estão apresentados estes resultados.

Tabela 15 – Valores de índice z para os parâmetros CO, CO<sub>2</sub>, THC, Autonomia estrada e Autonomia combinada – ciclo estrada.

Código	CO (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	THC (g/km)	Autonomia estrada (km/L)	Autonomia combinada (km/L)
	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z	Índice z
3	-0,21	-1,05	-1,28	0,48	0,90
7	1,45	1,57	1,81	-1,31	<b>-2,52</b>
12	-0,93	-1,37	-0,18	1,54	1,25
19	-0,32	-0,87	0,43	0,68	0,61
24	0,85	0,39	0,70	-0,19	-0,57
30	-0,02	-0,94	-0,62	1,07	1,03
35	-0,27	0,20	0,81	0,02	0,12
41	-0,26	0,11	1,62	0,10	0,54
54	-0,90	-0,85	-0,65	1,07	1,13
57	-1,46	-0,53	0,98	0,63	0,68
60	0,29	-0,19	-0,62	0,23	-0,02
61	-1,00	-1,05	-0,23	0,89	0,73
64	-0,46	0,03	-0,90	<b>-2,24</b>	<b>-2,61</b>
67	1,84	0,15	-0,79	-0,18	-0,19
80	0,13	1,00	-0,29	-0,82	-0,64
84	1,17	0,69	-0,84	-0,55	-0,33
85	0,72	<b>5,34</b>	0,04	<b>-4,10</b>	<b>-2,78</b>
88	-0,66	0,95	1,75	-0,61	-0,50
90	1,16	0,84	-0,65	-0,58	-0,62
93	-0,78	-0,48	-0,40	0,58	0,37

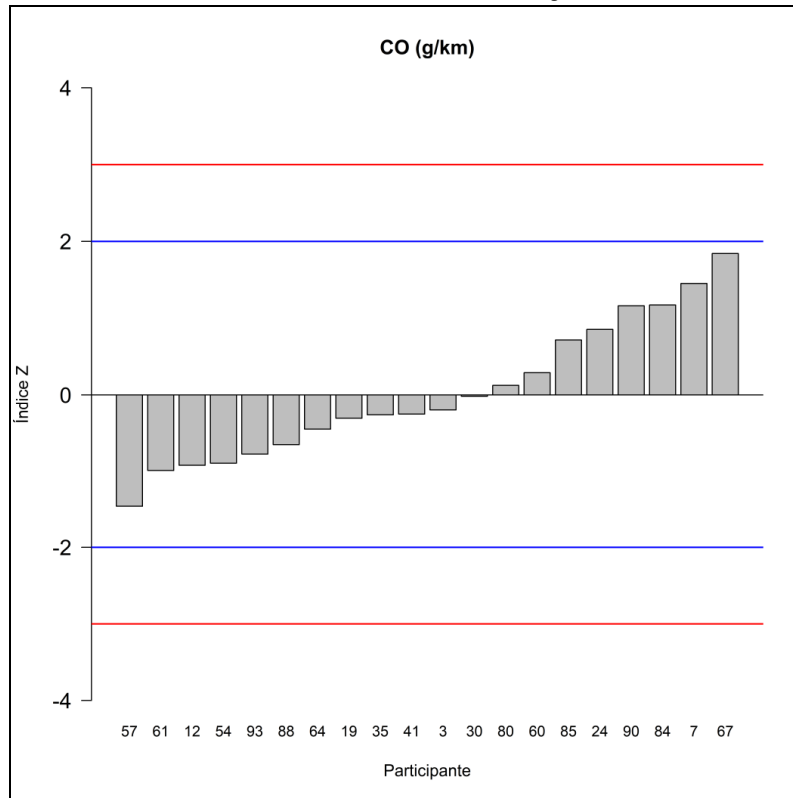
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

\* Resultado satisfatório

\* Resultado questionável

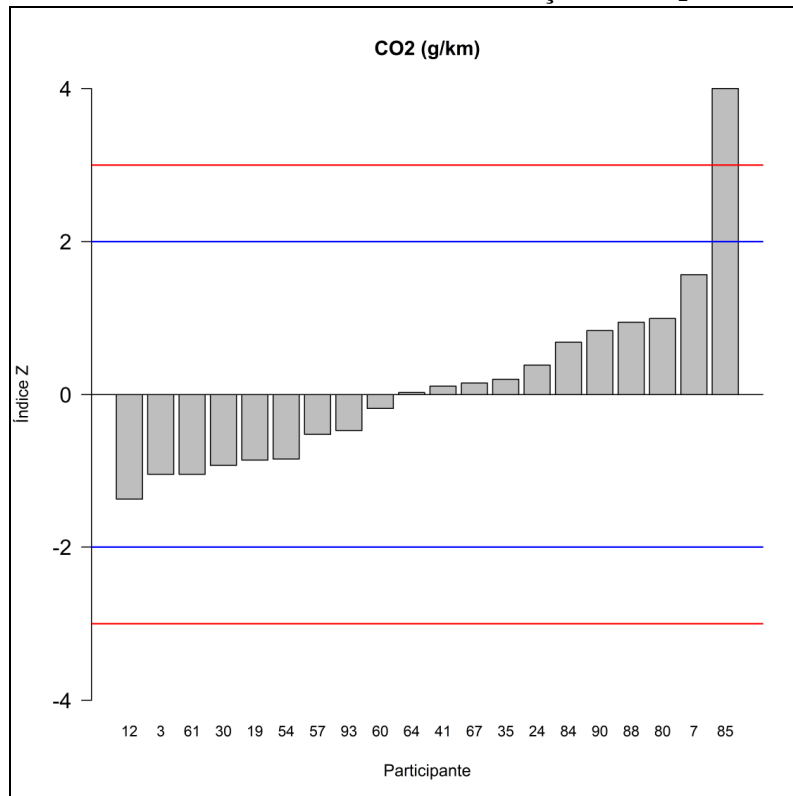
\* Resultado insatisfatório

Figura 36 – Gráfico do índice z referente à medição de CO – ciclo estrada.



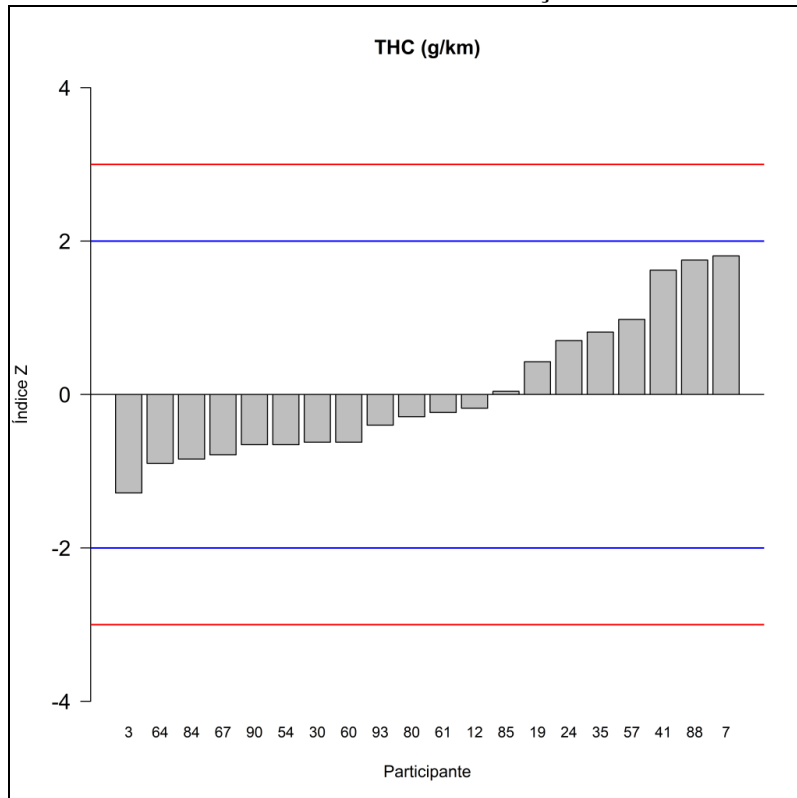
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 37 – Gráfico do índice z referente à medição de CO<sub>2</sub> – ciclo estrada.



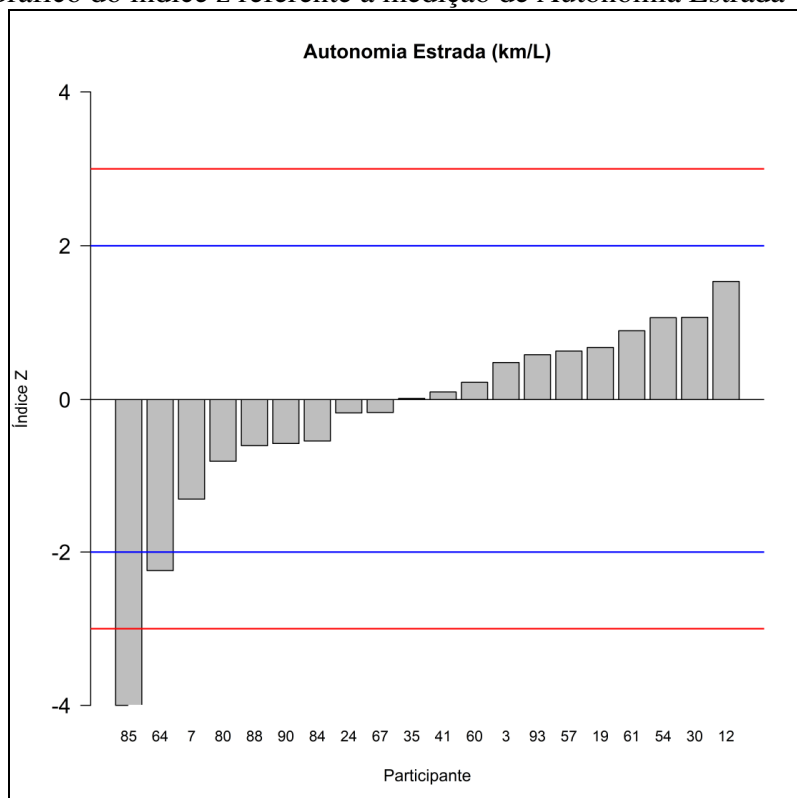
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 38 – Gráfico do índice z referente à medição de THC – ciclo estrada.



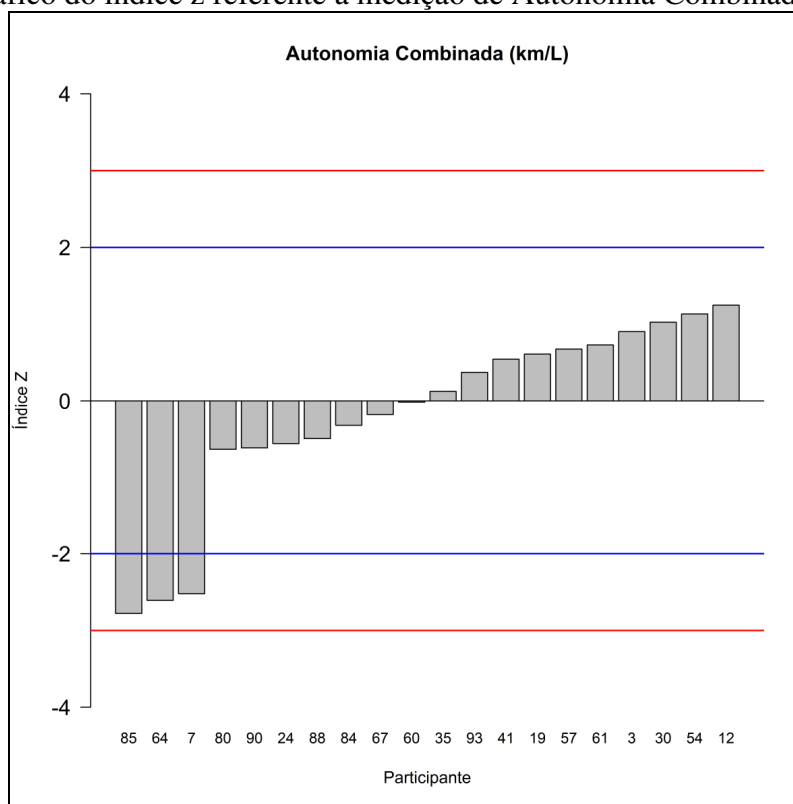
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 39 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Estrada – ciclo estrada.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

Figura 40 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Combinada – ciclo estrada.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

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

**CO (g/km):** 20 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

**CO<sub>2</sub> (g/km):** 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 85 apresentou resultado insatisfatório;

**THC (g/km):** 20 participantes apresentaram resultados satisfatórios;

**Autonomia Estrada (km/L):** 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios, o participante 64 apresentou resultado questionável e o participante 85 apresentou resultado insatisfatório.

**Autonomia Combinada (km/L):** 17 participantes apresentaram resultados satisfatórios, os participantes 85, 64 e 7 apresentaram resultados questionáveis.

### 7.2.3. CO (% vol.) Marcha Lenta - 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 do parâmetro CO (% vol.) Marcha lenta. Na tabela 16 e na figura 41 estão apresentados estes resultados.



Tabela 16 – Valores de índice z para o parâmetro CO (% vol.) Marcha lenta.

Código	CO (g/km) Marcha lenta
	Índice z
3	0,45
12	1,04
19	0,36
24	-0,77
30	<b>-4,55</b>
35	0,40
41	-0,17
54	-0,35
57	1,15
60	0,22
61	-1,39
64	-1,20
67	0,18
80	0,49
84	<b>3,08</b>
85	0,30
88	0,74
90	-0,22
93	-1,22

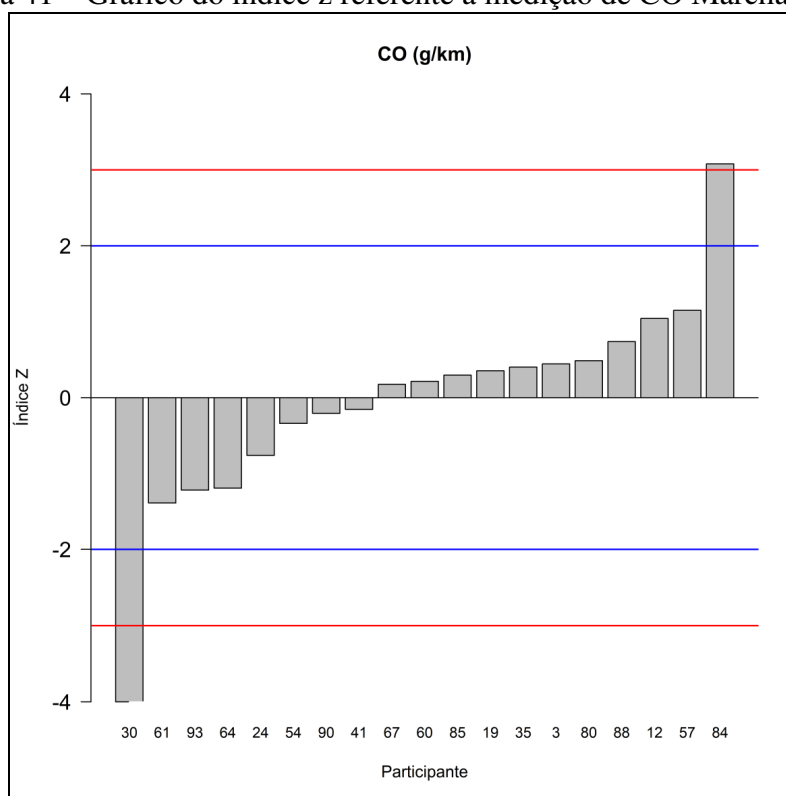
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

\* Resultado satisfatório

\* Resultado questionável

\* Resultado insatisfatório

Figura 41 – Gráfico do índice z referente à medição de CO Marcha Lenta.



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

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

**CO (% vol.) Marcha lenta:** 17 participantes apresentaram resultados satisfatórios, os participantes 30 e 84 apresentaram resultados insatisfatórios.

#### 7.2.4. NMOG (g/km) - 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 do parâmetro NMOG (g/km). Na tabela 17 e na figura 42 estão apresentados estes resultados.

Tabela 17 – Valores de índice z para o parâmetro NMOG (g/km).

Código	NMOG (g/km)
	Índice z
6	0,89
29	0,73
32	1,14
34	0,53
44	-0,26
47	-0,57
48	0,46
52	0,23
53	-1,24

Código	NMOG (g/km)
	Índice z
55	0,98
58	0,18
63	-1,71
68	-0,21
70	-0,64
73	-2,69
95	1,14
99	-0,34

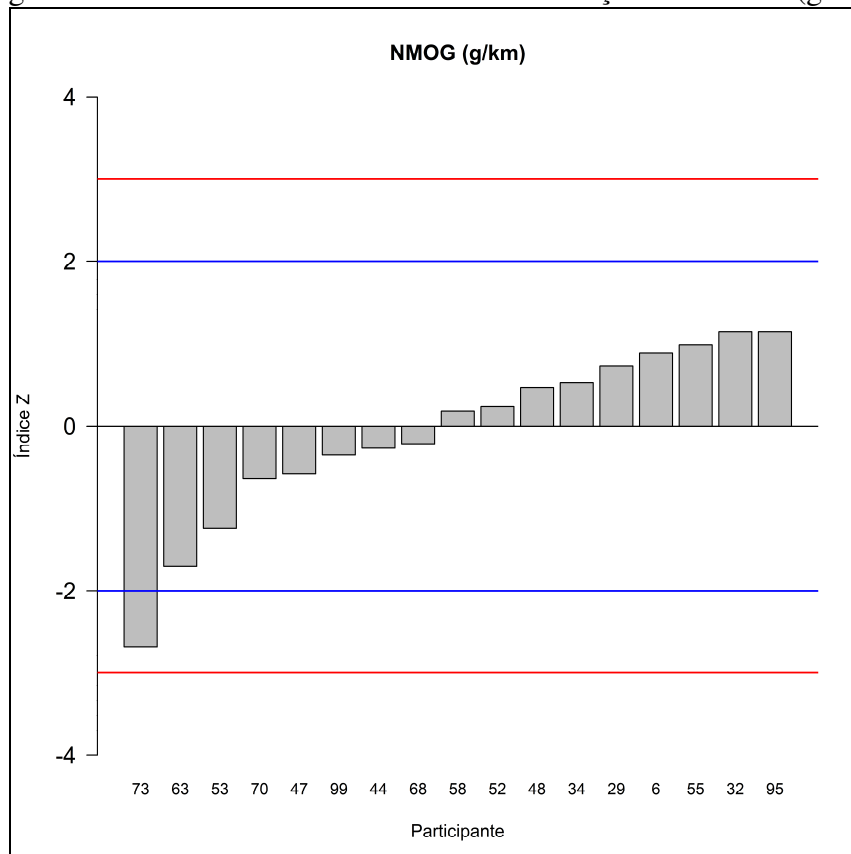
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

\* Resultado satisfatório

\* Resultado questionável

\* Resultado insatisfatório

Figura 42 – Gráfico do índice z referente à medição de NMOG (g/km).



Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

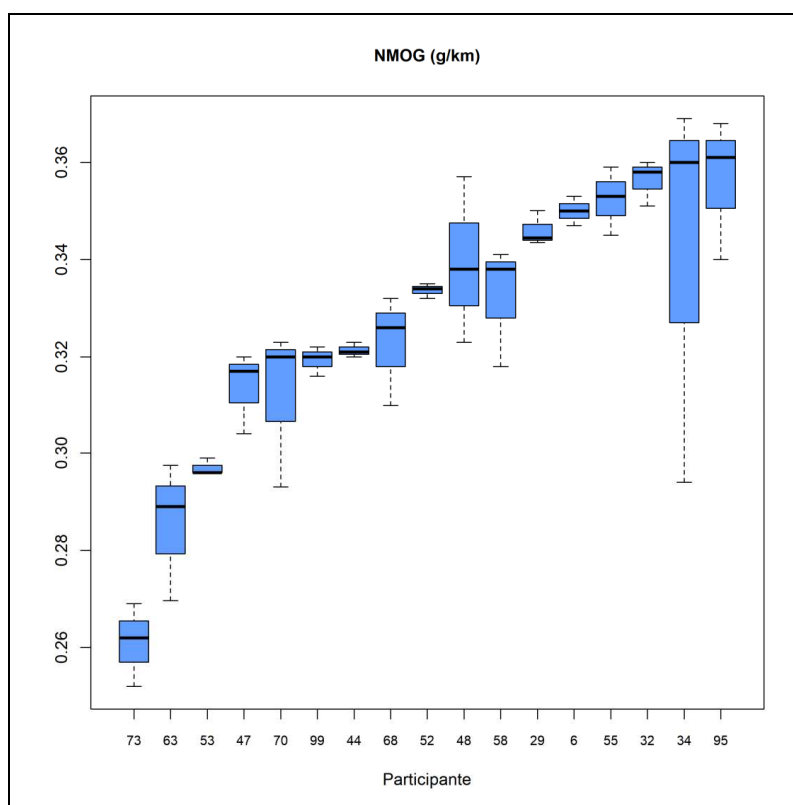
Através da análise dos gráficos do índice z, pode-se observar que:

**NMOG (g/km):** 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios, o participante 73 apresentou resultados questionáveis.

### 7.3. Visualização dos Resultados e Detecção de Outliers: Boxplot

A figura 43 apresenta graficamente os boxplot dos resultados reportados pelos participantes para o parâmetro NMOG.

Figura 43 – Gráfico de Boxplot dos resultados dos participantes para NMOG.



Através do gráfico, pode-se observar que:

**NMOG:** 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios, o participante 73 apresentou um resultado questionável, ou seja, mais afastado da mediana. Já o participante 34 apresentou a maior dispersão de dados.

## 8. Testemunho de Análises

Conforme estabelecido no protocolo desta rodada, um representante da Cetesb testemunhou uma das três medições do EP em cada um dos participantes. A Cetesb enviou a conclusão a respeito do resultado deste testemunho à Coordenação do EP através de e-mail, indicando que não houve ocorrência de não conformidades, não sendo necessário o envio do registro dos resultados testemunhados à Coordenação do EP.

Cabe ressaltar que, caso a Cetesb registrasse a ocorrência de não conformidade para a Coordenação do EP, os resultados do participante seriam invalidados e, portanto, seus dados não figurariam no relatório do EP.

## **9. Confidencialidade**

Cada participante foi identificado por código individual que é conhecido 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, via e-mail, o seu código de identificação correspondente à sua participação no EP. Este código foi utilizado 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.

## **10. Conclusões**

Nesta rodada mais uma vez se buscou avançar para melhorar as medições de parâmetros já estabelecidos e de novos parâmetros, como foi o caso da medição do NMOG em que a fórmula foi definida dentro do curso desse Ensaio de Proficiência. Essa pesquisa e desenvolvimento de métodos são fundamentais para avançarmos continuamente. Além disso, podemos concluir que os resultados têm sido bastante satisfatórios e sua realização tem sido de grande importância para a indústria e a sociedade ao longo destas onze rodadas realizadas dentro da parceria Inmetro-AEA.

A rodada deste EP envolveu um grande número de variáveis e o acompanhamento de um órgão regulador (Cetesb). Esse grande número de variáveis existentes nos ensaios de emissões seguramente influencia nos resultados reportados. Portanto, recomenda-se que os participantes que apresentaram desempenho questionável e insatisfatório analisem criticamente seus métodos de medição.

Dos 540 resultados, em nove parâmetros do ciclo urbano avaliados pelo índice  $z$ , 93,33 % indicaram desempenho satisfatório, 3,88 % indicaram desempenho questionável em cinco parâmetros distintos e 2,77% indicaram desempenho insatisfatório em cinco parâmetros. Dos 300 resultados, em cinco parâmetros do ciclo estrada avaliados pelo índice  $z$ , 94% indicaram desempenho satisfatório, 4 % indicaram desempenho questionável em dois parâmetros distintos e 2% indicaram desempenho insatisfatório em dois parâmetros. Dos 57 resultados para o CO (g/km) Marcha Lenta avaliados pelo índice  $z$ , 89,5 % indicaram desempenho satisfatório e 10,5 % indicaram desempenho insatisfatório.

Deve-se sempre ressaltar a importância da participação dos diferentes laboratórios em um ensaio de proficiência, visto que constitui uma ferramenta útil para monitorar os procedimentos de análises usados na rotina e avaliar os resultados das medições dos laboratórios, possibilitando a melhoria da qualidade dos resultados e garantindo maior confiabilidade às medições.

Cabe ao participante de um EP realizar uma análise crítica dos resultados, sendo que todo o processo e experiência laboratorial deve ser considerado. Portanto, a participação em ensaios de proficiência de forma contínua pode garantir informações aos participantes sobre sua capacidade de medição e é de grande importância para o monitoramento da validade de seus resultados.

## 11. Participantes

Vinte e três participantes se inscreveram na 11ª rodada do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis, porém três participantes não enviaram seus formulários de registro de resultados por apresentarem problemas no equipamento e informaram à coordenação. Desta forma, restaram vinte participantes.

A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação deste EP é apresentada na tabela 15. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 17 – Participantes

Instituição	
1.	AVL South America Ltda. AVL South America
2.	CAOA Montadora de Veículos Centro de Pesquisa e Eficiência Energética
3.	Cetesb Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Setor de Laboratório de Emissão Veicular - São Paulo
4.	CPT Brasil Automotiva Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares
5.	FCA Fiat Chrysler Automóveis Brasil Ltda. Laboratório de Emissões e Consumo
6.	Ford Motor Company Brasil Ltda. Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Tatuí
7.	General Motors do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Cruz Alta
8.	General Motors do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares GM SJC – Qualidade GPS
9.	Honda Automóveis do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões Honda Automóveis
10.	Hyundai Motor Brasil Montadora de Automóveis Ltda. Laboratório de Emissões do R&D Center da Hyundai Motor Brasil

Instituição	
11.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LEME – Laboratório de Emissões Veiculares
12.	Jaguar e Land Rover Brasil Industria e Comercio de Veículos Ltda. Jaguar Land Rover
13.	Magneti Marelli Sistemas Automotivos Ind. e Comércio Ltda. Magneti Marelli
14.	Petróleo Brasileiro S.A. Laboratório de Ensaio Veiculares – CENPES
15.	Peugeot Citroen do Brasil Automóveis LTDA
16.	Renault do Brasil S/A. LEV - Laboratório de Emissões Veiculares
17.	Robert Bosch Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares - LEV
18.	Toyota do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões Toyota do Brasil - Indaiatuba
19.	Umicore do Brasil Ltda. Umicore
20.	Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares da Volkswagen do Brasil

Total de participantes: 20 participantes.

## 12. 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.
- ABNT NBR 6601:2012: “Veículos rodoviários automotores leves — Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escapamento”.
- ABNT NBR 12026:2016: Veículos rodoviários automotores leves- Determinação da emissão de aldeídos e cetonas contidos no gás de escapamento, por cromatografia líquida - Método DNPH.
- ABNT NBR 15598:2016: Veículos rodoviários automotores leves- Determinação de etanol não queimado contido no gás de escapamento por cromatografia gasosa- Método de ensaio.
- ABNT NBR 10972:2010: Veículos rodoviários automotores leves - Medição da concentração de monóxido de carbono no gás de escapamento em regime de marcha lenta- Ensaio de Laboratório.

- ABNT NBR 7024:2017: “Veículos rodoviários automotores leves - Medição do consumo de combustível - Método de ensaio”.
  - 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](http://www.inmetro.gov.br) – E-mail: [pep-inmetro@inmetro.gov.br](mailto:pep-inmetro@inmetro.gov.br)