

Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis – 13ª Rodada

Revisão 01

PEP-Inmetro

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO



ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EMISSÕES DE AUTOMÓVEIS

13ª RODADA – REVISÃO 01

Período de realização: 19/05/2021 a 26/06/2023

RELATÓRIO FINAL Nº 001/2023

ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Diretoria de Metrologia Científica, Industrial 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 – Telefone: (21) 2679-9745

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Lapep)

Diego Soares Siqueira (Inmetro/Dimci/Lapep)

Janaína Marques Rodrigues Caixeiro (Inmetro/Dimci/Dquim)

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

Leidiane Rangel da Silveira Kefler (Inmetro/Dimci/Lapep)

Lucas Dias Barros (Inmetro/Dimci/Lapep)

Marcelo Lima Alves (Inmetro/ Dimci/Dquim/Lanag)

COMITÊ TÉCNICO

Cláudia Geraldi (Marelli)

Danilo Antônio Torres (GM/AEA)

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci)

Marcello Depieri (AEA)

Marcelo Lima Alves (Inmetro/Dimci/Dquim/Lanag)

Paulo Roque da Silva (Inmetro/Caint/Disbt)

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução..... | 4 |
| 2. Materiais e Métodos | 4 |
| 2.1. Item de Ensaio..... | 4 |
| 2.2. Metodologia | 4 |
| 3. Integridade do Item de Ensaio..... | 6 |
| 3.1. Boxplot para avaliação do item de ensaio – ciclo urbano | 7 |
| 3.2. Boxplot para avaliação do item de ensaio – ciclo estrada..... | 10 |
| 3.3. Boxplot para avaliação do item de ensaio – marcha lenta e SHED | 11 |
| 4. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes | 13 |
| 4.1. Índice z..... | 13 |
| 5. Valores Designados..... | 14 |
| 6. Dispersão dos Resultados..... | 16 |
| 6.1. Emissões Ciclo Urbano | 16 |
| 6.2. Emissões Ciclo Estrada..... | 22 |
| 6.3. Marcha Lenta | 25 |
| 6.4. SHED | 26 |
| 7. Resultados dos Participantes | 26 |
| 7.1. Resultados de Média e Desvio-padrão | 27 |
| 7.1.1. Emissões Ciclo Urbano | 27 |
| 7.1.2. Emissões Ciclo Estrada | 28 |
| 7.1.3. Marcha Lenta - CO (% vol.)..... | 29 |
| 7.1.4. <i>SHED</i> - Emissões Evaporativas (g/fase) | 30 |
| 7.2. Índice z..... | 30 |
| 7.2.1. Emissões Ciclo Urbano - índice z | 30 |
| 7.2.2. Emissões Ciclo Estrada - índice z | 37 |
| 7.2.3. Marcha Lenta - CO (% vol.) - índice z..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 7.2.4. <i>SHED</i> – Emissões Evaporativas (g/fase) - índice z | 42 |
| 8. Testemunho de Análises..... | 44 |
| 9. Confidencialidade..... | 44 |
| 10. Conclusões | 44 |
| 11. Participantes | 45 |
| 12. Referências Bibliográficas | 46 |
| 13. Histórico de Revisões..... | 47 |

1. Introdução

A indústria automotiva está sempre em desenvolvimento, sendo fundamental a busca incessante pela garantia da validade dos resultados das medições, em especial das emissões veiculares, que causam impactos ao meio ambiente. Uma das ferramentas para esta garantia da validade dos resultados são os ensaios de proficiência (EP). A realização deste EP 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 para avaliar o desempenho, além de ser uma ferramenta para geração de dados que podem apoiar a preparação de novas inserções nos mais diversos mercados.

Este EP teve como objetivos gerais:

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

Neste íterim, esta 13ª rodada do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis objetivou a medição de 17 (dezesete) parâmetros, sendo um (1) destes, o NMOG, cujos resultados puderam ser informados através de dois métodos de medição diferentes.

2. Materiais e Métodos

2.1. Item de Ensaio

O item de ensaio foi um automóvel cedido pela empresa Hyundai Motor Brasil com as seguintes características: modelo Hyundai HB20X, cor Prata, Chassis 9BHBG51DAFP421760, motor 1.6 litros e transmissão manual de 6 velocidades.

Cada laboratório participante usou como combustível: Gasool A22H0, como definido em protocolo.

2.2. Metodologia

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

| Parâmetros | | Documentos |
|--------------|------------------------------|--|
| Obrigatórios | Ciclo Urbano | Norma ABNT NBR 6601:2021 THC, CH ₄ , NMHC, CO, CO ₂ ; NO _x ; Norma ABNT NBR 7024:2017 Autonomia urbana Instrução Normativa IBAMA Nº 22 de 24/09/2020: NMOG 1 e NMOG 2 |
| | Ciclo Estrada | Norma ABNT NBR 7024:2017 THC, CO, CO ₂ , Autonomia estrada e autonomia combinada |
| | Aldeídos | Norma ABNT NBR 12026:2021 |
| | CO em regime de marcha lenta | Norma ABNT NBR 10972:2010 |
| Facultativos | Emissões Evaporativas | Norma ABNT NBR 11481:2010 ou Norma ABNT NBR 16927:2021 |

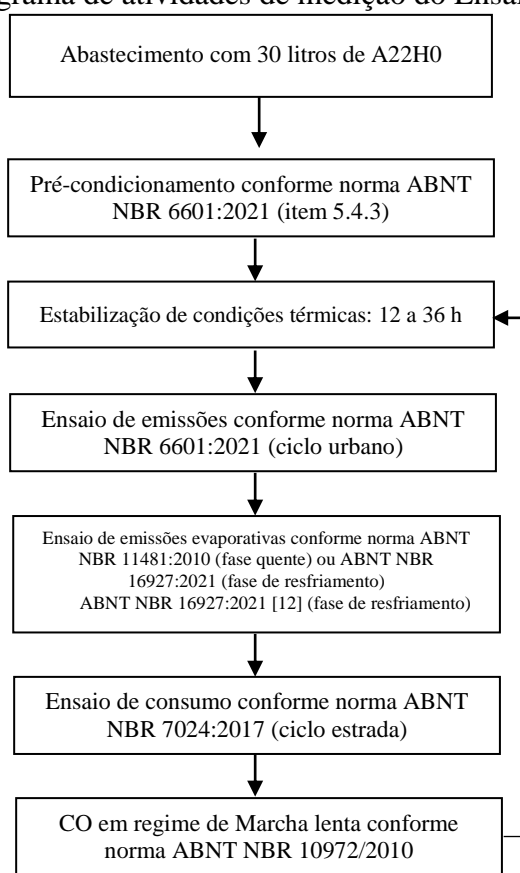
Observações:

- 1- NMOG 1: parâmetro calculado conforme Instrução Normativa IBAMA Nº 22 de 24/09/2020, utilizando-se os valores dos parâmetros etanol não queimado e aldeídos;
- 2- NMOG 2: parâmetro calculado conforme Instrução Normativa IBAMA Nº 22 de 24/09/2020, aplicando-se o fator 1,1864 ao resultado de NMHC;
- 3- Para o cálculo do parâmetro NMOG 1 a instrução do protocolo foi medir o parâmetro Etanol não queimado (ENQ) conforme norma ABNT NBR 15598:2016. Porém o ENQ não seria reportado.

Os dados da curva de desaceleração foram fornecidos em forma de tabela pela CETESB após a realização dos primeiros ensaios em seu laboratório.

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/Dquim/Lanag

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 empresa Hyundai Motor Brasil a serem considerados foram referentes aos ensaios realizados no início do ciclo (Y_1).

3. Integridade do Item de Ensaio

O laboratório da Hyundai Motor Brasil realizou ensaios de estabilidade no início, no meio e ao fim do ciclo – primeira análise (Y_1), segunda análise (Y_2) e terceira análise (Y_3). Foi verificado se houve diferença estatisticamente significativa entre as medições dos 17 componentes:

Ciclo Urbano, com dez (10) componentes medidos: CO (mg/km), CO₂ (g/km), THC (mg/km), NO_x (mg/km), NMHC (mg/km), CH₄ (mg/km), Aldeídos Totais (mg/km), NMOG 1 (mg/km), NMOG 2 (mg/km) e Autonomia urbana (km/L);

Ciclo Estrada, com cinco (5) componentes medidos: CO (mg/km), CO₂ (g/km), THC (mg/km), Autonomia Estrada (km/L) e Autonomia Combinada (km/L);

Marcha Lenta, com um (1) componente medido: CO (% vol);

SHED, com um (1) componente medido: Emissões Evaporativas (g/fase).

O Teste de Wilcoxon foi utilizado com o objetivo de verificar a hipótese de que três 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/Dquim/Lanag

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:

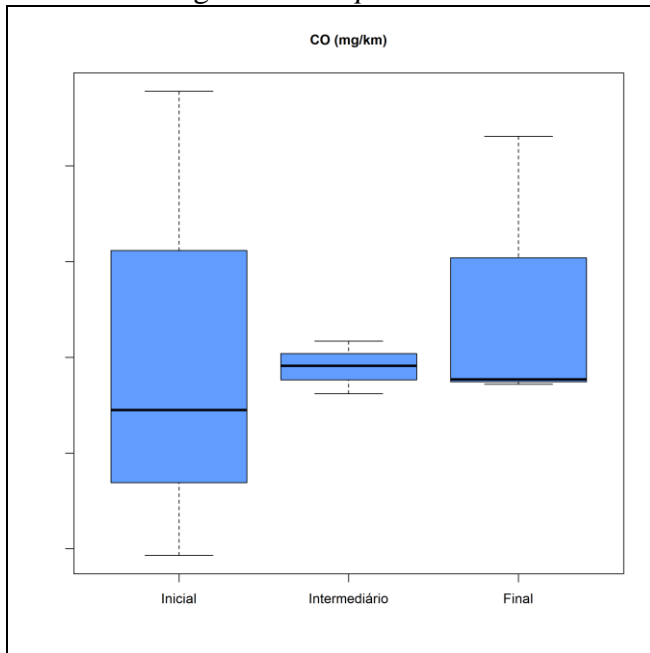
$V_s =$ soma dos postos sinalizados positivamente

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 $P(V_s \geq c_2 | H_0) = \alpha/2$.

3.1. Boxplot para avaliação do item de ensaio – ciclo urbano

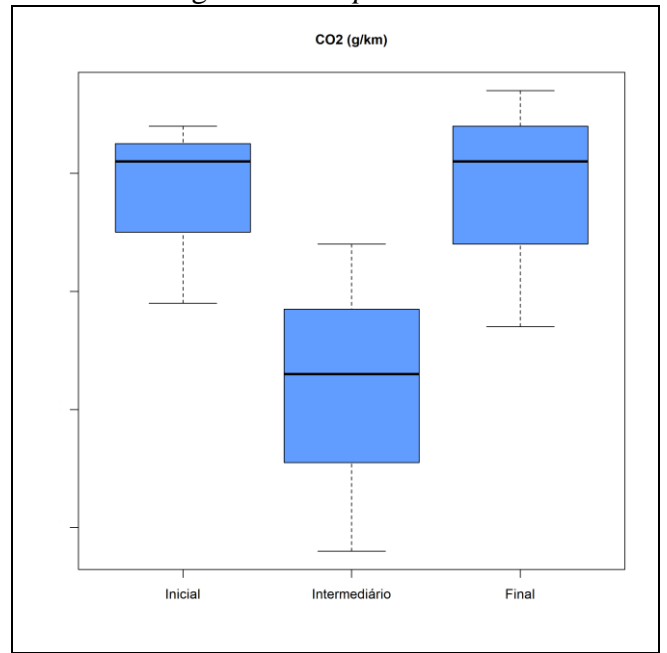
As figuras 2 a 11 referem-se ao *boxplot* para a avaliação do item de ensaio para o ciclo urbano.

Figura 2 – Boxplot de CO



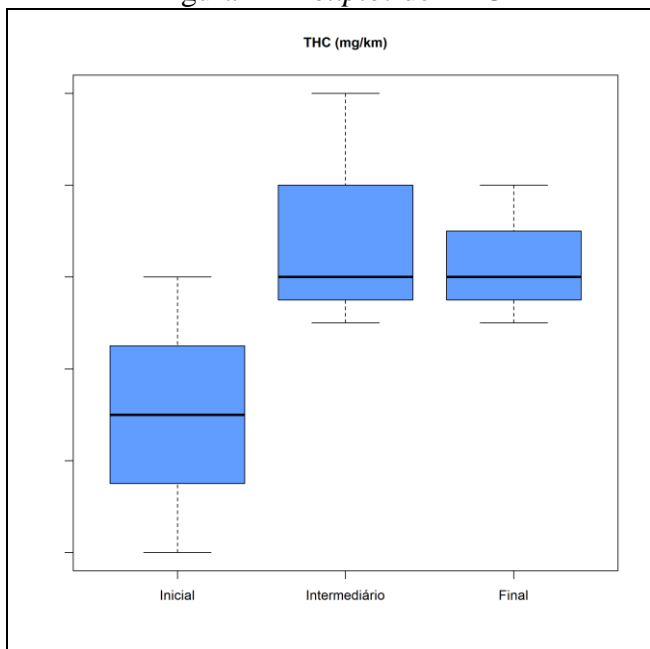
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 3 – Boxplot de CO₂



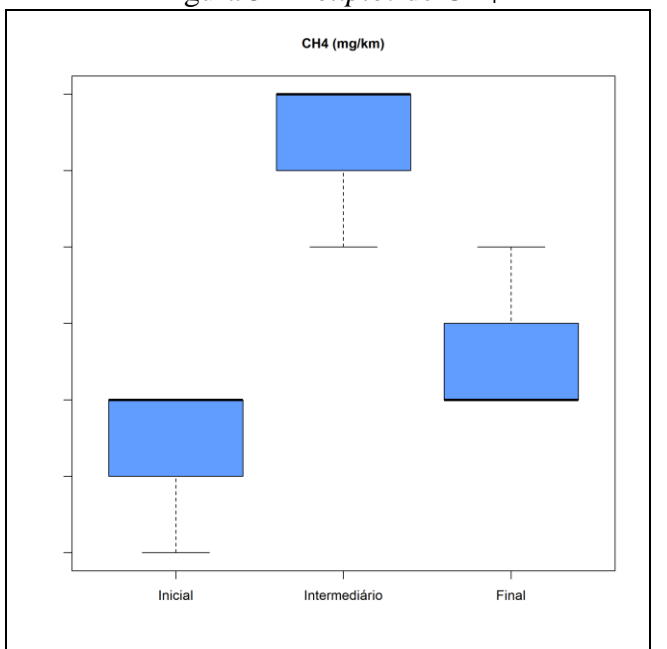
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 4 – Boxplot de THC



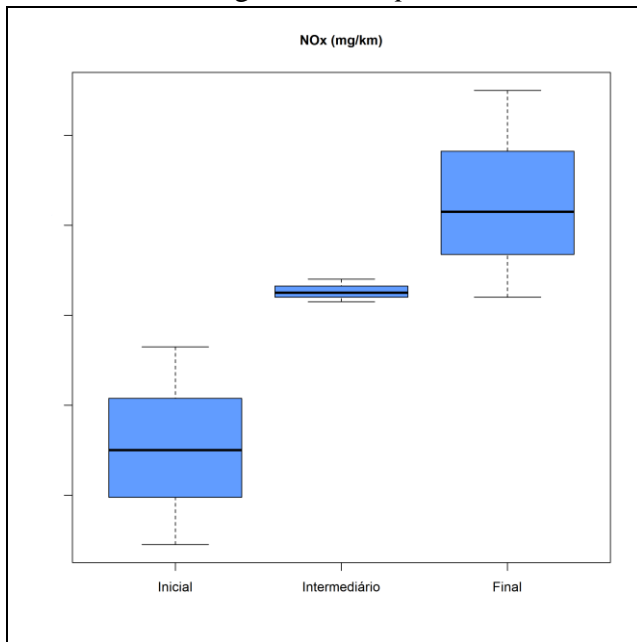
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 5 – Boxplot de CH₄



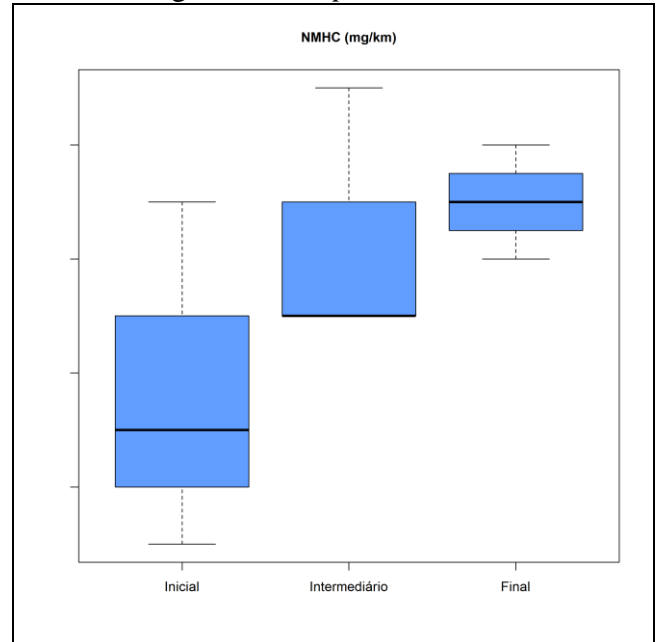
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 6 – Boxplot de NO_x



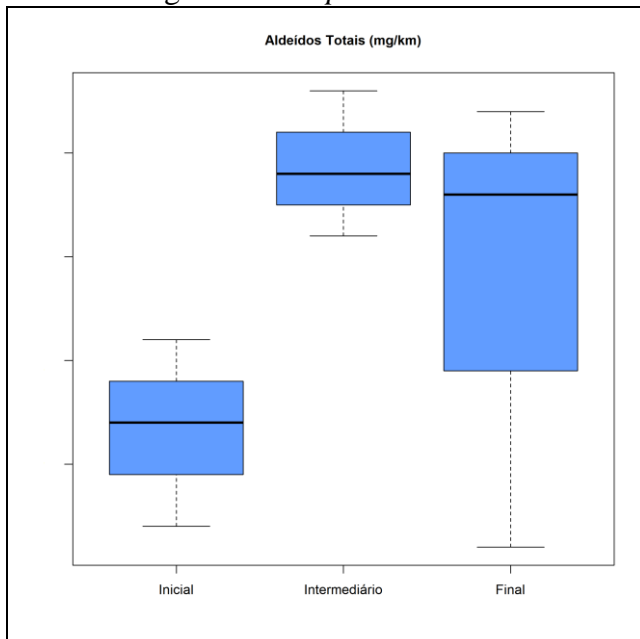
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 7 – Boxplot de NMHC



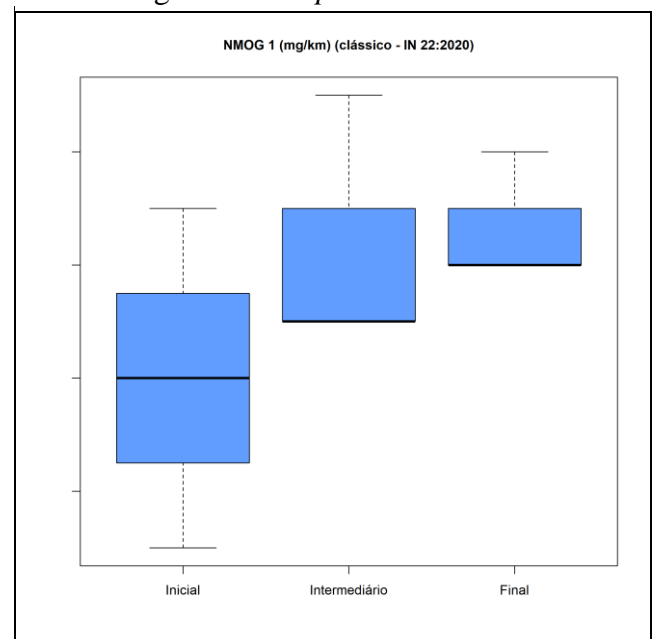
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 8 – Boxplot de Aldeídos Totais



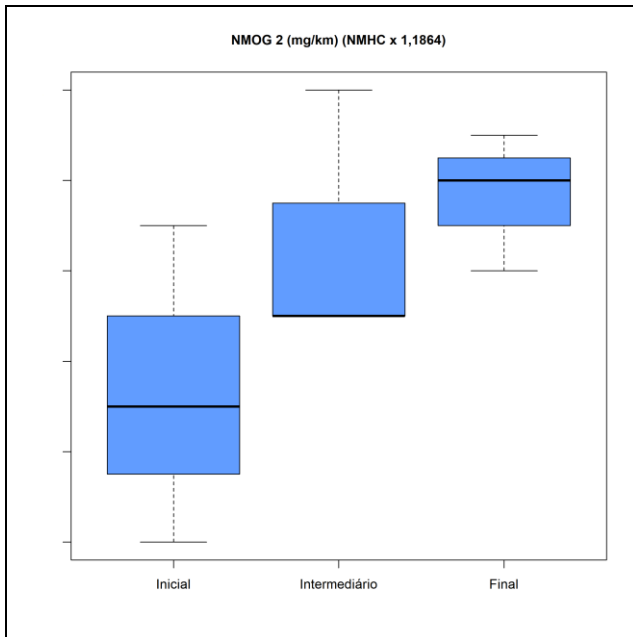
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 9 – Boxplot de NMOG 1



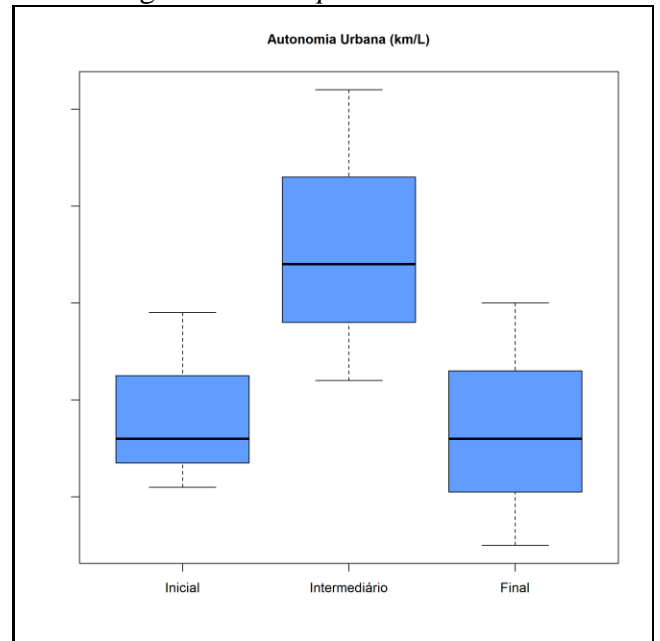
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 10 – *Boxplot* de NMOG 2



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 11 – *Boxplot* de Autonomia Urbana

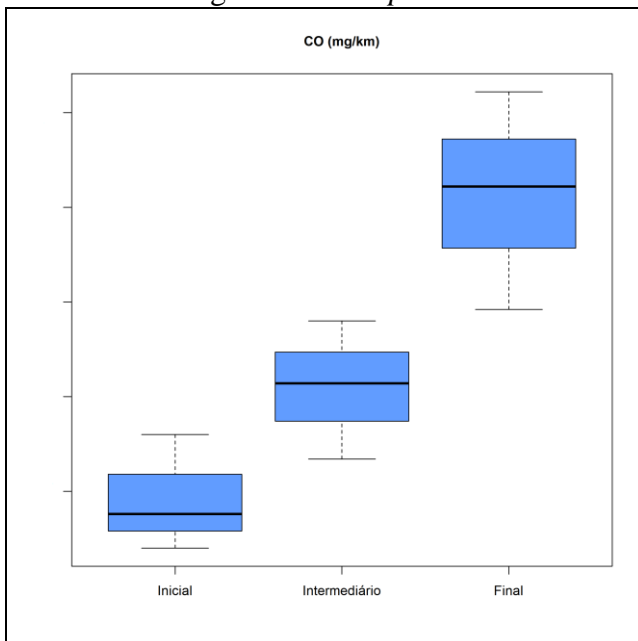


Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

3.2. *Boxplot* para avaliação do item de ensaio – ciclo estrada

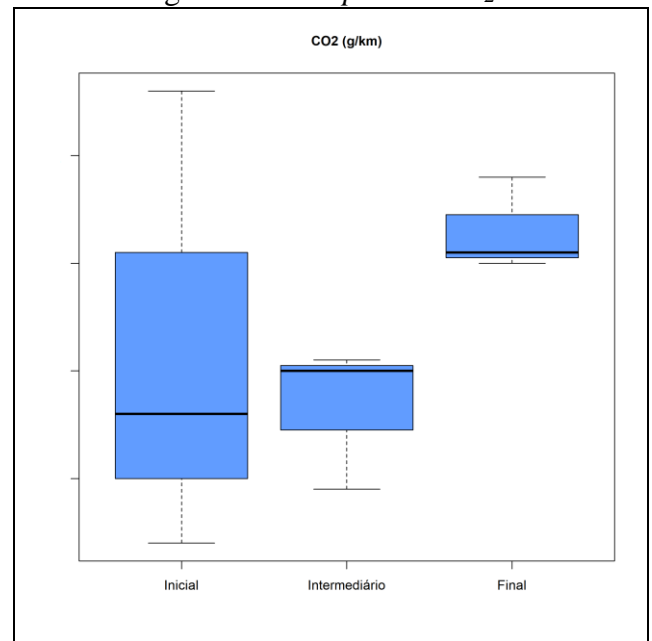
As figuras 12 a 16 referem-se ao *boxplot* para a avaliação do item de ensaio para o ciclo estrada.

Figura 12 – *Boxplot* de CO



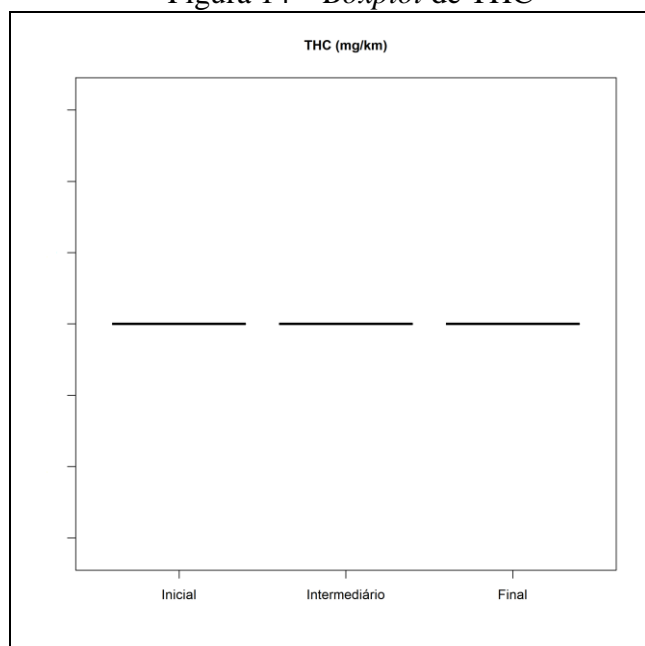
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 13 – *Boxplot* de CO₂



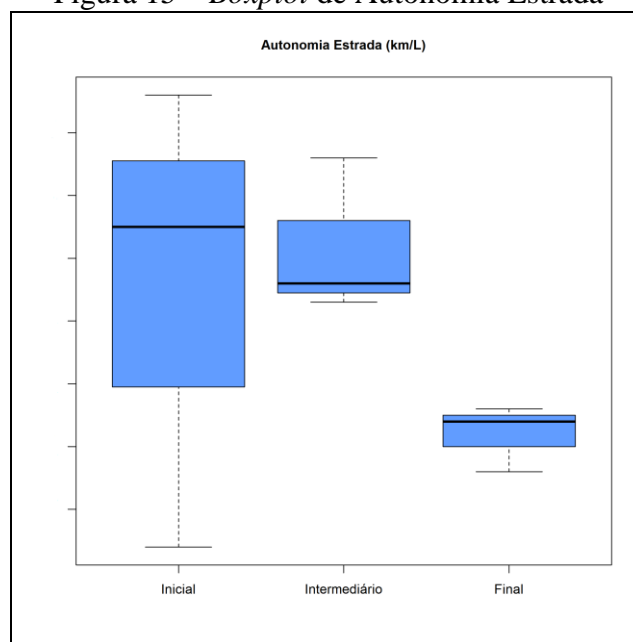
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 14 – *Boxplot* de THC



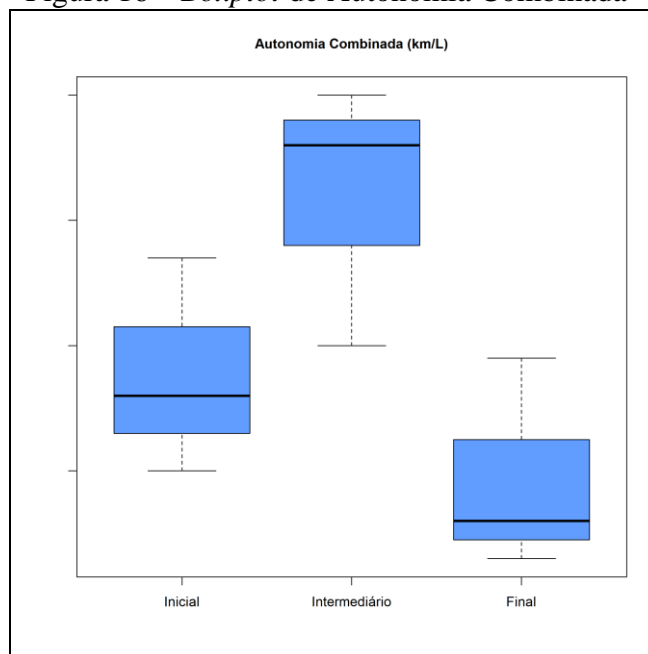
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 15 – *Boxplot* de Autonomia Estrada



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 16 – *Boxplot* de Autonomia Combinada

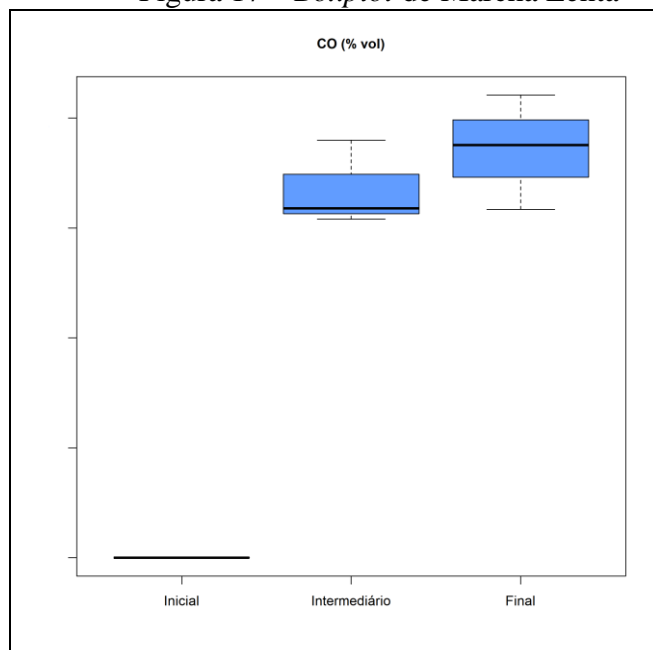


Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

3.3. *Boxplot* para avaliação do item de ensaio – marcha lenta e SHED

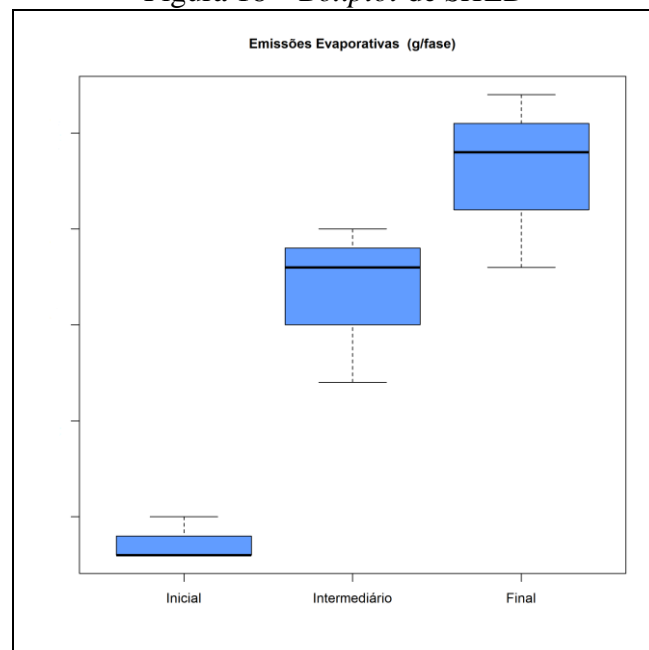
As figuras 17 e 18 referem-se ao *boxplot* para a avaliação do item de ensaio para CO em marcha lenta e SHED.

Figura 17 – Boxplot de Marcha Lenta



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 18 – Boxplot de SHED



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Conforme observado, apenas para os componentes NO_x (ciclo Urbano), CO (ciclo Estrada), CO (marcha lenta) e emissões evaporativas (*SHED*) não houve interseção das caixas entre as medições inicial, intermediário e final, enquanto em todos os demais parâmetros parece haver menores discrepâncias. Todavia, cabe ressaltar que o pouco número de repetições (3) dificulta melhor inspeção por esse método de visualização.

Em seguida, testou-se a hipótese de estabilidade entre tais medições por meio do teste de Wilcoxon também conhecido como teste de Mann-Whitney. A Tabela 2 a seguir resume o resultado da aplicação para duas amostras ao nível de 5% de significância.

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

| Ciclo | Componente | p-valor 1-2 | p-valor 1-3 | p-valor 2-3 |
|---------|--|-------------|-------------|-------------|
| Urbano | CO (mg/km) | 0,6625 | 0,6625 | 1,0000 |
| | CO ₂ (g/km) | 0,1904 | 1,0000 | 0,1904 |
| | THC (mg/km) | 0,2683 | 0,2683 | 1,0000 |
| | NO _x (mg/km) | 0,0809 | 0,0809 | 0,3827 |
| | NMHC (mg/km) | 0,3758 | 0,2683 | 0,6579 |
| | CH ₄ (mg/km) | 0,0722 | 0,3017 | 0,1101 |
| | Aldeídos Totais (mg/km) | 0,0809 | 0,6625 | 0,6625 |
| | NMOG 1 (mg/km) (clássico - IN 22:2020) | 0,3758 | 0,3758 | 0,6531 |
| | NMOG 2 (mg/km) (NMHC x 1,1864) | 0,3758 | 0,1904 | 0,6579 |
| | Autonomia Urbana (km/L) | 0,1904 | 1,0000 | 0,1904 |
| Estrada | CO (mg/km) | 0,1904 | 0,0809 | 0,0809 |
| | CO ₂ (g/km) | 1,0000 | 0,6625 | 0,0809 |
| | THC (mg/km) | NA | NA | NA |
| | Autonomia Estrada (km/L) | 1,0000 | 0,6625 | 0,0809 |

| Ciclo | Componente | p-valor 1-2 | p-valor 1-3 | p-valor 2-3 |
|--------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Autonomia Combinada (km/L) | 0,1904 | 0,3827 | 0,0809 |
| Marcha Lenta | CO (% vol) | 0,0636 | 0,0636 | 0,6625 |
| SHED | Emissões Evaporativas (g/fase) | 0,0765 | 0,0765 | 0,2683 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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.

Devido à confidencialidade dos resultados, uma vez que a empresa Hyundai Motor 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.

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 13528:2022, ou seja, valores de consenso de participantes.

A Norma ISO 13528:2022 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:

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

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

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:

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

devem ser 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.

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

| Ciclo | Componente | Valores designados | Desvios-padrão | Discrepantes (Participantes) | Valor Designado Recalculado | Desvio-padrão Recalculado |
|--------------|--|--------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Urbano | CO (mg/km) | 1650,9158 | 270,8792 | | | |
| | CO ₂ (g/km) | 153,5907 | 6,4811 | | | |
| | THC (mg/km) | 33,3133 | 6,3307 | 91 | 32,6013 | 5,5404 |
| | NO _x (mg/km) | 150,0151 | 19,2719 | | | |
| | NMHC (mg/km) | 24,6428 | 5,0262 | 91 | 24,0365 | 4,3057 |
| | CH ₄ (mg/km) | 9,0050 | 1,1710 | | | |
| | Aldeídos Totais (mg/km) | 1,1658 | 0,5872 | | | |
| | NMOG 1 (mg/km) (clássico - IN 22:2020) | 25,3390 | 5,8720 | 91 | 24,6307 | 5,0303 |
| | NMOG 2 (mg/km) (NMHC x 1,1864) | 29,2157 | 5,8244 | 91 | 28,5132 | 4,9896 |
| | Autonomia Urbana (km/L) | 13,9301 | 0,5976 | | | |
| Estrada | CO (mg/km) | 628,1921 | 142,5273 | | | |
| | CO ₂ (g/km) | 112,0373 | 3,9516 | | | |
| | THC (mg/km) | 4,2766 | 0,9507 | | | |
| | Autonomia Estrada (km/L) | 19,2583 | 0,7065 | | | |
| | Autonomia Combinada (km/L) | 15,9236 | 0,6902 | | | |
| Marcha Lenta | CO (% vol) | 0,0362 | 0,0228 | | | |
| SHED | Emissões Evaporativas (g/fase) | 0,0320 | 0,0113 | | | |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

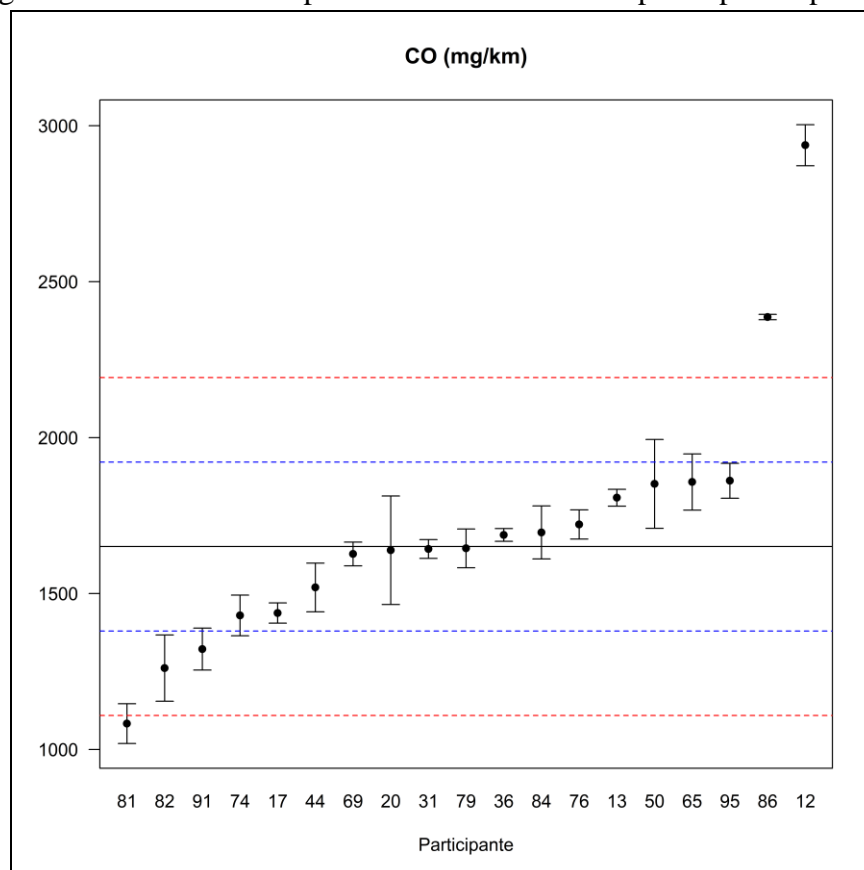
6. Dispersão dos Resultados

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 $\text{Ref} \pm 1s$ e $\text{Ref} \pm 2s$, onde “Ref” é o valor designado (média robusta) e “s” é o desvio-padrão robusto.

6.1. Emissões Ciclo Urbano

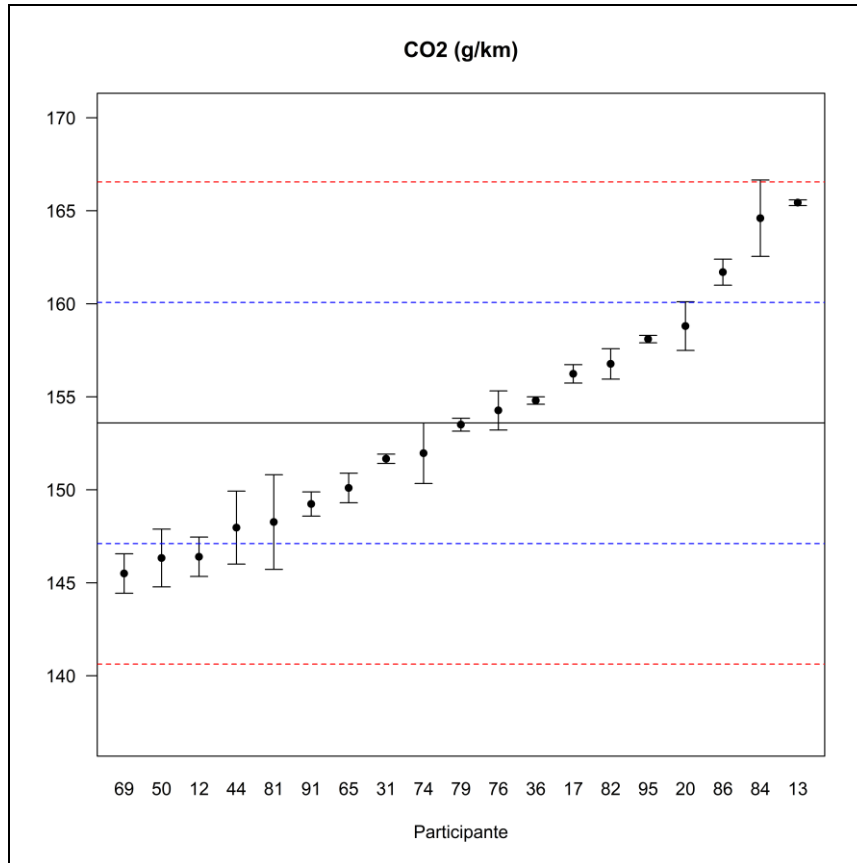
As figuras 19 a 28 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para cada parâmetro de emissões ciclo urbano analisado.

Figura 19 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO



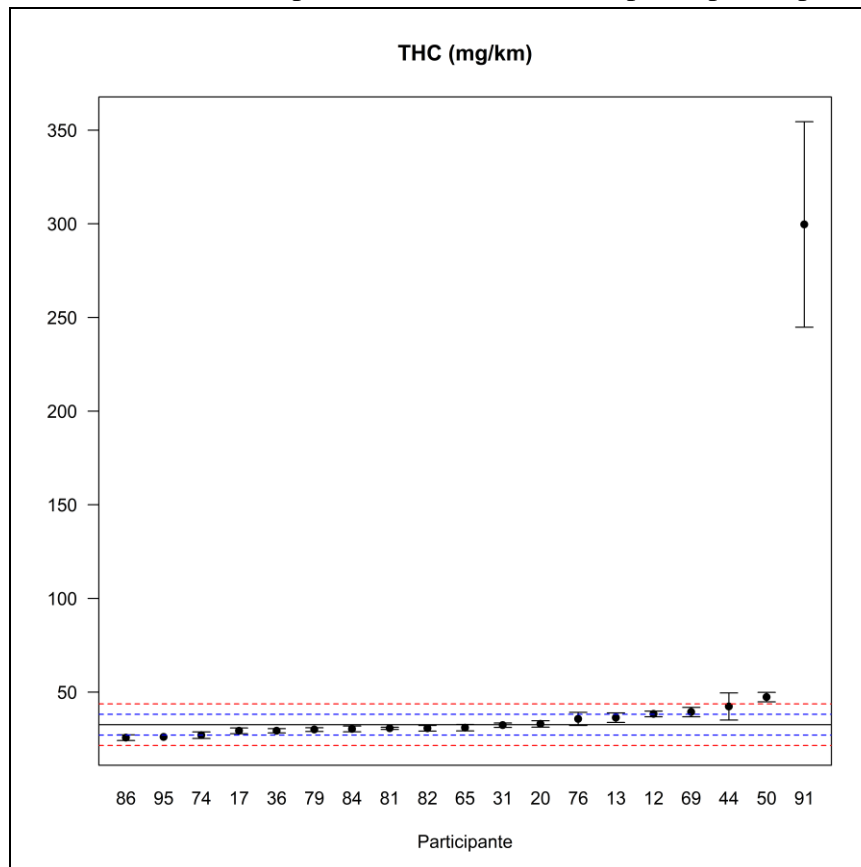
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 20 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂



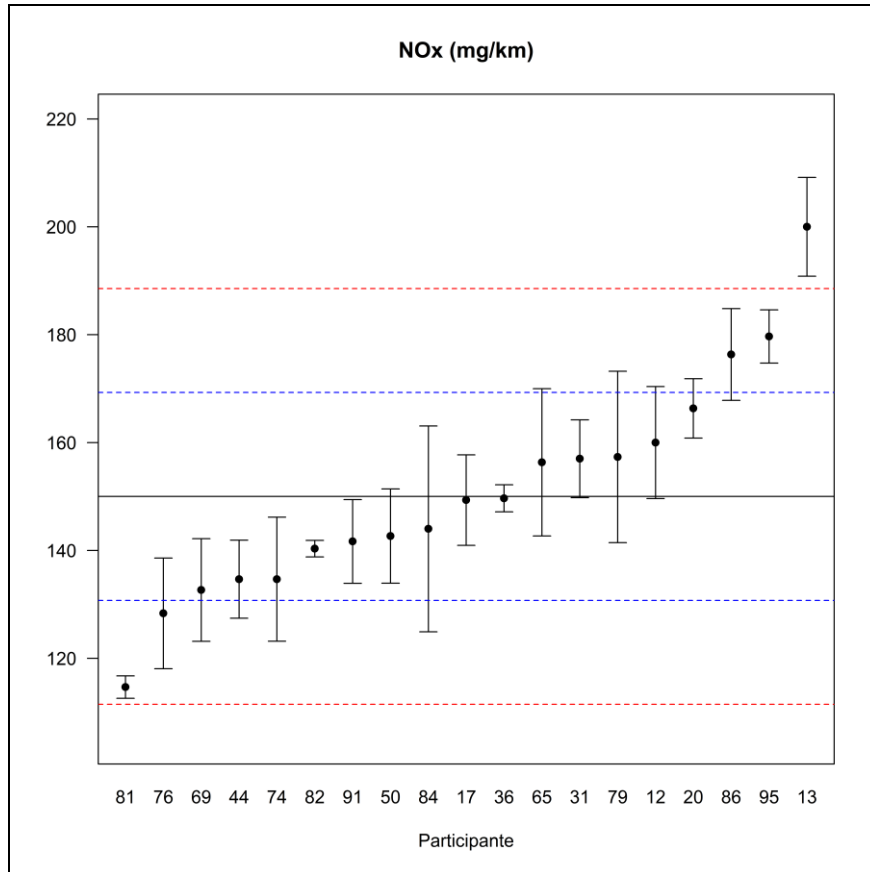
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 21 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC



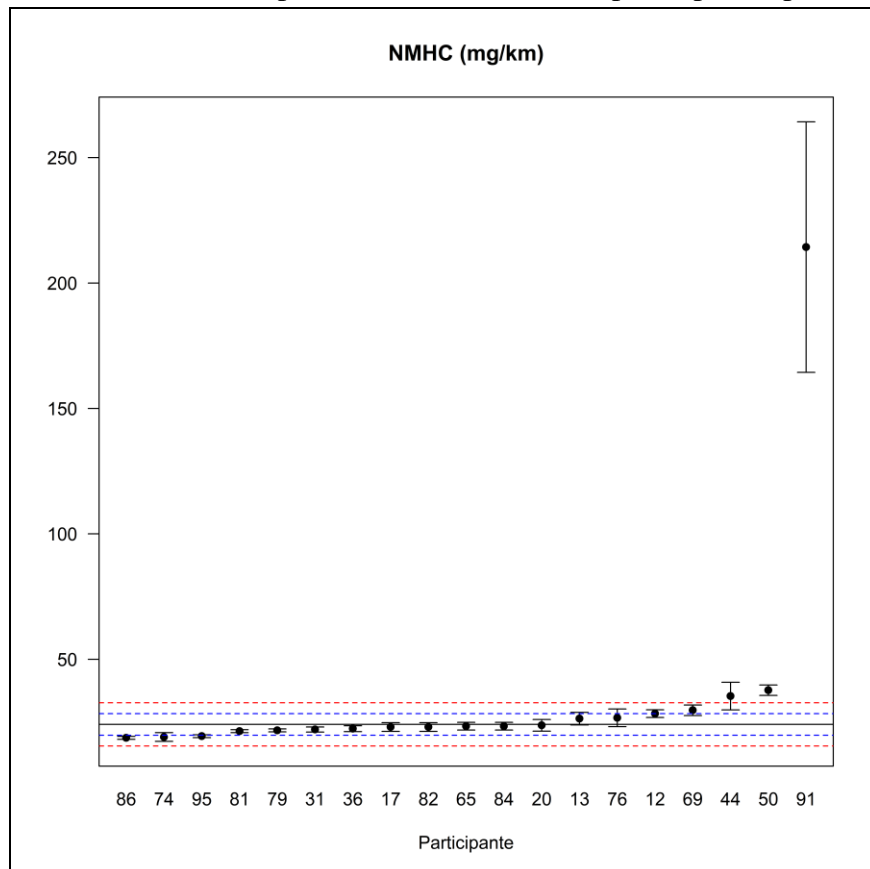
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 22 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x



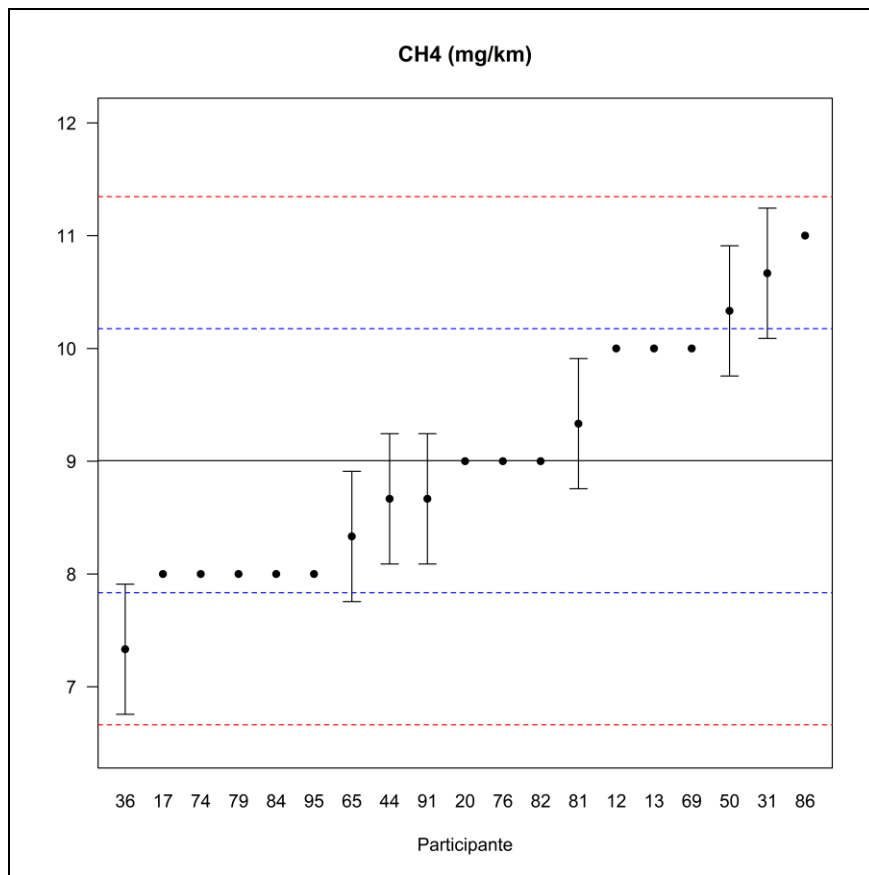
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 23 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMHC



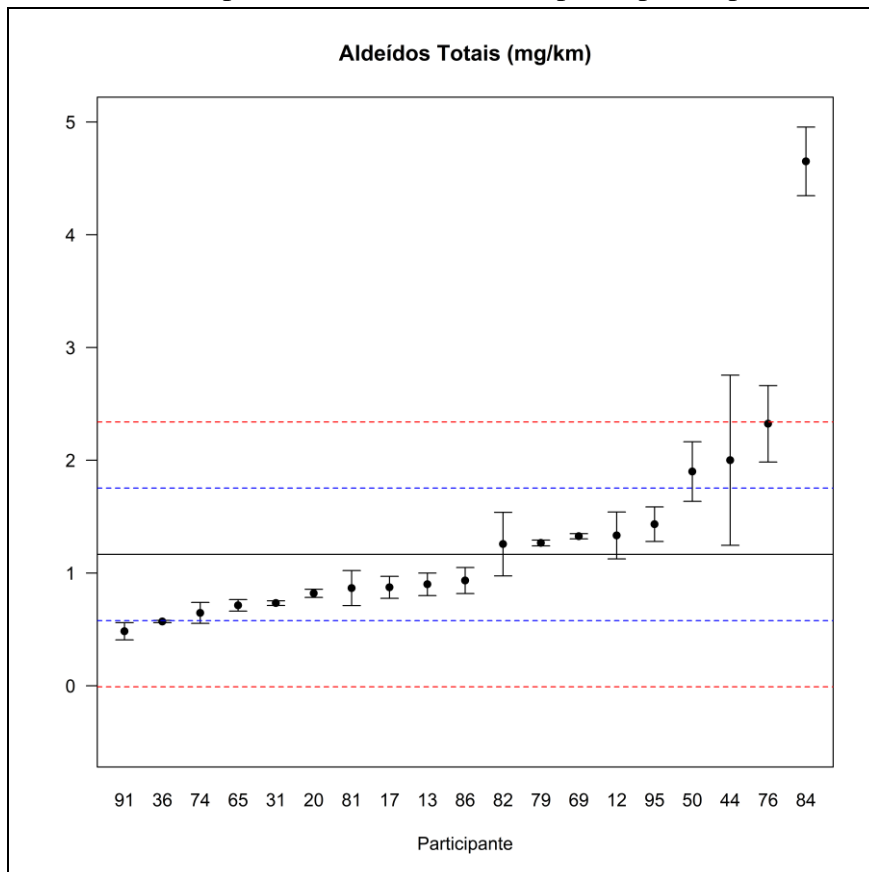
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 24 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CH₄



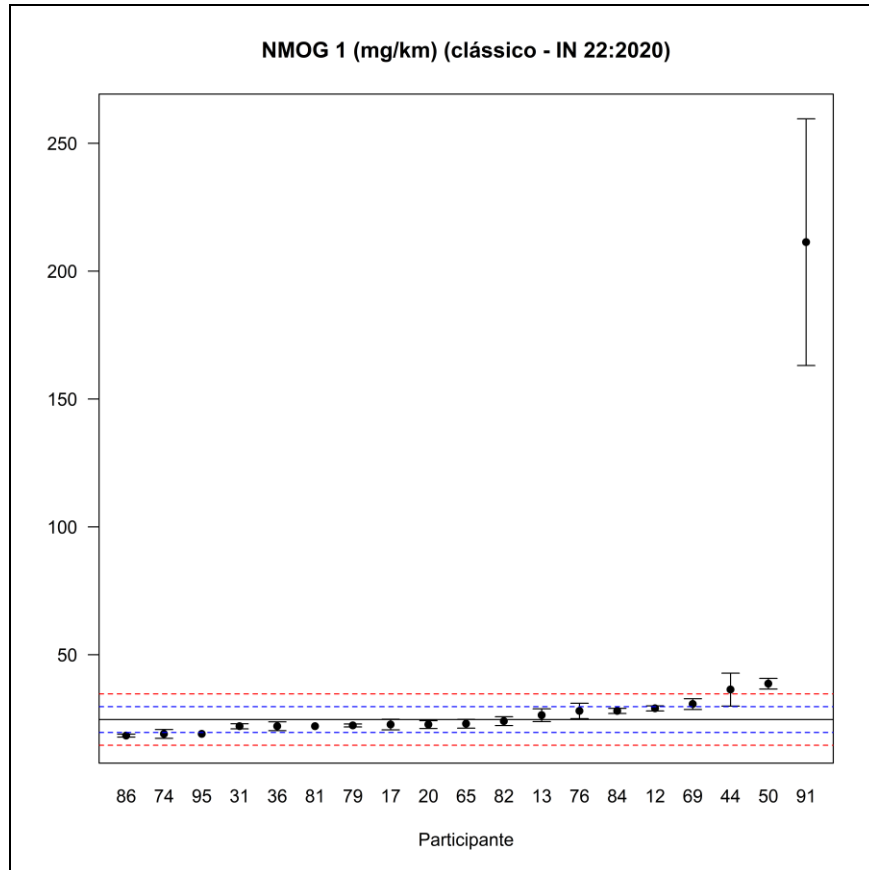
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 25 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Aldeídos Totais



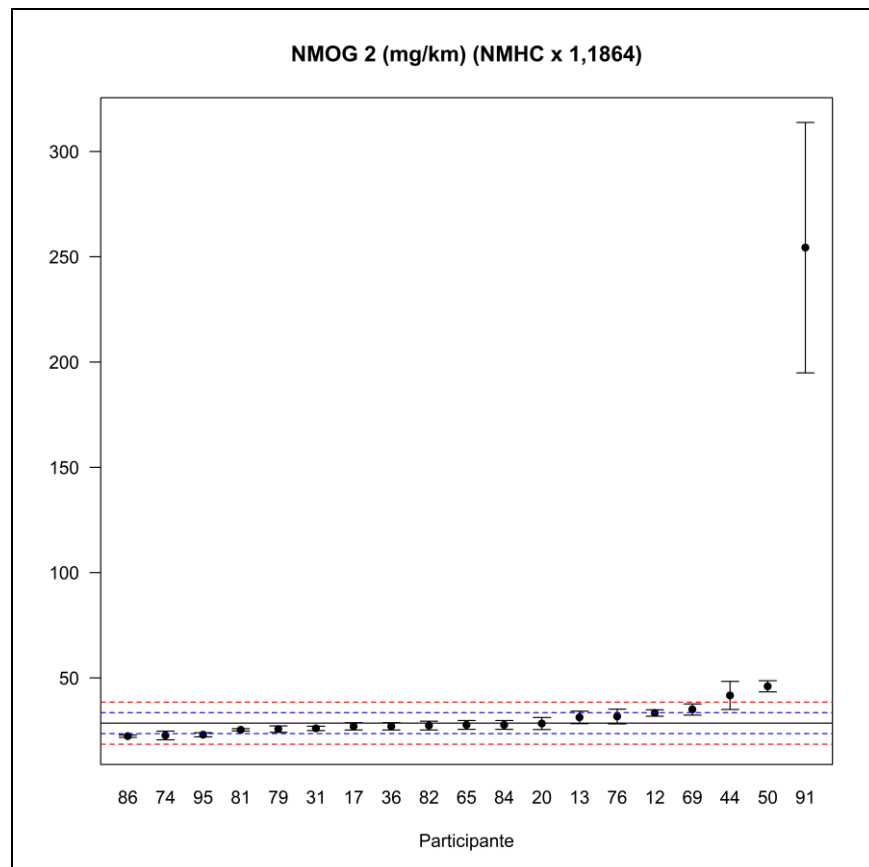
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 26 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMOG 1



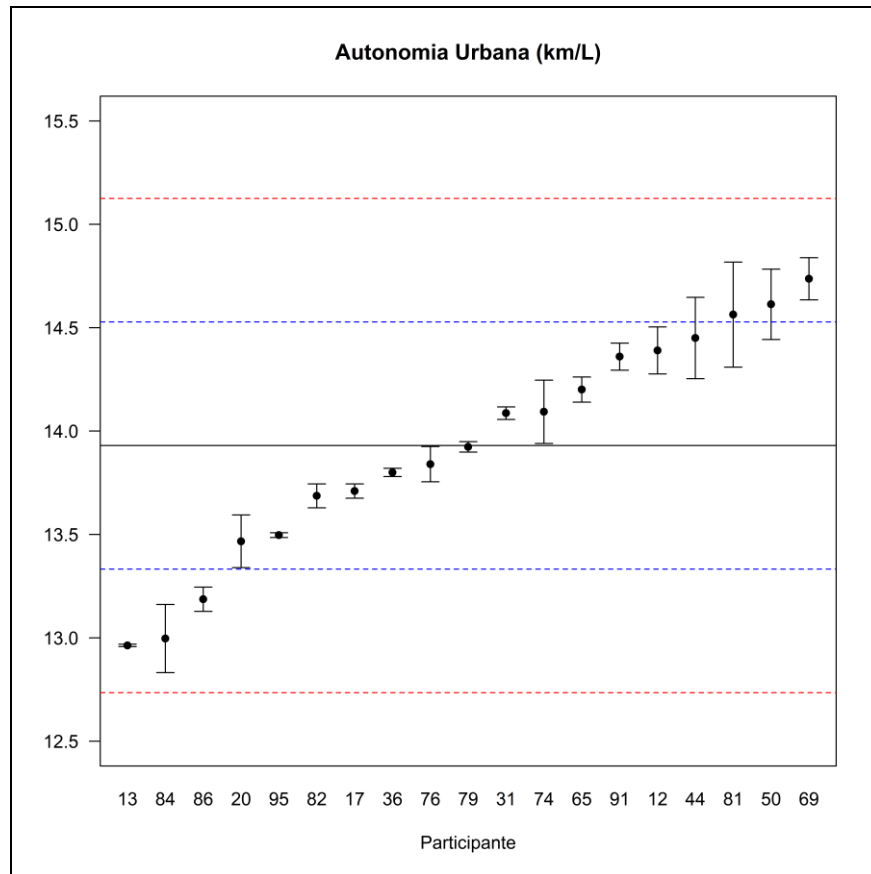
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 27 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMOG 2



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 28 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Urbana



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Através dos gráficos, pode-se observar que:

CO (mg/km): 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 82 e 91 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$ e os participantes 81, 86 e 12 apresentaram resultados fora do intervalo de $Ref \pm 2s$.

CO₂ (g/km): 13 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 69, 50, 12, 86, 84 e 13 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$.

THC (mg/km): 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 86, 95, 12, 69 e 44 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$. Os participantes 50 e 91 apresentaram resultados fora do intervalo de $Ref \pm 2s$ e o participante 91 apresentou a maior dispersão.

NO_x (mg/km): 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 81, 76, 86 e 95 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$. O participante 13 apresentou resultado fora do intervalo de $Ref \pm 2s$.

NMHC (mg/km): 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 86, 74, 95 e 69 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$. Os participantes 44, 50 e 91 apresentaram resultados fora do intervalo de $Ref \pm 2s$ e o participante 91 apresentou a maior dispersão.

CH₄ (mg/km): 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 36, 50, 31 e 86 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s.

Aldeídos Totais (mg/km): 13 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 91, 36, 50, 44 e 76 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s. O participante 84 apresentou resultado fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 44 apresentou a maior dispersão.

NMOG 1 (mg/km): 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 86, 74, 95 e 69 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s. Os participantes 50, 44 e 91 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 91 apresentou a maior dispersão.

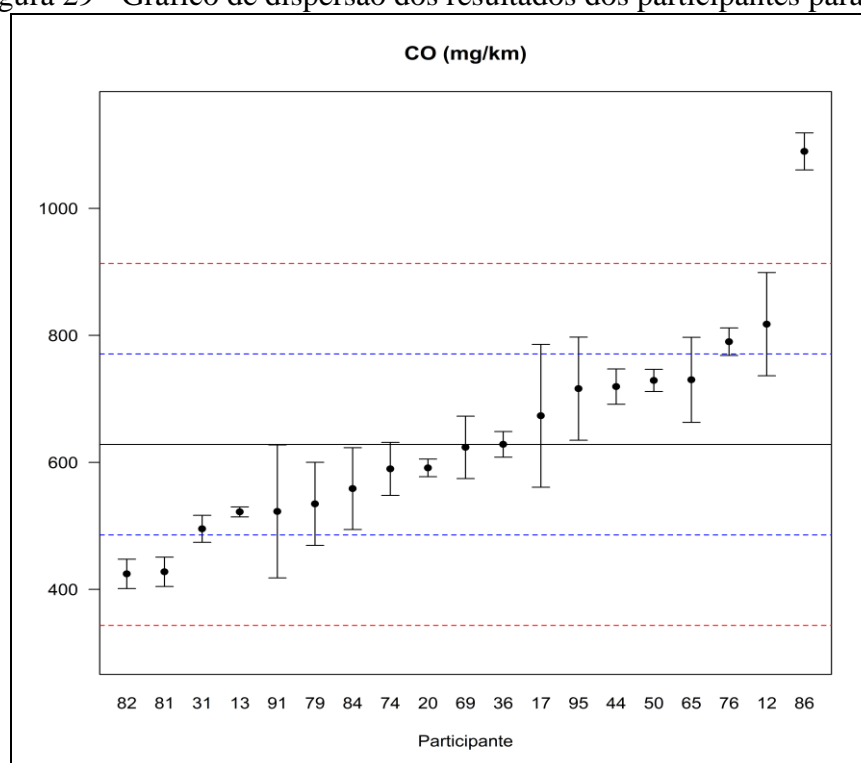
NMOG 2 (mg/km): 12 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 86, 74, 95 e 69 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s. Os participantes 50, 44 e 91 apresentaram resultados fora do intervalo de Ref ± 2s e o participante 91 apresentou a maior dispersão.

Autonomia Urbana (km/l): 13 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 1s. Os participantes 13, 84, 86, 81, 50 e 69 reportaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s.

6.2. Emissões Ciclo Estrada

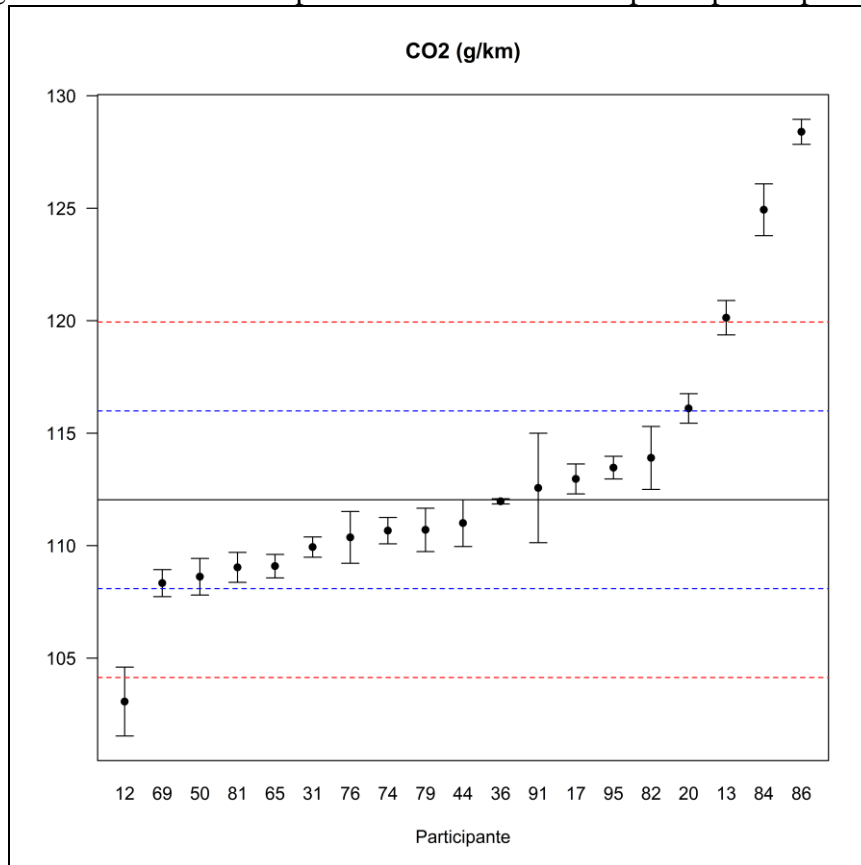
As figuras 29 a 33 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para cada parâmetro de emissões ciclo estrada analisado.

Figura 29 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO



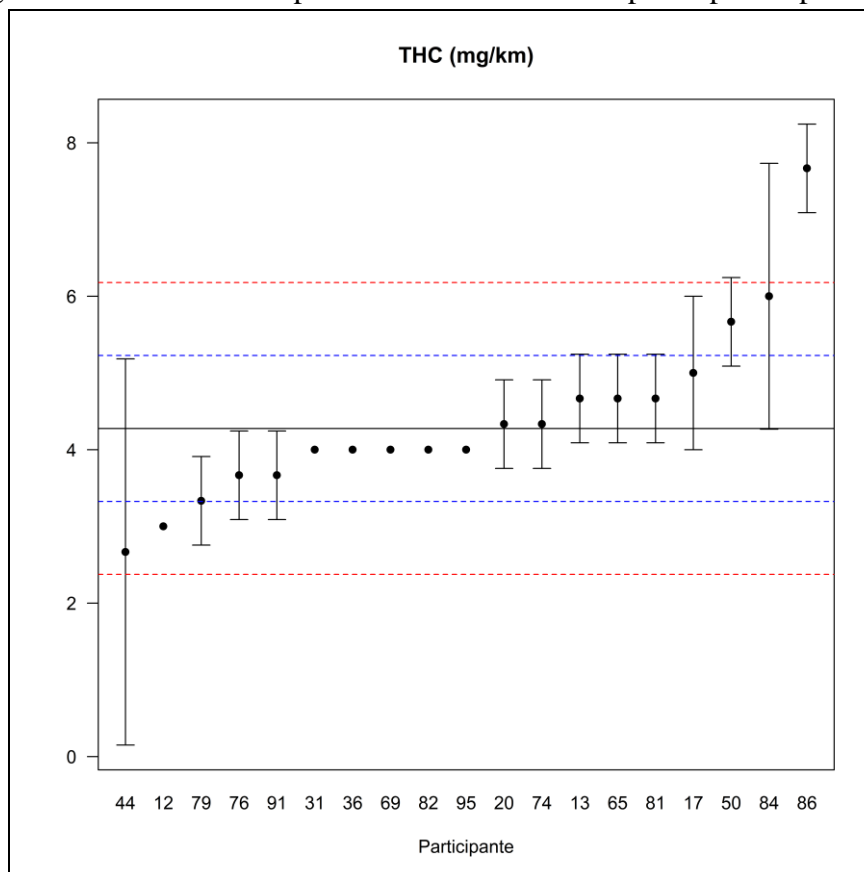
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 30 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂



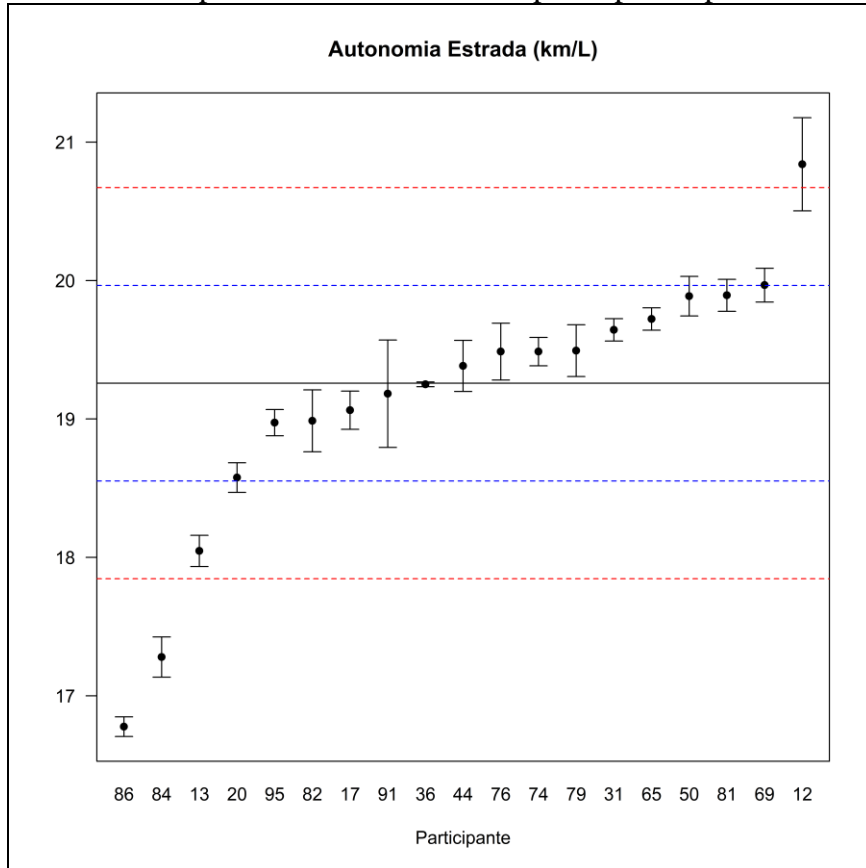
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 31 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC



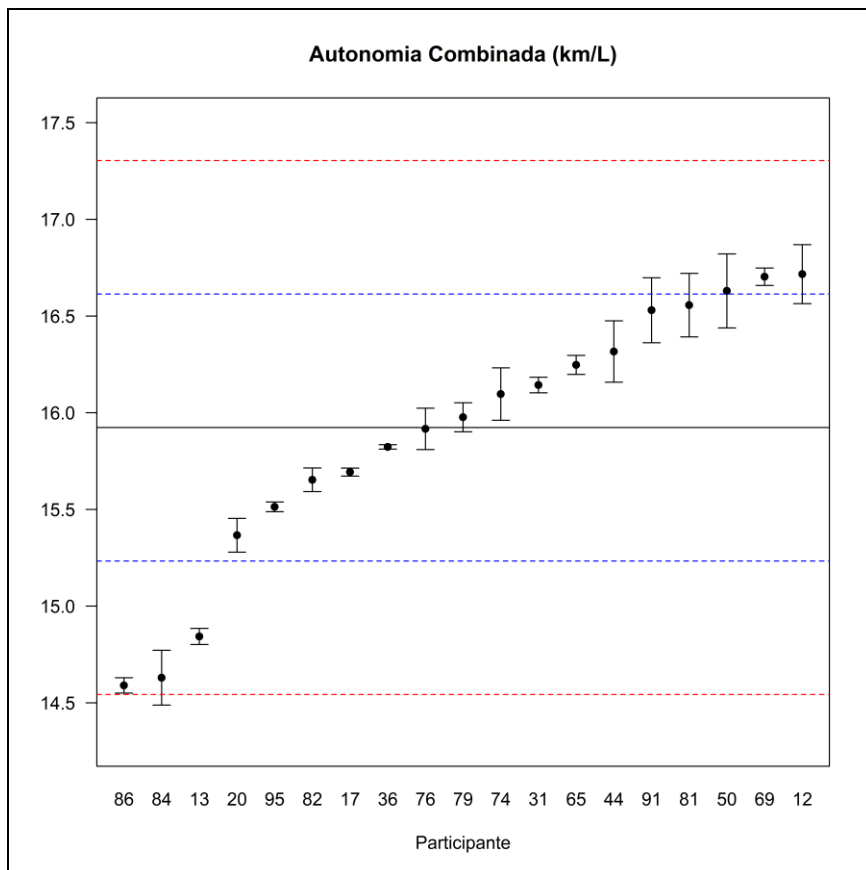
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 32 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Estrada



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 33 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Combinada



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Através dos gráficos, pode-se observar que:

CO (mg/km): 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 1s$. Os participantes 82, 81, 76 e 12 reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$. O participante 86 apresentou resultado fora do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$ e os participantes 91 e 17 apresentaram as maiores dispersões.

CO₂ (g/km): 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 1s$. O participante 20 reportou o resultado dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$ e os participantes 13, 12, 84 e 86 apresentaram resultados fora do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$.

THC (mg/km): 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 1s$. Os participantes 44, 12, 50 e 84 reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$. O participante 86 apresentou resultado fora do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$ e o participante 44 apresentou a maior dispersão.

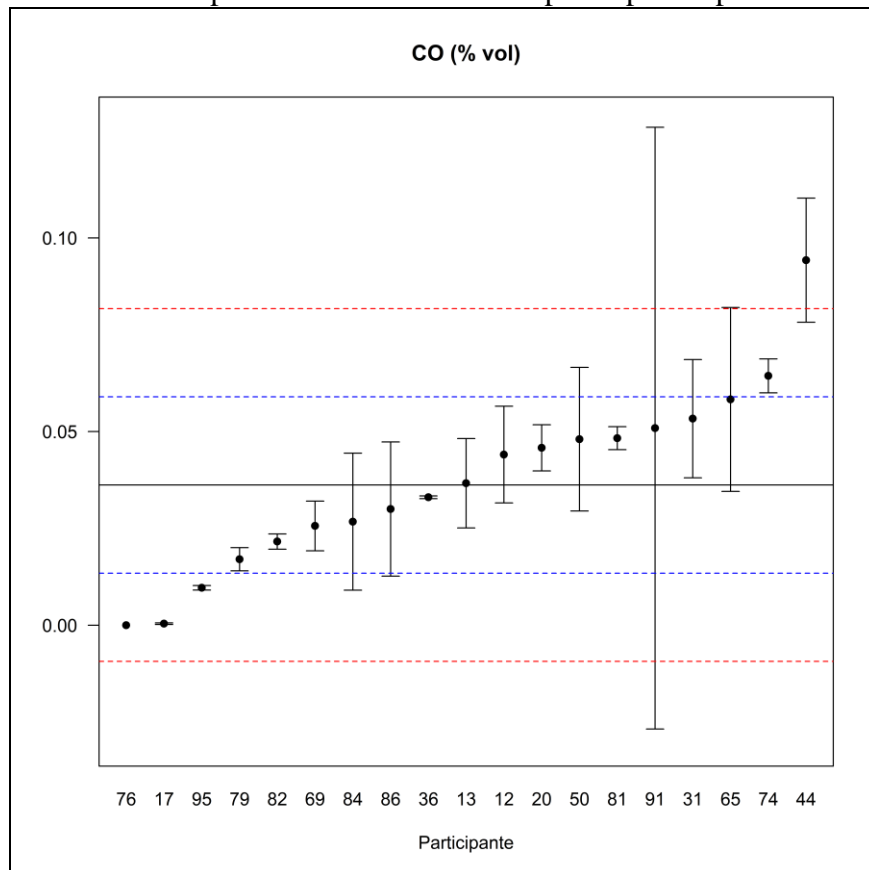
Autonomia Estrada (km/l): 15 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 1s$. O participante 13 reportou o resultado dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$ e os participantes 86, 84 e 12 apresentaram resultados fora do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$.

Autonomia Combinada (km/l): 13 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 1s$. Os participantes 86, 84, 13, 20, 69 e 12 reportaram resultados dentro do intervalo de $\text{Ref} \pm 2s$.

6.3. Marcha Lenta

A figura 34 apresenta graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para o parâmetro CO marcha lenta.

Figura 34 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO Marcha Lenta



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

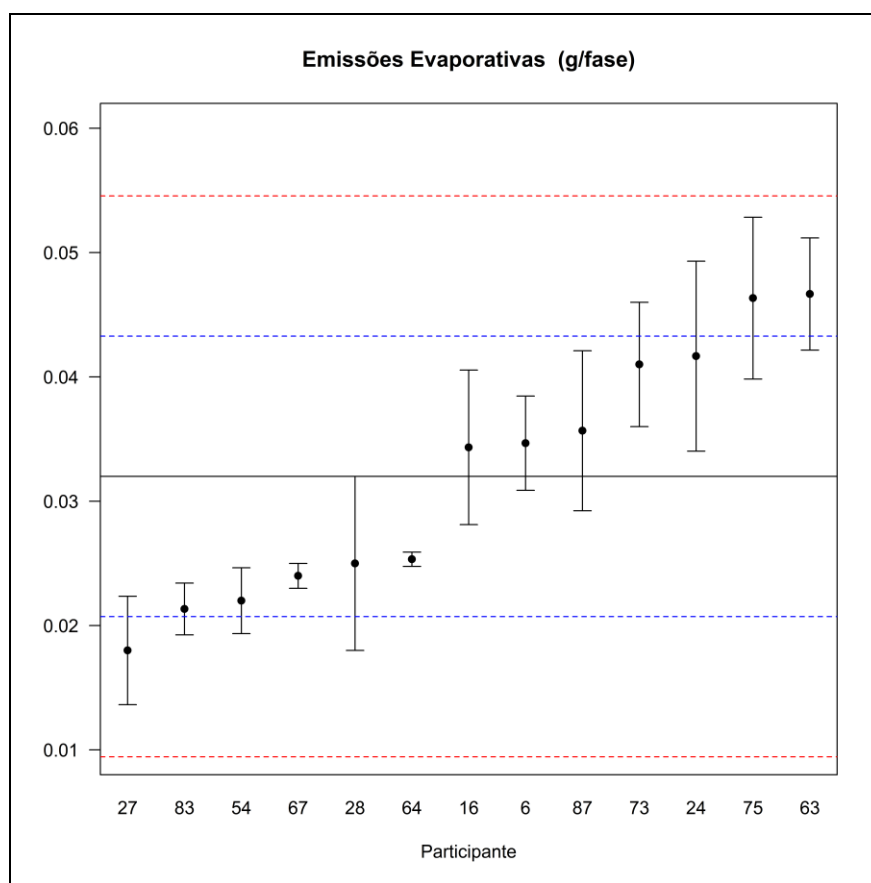
Através do gráfico, pode-se observar que:

Marcha Lenta: 14 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 76, 17, 95 e 74 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$. O participante 44 apresentou resultado fora do intervalo de $Ref \pm 2s$ e o participante 91 apresentou a maior dispersão.

6.4. SHED

A figura 35 apresenta graficamente as médias e os desvios-padrão robustos dos resultados reportados pelos participantes para o parâmetro *SHED* Emissões Evaporativas.

Figura 35 - Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para *SHED* Emissões Evaporativas



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Através do gráfico, pode-se observar que:

SHED: 10 participantes reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 1s$. Os participantes 27, 75 e 63 reportaram resultados dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$.

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 4 e 5 apresentam as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para cada parâmetro analisado de emissões ciclo urbano.

Tabela 4 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CO, CO₂, THC, NO_x e NMHC

| Código | CO (mg/km) | | CO ₂ (g/km) | | THC (mg/km) | | NO _x (mg/km) | | NMHC (mg/km) | |
|--------|------------|---------------|------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão |
| 12 | 2938 | 66 | 146,4 | 1,1 | 38 | 2 | 160 | 10 | 28 | 2 |
| 13 | 1807 | 27 | 165,4 | 0,2 | 36 | 3 | 200 | 9 | 26 | 3 |
| 17 | 1438 | 32 | 156,2 | 0,5 | 29 | 2 | 149 | 8 | 23 | 2 |
| 20 | 1639 | 174 | 158,8 | 1,3 | 33 | 2 | 166 | 6 | 24 | 2 |
| 31 | 1643 | 30 | 151,7 | 0,3 | 32 | 1 | 157 | 7 | 22 | 1 |
| 36 | 1688 | 21 | 154,8 | 0,2 | 29 | 1 | 150 | 3 | 22 | 1 |
| 44 | 1520 | 78 | 148,0 | 2,0 | 42 | 7 | 135 | 7 | 35 | 6 |
| 50 | 1852 | 143 | 146,3 | 1,6 | 47 | 3 | 143 | 9 | 38 | 2 |
| 65 | 1858 | 90 | 150,1 | 0,8 | 31 | 2 | 156 | 14 | 23 | 2 |
| 69 | 1627 | 38 | 145,5 | 1,1 | 39 | 3 | 133 | 10 | 30 | 2 |
| 74 | 1430 | 65 | 152,0 | 1,6 | 27 | 2 | 135 | 12 | 19 | 2 |
| 76 | 1722 | 47 | 154,3 | 1,1 | 36 | 4 | 128 | 10 | 27 | 4 |
| 79 | 1645 | 62 | 153,5 | 0,3 | 30 | 1 | 157 | 16 | 22 | 1 |
| 81 | 1083 | 64 | 148,3 | 2,5 | 31 | 1 | 115 | 2 | 21 | 1 |
| 82 | 1261 | 106 | 156,8 | 0,8 | 31 | 2 | 140 | 2 | 23 | 2 |
| 84 | 1696 | 85 | 164,6 | 2,1 | 30 | 2 | 144 | 19 | 23 | 2 |
| 86 | 2387 | 9 | 161,7 | 0,7 | 26 | 2 | 176 | 9 | 19 | 1 |
| 91 | 1322 | 67 | 149,2 | 0,7 | 300 | 55 | 142 | 8 | 214 | 50 |
| 95 | 1862 | 56 | 158,1 | 0,2 | 26 | 0 | 180 | 5 | 19 | 1 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 5 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CH₄, Aldeídos Totais, NMOG 1, NMOG 2 e Autonomia Urbana

| Código | CH ₄ (mg/km) | | Aldeídos Totais (mg/km) | | NMOG 1 (mg/km) | | NMOG 2 (mg/km) | | Autonomia Urbana (km/L) | |
|--------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão |
| 12 | 10 | 0 | 1,33 | 0,21 | 29 | 1 | 33 | 2 | 14,39 | 0,11 |
| 13 | 10 | 0 | 0,90 | 0,10 | 26 | 3 | 31 | 3 | 12,96 | 0,01 |

| Código | CH4 (mg/km) | | Aldeídos Totais (mg/km) | | NMOG 1 (mg/km) | | NMOG 2 (mg/km) | | Autonomia Urbana (km/L) | |
|--------|-------------|---------------|-------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão |
| 17 | 8 | 0 | 0,87 | 0,10 | 23 | 2 | 27 | 2 | 13,71 | 0,03 |
| 20 | 9 | 0 | 0,82 | 0,04 | 23 | 2 | 28 | 3 | 13,47 | 0,13 |
| 31 | 11 | 1 | 0,73 | 0,02 | 22 | 1 | 26 | 1 | 14,09 | 0,03 |
| 36 | 7 | 1 | 0,57 | 0,01 | 22 | 2 | 27 | 2 | 13,80 | 0,02 |
| 44 | 9 | 1 | 2,00 | 0,75 | 36 | 6 | 42 | 7 | 14,45 | 0,20 |
| 50 | 10 | 1 | 1,90 | 0,26 | 39 | 2 | 46 | 3 | 14,61 | 0,17 |
| 65 | 8 | 1 | 0,71 | 0,05 | 23 | 2 | 28 | 2 | 14,20 | 0,06 |
| 69 | 10 | 0 | 1,33 | 0,02 | 31 | 2 | 35 | 3 | 14,74 | 0,10 |
| 74 | 8 | 0 | 0,65 | 0,09 | 19 | 2 | 23 | 2 | 14,09 | 0,15 |
| 76 | 9 | 0 | 2,32 | 0,34 | 28 | 3 | 32 | 4 | 13,84 | 0,09 |
| 79 | 8 | 0 | 1,27 | 0,03 | 22 | 1 | 26 | 2 | 13,92 | 0,03 |
| 81 | 9 | 1 | 0,87 | 0,16 | 22 | 0 | 25 | 1 | 14,56 | 0,25 |
| 82 | 9 | 0 | 1,26 | 0,28 | 24 | 2 | 27 | 2 | 13,69 | 0,06 |
| 84 | 8 | 0 | 4,65 | 0,30 | 28 | 1 | 28 | 2 | 13,00 | 0,17 |
| 86 | 11 | 0 | 0,93 | 0,12 | 18 | 1 | 22 | 1 | 13,19 | 0,06 |
| 91 | 9 | 1 | 0,48 | 0,08 | 211 | 48 | 254 | 59 | 14,36 | 0,07 |
| 95 | 8 | 0 | 1,43 | 0,15 | 19 | 0 | 23 | 1 | 13,50 | 0,01 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

7.1.2. Emissões Ciclo Estrada

A tabela 6 apresenta as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para os parâmetros CO (mg/km), CO₂ (g/km), THC (mg/km), Autonomia Estrada (km/L) e Autonomia Combinada (km/L).

Tabela 6 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CO, CO₂, THC, Autonomia Estrada e Autonomia Combinada

| Código | CO (mg/km) | | CO ₂ (g/km) | | THC (mg/km) | | Autonomia Estrada (km/L) | | Autonomia Combinada (km/L) | |
|--------|------------|---------------|------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão |
| 12 | 818 | 81 | 103,1 | 1,5 | 3 | 0 | 20,84 | 0,34 | 16,72 | 0,15 |
| 13 | 522 | 8 | 120,1 | 0,8 | 5 | 1 | 18,05 | 0,11 | 14,84 | 0,04 |
| 17 | 673 | 113 | 113,0 | 0,7 | 5 | 1 | 19,06 | 0,14 | 15,69 | 0,02 |
| 20 | 591 | 14 | 116,1 | 0,7 | 5 | 1 | 18,58 | 0,11 | 15,37 | 0,09 |
| 31 | 495 | 21 | 109,9 | 0,5 | 4 | 0 | 19,64 | 0,08 | 16,14 | 0,04 |
| 36 | 628 | 20 | 112,0 | 0,1 | 4 | 0 | 19,25 | 0,02 | 15,82 | 0,01 |
| 44 | 719 | 28 | 111,0 | 1,0 | 3 | 3 | 19,38 | 0,18 | 16,32 | 0,16 |
| 50 | 729 | 17 | 108,6 | 0,8 | 6 | 1 | 19,89 | 0,14 | 16,63 | 0,19 |
| 65 | 730 | 67 | 109,1 | 0,5 | 5 | 1 | 19,72 | 0,08 | 16,25 | 0,05 |

| Código | CO (mg/km) | | CO ₂ (g/km) | | THC (mg/km) | | Autonomia Estrada (km/L) | | Autonomia Combinada (km/L) | |
|--------|------------|---------------|------------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão | Média | Desvio-padrão |
| 69 | 624 | 49 | 108,3 | 0,6 | 4 | 0 | 19,97 | 0,12 | 16,70 | 0,05 |
| 74 | 590 | 42 | 110,7 | 0,6 | 4 | 1 | 19,49 | 0,10 | 16,10 | 0,14 |
| 76 | 790 | 22 | 110,4 | 1,2 | 4 | 1 | 19,49 | 0,21 | 15,92 | 0,11 |
| 79 | 535 | 65 | 110,7 | 1,0 | 3 | 1 | 19,49 | 0,19 | 15,98 | 0,08 |
| 81 | 428 | 23 | 109,0 | 0,7 | 5 | 1 | 19,89 | 0,12 | 16,56 | 0,16 |
| 82 | 424 | 23 | 113,9 | 1,4 | 4 | 0 | 18,99 | 0,22 | 15,65 | 0,06 |
| 84 | 559 | 64 | 124,9 | 1,2 | 6 | 2 | 17,28 | 0,15 | 14,63 | 0,14 |
| 86 | 1090 | 29 | 128,4 | 0,6 | 8 | 1 | 16,78 | 0,07 | 14,59 | 0,04 |
| 91 | 523 | 105 | 112,6 | 2,4 | 4 | 1 | 19,18 | 0,39 | 16,53 | 0,17 |
| 95 | 716 | 81 | 113,5 | 0,5 | 4 | 0 | 18,97 | 0,10 | 15,51 | 0,03 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

7.1.3. Marcha Lenta - CO (% vol)

A tabela 7 apresenta as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para o parâmetro CO (% vol) Marcha Lenta.

Tabela 7– Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro CO - Marcha Lenta

| Código | CO (% vol.) | |
|--------|-------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão |
| 12 | 0,0441 | 0,0125 |
| 13 | 0,0367 | 0,0115 |
| 17 | 0,0004 | 0,0002 |
| 20 | 0,0458 | 0,0060 |
| 31 | 0,0533 | 0,0153 |
| 36 | 0,0330 | 0,0004 |
| 44 | 0,0943 | 0,0160 |
| 50 | 0,0480 | 0,0185 |
| 65 | 0,0583 | 0,0238 |
| 69 | 0,0256 | 0,0064 |
| 74 | 0,0644 | 0,0044 |
| 76 | 0,0000 | 0,0000 |
| 79 | 0,0170 | 0,0030 |
| 81 | 0,0483 | 0,0030 |
| 82 | 0,0216 | 0,0020 |
| 84 | 0,0267 | 0,0177 |
| 86 | 0,0300 | 0,0173 |
| 91 | 0,0509 | 0,0777 |
| 95 | 0,0097 | 0,0006 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

7.1.4. SHED - Emissões Evaporativas (g/fase)

A tabela 8 apresenta as médias das replicatas e os desvios-padrão de cada participante para o parâmetro Emissões Evaporativas - SHED.

Tabela 8– Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro Emissões Evaporativas - SHED

| Código | Emissões Evaporativas (g/fase) | |
|--------|--------------------------------|---------------|
| | Média | Desvio-padrão |
| 06 | 0,035 | 0,004 |
| 16 | 0,034 | 0,006 |
| 24 | 0,042 | 0,008 |
| 27 | 0,018 | 0,004 |
| 28 | 0,025 | 0,007 |
| 54 | 0,022 | 0,003 |
| 63 | 0,047 | 0,005 |
| 64 | 0,025 | 0,001 |
| 67 | 0,024 | 0,001 |
| 73 | 0,041 | 0,005 |
| 75 | 0,046 | 0,007 |
| 83 | 0,021 | 0,002 |
| 87 | 0,036 | 0,006 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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. Nas tabelas 9 e 10 e nas figuras de 36 a 45 estão apresentados estes resultados.

Tabela 9 – Valores de índice z para os parâmetros CO, CO₂, THC, NO_x e NMHC – Ciclo Urbano

| Código | CO (mg/km) | CO ₂ (g/km) | THC (mg/km) | NO _x (mg/km) | NMHC (mg/km) |
|--------|------------|------------------------|-------------|-------------------------|--------------|
| | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z |
| 12 | 4,75 | -1,11 | 1,03 | 0,52 | 1,00 |
| 13 | 0,58 | 1,83 | 0,67 | 2,59 | 0,53 |
| 17 | -0,79 | 0,41 | -0,59 | -0,04 | -0,24 |
| 20 | -0,04 | 0,80 | 0,07 | 0,85 | -0,09 |
| 31 | -0,03 | -0,30 | -0,05 | 0,36 | -0,47 |
| 36 | 0,14 | 0,19 | -0,59 | -0,02 | -0,40 |
| 44 | -0,48 | -0,87 | 1,76 | -0,80 | 2,62 |
| 50 | 0,74 | -1,12 | 2,66 | -0,38 | 3,17 |

| Código | CO (mg/km) | CO ₂ (g/km) | THC (mg/km) | NO _x (mg/km) | NMHC (mg/km) |
|--------|------------|------------------------|-------------|-------------------------|--------------|
| | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z |
| 65 | 0,76 | -0,54 | -0,29 | 0,33 | -0,16 |
| 69 | -0,09 | -1,25 | 1,22 | -0,90 | 1,31 |
| 74 | -0,82 | -0,25 | -1,01 | -0,80 | -1,17 |
| 76 | 0,26 | 0,10 | 0,55 | -1,13 | 0,61 |
| 79 | -0,02 | -0,01 | -0,47 | 0,38 | -0,55 |
| 81 | -2,10 | -0,82 | -0,35 | -1,83 | -0,63 |
| 82 | -1,44 | 0,49 | -0,35 | -0,50 | -0,24 |
| 84 | 0,17 | 1,70 | -0,41 | -0,31 | -0,16 |
| 86 | 2,72 | 1,25 | -1,25 | 1,37 | -1,25 |
| 91 | -1,21 | -0,67 | 48,20 | -0,43 | 44,20 |
| 95 | 0,78 | 0,70 | -1,19 | 1,54 | -1,09 |

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

* Resultado insatisfatório

Tabela 10 – Valores de índice z para os parâmetros CH₄, Aldeídos Totais, NMOG 1, NMOG 2 e Autonomia Urbana – Ciclo Urbano

| Código | CH ₄ (mg/km) | Aldeídos Totais (mg/km) | NMOG 1 (mg/km) | NMOG 2 (mg/km) | Autonomia Urbana (km/L) |
|--------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|-------------------------|
| | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z |
| 12 | 0,85 | 0,29 | 0,87 | 0,97 | 0,77 |
| 13 | 0,85 | -0,45 | 0,34 | 0,55 | -1,62 |
| 17 | -0,86 | -0,50 | -0,39 | -0,30 | -0,37 |
| 20 | 0,00 | -0,59 | -0,39 | -0,04 | -0,78 |
| 31 | 1,42 | -0,74 | -0,52 | -0,50 | 0,26 |
| 36 | -1,43 | -1,01 | -0,52 | -0,30 | -0,22 |
| 44 | -0,29 | 1,42 | 2,33 | 2,64 | 0,87 |
| 50 | 1,13 | 1,25 | 2,79 | 3,50 | 1,14 |
| 65 | -0,57 | -0,77 | -0,32 | -0,17 | 0,45 |
| 69 | 0,85 | 0,27 | 1,20 | 1,30 | 1,35 |
| 74 | -0,86 | -0,88 | -1,12 | -1,17 | 0,27 |
| 76 | 0,00 | 1,97 | 0,67 | 0,63 | -0,15 |
| 79 | -0,86 | 0,17 | -0,46 | -0,57 | -0,01 |
| 81 | 0,28 | -0,51 | -0,52 | -0,64 | 1,06 |
| 82 | 0,00 | 0,15 | -0,13 | -0,24 | -0,41 |
| 84 | -0,86 | 5,93 | 0,67 | -0,17 | -1,56 |
| 86 | 1,70 | -0,40 | -1,25 | -1,24 | -1,24 |
| 91 | -0,29 | -1,16 | 37,12 | 45,26 | 0,72 |
| 95 | -0,86 | 0,46 | -1,12 | -1,10 | -0,73 |

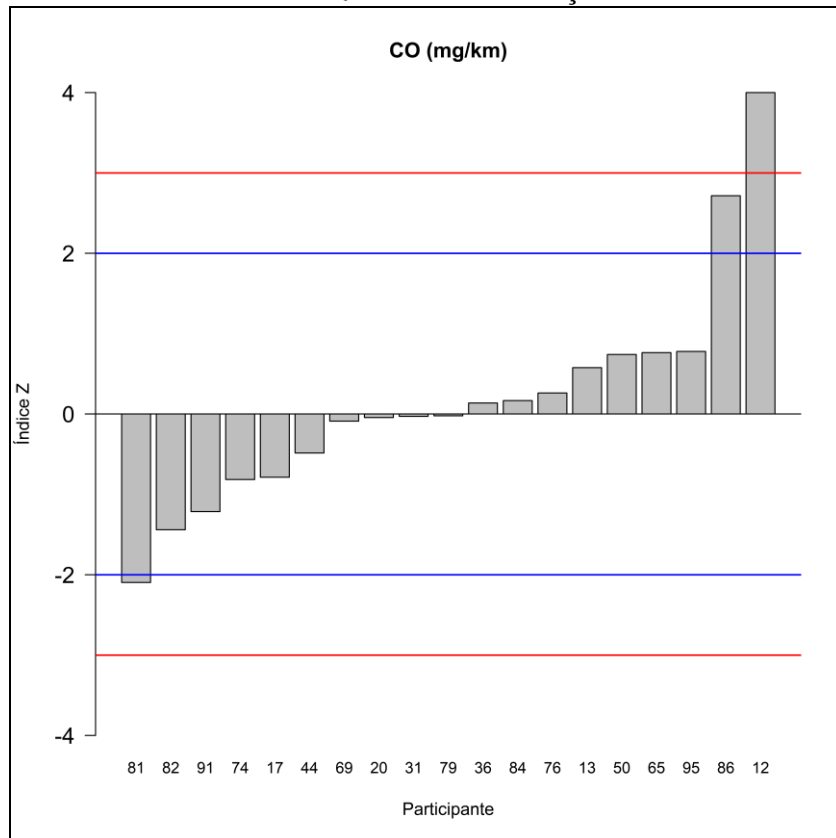
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

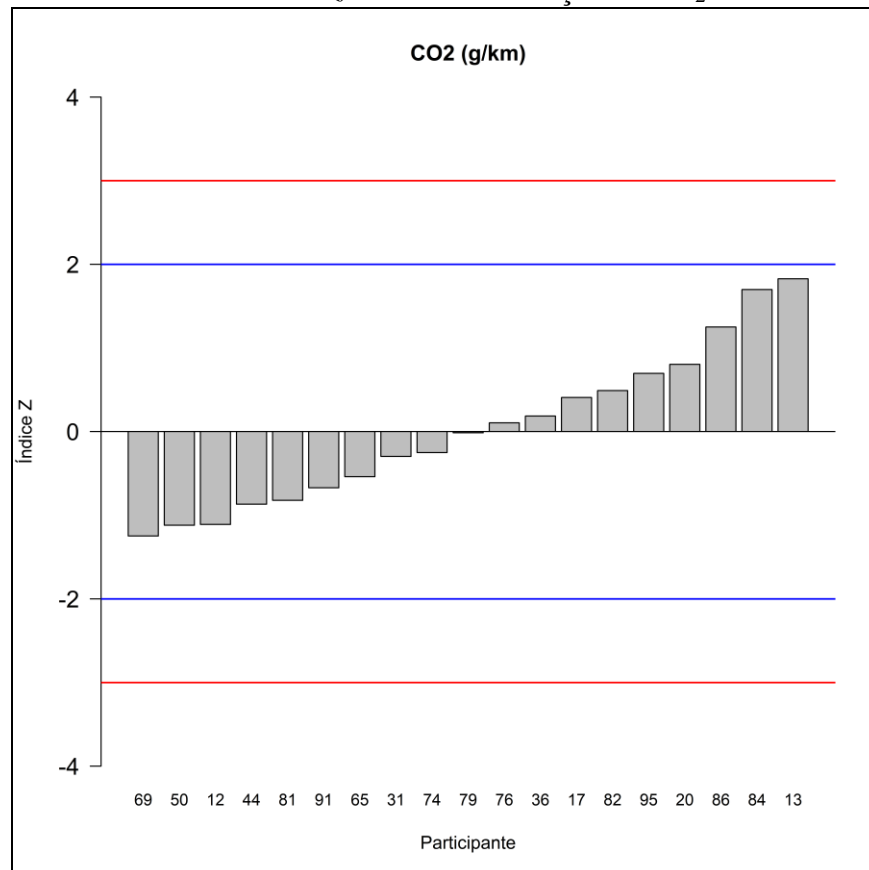
* Resultado insatisfatório

Figura 36 – Gráfico do índice z referente à medição de CO – Ciclo Urbano



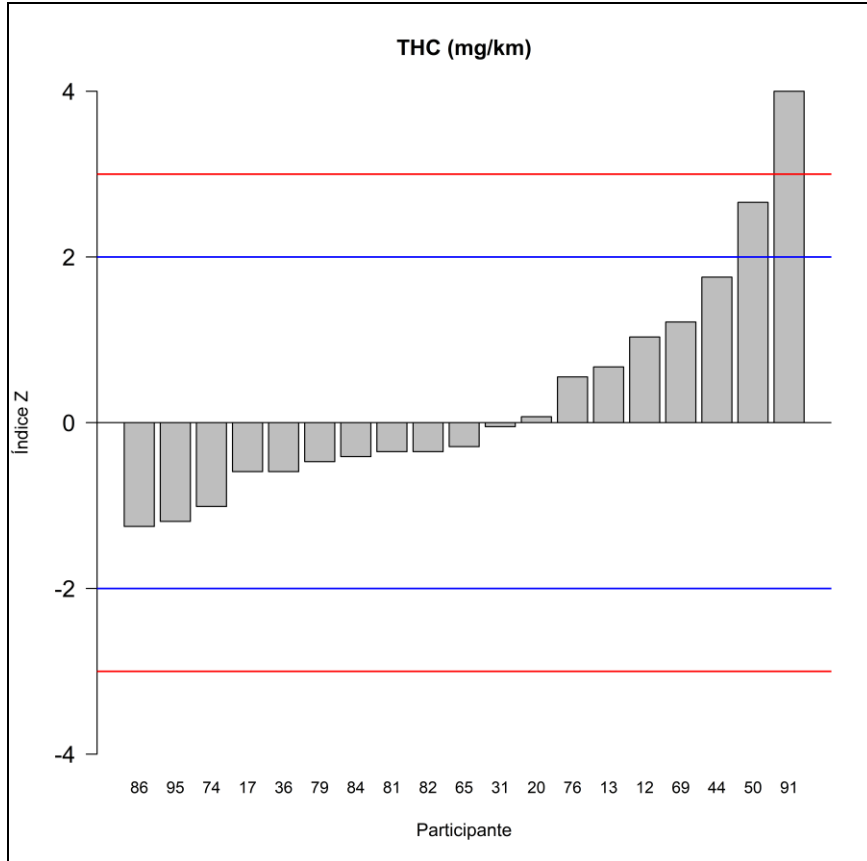
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 37 – Gráfico do índice z referente à medição de CO₂ – Ciclo Urbano



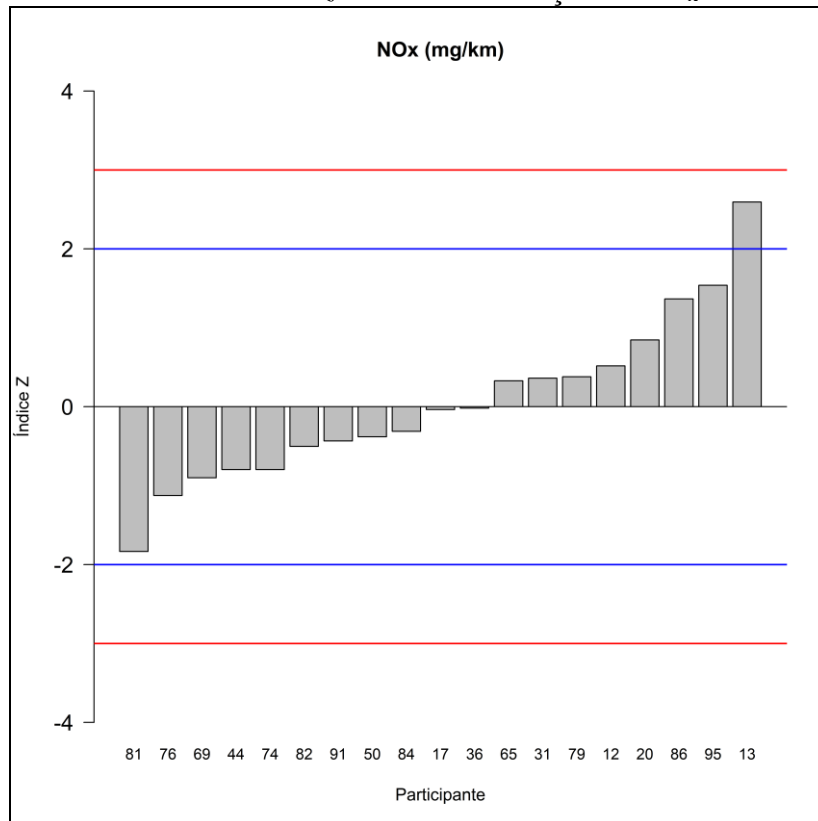
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 38 – Gráfico do índice z referente à medição de THC – Ciclo Urbano



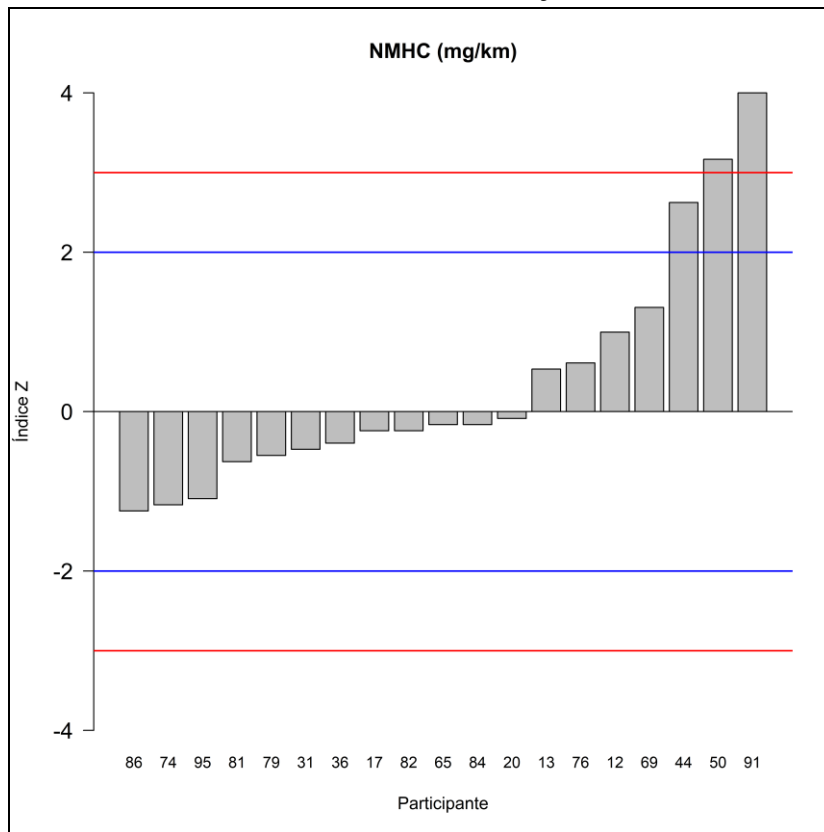
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 39 – Gráfico do índice z referente à medição de NO_x – Ciclo Urbano



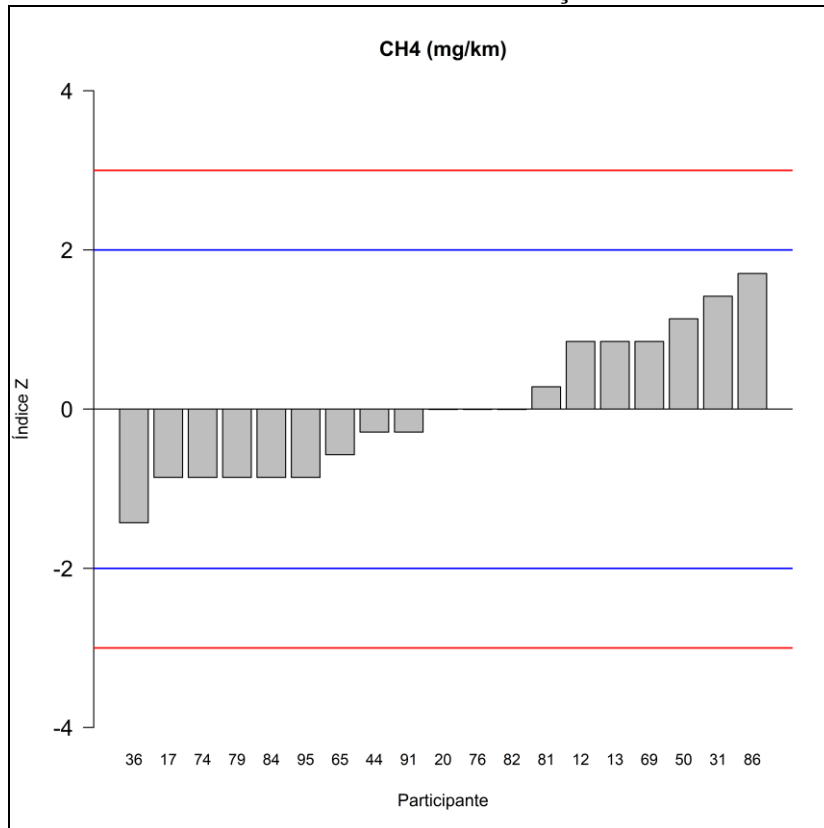
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 40 – Gráfico do índice z referente à medição de NMHC - Ciclo Urbano



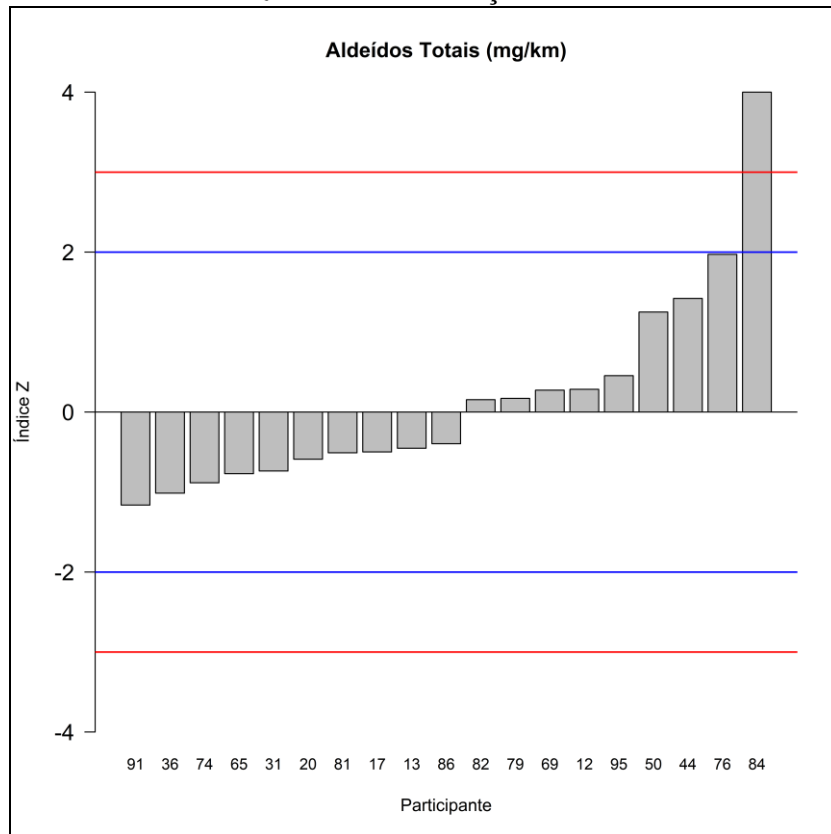
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 41 – Gráfico do índice z referente à medição de CH₄ - Ciclo Urbano



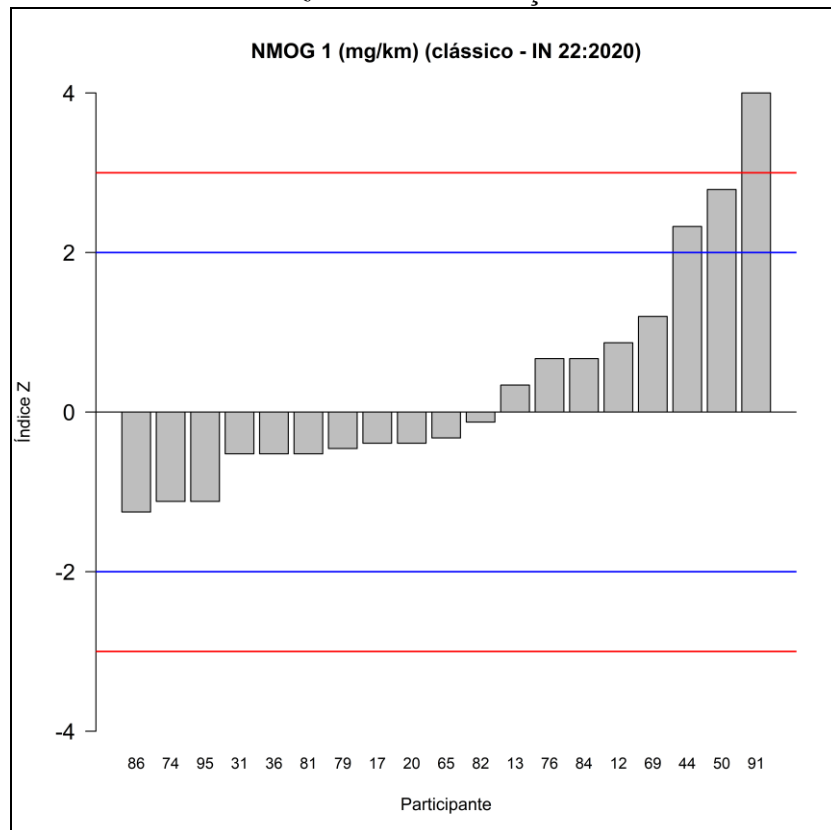
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 42 – Gráfico do índice z referente à medição de Aldeídos Totais - Ciclo Urbano



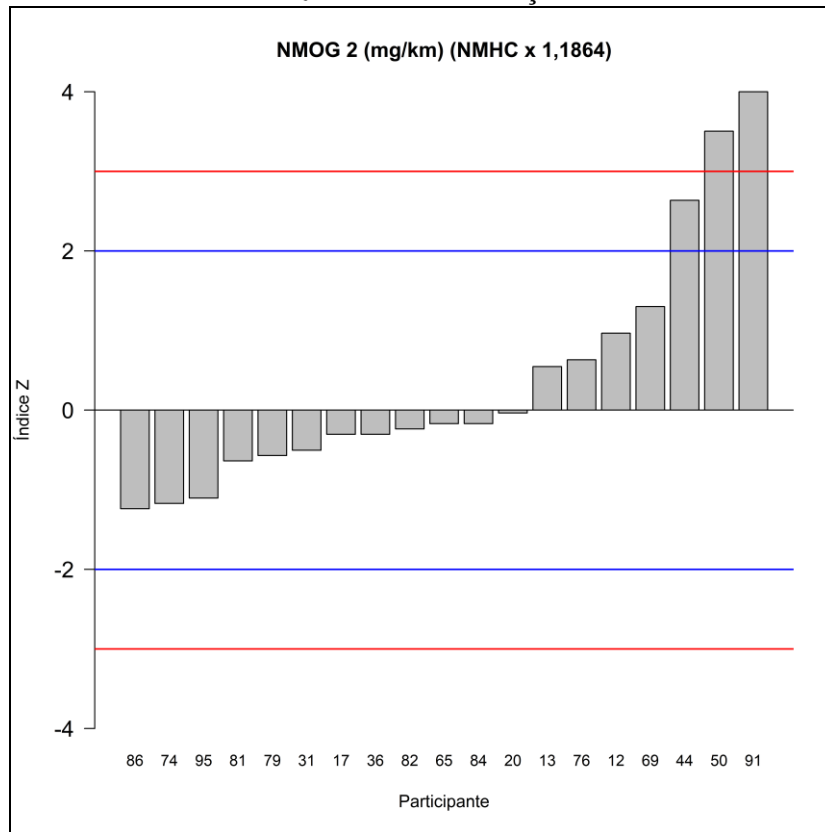
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 43 – Gráfico do índice z referente à medição de NMOG 1 - Ciclo Urbano



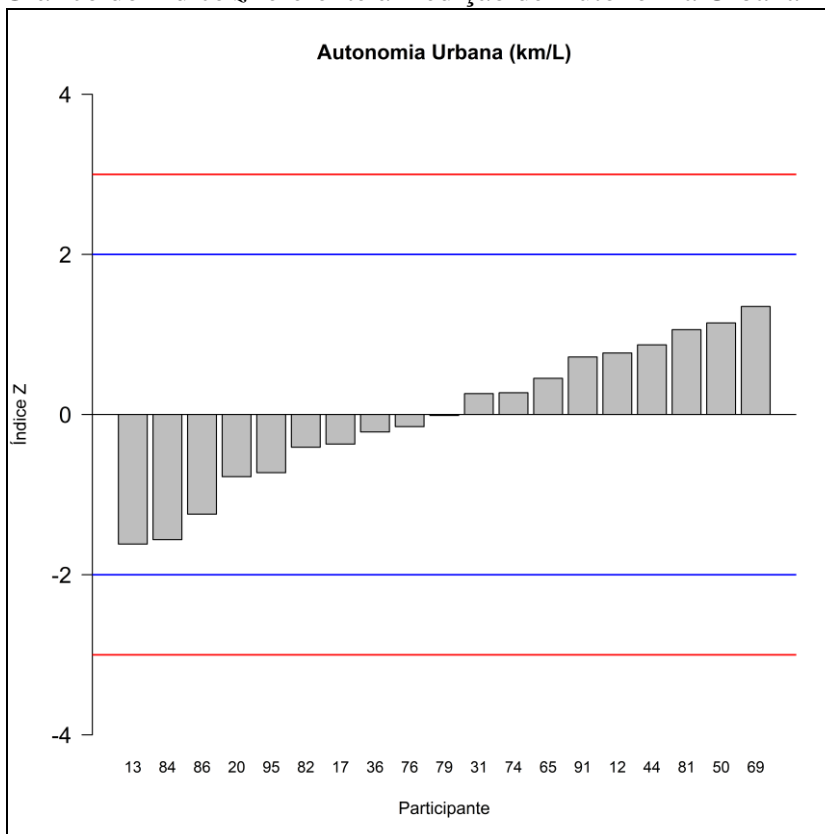
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 44 – Gráfico do índice z referente à medição de NMOG 2 - Ciclo Urbano



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 45 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Urbana - Ciclo Urbano



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

CO (mg/km): 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios. Os participantes 81 e 86 apresentaram resultados questionáveis e o participante 12 apresentou resultado insatisfatório.

CO₂ (g/km): 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios.

THC (mg/km): 17 participantes apresentaram resultados satisfatórios. O participante 50 apresentou resultado questionável e o participante 91 apresentou resultado insatisfatório.

NO_x (mg/km): 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 13 apresentou resultado questionável.

NMHC (mg/km): 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios. O participante 44 apresentou resultado questionável e os participantes 50 e 91 apresentaram resultados insatisfatórios.

CH₄ (mg/km): 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios.

Aldeídos Totais (mg/km): 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 84 apresentou resultado insatisfatório.

NMOG 1 (mg/km): 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios. Os participantes 44 e 50 apresentaram resultados questionáveis e o participante 91 apresentou resultado insatisfatório.

NMOG 2 (mg/km): 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios. O participante 44 apresentou resultado questionável e os participantes 50 e 91 apresentaram resultados insatisfatórios.

Autonomia Urbana (km/l): 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios.

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 11 e nas figuras de 46 a 50 estão apresentados estes resultados.

Tabela 11 – Valores de índice z para os parâmetros CO, CO₂, THC, Autonomia Estrada e Autonomia Combinada – Ciclo Estrada

| Código | CO (mg/km) | CO ₂ (g/km) | THC (mg/km) | Autonomia Estrada (km/L) | Autonomia Combinada (km/L) |
|--------|------------|------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z |
| 12 | 1,33 | -2,27 | -1,34 | 2,24 | 1,15 |
| 13 | -0,75 | 2,05 | 0,41 | -1,72 | -1,57 |
| 17 | 0,32 | 0,24 | 0,76 | -0,28 | -0,33 |
| 20 | -0,26 | 1,03 | 0,06 | -0,96 | -0,81 |
| 31 | -0,93 | -0,53 | -0,29 | 0,54 | 0,32 |
| 36 | 0,00 | -0,02 | -0,29 | -0,01 | -0,15 |
| 44 | 0,64 | -0,26 | -1,69 | 0,18 | 0,57 |
| 50 | 0,71 | -0,87 | 1,46 | 0,89 | 1,02 |
| 65 | 0,71 | -0,75 | 0,41 | 0,66 | 0,47 |

| Código | CO (mg/km) | CO ₂ (g/km) | THC (mg/km) | Autonomia Estrada (km/L)) | Autonomia Combinada (km/L) |
|--------|-------------|------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|
| | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z | Índice z |
| 69 | -0,03 | -0,94 | -0,29 | 1,00 | 1,13 |
| 74 | -0,27 | -0,35 | 0,06 | 0,32 | 0,25 |
| 76 | 1,14 | -0,42 | -0,64 | 0,32 | -0,01 |
| 79 | -0,66 | -0,34 | -0,99 | 0,33 | 0,08 |
| 81 | -1,41 | -0,76 | 0,41 | 0,90 | 0,92 |
| 82 | -1,43 | 0,47 | -0,29 | -0,38 | -0,39 |
| 84 | -0,49 | 3,26 | 1,81 | -2,80 | -1,87 |
| 86 | 3,24 | 4,14 | 3,57 | -3,51 | -1,93 |
| 91 | -0,74 | 0,13 | -0,64 | -0,11 | 0,88 |
| 95 | 0,62 | 0,36 | -0,29 | -0,40 | -0,59 |

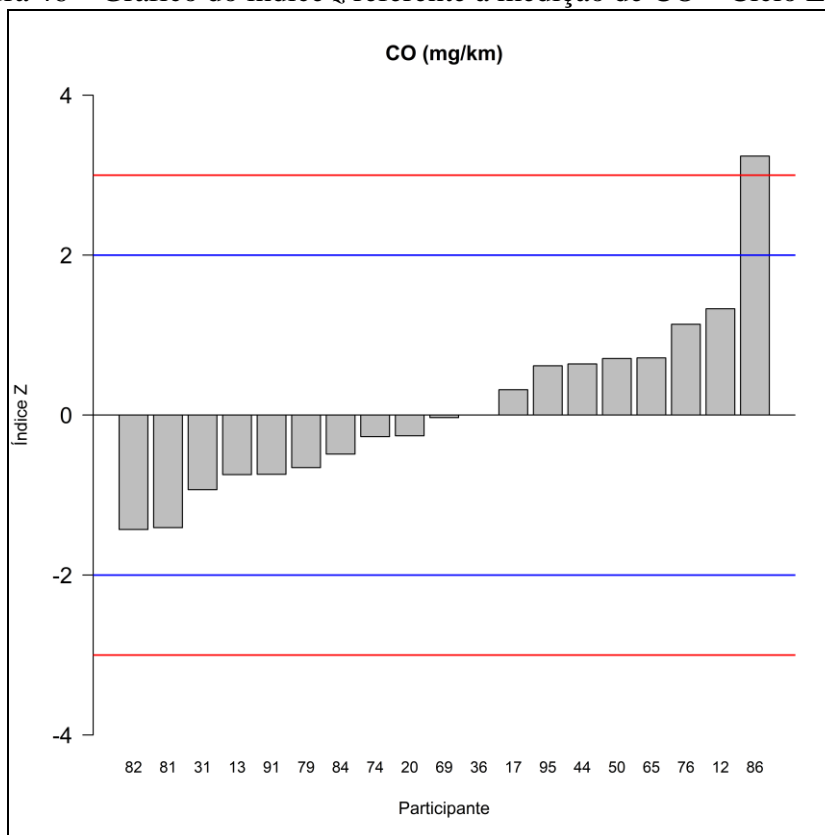
Fonte: Dimci/Dimqt/Lafiq

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

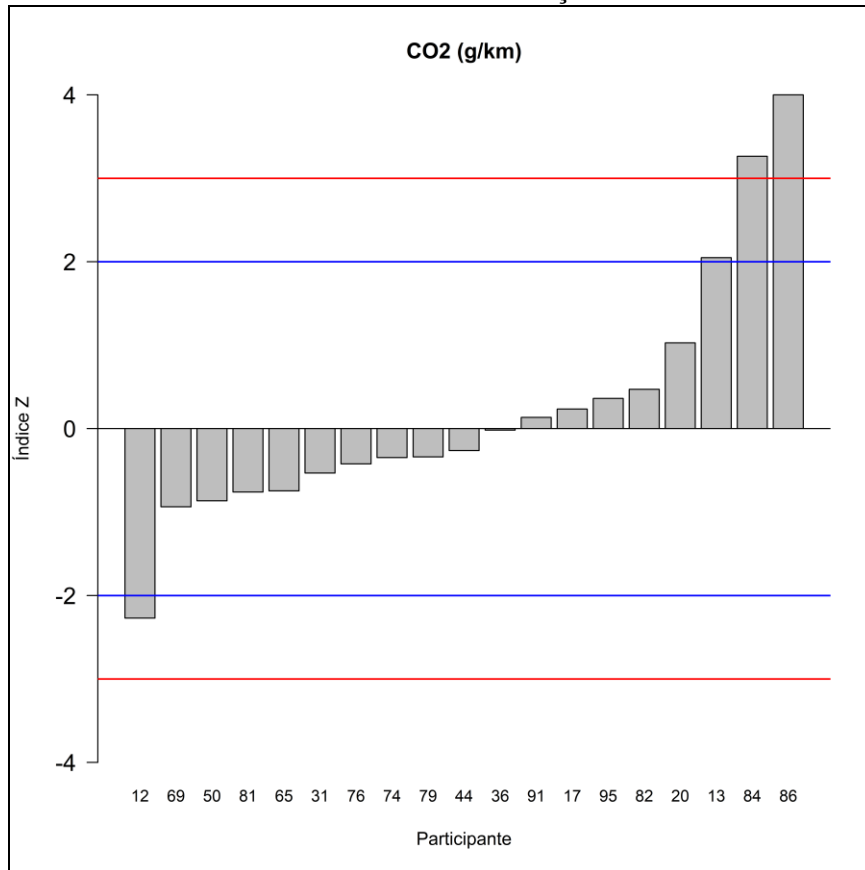
* Resultado insatisfatório

Figura 46 – Gráfico do índice z referente à medição de CO – Ciclo Estrada



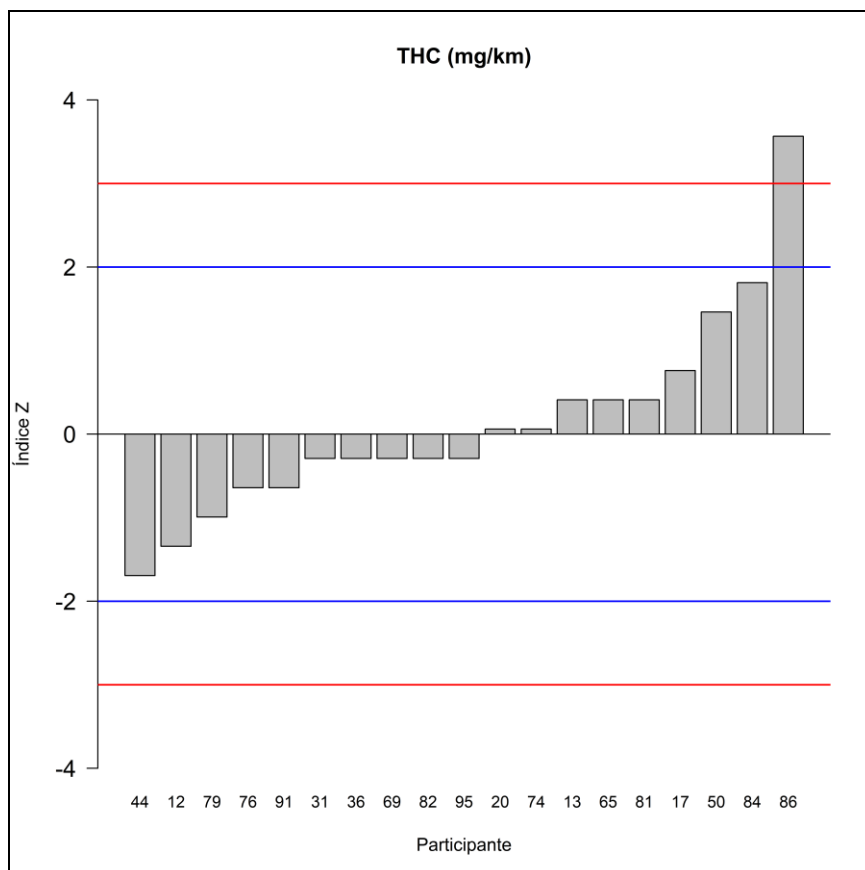
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 47 – Gráfico do índice z referente à medição de CO₂ – Ciclo Estrada



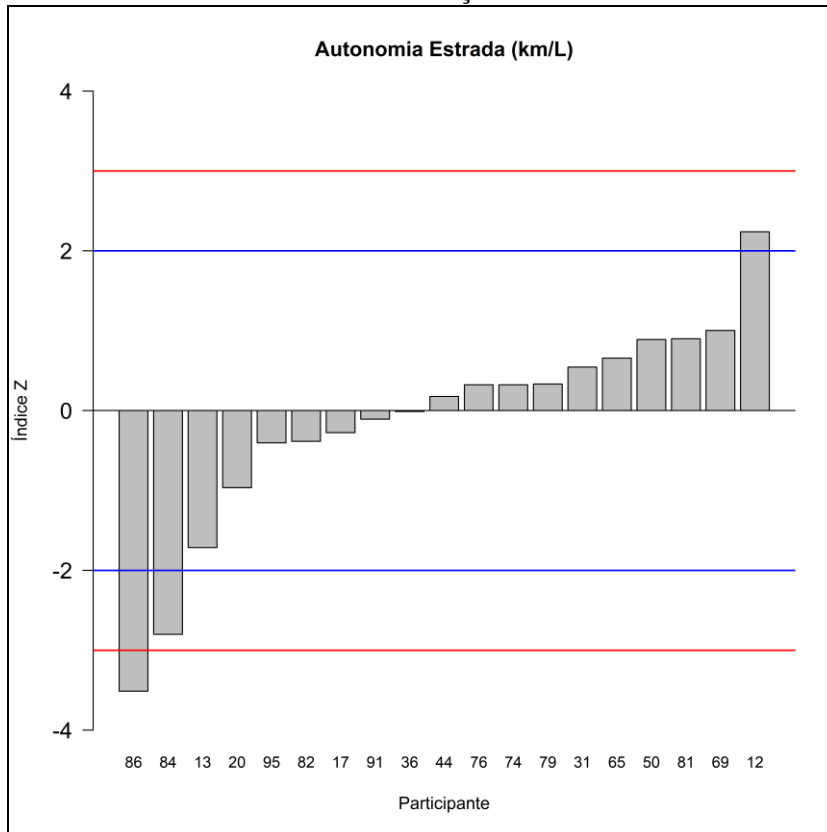
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 48 – Gráfico do índice z referente à medição de THC – Ciclo Estrada



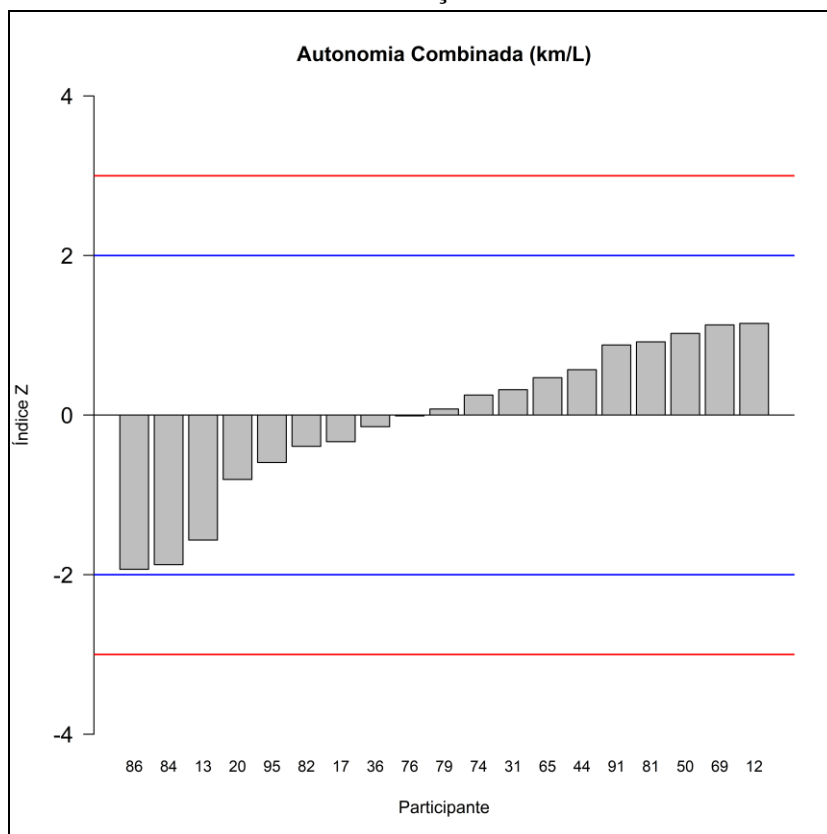
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 49 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Estrada – Ciclo Estrada



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Figura 50 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Combinada - Ciclo Estrada



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

CO Estrada (mg/km): 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 86 apresentou resultado insatisfatório.

CO₂ Estrada (g/km): 15 participantes apresentaram resultados satisfatórios. Os participantes 12 e 13 apresentaram resultados questionáveis e os participantes 84 e 86 apresentaram resultados insatisfatórios.

THC (mg/km): 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 86 apresentou resultado insatisfatório.

Autonomia Estrada (km/l): 16 participantes apresentaram resultados satisfatórios. Os participantes 12 e 84 apresentaram resultados questionáveis e o participante 86 apresentou resultado insatisfatório.

Autonomia Combinada (km/l): 19 participantes apresentaram resultados satisfatórios.

7.2.3. Marcha Lenta - CO (% vol.) - 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 Marcha lenta CO (% vol.). Na tabela 12 e na figura 51 estão apresentados estes resultados.

Tabela 12 – Valores de índice z para o parâmetro Marcha lenta CO (% vol.)

| Código | CO (% vol.) |
|--------|----------------|
| | Índice z |
| 12 | 0,35 |
| 13 | 0,02 |
| 17 | -1,57 |
| 20 | 0,42 |
| 31 | 0,75 |
| 36 | -0,14 |
| 44 | 2,55 |
| 50 | 0,52 |
| 65 | 0,97 |
| 69 | -0,46 |
| 74 | 1,24 |
| 76 | -1,59 |
| 79 | -0,84 |
| 81 | 0,53 |
| 82 | -0,64 |
| 84 | -0,42 |
| 86 | -0,27 |
| 91 | 0,65 |

| Código | CO (% vol.) |
|--------|----------------|
| | Índice z |
| 95 | -1,17 |

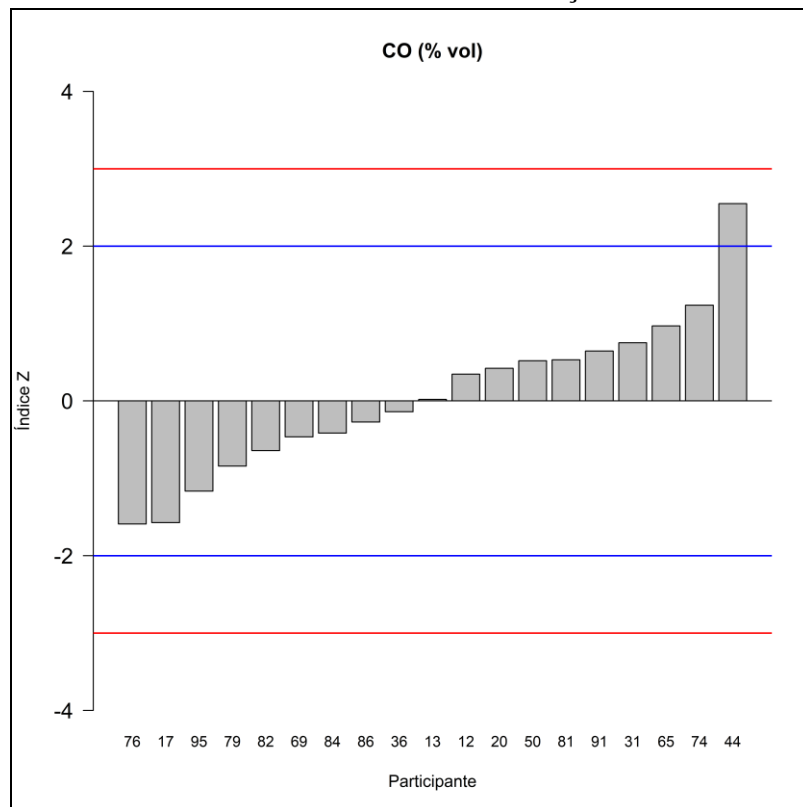
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

* Resultado insatisfatório

Figura 51 – Gráfico do índice z referente à medição de Marcha lenta CO



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

Marcha Lenta: 18 participantes apresentaram resultados satisfatórios e o participante 44 apresentou resultado questionável.

7.2.4. SHED – Emissões Evaporativas (g/phase) - 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 SHED – Emissões Evaporativas (g/fase). Na tabela 13 e na figura 52 estão apresentados estes resultados.

Tabela 13 – Valores de índice z para o parâmetro *SHED* (g/fase)

| Código | Emissões Evaporativas (g/fase) |
|--------|--------------------------------|
| | Índice z |
| 06 | 0,24 |
| 16 | 0,21 |
| 24 | 0,86 |
| 27 | -1,24 |
| 28 | -0,62 |
| 54 | -0,89 |
| 63 | 1,30 |
| 64 | -0,59 |
| 67 | -0,71 |
| 73 | 0,80 |
| 75 | 1,27 |
| 83 | -0,95 |
| 87 | 0,33 |

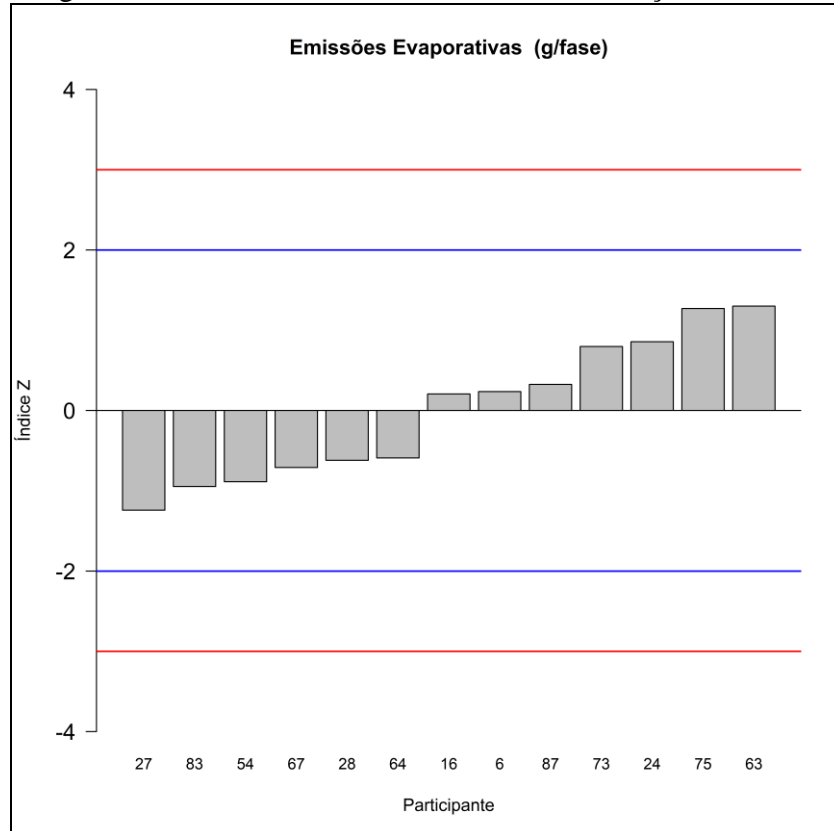
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

* Resultado insatisfatório

Figura 52 – Gráfico do índice z referente à medição de *SHED*



Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

SHED: 13 participantes apresentaram resultados satisfatórios.

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

Este EP teve como característica principal o grande número de parâmetros que foram analisados, destacando-se em especial, o parâmetro de NMOG, que comparou métodos diferentes para o cálculo, com isso auxiliando diretamente o entendimento e tomada de decisão de qual a melhor técnica cada participante pode adotar. Além disso, podemos concluir que os resultados têm sido bastante

satisfatórios e a realização de EP tem sido de grande importância para a indústria e a sociedade ao longo destas treze 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). Com esse grande número de variáveis existentes nos ensaios de emissões e uma grande quantidade de parâmetros medidos dentro dessa rodada, será importante uma avaliação criteriosa por parte do participante. Além disso, recomenda-se que os participantes que apresentaram desempenho questionável e insatisfatório analisem criticamente seus métodos de medição.

Dos 17 (dezessete) parâmetros avaliados pelo índice z, totalizando 317 resultados, 92,7% indicaram desempenho satisfatório, 3,15 % indicaram desempenho questionável em 8 (oito) parâmetros distintos e 3,47% indicaram desempenho insatisfatório em 10 (dez) parâmetros.

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 devem ser considerados. 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 dois participantes se inscreveram na 13ª rodada do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis, porém 3 participantes não enviaram seus formulários de registro de resultados e informaram a Coordenação do EP. Desta forma, restaram dezenove participantes.

A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação deste EP é apresentada na tabela 14. 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 14 – Participantes

| Instituição | |
|-------------|--|
| 1. | AVL South América Ltda. |
| 2. | Brazil Trading Ltda. Gandini Centro Tecnológico |
| 3. | CAOA Montadora de Veículos S.A Centro de Pesquisa e Eficiência Energética |
| 4. | CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Laboratório de Emissão Veicular |
| 5. | FCA Fiat Chrysler Automóveis Brasil Ltda. Laboratório de Emissões e Consumo LEC - FCA |
| 6. | Ford Motor Company Brasil Ltda. Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Tatuí |
| 7. | General Motors do Brasil Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Cruz Alta |
| 8. | General Motors do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares – Global Propulsion Systems |
| 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 |
| 11. | IDIADA Tecnologia Automotiva Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares IDIADA |
| 12. | Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LEME – Laboratório de Emissões Veiculares |
| 13. | Marelli Sistemas Automotivos Indústria e Comércio Brasil Ltda. |
| 14. | Peugeot Citroen do Brasil Automóveis Ltda. Laboratório de Emissões Stellantis Porto Real |
| 15. | Renault do Brasil S/A LEV - Laboratório de Emissões Veiculares |
| 16. | Robert Bosch Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares - LEV |
| 17. | Toyota do Brasil Ltda. Laboratório de Emissões Toyota do Brasil - Indaiatuba |
| 18. | Umicore do Brasil Ltda. CDB 352 |
| 19. | Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. Laboratório de Emissões Veiculares da Volkswagen do Brasil |

Total de participantes: 19 participantes.

12. Referências Bibliográficas

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
- Instrução Normativa IBAMA Nº 22 de 24/09/2020 - Regulamenta a determinação das emissões de gases orgânicos não metano (NMOG) provenientes do escapamento de veículos rodoviários leves de passageiros e leves comerciais.

- ABNT NBR 6601:2021: 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 7024:2017: Veículos rodoviários automotores leves - Medição do consumo de combustível - Método de ensaio.
- ABNT NBR 12026:2021: Veículos rodoviários automotores leves - Determinação da emissão de aldeídos e cetonas contidos no gás de escapamento, por cromatografia líquida - Método DNPH.
- 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 11481:2010: Veículos rodoviários automotores leves — Medição da emissão evaporativa.
- ABNT NBR 16927:2021: Veículos rodoviários automotores leves com motor de ignição por centelha - Medição de emissões evaporativas diurnas, no resfriamento do veículo e no abastecimento de combustível.
- 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 ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência.
- ISO 13528:2022, “*Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*”.

13. Histórico de Revisões

- Alterada a citação à Norma ISO 13528, que foi revisada no ano de 2022. Essa citação consta no item 5 e nas referências bibliográficas.
 - Renumeradas as equações do item 5.
-



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