

Relatório Final da Comparação Interlaboratorial em Ensaios de Emissões em Motores Ciclo Diesel



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM ENSAIOS DE EMISSÕES EM MOTORES CICLO DIESEL

Período de realização: 26/06/17 a 15/02/19

RELATÓRIO FINAL – Nº 002/2019

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro.

Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia - Dimci

Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém - Duque de Caxias

RJ - Brasil - CEP: 25250-020

E-mail para contato: pep-inmetro@inmetro.gov.br

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

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

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

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

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

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

Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Dimel/Diart)

Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dimqt)

COMITÊ TÉCNICO

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dimqt)

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

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

Marcio R Auada (AEA)

Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Dimel/Diart)

Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dimqt)

SUMÁRIO

1	Introdução	4
2	Materiais e Métodos	5
2.1	Itens de Comparação	5
2.2	Metodologia	5
3	Integridade dos Itens de Comparação	7
4	Avaliação de resultados	8
4.1	ANOVA e DMS	8
4.2	Visualização dos Resultados e Detecção de <i>Outliers: Box-Plot</i>	8
5	Apresentação dos Resultados	9
5.1	Dispersão dos Resultados	9
5.1.1	Emissões Grupo A – MAR I	9
5.1.2	Emissões Grupo A – P7	14
5.1.3	Emissões Grupo B – MAR I	18
5.1.4	Emissões Grupo B – P7	22
5.2	Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – MAR I	26
5.3	Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – P7	26
5.4	Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – MAR I	27
5.5	Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – P7	27
5.6	Resultados de Média e Desvio-Padrão	28
5.7	Visualizações dos Resultados e Detecção de <i>Outliers, Box-Plot</i> nas emissões do Grupo A – MAR I	29
5.8	Visualização dos Resultados e Detecção de <i>Outliers: Box-Plot</i> nas emissões do Grupo A – P7	33
5.9	Visualização dos Resultados e Detecção de <i>Outliers: Box-Plot</i> nas emissões do Grupo B – MAR I	37
5.10	Visualização dos Resultados e Detecção de <i>Outliers: Box-Plot</i> nas emissões do Grupo B –	

P7.....	41
6 Resultados dos Participantes	45
6.1 Emissões Grupo A – MAR I.....	45
6.2 Emissões Grupo A – P7	46
6.3 Emissões Grupo B – MAR I.....	47
6.4 Emissões Grupo B – P7	48
7 Testemunho de análises	49
7.1 Emissões Grupo A – MAR I.....	49
7.2 Emissões Grupo A – P7	49
7.3 Emissões Grupo B – MAR I.....	49
7.4 Emissões Grupo B – P7	50
8 Confidencialidade	50
9 Conclusões	50
10 Participantes	51
11 Referências Bibliográficas	52

1 Introdução

Devido às exigências dos órgãos regulamentadores e acreditadores, existe a necessidade de cada vez mais se executar melhores ensaios de medição, além disso, devido as constantes reduções de limites de emissões, os métodos de medição devem se adequar às estas novas necessidades. A análise de gases de emissão torna-se um dos itens mais delicados de um ensaio do motor no banco dinamômetro.

Neste sentido, a realização de Comparações Interlaboratoriais (CI) em Motores Ciclos Diesel tem por objetivo a avaliação de desempenho dos participantes na determinação dos valores apresentados, 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.

A comparação interlaboratorial é uma ferramenta da qualidade para a identificação de diferenças entre laboratórios, porém a avaliação tem caráter pontual. Uma CI tem por finalidade comparar resultados de medição de diferentes participantes, realizados sob condições similares, e, assim, obter uma avaliação da competência técnica dos participantes, fornecendo-lhes um mecanismo adequado para avaliar e demonstrar a confiabilidade de seus resultados de medições. Os participantes, por sua vez, têm a oportunidade de rever seus procedimentos de análises, bem como a implantar melhorias nos seus processos, caso seja necessário.

Nesta CI foram analisadas as Emissões dos seguintes parâmetros: CO, CO₂, HC, NO_x, Material Particulado e Consumo Específico Médio g/kWh e foram utilizados dois itens de comparação, um motor Diesel cedido pela empresa MWM e um motor Diesel cedido pela empresa Cummins. Os participantes foram divididos em dois grupos, o grupo A (que analisou o motor da empresa MWM) e o grupo B (que analisou o motor da empresa Cummins).

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

Esta CI teve como objetivos gerais.

- 1) Comparar os resultados dos laboratórios para os ensaios propostos;
- 2) Monitorar os resultados dos laboratórios de análise de Consumo e poluentes regulamentados MAR I e P7;
- 3) Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios que efetuam ensaios de emissões em bancos dinamômetros de motores Diesel;

4) Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de poluentes regulamentados MAR I e P7 e Consumo de cada laboratório.

2 Materiais e Métodos

2.1 Itens de Comparação

Nesta CI, foram usados dois itens de comparação, um motor Diesel cedido pela empresa MWM e um motor Diesel cedido pela empresa Cummins. Embora os participantes tenham de usar o combustível S10 comercial, o laboratório provedor do motor efetuou um teste com os 3 tipos de diesel (Diesel de Referência, Diesel sem biodiesel e Diesel comercial) para determinar as possíveis dispersões entre eles. Devido à modificação do Diesel a partir de março/2018, os participantes que efetuaram as medições após essa data, tiveram que estocar o diesel para que não houvesse dispersão de resultados.

Tabela 1- Características dos itens de comparação.

Fabricante	MWM	Cummins
Modelo	MAXX FORCE 7.2H	ISBe 6.7
Número do motor	Y1A031329	36533096
Combustível	Diesel – S10	Diesel – S10
Tipo de óleo	Ursa Premium TDX SAE 15W40	Premium Blue 15W40 – API CI4
Quantidade de óleo	20.000 g	17,5 litros
Fluido de Arrefecimento	10 % Havoline XLI YF03	Etileno Glicol (50 %)
Filtro de óleo diesel	478736	4989314
Capacidade do Carter	21438854	5262311

2.2 Metodologia

As normas prescritas para os participantes realizarem os ensaios foram ABNT NBR 15634:2012 e ISO 8178:2012. Foi realizado uma curva de performance antes do ensaio de Emissões para avaliar as condições do motor. Os pontos de instrumentação e curva de performance foram disponibilizados, conforme instrução de montagem, respeitando, respectivamente a característica de cada motor.

Foram realizados dois ensaios distintos, a saber:

- Determinação da Emissão Específica Média CO, CO₂, HC, NO_x, Material Particulado e Consumo Específico Médio em g/kWh, conforme norma ABNT 15634:2012;
- Determinação da Emissão Específica Média CO, CO₂, HC, NO_x, Material Particulado e Consumo Específico Médio em g/kWh, conforme norma ISO 8178:2012;

Outros parâmetros foram medidos pelos participantes, mas não foram considerados na avaliação estatística para esta CI. Eles servirão para avaliação de possíveis discrepâncias no processo de medição de emissões pelos próprios participantes.

São eles:

Rotação (rpm), Torque Observado (N·m), Potência Observada (kW), Consumo específico Observado (g/kW·h), Débito (mg/str), Vazão de Combustível (kg/h), Temperatura do ar de admissão - T1 (°C), Temperatura na entrada do Intercooler – T21 (°C), Temperatura na saída do Intercooler – T22 (°C), Temperatura do coletor de escape – T3 (°C), Temperatura do Escape – T4 (°C), Temperatura do Diesel (°C), Temperatura do óleo lubrificante (°C), Temperatura do Coolant (°C), Pressão de Restrição de Admissão de Ar - P1 (kPa), Pressão na entrada do Intercooler – P21 (kPa), Pressão na saída do Intercooler – P22 (kPa), Pressão na saída do coletor de escape – P3 (kPa), Contra pressão de Escape – P4 (kPa), Pressão do óleo do Motor (kPa), Pressão Barométrica (kPa), Fator Atmosférico, Umidade Relativa do Ar (% UR), Vazão de ar (kg/h), Concentração de CO (ppm), Concentração de NO_x (ppm), Concentração de HC (ppm), Concentração de CO₂ (ppm).

Os participantes foram divididos em dois grupos distintos A e B, as tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram as condições de contorno e valores de referência para os ensaios dentro de cada grupo. Um representante da CETESB testemunhou uma das cinco medições dentro da CI, dentro da cada curva específica, em cada um dos participantes.

Tabela 2 - Características para o ensaio Grupo A – P7 / MAR I.

Variável	Valor de Referência
Pressão de restrição no filtro de ar	(5,0 ± 0,5) kPa
Delta de pressão do Intercooler	(10 ± 2) kPa
Contra-pressão escape	(20 ± 2) kPa
Temperatura do ar de entrada	(20 ± 2) °C
Temperatura do ar na saída do intercooler	(40 ± 2) °C
Temperatura do diesel	(40 ± 2) °C
Temperatura do coolant	85 °C
Temperatura do óleo	110 °C
Umidade relativa do ar	50% UR
Linearização do Pedal acelerador	0 % = 0,66 V e 100 % = 4,0 V

Tabela 3 - Set Point P7 - 13 pontos - Grupo A.

Speed [RPM]	700	1399	1716	1716	1399	1399	1399	1716	1716	2032	2032	2032	2032
Torque [N·m]	0	740	369	553	370	555	185	738	184	706	176	530	353

Tabela 4 - Set Point MAR I - 8 pontos - Grupo A.

Speed [RPM]	2200	2200	2200	2200	1300	1300	1300	700
Torque [N·m]	671	503	335	67	740	555	370	0

Tabela 5 - Características para o ensaio Grupo B – P7 / MAR I.

Variável	Valor de Referência
Pressão de restrição no filtro de ar	(3,7 ± 0,3) kPa
Delta de pressão do Intercooler	(13,5 ± 0,5) kPa
Contra-pressão escape	(20,3 ± 0,5) kPa
Temperatura do ar de entrada	(21 ± 1) °C
Temperatura do ar na saída do Inter cooler	(49 ± 1) °C
Temperatura do diesel	(40 ± 1) °C
Temperatura do coolant (saída)	(89 ± 2) °C
Temperatura do óleo (Referência)	110 °C
Umidade relativa do ar	(50 ± 5) % UR
Linearização do Pedal acelerador	0 % = 1,45 V 50 % = 2,94 V 100 % = 4,38 V
Set Point – Rotação / Carga 13 pontos	2300 rpm com 100 % pedal (4,37 V)

Tabela 6 - Set Point P7 - 13 pontos - Grupo B.

Speed [RPM]	700	1450	1768	1768	1450	1450	1768	1768	1768	2086	2086	2086	2086
Torque [N·m]	0	857	425	638	429	643	215	850	212	819	205	615	409

Tabela 7 - Set Point MAR I - 8 pontos - Grupo B.

Speed [RPM]	2300	2300	2300	2300	1450	1450	1450	700
Torque [N·m]	770	577	385	77	857	643	429	0

3 Integridade dos Itens de Comparação

Foi verificado se há diferença estatisticamente significativa entre as medições CO, CO₂, HC, NO_x, MP e Consumo Corrigido em g/kWh na primeira análise (X₁) e na segunda análise (X₂) para os 2 (dois) Motores Diesel ensaiados, com p-valor menor do que 0,05. Com isso, pode-se afirmar que, ao nível de confiança de 95 %, há diferença estatisticamente significativa entre as médias e os dados amostrais podem ser considerados como não advindos de uma mesma população. Sendo assim, os 2 (dois) Motores Diesel ensaiados não se mantiveram íntegros durante a realização da Comparação Interlaboratorial. Esta

situação não impediu que os ensaios fossem realizados e que se pudesse extrair conclusões a respeito desta atividade.

Devido à confidencialidade dos resultados, uma vez que a empresa MWM e a empresa CUMMINS também são participantes da CI, estes resultados não serão apresentados.

4 Avaliação de resultados

4.1 ANOVA e DMS

Para a comparação entre as médias de todos os participantes, foi utilizado o método de comparação ANOVA de fator único para cada parâmetro. Esse método usa um teste único para determinar se há ou não diferenças entre as médias dos participantes em vez de comparações pareadas, como são feitas com o teste t.

Após a ANOVA, se houver algum participante que apresentou resultados discrepantes, será utilizado o procedimento denominado “Diferença Menos Significativa” (DMS) para identificar quais médias específicas dos participantes diferem dos outros. Nesse método, calcula-se uma diferença que é avaliada como a menor diferença, que é significativa. A diferença entre cada par de médias é então comparada com a diferença menos significativa para se determinar quais médias são diferentes.

Para um número igual de réplicas N_g para cada participante, a diferença menos significativa é calculada conforme equação abaixo:

$$DMS = t \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot MQE}{N_g}} \quad (1)$$

Onde:

DMS = Diferença Menos Significativa

t = t de *student*

MQE = Quadrado da média para o erro

N_g = Réplicas para cada participante

4.2 Visualização dos Resultados e Detecção de *Outliers*: *Box-Plot*

O *Box-plot* (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 *box-plot* pode ser empregado para avaliação de *outliers*. Dessa forma, os valores mínimo e máximo são calculados de acordo com as equações abaixo:

$$LI = Q_1 - 1,5 * (Q_3 - Q_1) \quad (2)$$

$$LS = Q_3 + 1,5 * (Q_3 - Q_1) \quad (3)$$

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*;

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

5 Apresentação dos Resultados

5.1 Dispersão dos Resultados

Na apresentação dos gráficos para todos os parâmetros ensaiados, a média dos resultados dos participantes é representada por uma linha contínua cinza. As linhas azul e vermelha são, respectivamente, representações de $Ref \pm 1s$ e $Ref \pm 2s$, onde “Ref” é a média e “s” é o desvio-padrão.

Neste relatório os participantes são identificados nos gráficos, tabelas e textos pelos três últimos caracteres do seu código de identificação.

5.1.1 Emissões Grupo A – MAR I

As figuras 1 a 7 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão pelos participantes para cada parâmetro analisado.

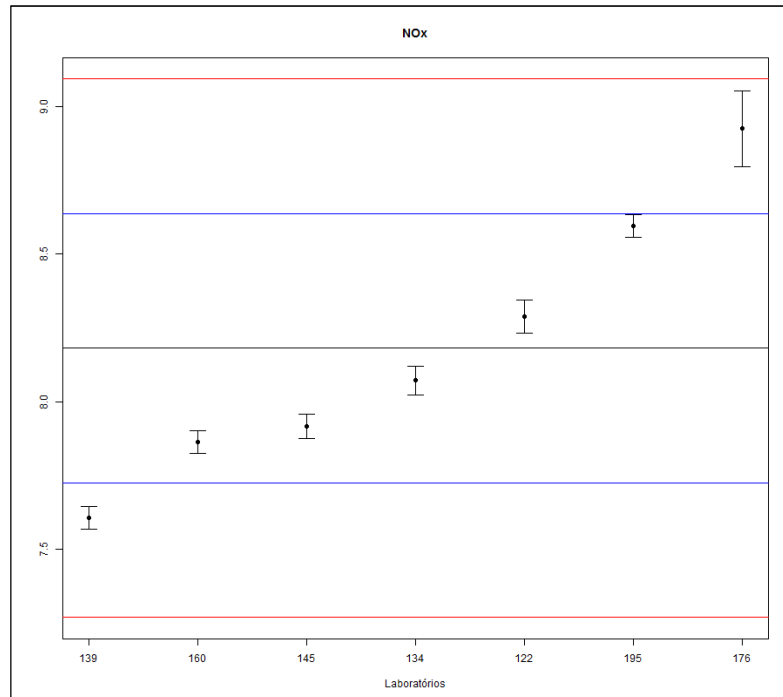


Figura 1 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo A – MAR I.

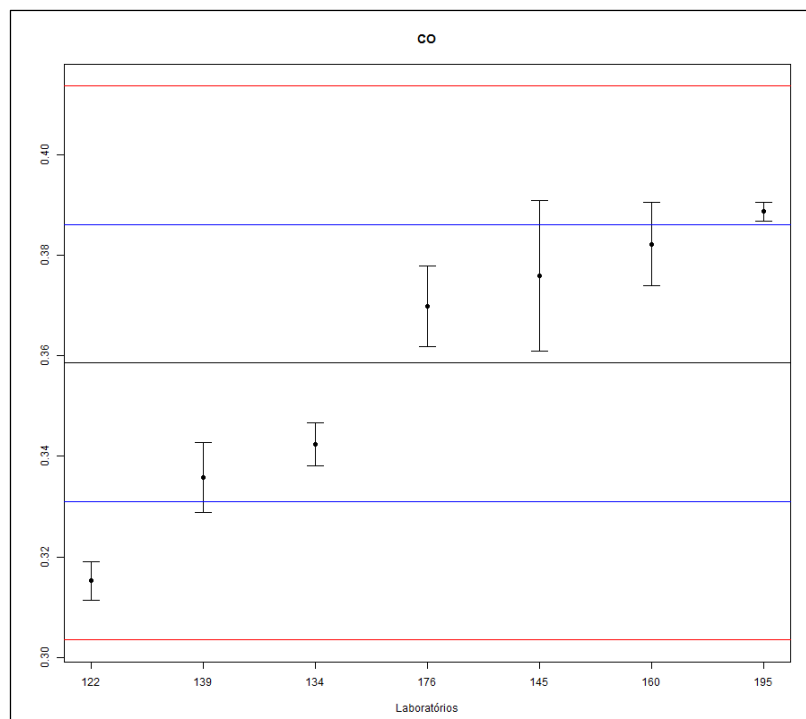


Figura 2 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo A – MAR I.

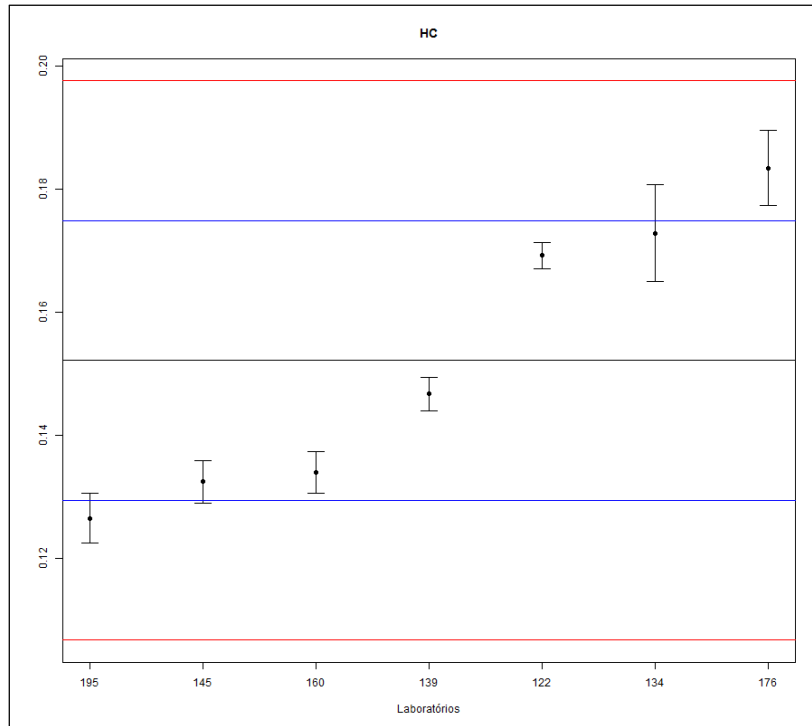


Figura 3 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo A – MAR I.

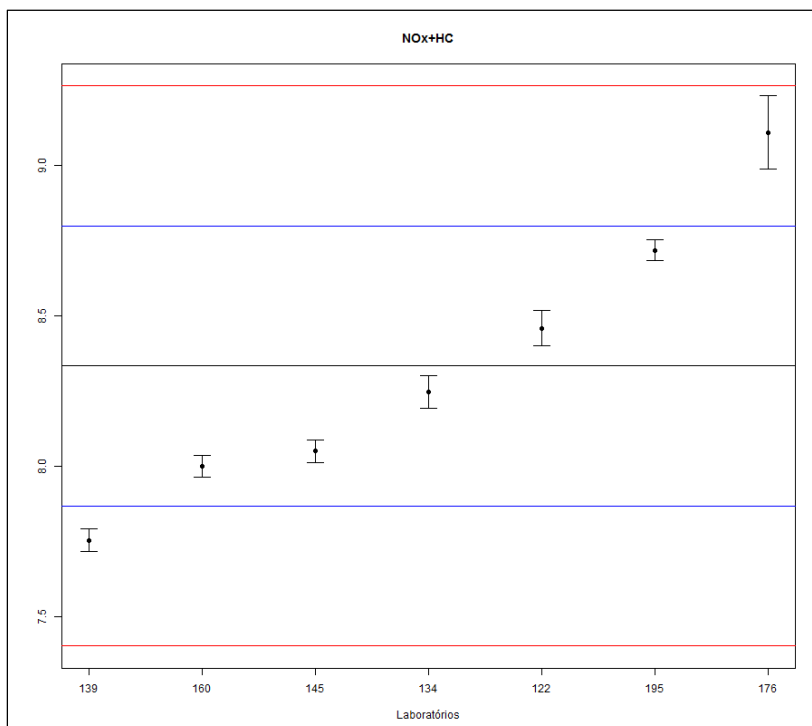


Figura 4 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NOx+HC – Grupo A – MAR I.

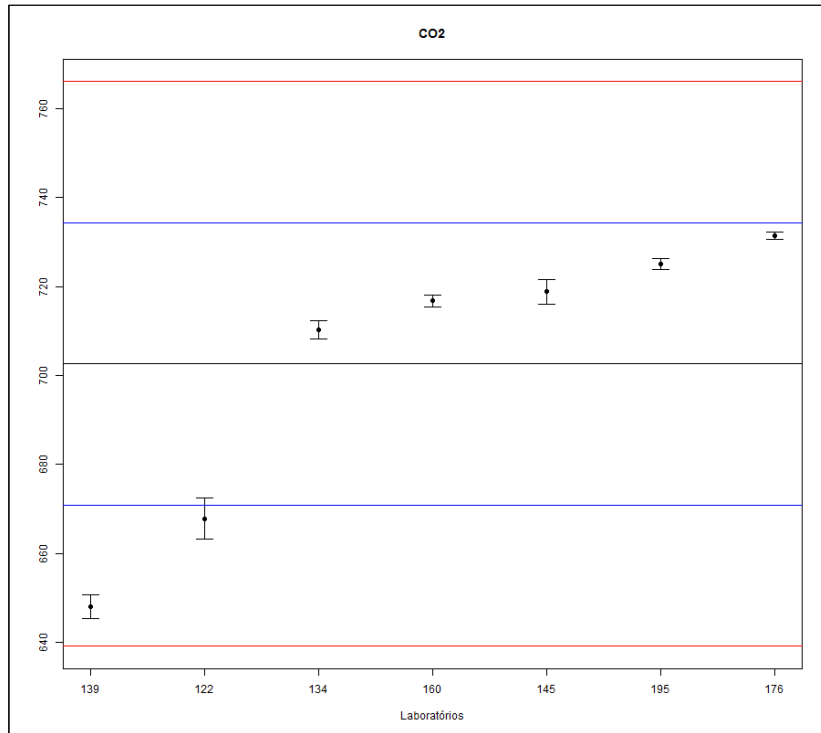


Figura 5 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo A – MAR I.

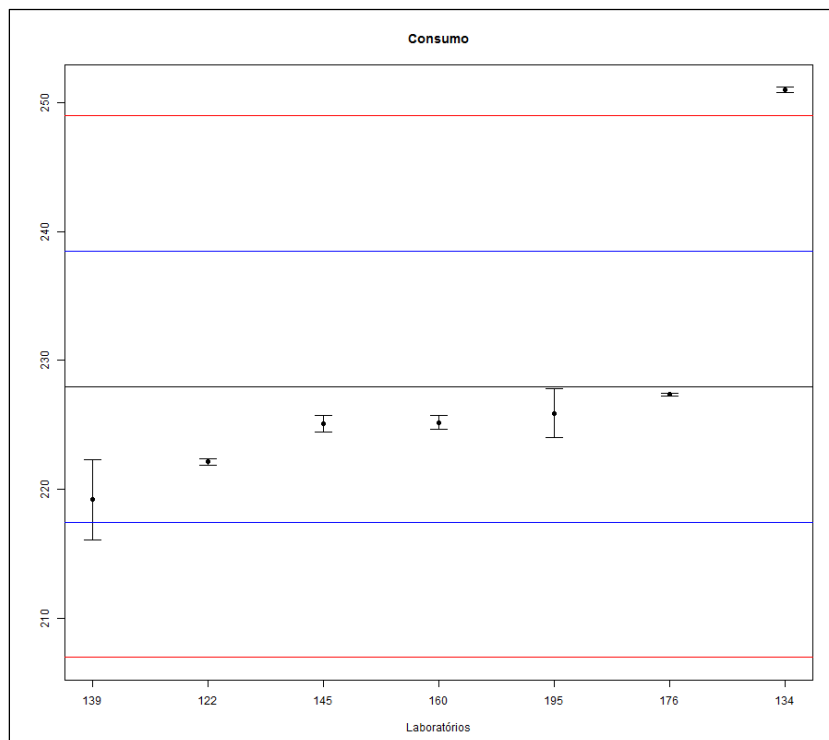


Figura 6 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo A – MAR I.

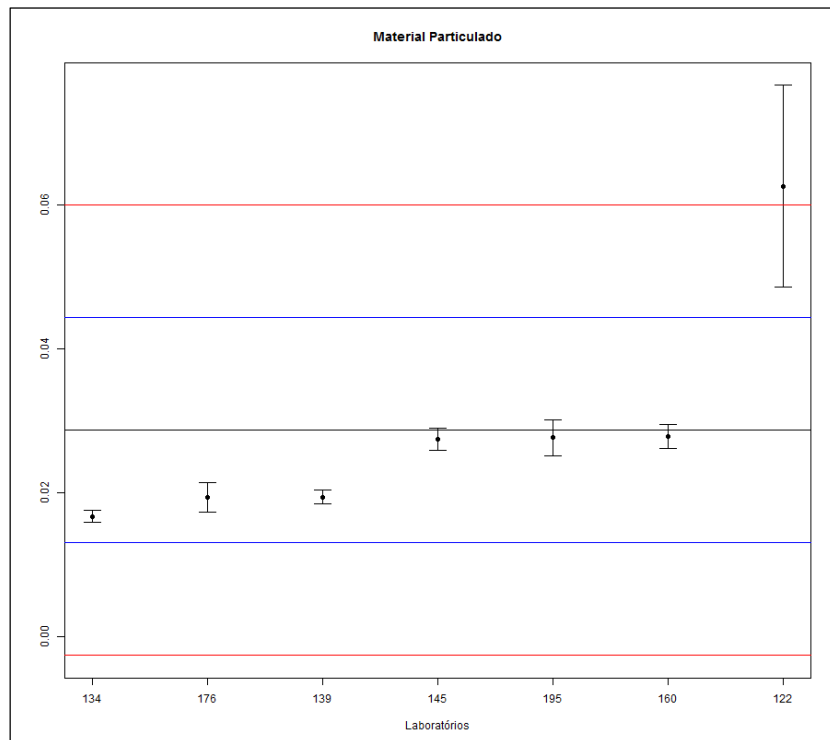


Figura 7 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo A – MAR I.

Através dos gráficos, pode-se observar que:

NO_x (g/kWh): Todos os 7 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s; o participante 176 apresentou a maior dispersão.

CO (g/kWh): Todos os 7 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s; o participante 145 apresentou a maior dispersão.

HC (g/kWh): Todos os 7 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s; o participante 134 apresentou a maior dispersão.

NO_x+HC (g/kWh): Todos os 7 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo de Ref ± 2s; o participante 176 apresentou a maior dispersão.

CO₂ (g/kWh): 5 participantes apresentaram resultados entre o intervalo Ref ± 1s e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s; existiu uma baixa dispersão de resultados.

Consumo (g/kWh): 6 participantes apresentaram resultados entre o intervalo Ref ± 1s; o participante 134 apresentou resultado questionável.

Material Particulado: 6 participantes apresentaram resultados entre o intervalo Ref ± 1s; o participante 122 apresentou resultado questionável.

5.1.2 Emissões Grupo A – P7

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

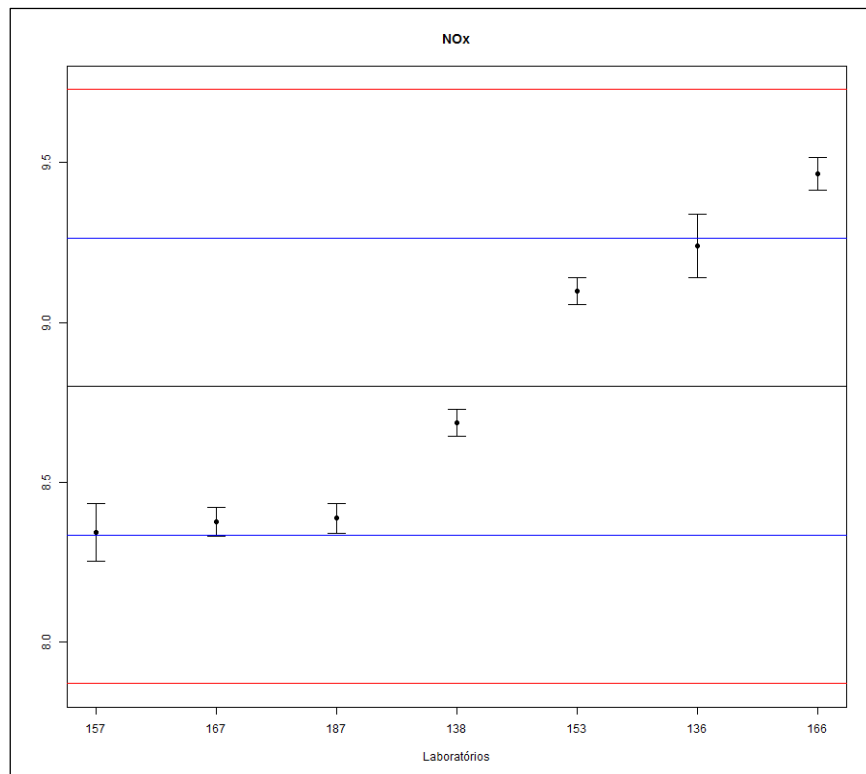


Figura 8 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NOx – Grupo A – P7.

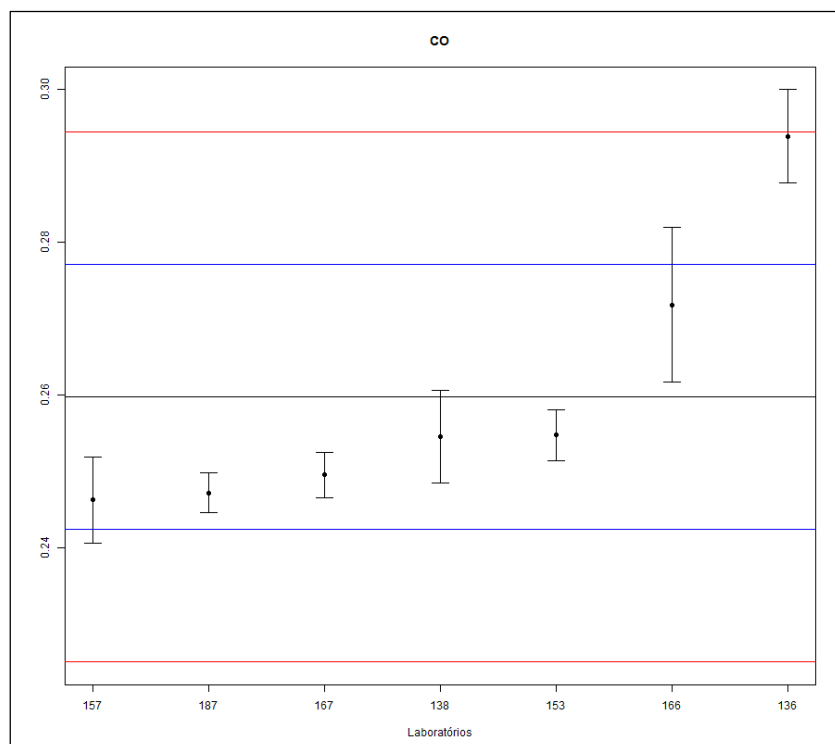


Figura 9 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo A – P7.

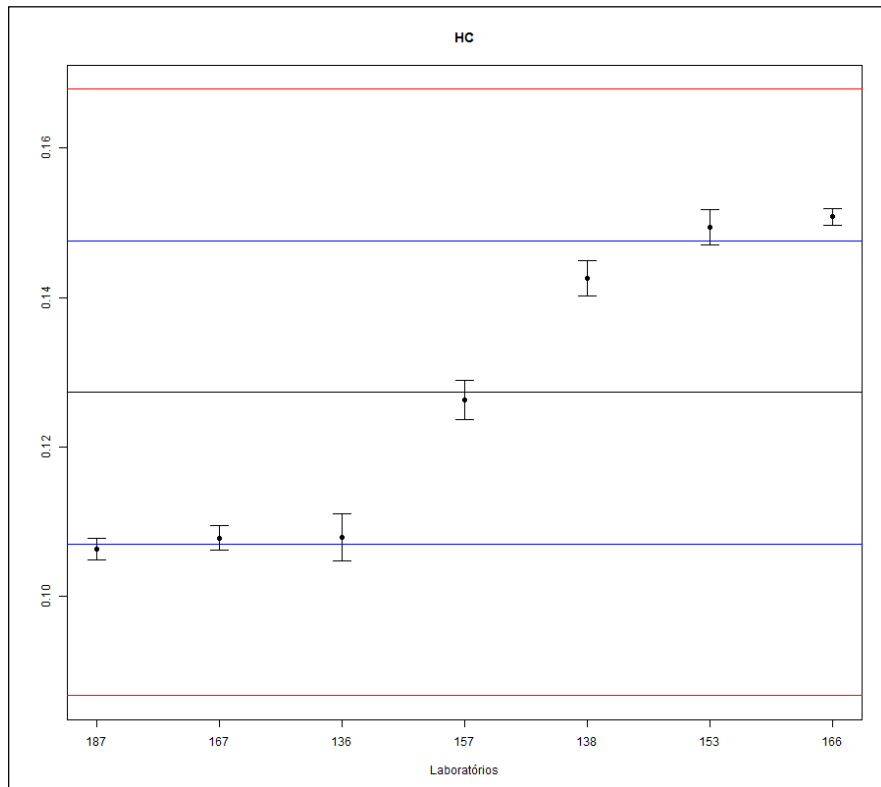


Figura 10 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo A – P7.

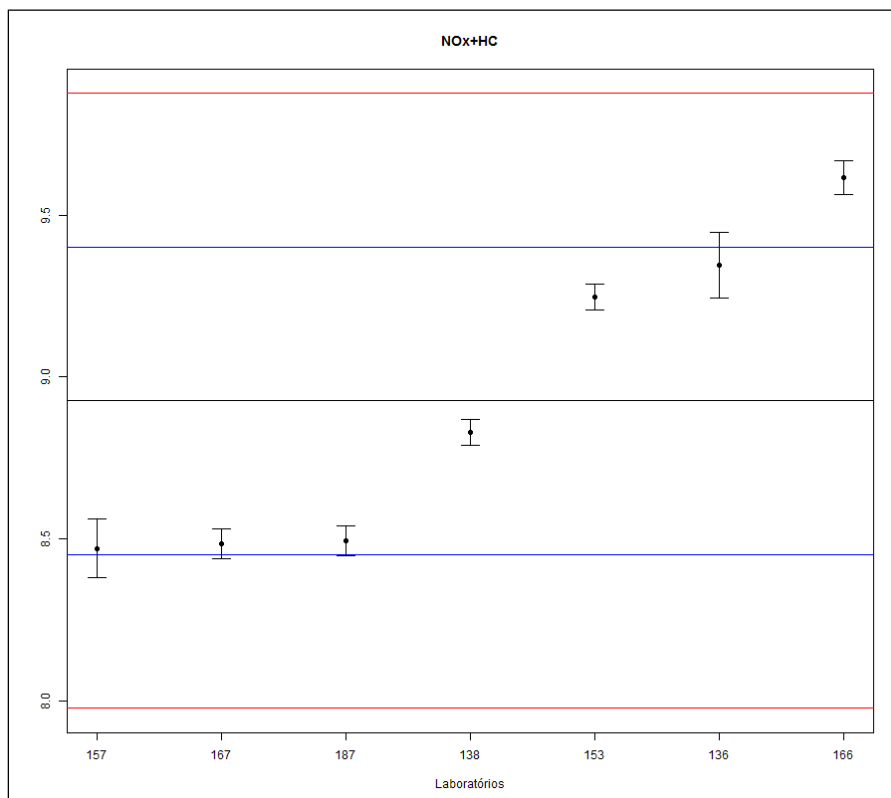


Figura 11 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NOx+HC – Grupo A – P7.

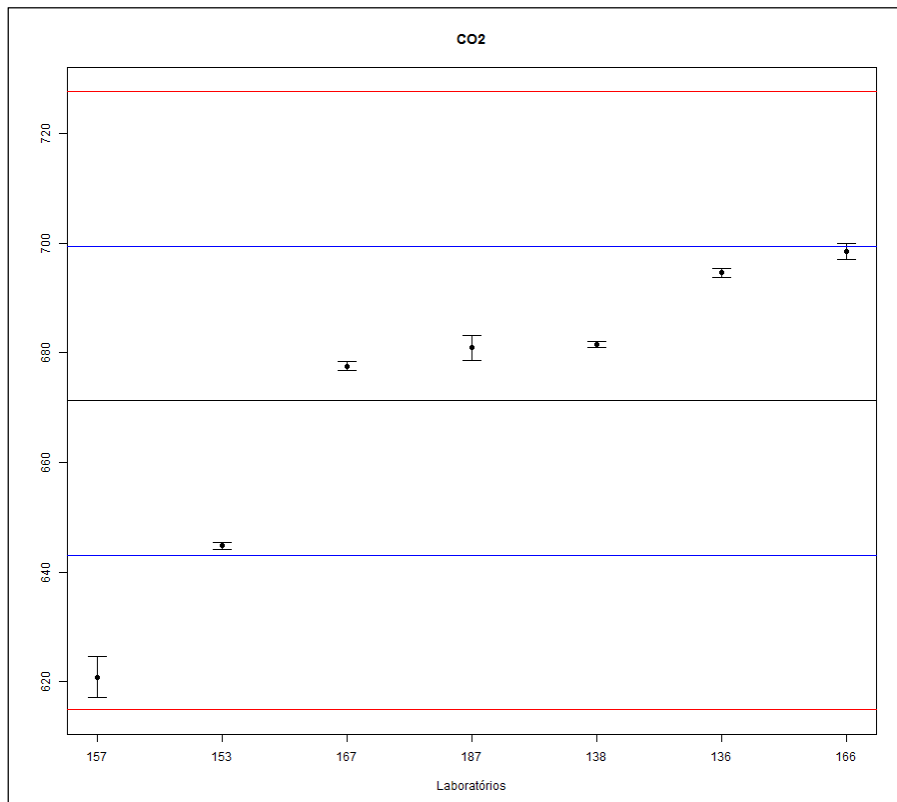


Figura 12 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo A – P7.

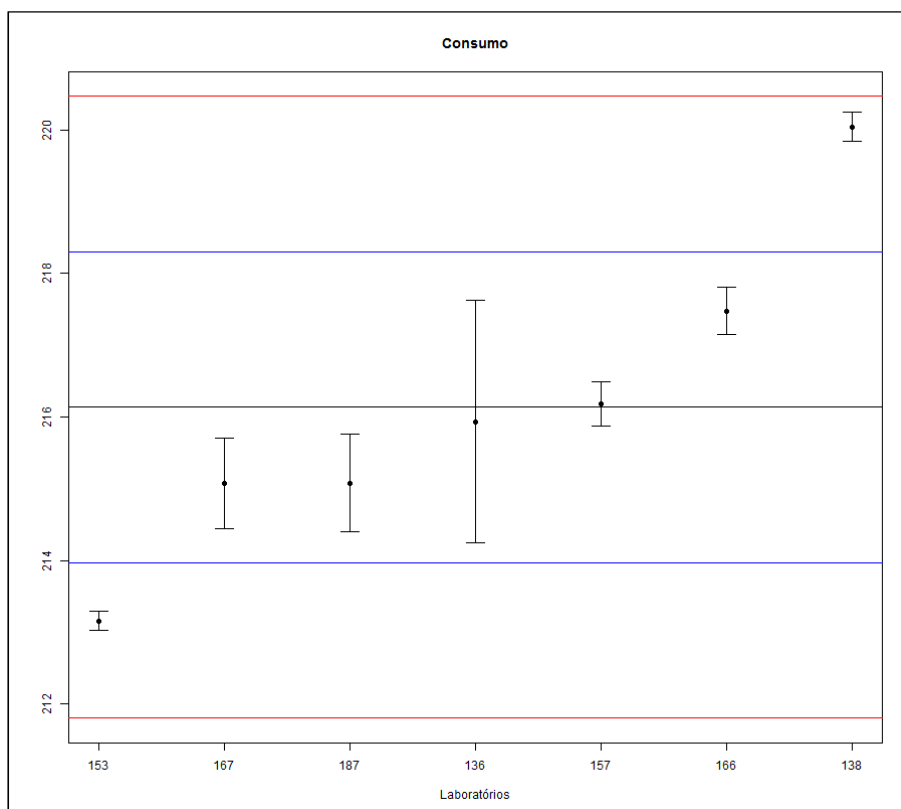


Figura 13 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo A – P7.

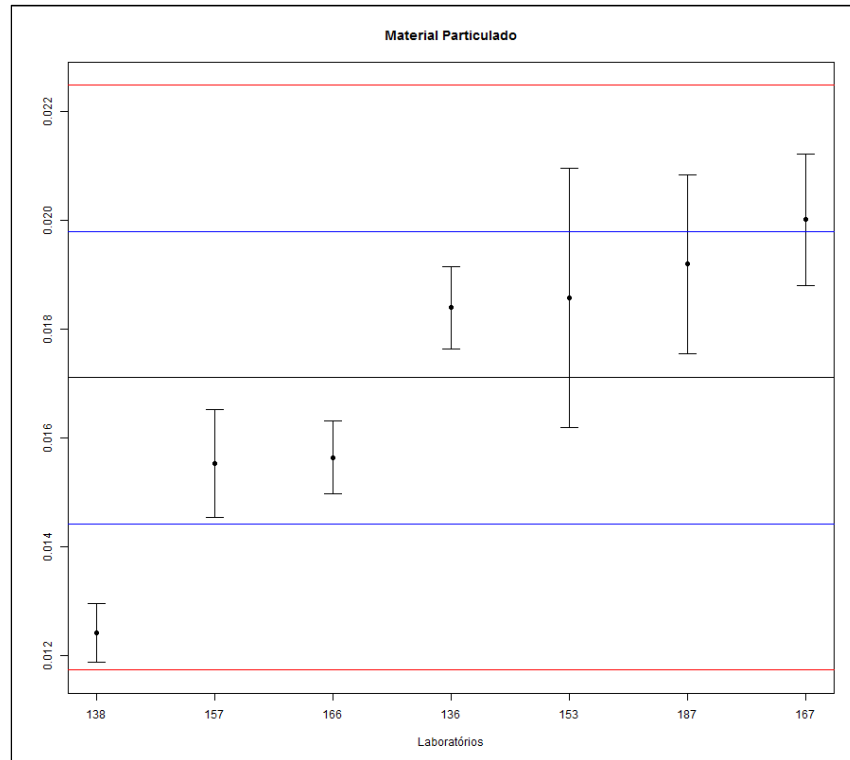


Figura 14 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo A – P7.

Através dos gráficos, pode-se observar que:

NO_x (g/kWh): 6 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s; existiu uma baixa dispersão de resultados.

CO (g/kWh): 6 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s; o participante 166 apresentou a maior dispersão.

HC (g/kWh): 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s.

NO_x+HC (g/kWh): 6 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s.

CO₂ (g/kWh): 6 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s, existiu uma baixa dispersão de resultados.

Consumo (g/kWh): 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s. O participante 136 apresentou a maior dispersão de resultados.

Material Particulado: 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 153 apresentou a maior dispersão de resultados, seguido pelo participante 187 em menor escala.

5.1.3 Emissões Grupo B – MAR I

As figuras 15 a 21 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão pelos participantes do Grupo B – MAR I para cada parâmetro analisado.

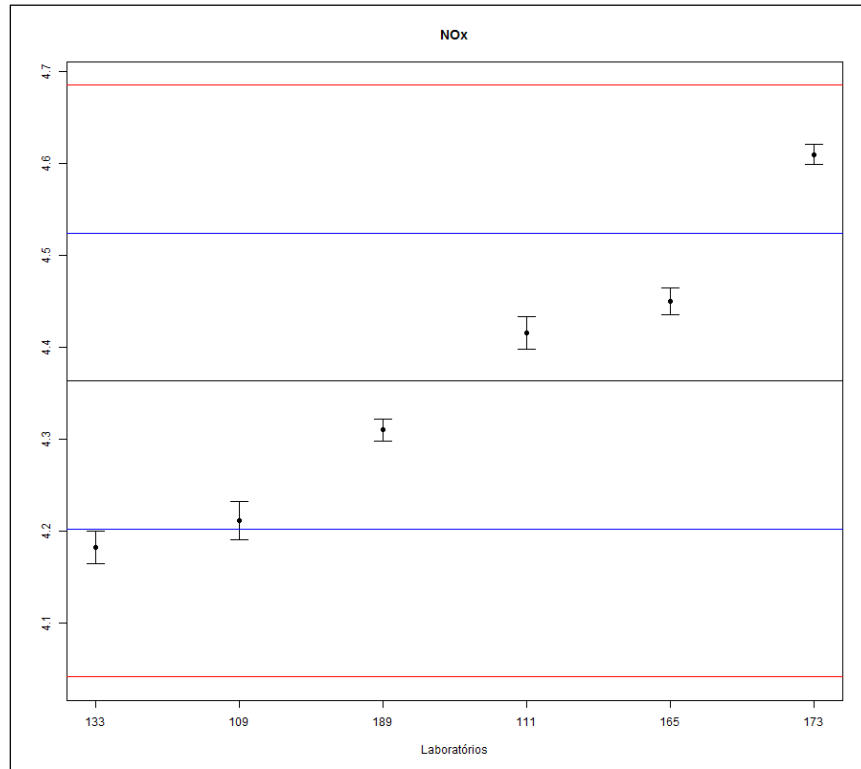


Figura 15 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo B – MAR I.

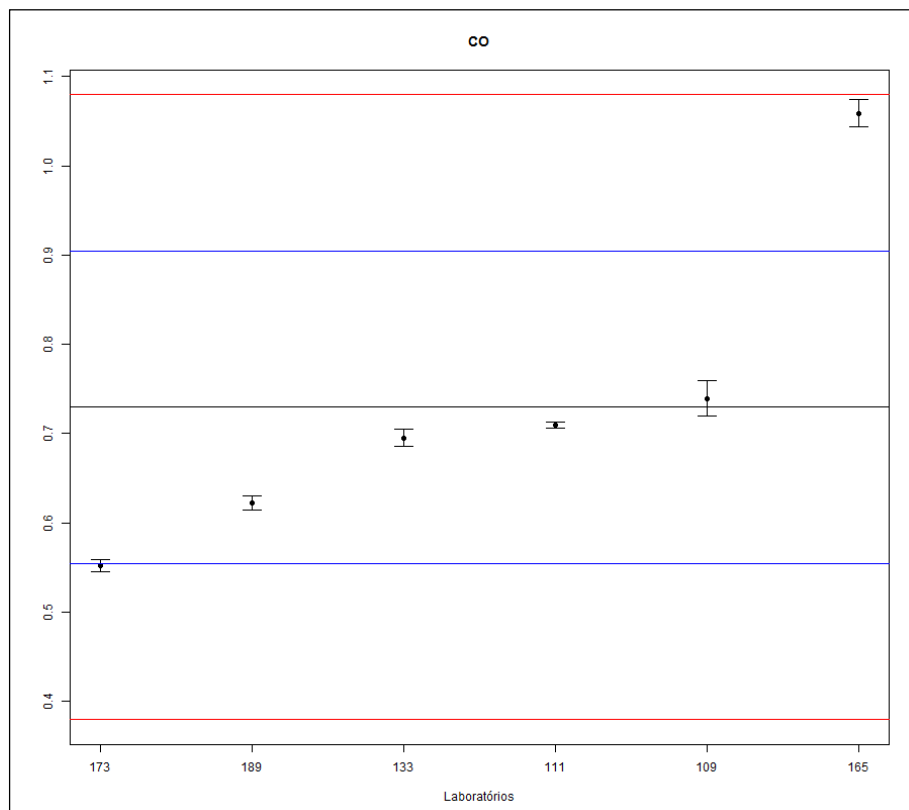


Figura 16 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo B – MAR I.

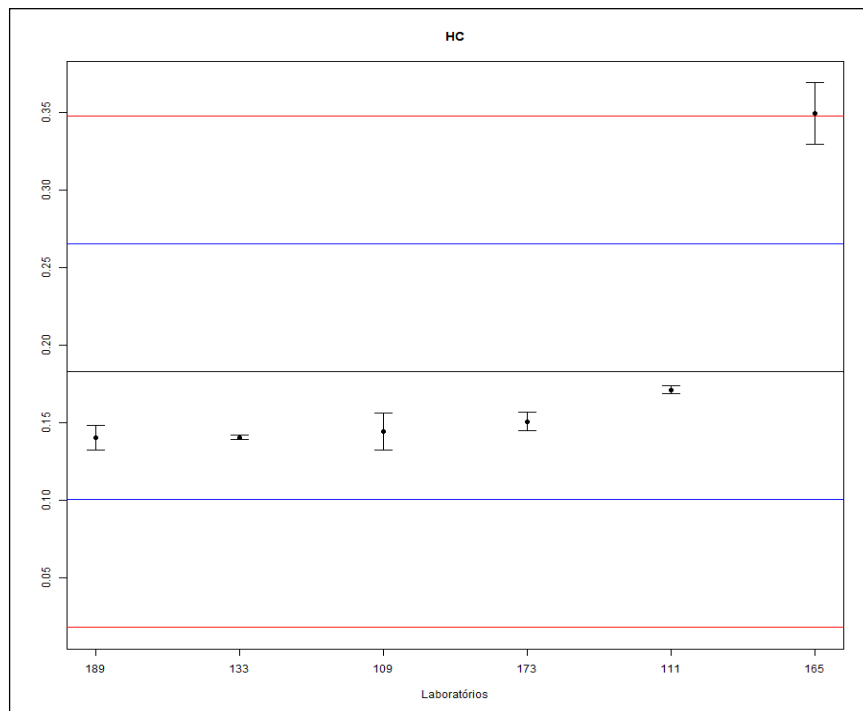


Figura 17 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo B – MAR I.

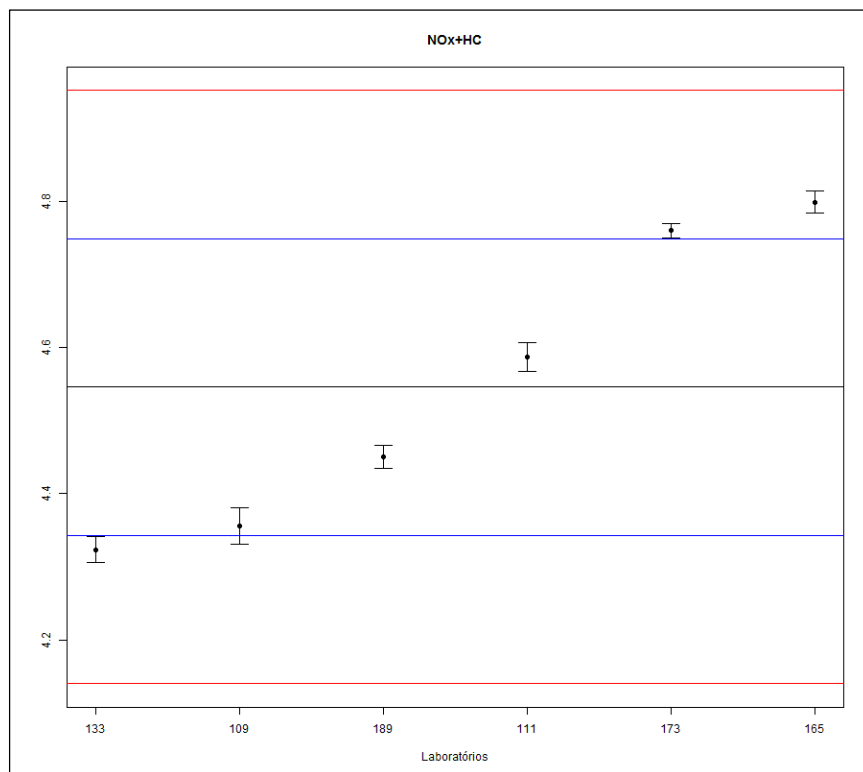


Figura 18 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NOx+HC – Grupo B – MAR I.

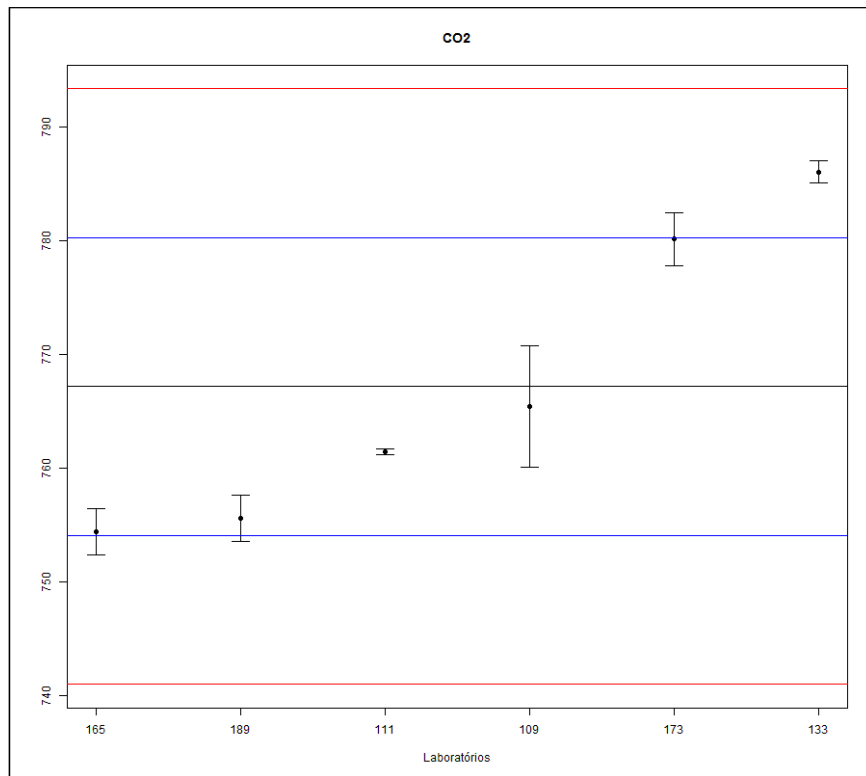


Figura 19 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo B – MAR I.

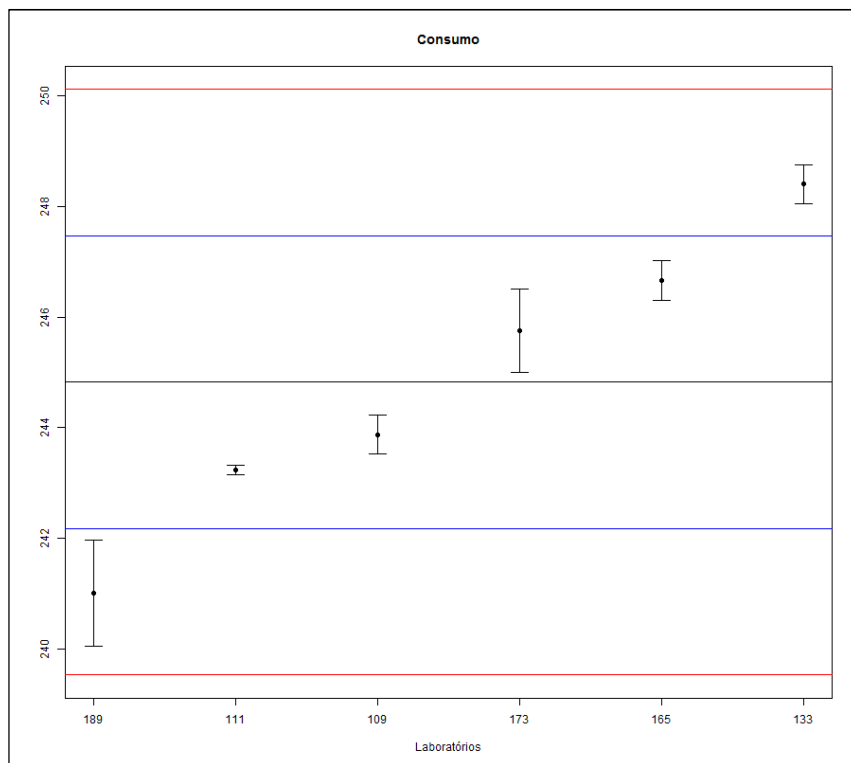


Figura 20 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo B – MAR I.

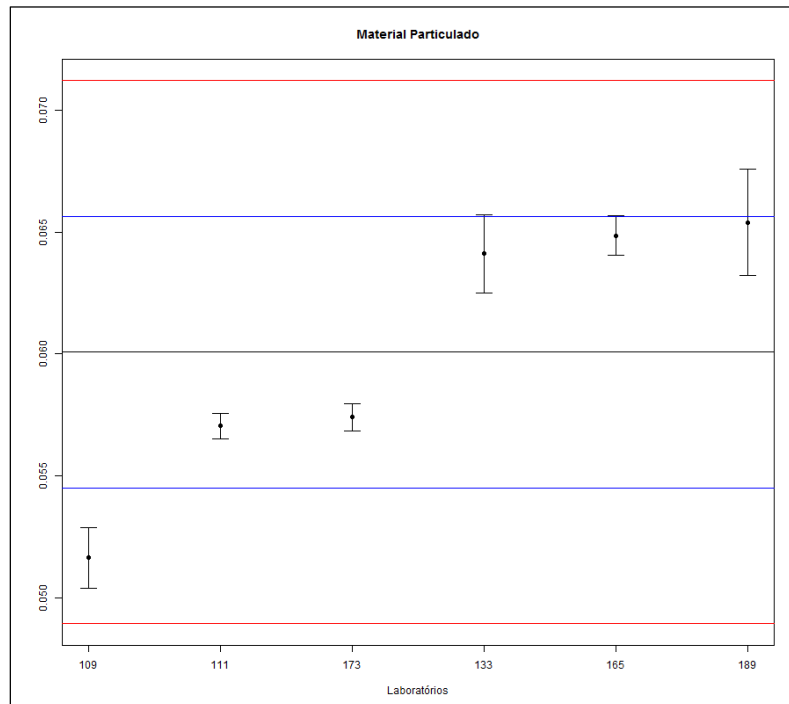


Figura 21 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo B – MAR I.

Através dos gráficos, pode-se observar que:

NO_x (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s.

CO (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s, com uma baixa dispersão de resultados.

HC (g/kWh): 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante apresentou um resultado questionável.

NO_x+HC (g/kWh): 3 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e os 3 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s.

CO₂ (g/kWh): 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 109 apresentou a maior dispersão de resultados.

Consumo (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 189 apresentou a maior dispersão de resultados.

Material Particulado: 5 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 189 apresentou a maior dispersão de resultados.

5.1.4 Emissões Grupo B – P7

As figuras 22 a 28 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão do Grupo B – P7 pelos participantes para cada parâmetro analisado.

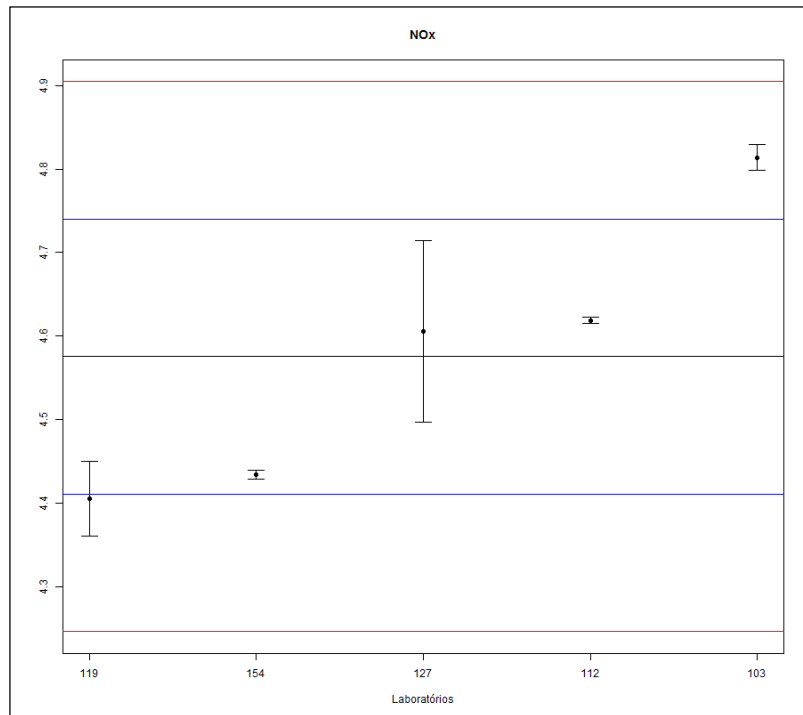


Figura 22 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo B – P7.

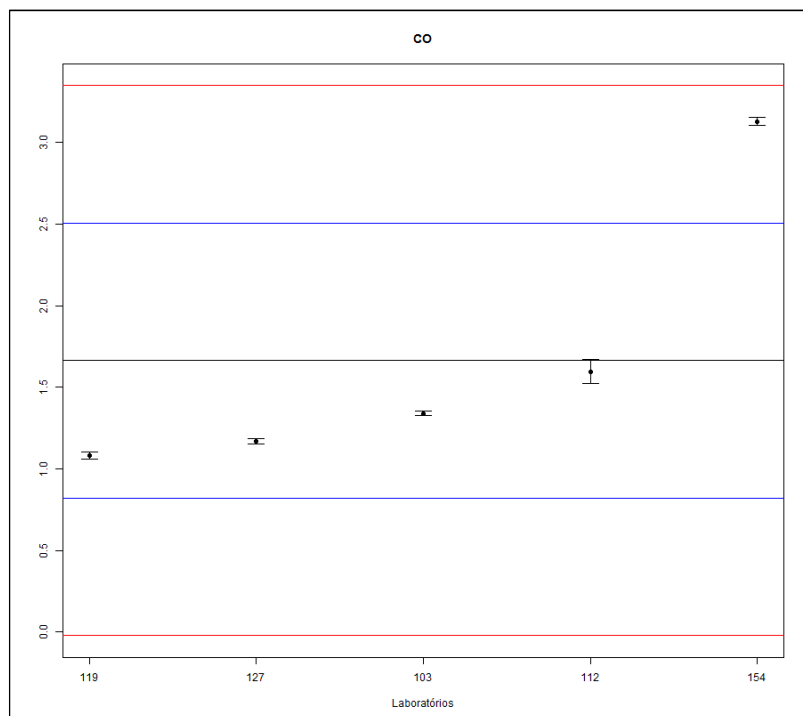


Figura 23 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo B – P7.

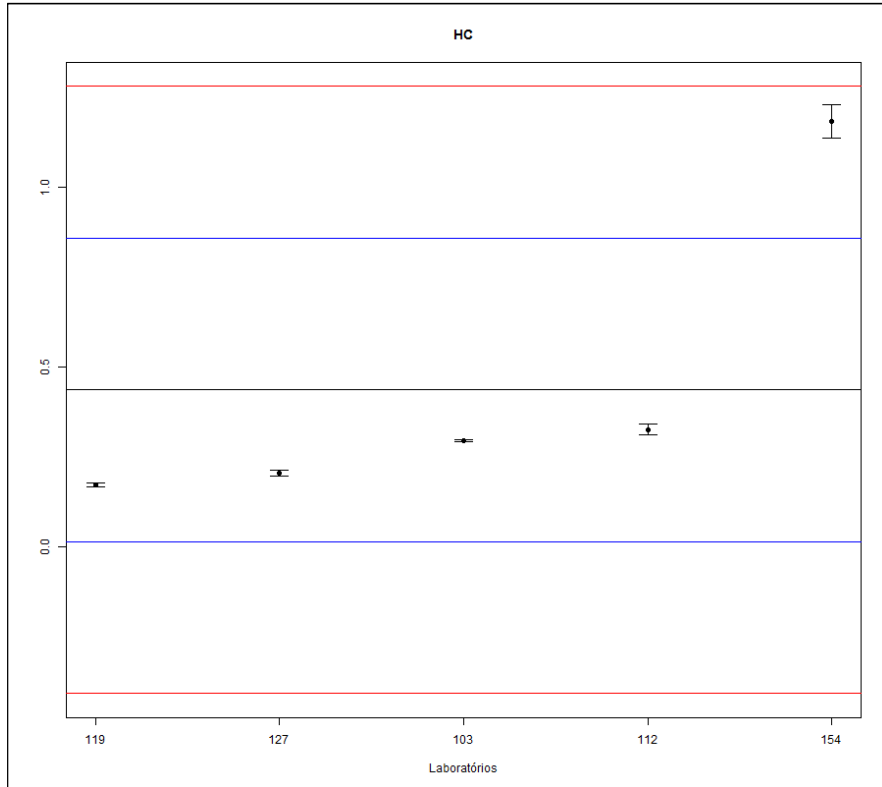


Figura 24 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo B – P7.

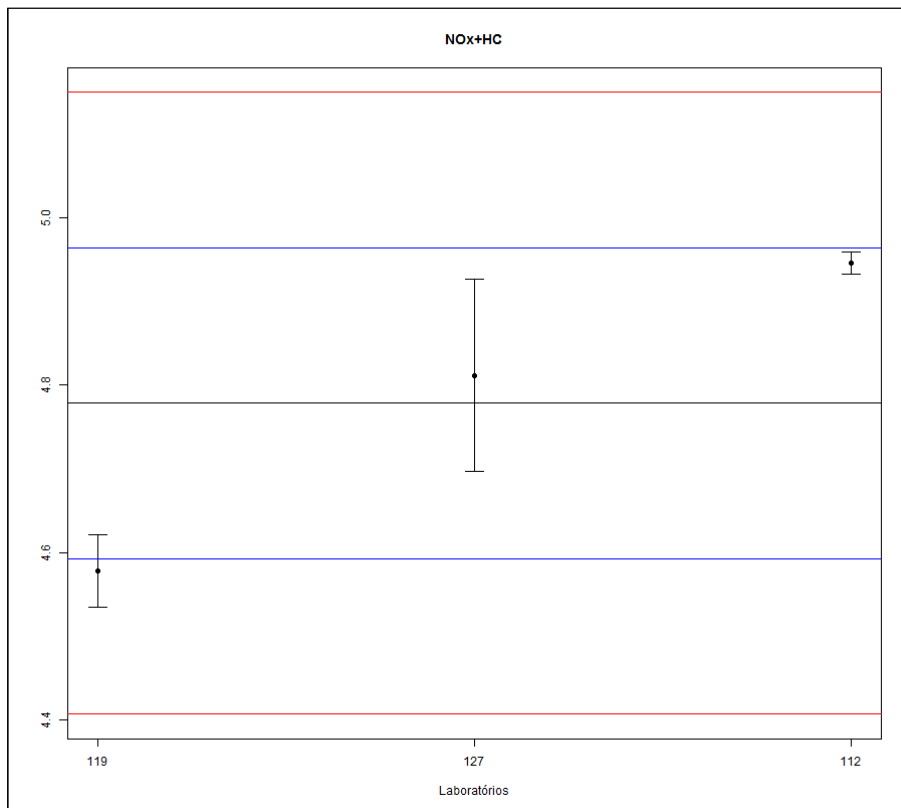


Figura 25 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NOx+HC – Grupo B – P7.

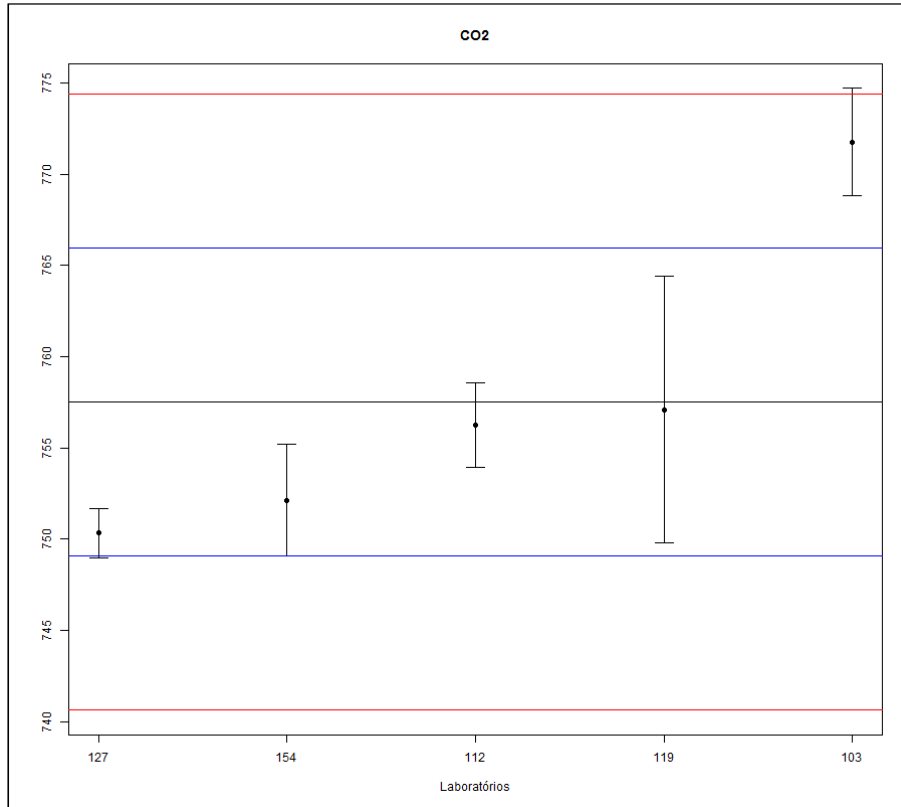


Figura 26 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo B – P7.

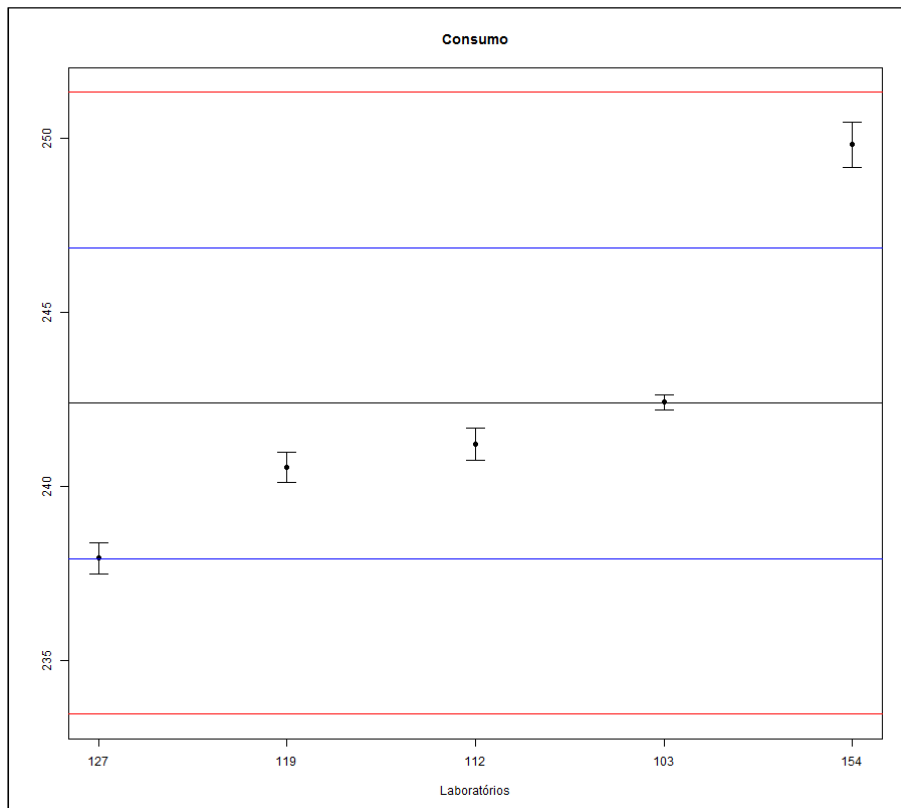


Figura 27 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo B – P7.

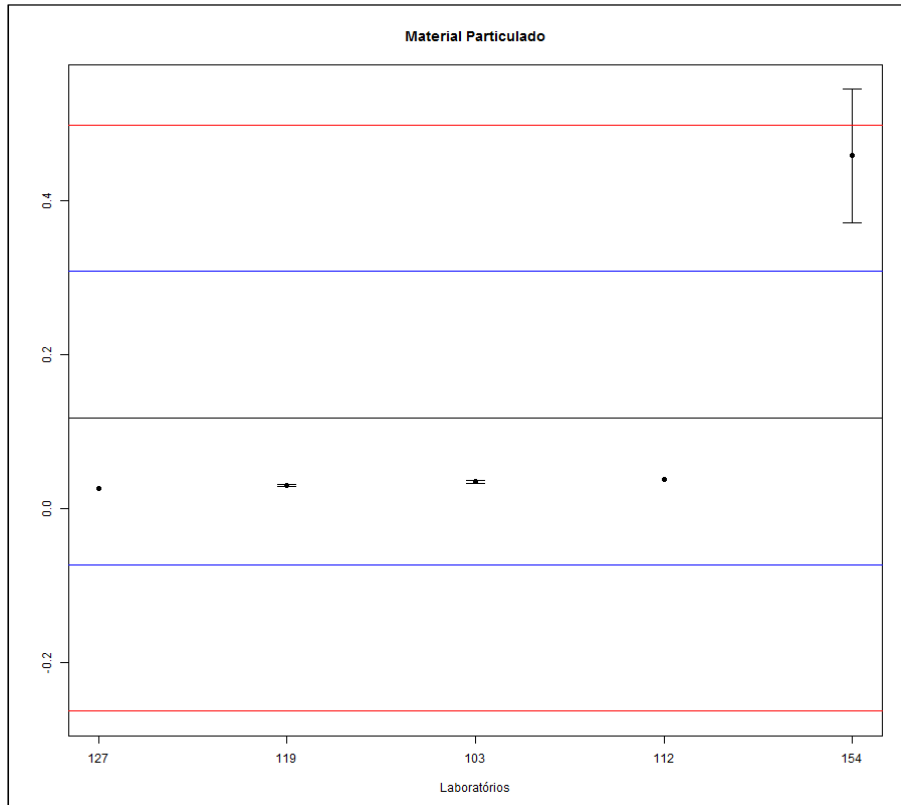


Figura 28 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo B – P7.

Através dos gráficos, pode-se observar que:

NO_x (g/kWh): 3 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s e os 2 participantes restantes dentro do intervalo de Ref ± 2s. O participante 127 apresentou a maior dispersão de resultados.

CO (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados entre o intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s.

HC (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s.

NO_x+HC (g/kWh): 2 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 127 apresentou a maior dispersão de resultados.

CO₂ (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s, o participante 119 apresentou a maior dispersão de resultados.

Consumo (g/kWh): 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo Ref ± 1s; e 1 participante dentro do intervalo de Ref ± 2s.

Material Particulado: 4 participantes apresentaram resultados dentro do intervalo $Ref \pm 1s$; e 1 participante dentro do intervalo de $Ref \pm 2s$, o participante 154 apresentou a maior dispersão de resultados.

5.2 Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – MAR I

A tabela 8 apresenta as diferenças menos significativas para o grupo A – MAR I. Os valores em vermelho indicam onde o par de laboratórios difere estatisticamente.

Tabela 8 - Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – MAR I.

Participantes	NO _x (g/kWh)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x +HC (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	Consumo (g/kWh)	Material Particulado
122 - 134	0	0,0001	0,8841	0	0	0	0
122 - 139	0	0,0018	0	0	0	0,0142	0
122 - 145	0	0	0	0	0	0,014	0
122 - 160	0	0	0	0	0	0,0121	0
122 - 176	0	0	0,0002	0	0	0	0
122 - 195	0	0	0	0	0	0,0015	0
134 - 139	0	0,8393	0	0	0	0	1
134 - 145	0,0022	0	0	0,0001	0	0	0,0399
134 - 160	0,0001	0	0	0	0,0014	0	0,0385
134 - 176	0	0,0001	0,0054	0	0	0	1
134 - 195	0	0	0	0	0	0	0,039
139 - 145	0	0	0,0002	0	0	0	0,1498
139 - 160	0	0	0,0008	0	0	0	0,1498
139 - 176	0	0	0	0	0	0	1
139 - 195	0	0	0	0	0	0	0,1498
145 - 160	0,7238	0,8402	1	0,7255	0,7304	1	1
145 - 176	0	0,86	0	0	0	0,0856	0,1498
145 - 195	0	0,0812	0,2145	0	0,0021	1	1
160 - 176	0	0,09	0	0	0	0,0975	0,1498
160 - 195	0	0,8402	0,075	0	0,0001	1	1
176 - 195	0	0,0042	0	0	0,0019	0,4972	0,1498

5.3 Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – P7

A tabela 9 apresenta as diferenças menos significativas para o grupo A – P7. Os valores em vermelho indicam onde o par de laboratórios difere estatisticamente.

Tabela 9 - Diferença Menos Significativa da CI – Grupo A – P7.

Participantes	NO _x (g/kWh)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x +HC (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	Consumo (g/kWh)	Material Particulado
136 - 138	0	0	0	0	0	0	0
136 - 153	0,0074	0	0	0,0934	0	0	1
136 - 157	0	0	0	0	0	1	0,0108
136 - 166	0	0	0	0	0,0092	0,017	0,014
136 - 167	0	0	1	0	0	0,3347	0,3133
136 - 187	0	0	1	0	0	0,3347	1
138 - 153	0	1	0,0002	0	0	0	0

Participantes	NO _x (g/kWh)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x +HC (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	Consumo (g/kWh)	Material Particulado
138 - 157	0	0,1828	0	0	0	0	0,0063
138 - 166	0	0,0005	0	0	0	0,0001	0,0049
138 - 167	0	0,819	0	0	0,0088	0	0
138 - 187	0	0,2704	0	0	1	0	0
153 - 157	0	0,1772	0	0	0	0	0,0071
153 - 166	0	0,0005	1	0	0	0	0,0092
153 - 167	0	0,7982	0	0	0	0,0023	0,4549
153 - 187	0	0,2608	0	0	0	0,0023	1
157 - 166	0	0	0	0	0	0,0563	1
157 - 167	1	1	0	1	0	0,1278	0,0001
157 - 187	1	1	0	1	0	0,1278	0,0015
166 - 167	0	0	0	0	0	0,0002	0,0002
166 - 187	0	0	0	0	0	0,0002	0,0019
167 - 187	1	1	1	1	0,0307	1	1

5.4 Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – MAR I

A tabela 10 apresenta as diferenças menos significativas para o grupo B – MAR I. Os valores em vermelho indicam onde o par de laboratórios difere estatisticamente.

Tabela 10 - Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – MAR I.

Participantes	NO _x (g/kWh)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x +HC (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	Consumo (g/kWh)	Material Particulado
109 - 111	0	0,0022	0,0027	0	0,0987	0,2747	0
109 - 133	0,0278	0	1	0,0265	0	0	0
109 - 165	0	0	0	0	0	0	0
109 - 173	0	0	1	0	0	0,0001	0
109 - 189	0	0	1	0	0	0	0
111 - 133	0	0,1861	0,0007	0	0	0	0
111 - 165	0,0095	0	0	0	0,0017	0	0
111 - 173	0	0	0,0272	0	0	0	1
111 - 189	0	0	0,0007	0	0,0078	0	0
133 - 165	0	0	0	0	0	0,0002	1
133 - 173	0	0	0,5927	0	0,0078	0	0
133 - 189	0	0	1	0	0	0	0,5493
165 - 173	0	0	0	0,0077	0	0,0597	0
165 - 189	0	0	0	0	1	0	1
173 - 189	0	0	0,5927	0	0	0	0

5.5 Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – P7

A tabela 11 apresenta as diferenças menos significativas para o grupo B – P7. Os valores em vermelho indicam onde o par de laboratórios difere estatisticamente.

Tabela 11 - Diferença Menos Significativa da CI – Grupo B – P7.

Participantes	NO _x (g/kWh)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x +HC (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	Consumo (g/kWh)	Material Particulado
103 - 112	0,0001	0	0,1018	-	0	0,002	1
103 - 119	0	0	0	-	0,0001	0	1
103 - 127	0	0	0	-	0	0	1
103 - 154	0	0	0	-	0	0	0
112 - 119	0	0	0	0	1	0,0935	1
112 - 127	1	0	0	0,0214	0,1392	0	1
112 - 154	0,0001	0	0	-	0,4248	0	0
119 - 127	0	0,0041	0,0882	0,0006	0,0802	0	1
119 - 154	1	0	0	-	0,2553	0	0
127 - 154	0,0002	0	0	-	1	0	0

5.6 Resultados de Média e Desvio-Padrão

As tabelas 12, 13, 14 e 15 apresentam as médias e os desvios-padrão para os grupos A e B – MAR I e P7.

Tabela 12 - Média e desvios-padrão da CI – Grupo A – MAR I.

Parâmetro	Média	Desvio padrão
NO _x (g/kWh)	8,181	0,456
CO (g/kWh)	0,359	0,028
HC (g/kWh)	0,152	0,023
NO _x + HC (g/kWh)	8,333	0,466
CO ₂ (g/kWh)	702,62	31,73
Consumo (g/kWh)	227,98	10,51
Material Particulado	0,029	0,016

Tabela 13 - Média e desvios-padrão da CI – Grupo A – P7.

Parâmetro	Média	Desvio padrão
NO _x (g/kWh)	8,799	0,464
CO (g/kWh)	0,260	0,017
HC (g/kWh)	0,127	0,020
NO _x + HC (g/kWh)	8,927	0,475
CO ₂ (g/kWh)	671,26	28,18
Consumo (g/kWh)	216,14	2,17
Material Particulado	0,017	0,003

Tabela 14 - Média e desvios-padrão da CI – Grupo B – MAR I.

Parâmetro	Média	Desvio padrão
NO _x (g/kWh)	4,363	0,161
CO (g/kWh)	0,730	0,175
HC (g/kWh)	0,183	0,082
NO _x + HC (g/kWh)	4,546	0,203
CO ₂ (g/kWh)	767,17	13,11
Consumo (g/kWh)	244,82	2,65
Material Particulado	0,060	0,006

Tabela 15 - Média e desvios-padrão da CI – Grupo B – P7.

Parâmetro	Média	Desvio padrão
NO _x (g/kWh)	4,575	0,165
CO (g/kWh)	1,663	0,843
HC (g/kWh)	0,437	0,422
NO _x + HC (g/kWh)	4,779	0,186
CO ₂ (g/kWh)	757,51	8,43
Consumo (g/kWh)	242,40	4,46
Material Particulado	0,118	0,190

5.7 Visualizações dos Resultados e Detecção de *Outliers*, *Box-Plot* nas emissões do Grupo A – MAR I.

As figuras 29 a 35 apresentam graficamente o *Box-Plot* nas emissões do Grupo A – MAR I, para cada parâmetro analisado.

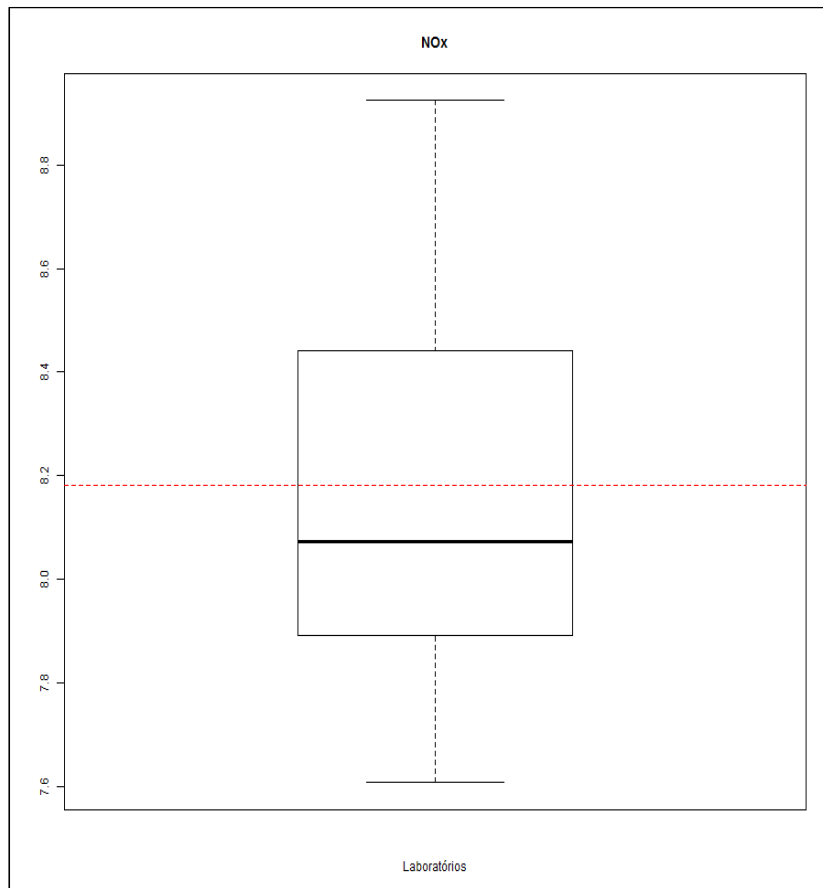


Figura 29 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NO_x – Grupo A – MAR I.

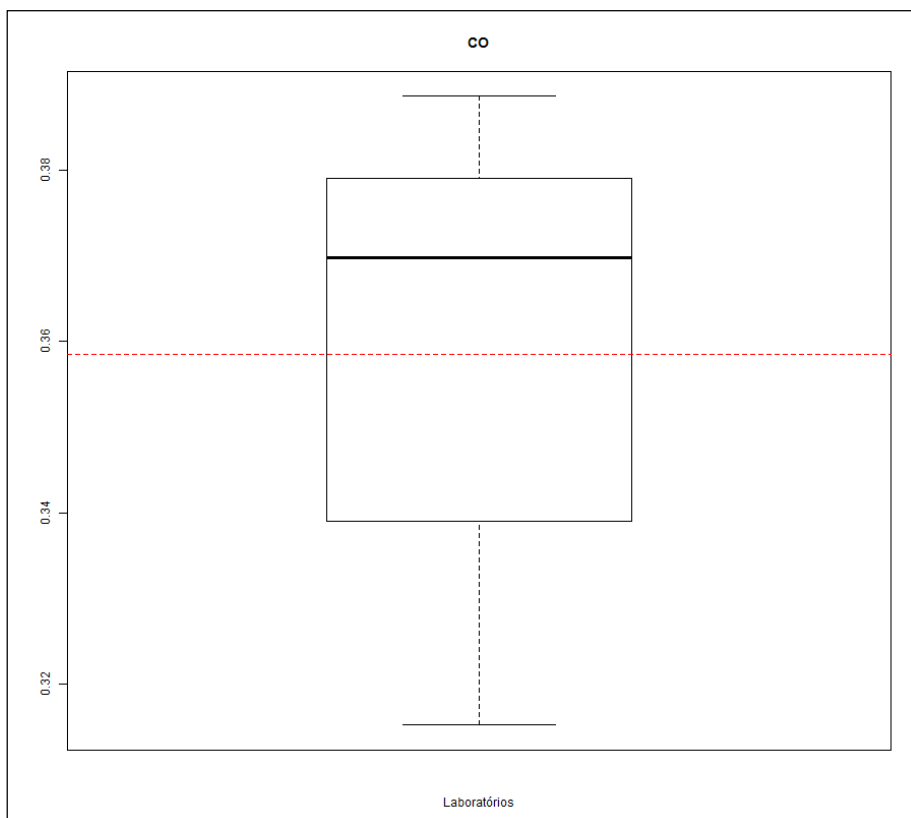


Figura 30 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO – Grupo A – MAR I.

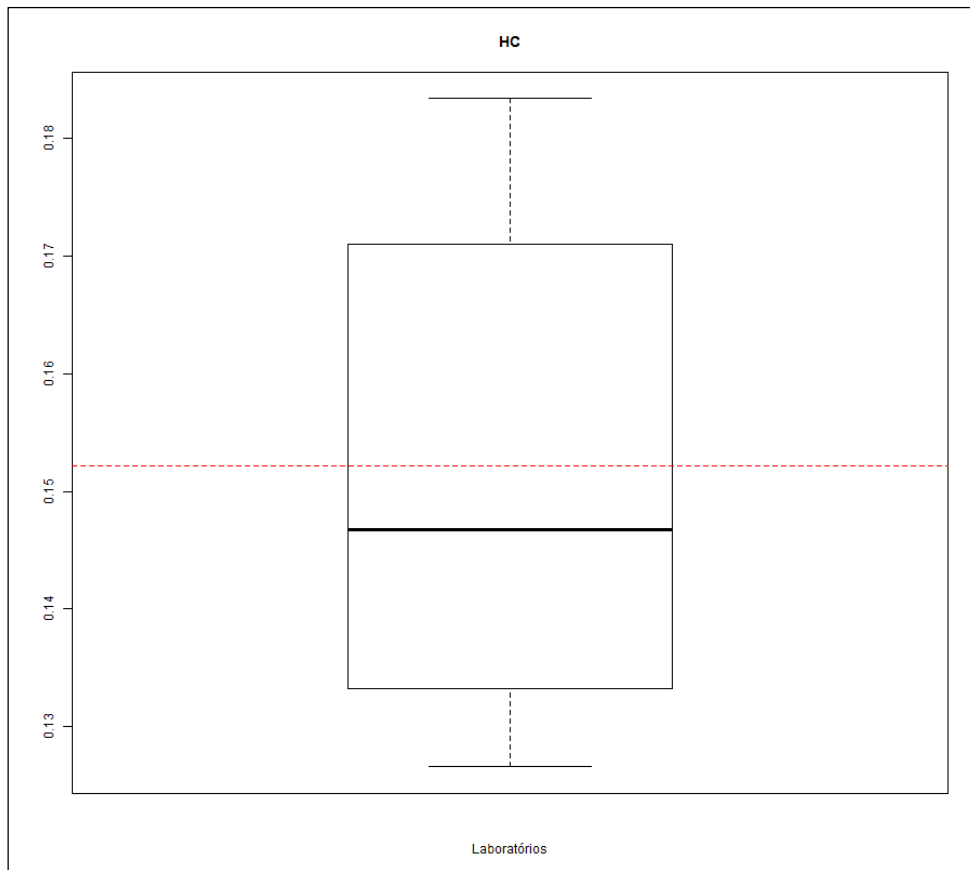


Figura 31 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de HC – Grupo A – MAR I.

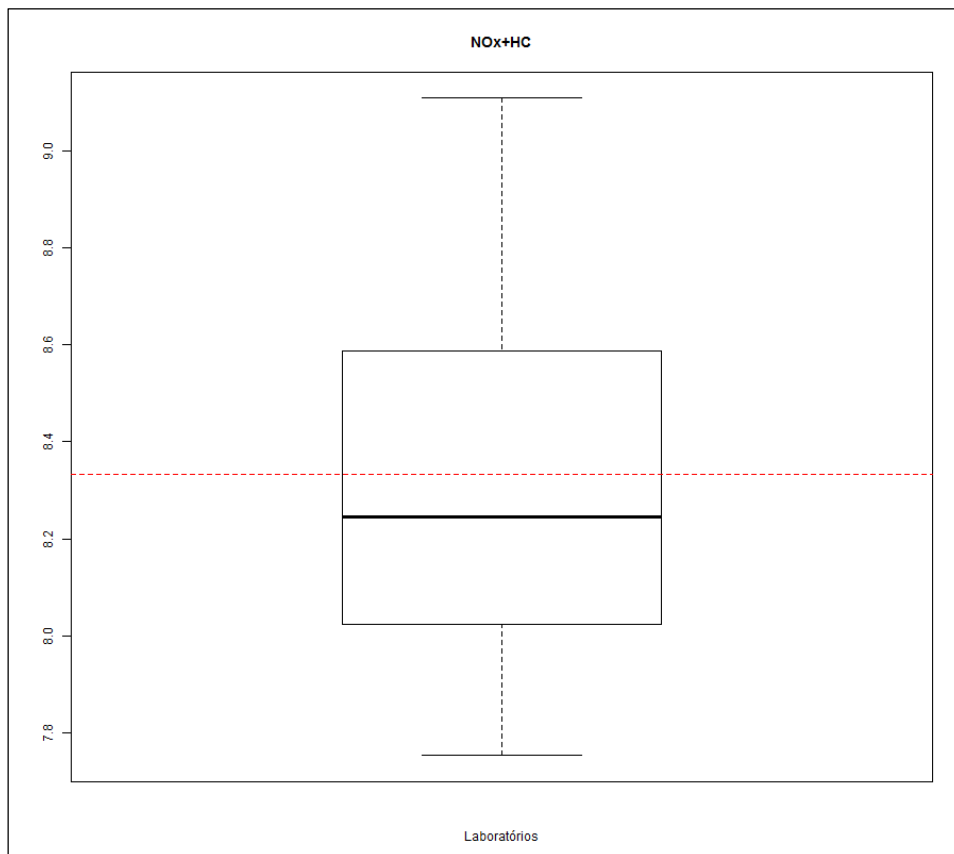


Figura 32 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx+HC – Grupo A – MAR I.

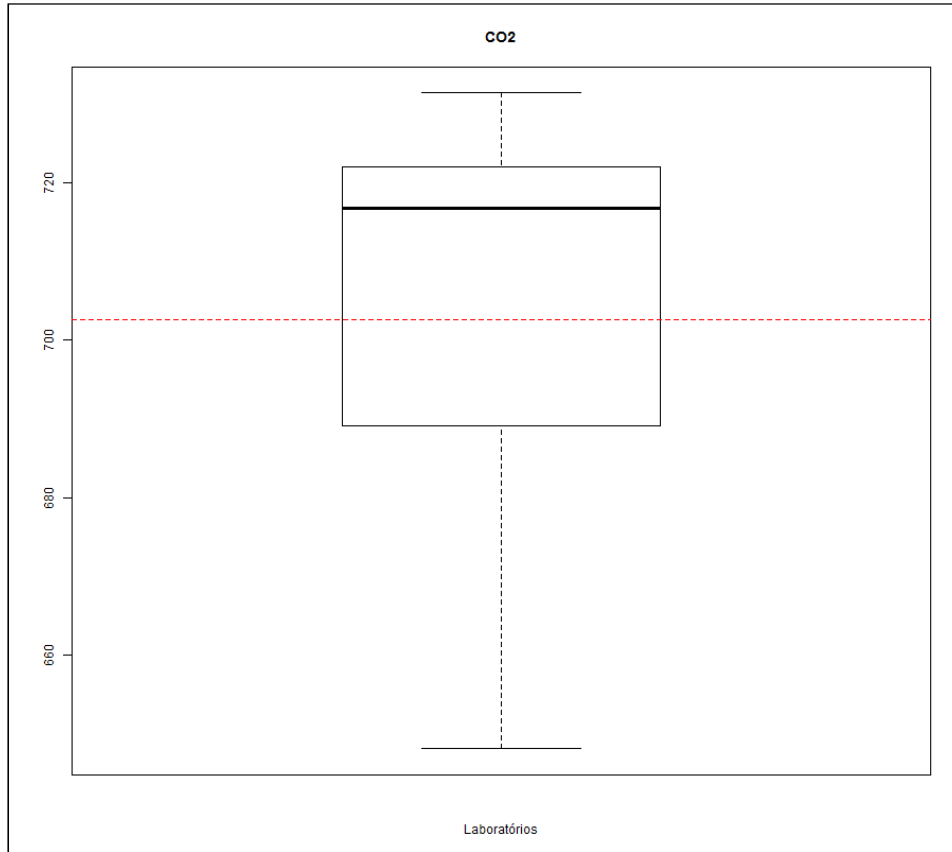


Figura 33 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO₂– Grupo A – MAR I.

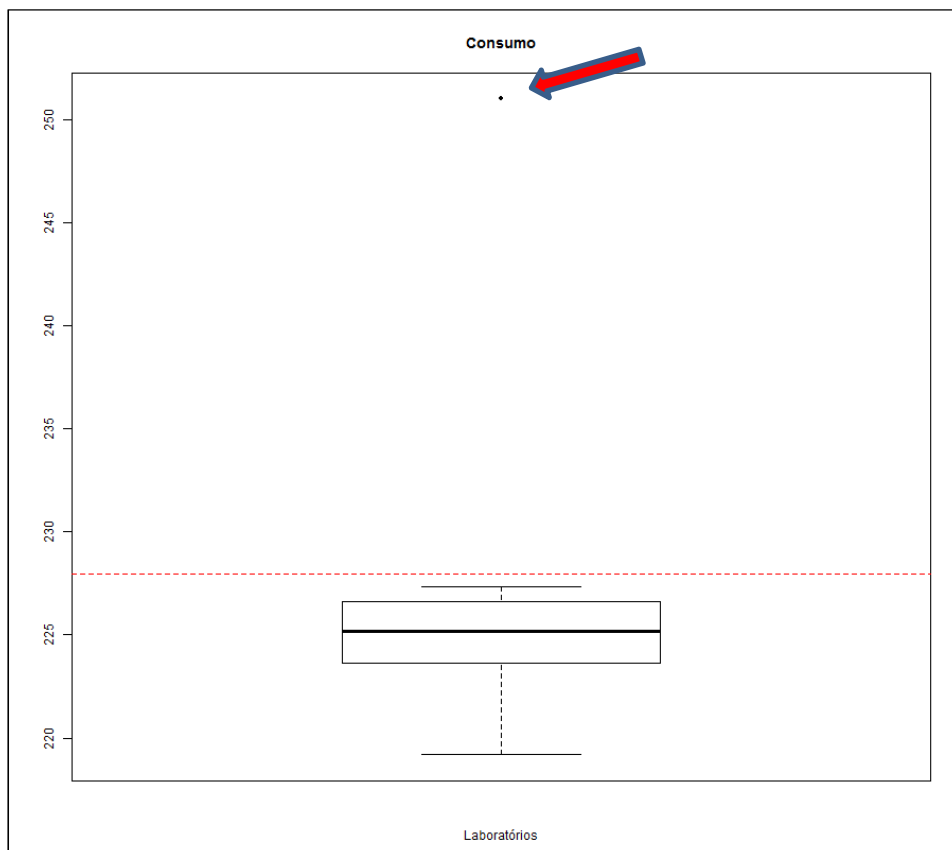


Figura 34 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Consumo – Grupo A – MAR I.

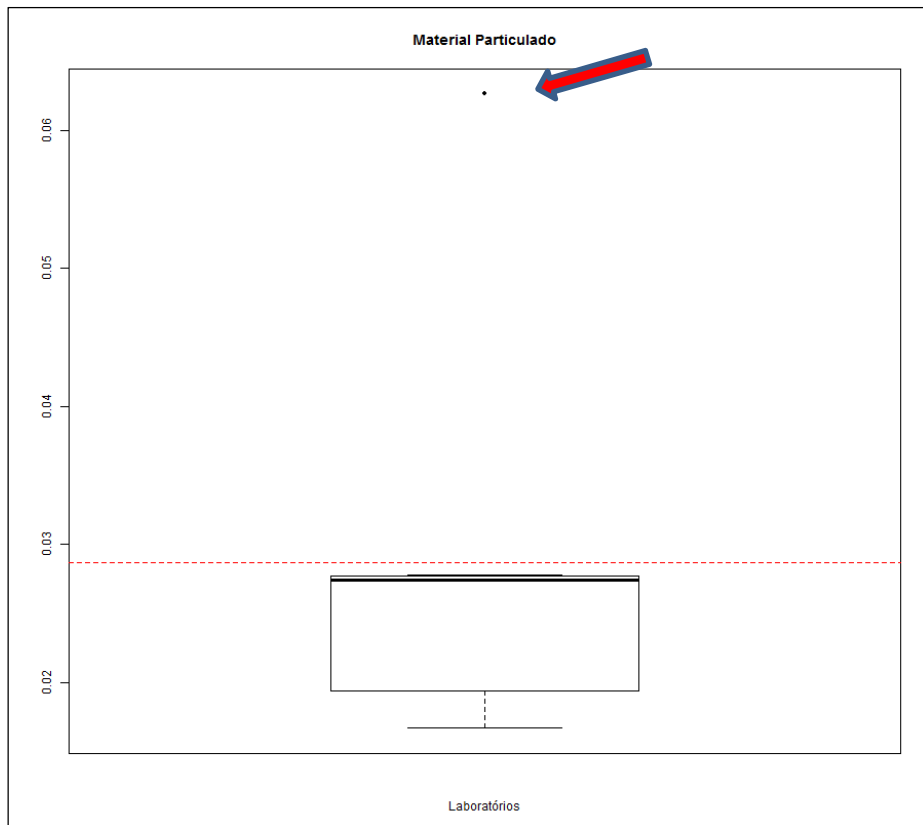


Figura 35 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Material Particulado – Grupo A – MAR I.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para os parâmetros Consumo (participante 134) e Material Particulado (participante 122).

5.8 Visualização dos Resultados e Detecção de *Outliers*: *Box-Plot* nas emissões do Grupo A – P7.

As figuras 36 a 42 apresentam graficamente o *Box-Plot* nas emissões do Grupo A – P7, para cada parâmetro analisado.

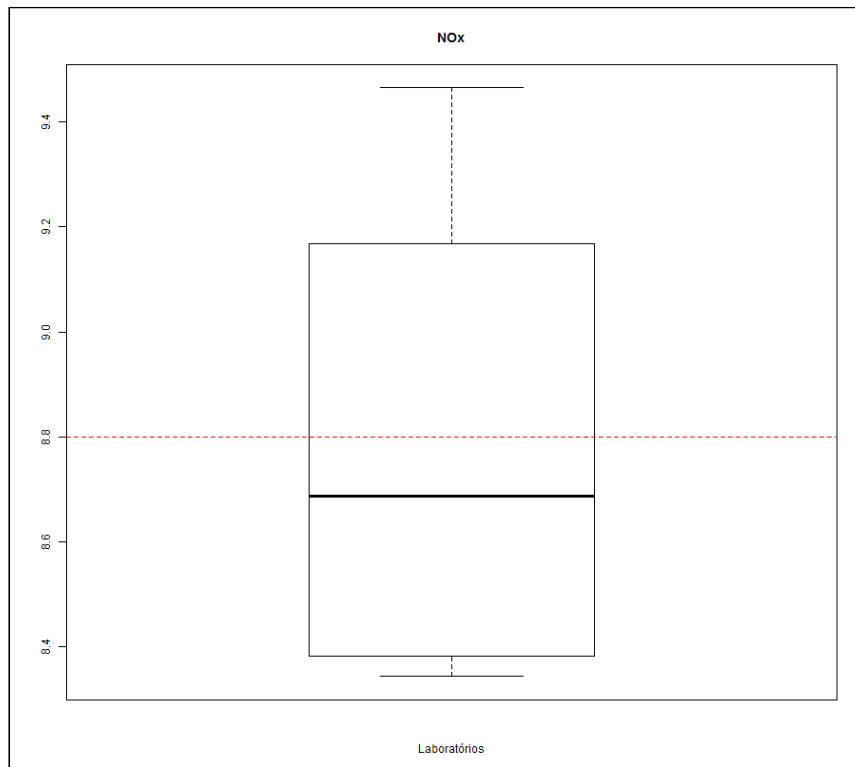


Figura 36 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx – Grupo A – P7.

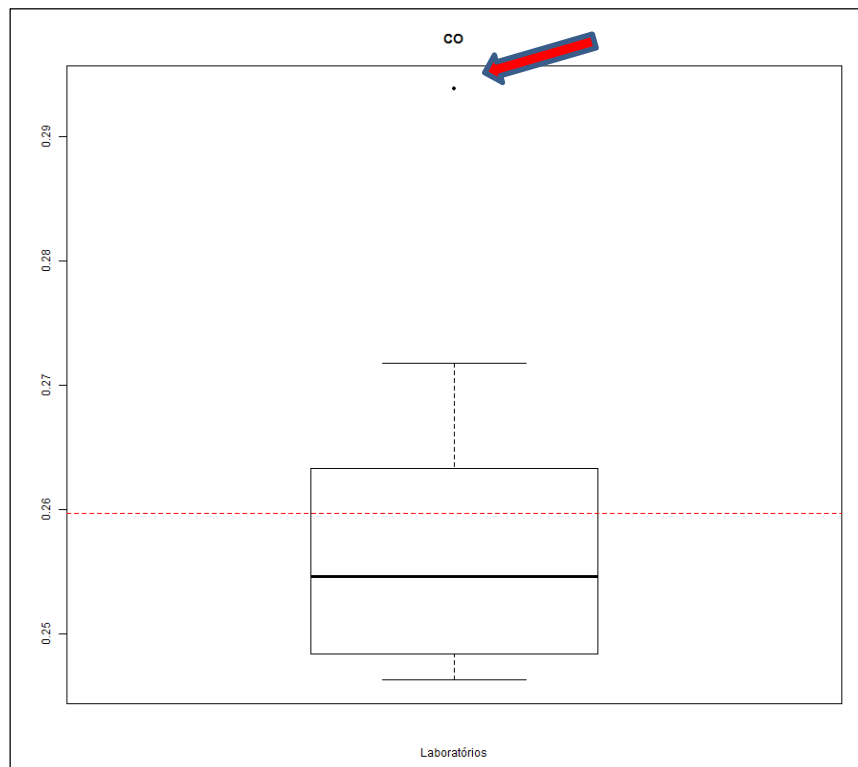


Figura 37 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO – Grupo A – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para o parâmetro CO (participante 136).

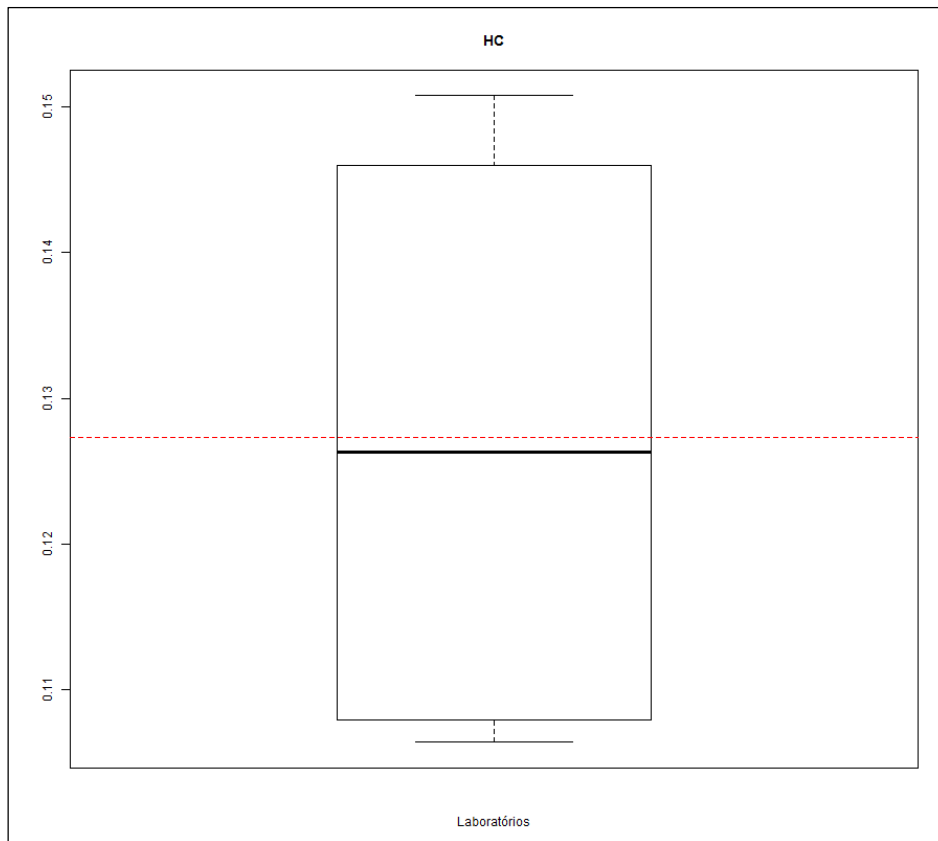


Figura 38 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de HC – Grupo A – P7.

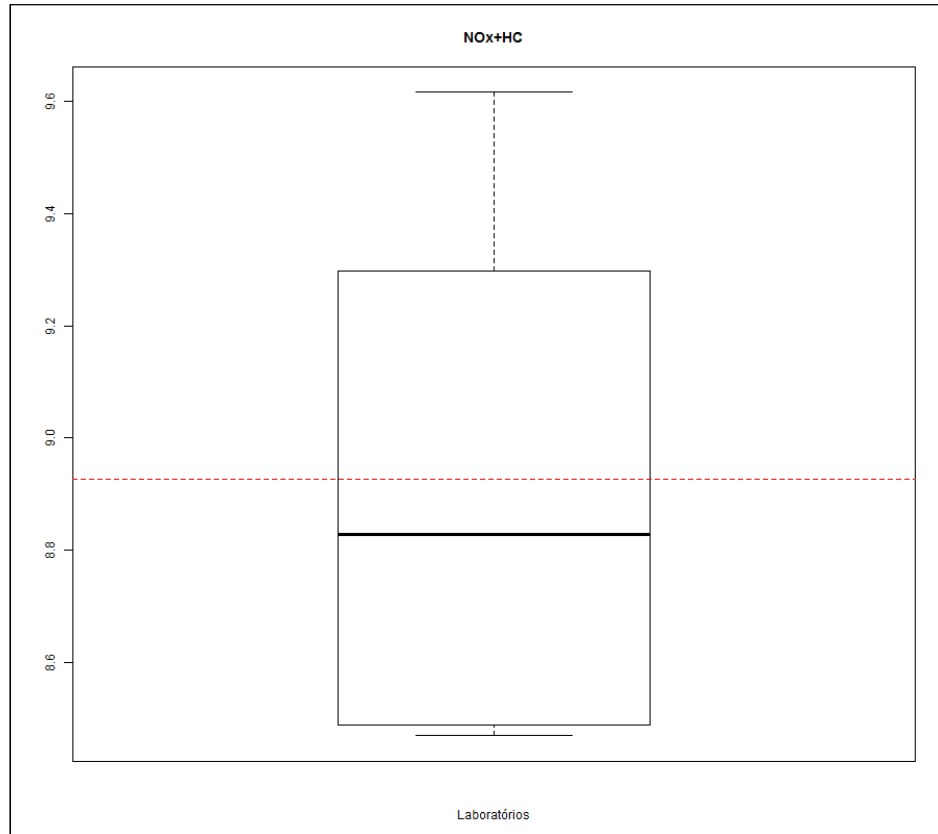


Figura 39 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx+HC – Grupo A – P7.

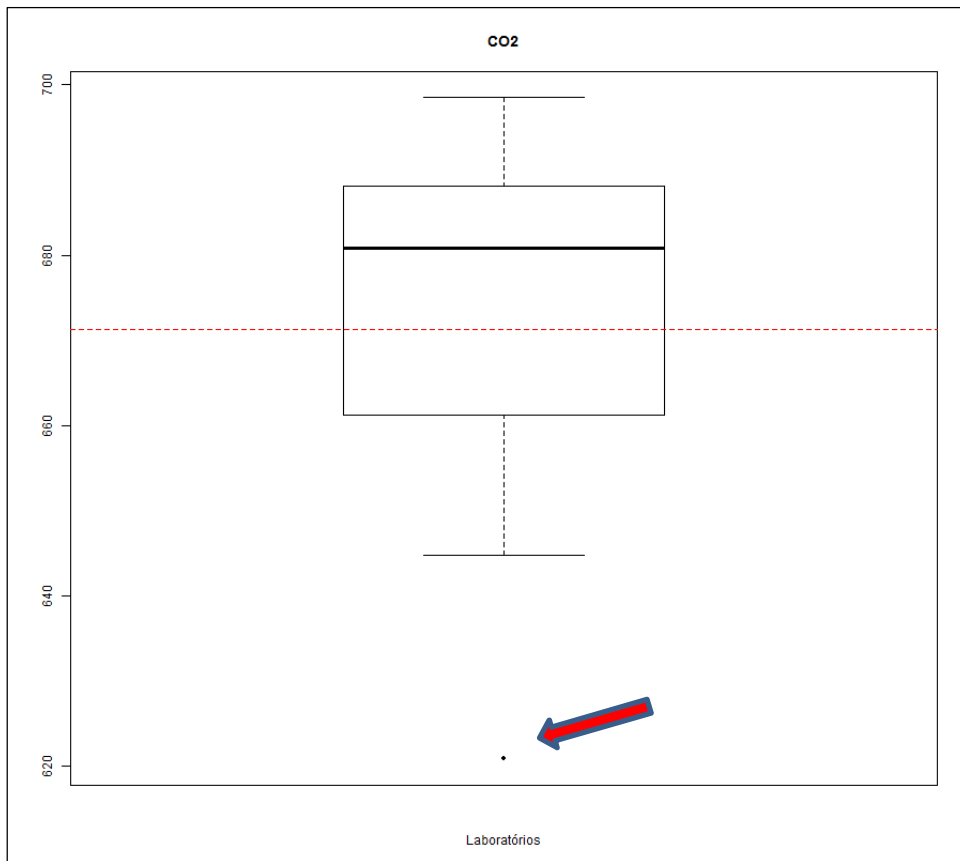


Figura 40 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO₂ – Grupo A – P7.

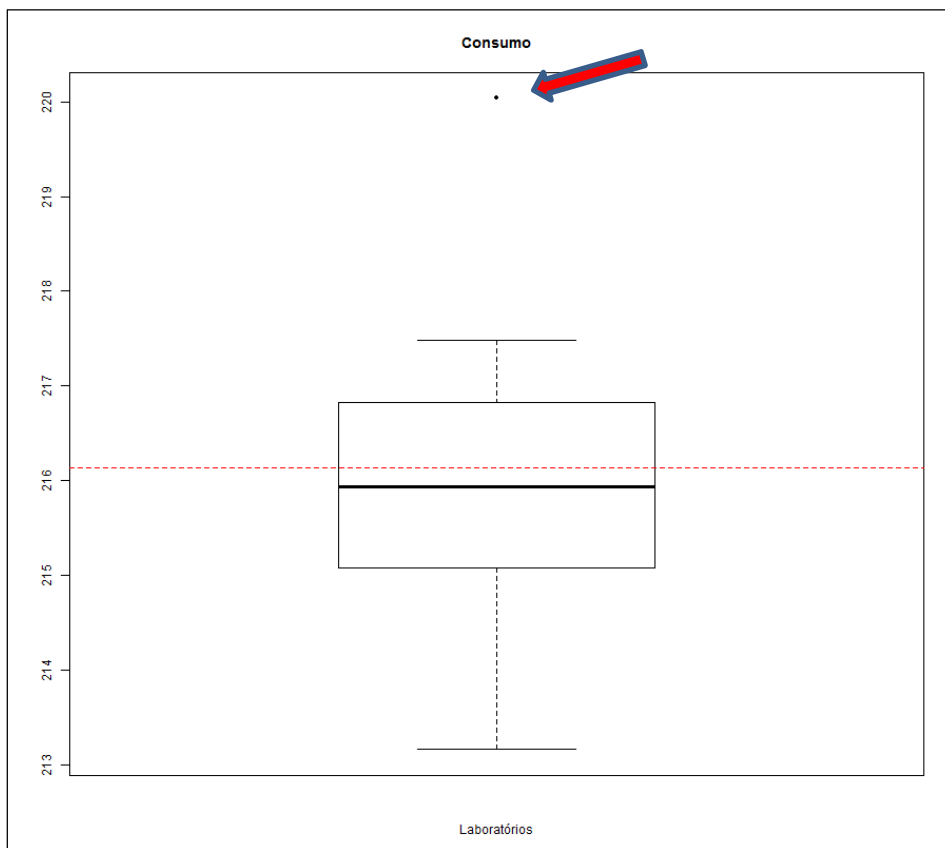


Figura 41 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Consumo – Grupo A – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para os parâmetros CO₂ (participante 157) e para o parametro Consumo (participante 138).

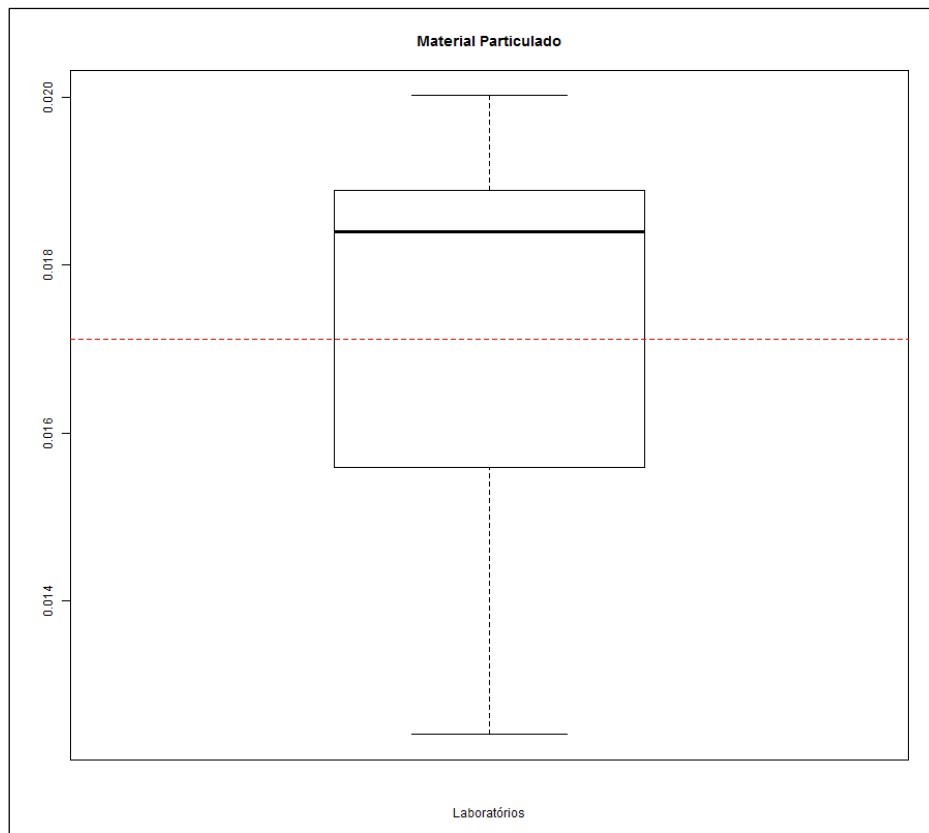


Figura 42 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Material Particulado – Grupo A – P7.

5.9 Visualização dos Resultados e Detecção de *Outliers*: *Box-Plot* nas emissões do Grupo B – MAR I.

As figuras 43 a 49 apresentam graficamente o *Box-Plot* nas emissões do Grupo B – MAR I, para cada parâmetro analisado.

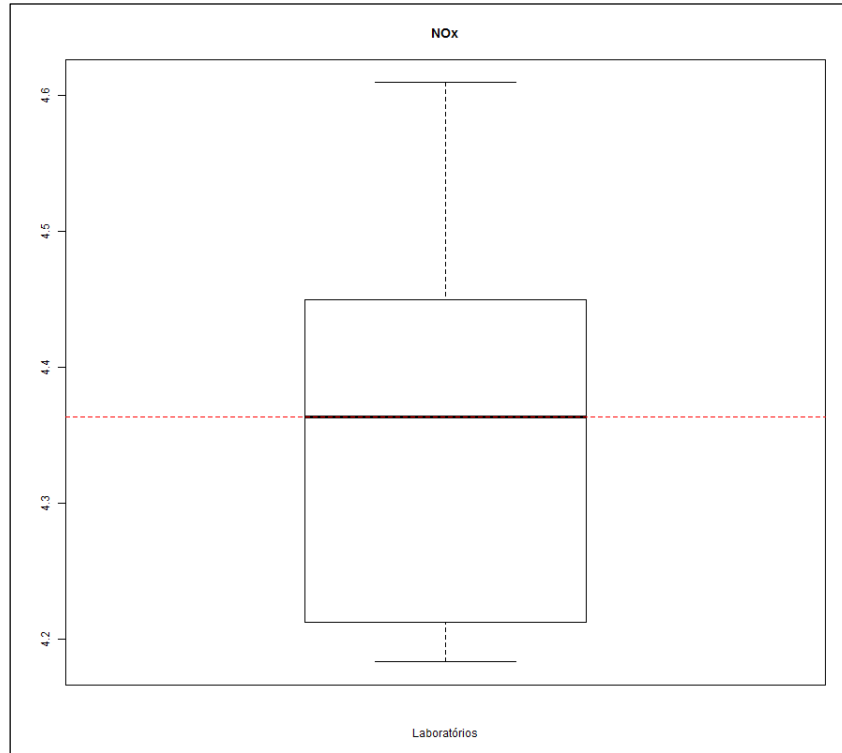


Figura 43 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx – Grupo B – MAR I.

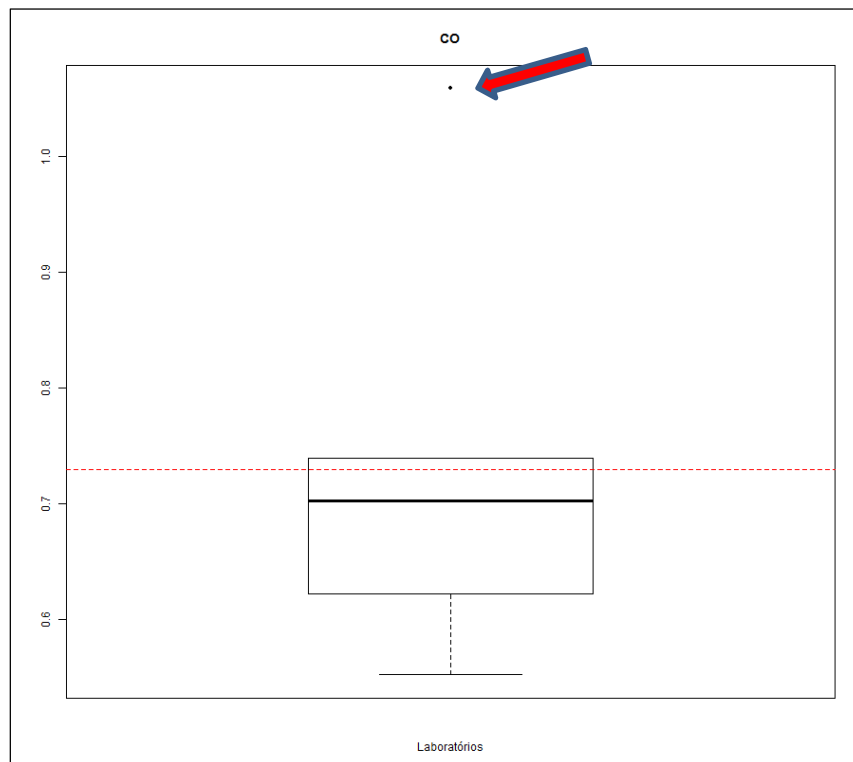


Figura 44 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO – Grupo B – MAR I.

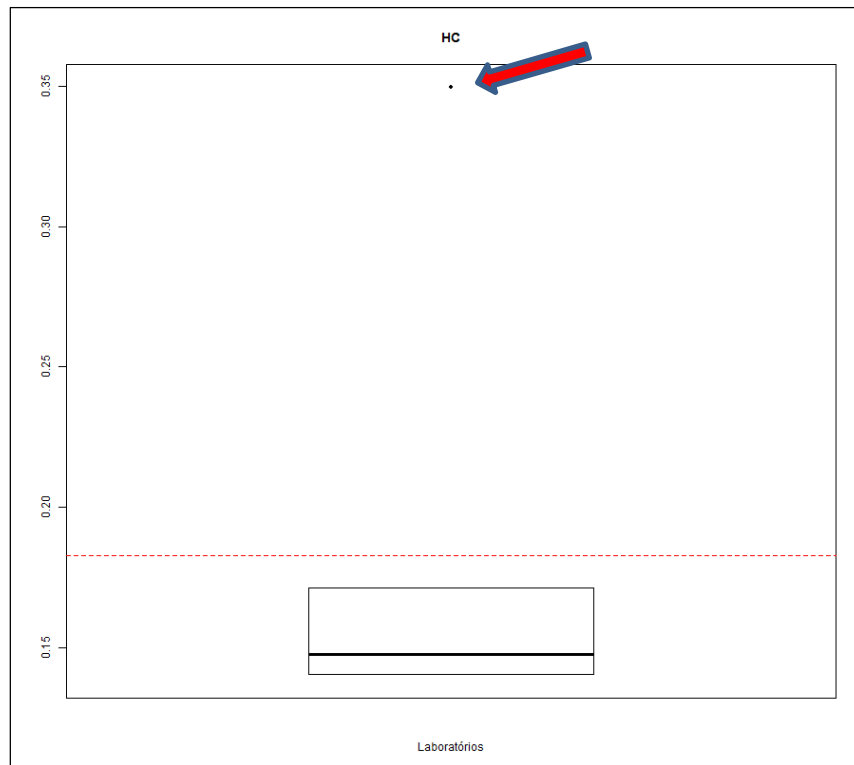


Figura 45 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de HC – Grupo B – MAR I.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para os parâmetros CO (participante 165) e HC (participante 165).

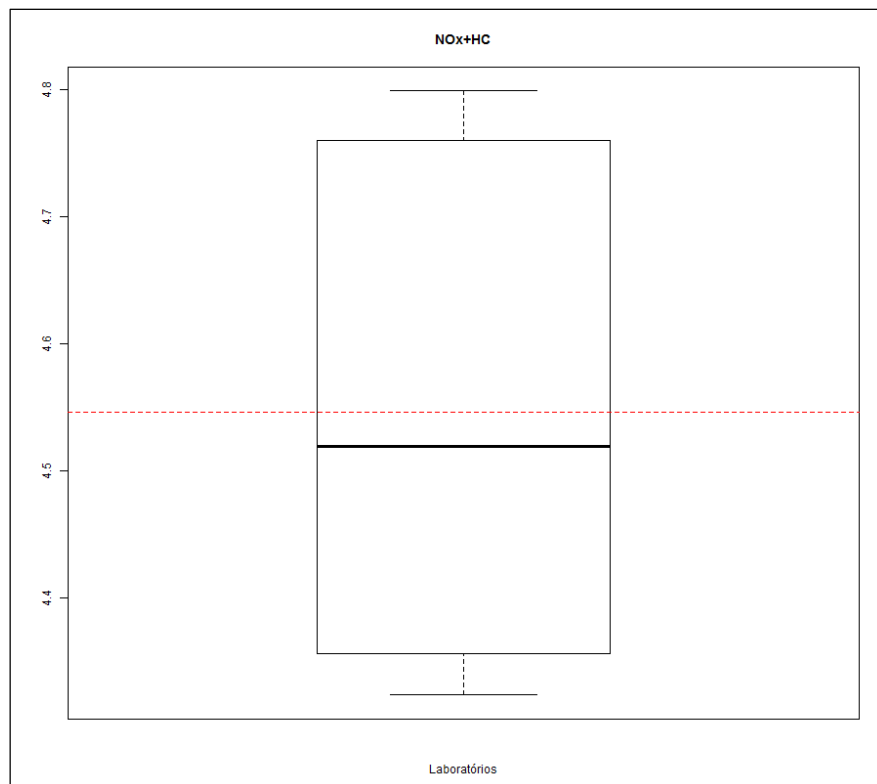


Figura 46 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx+HC – Grupo B – MAR I.

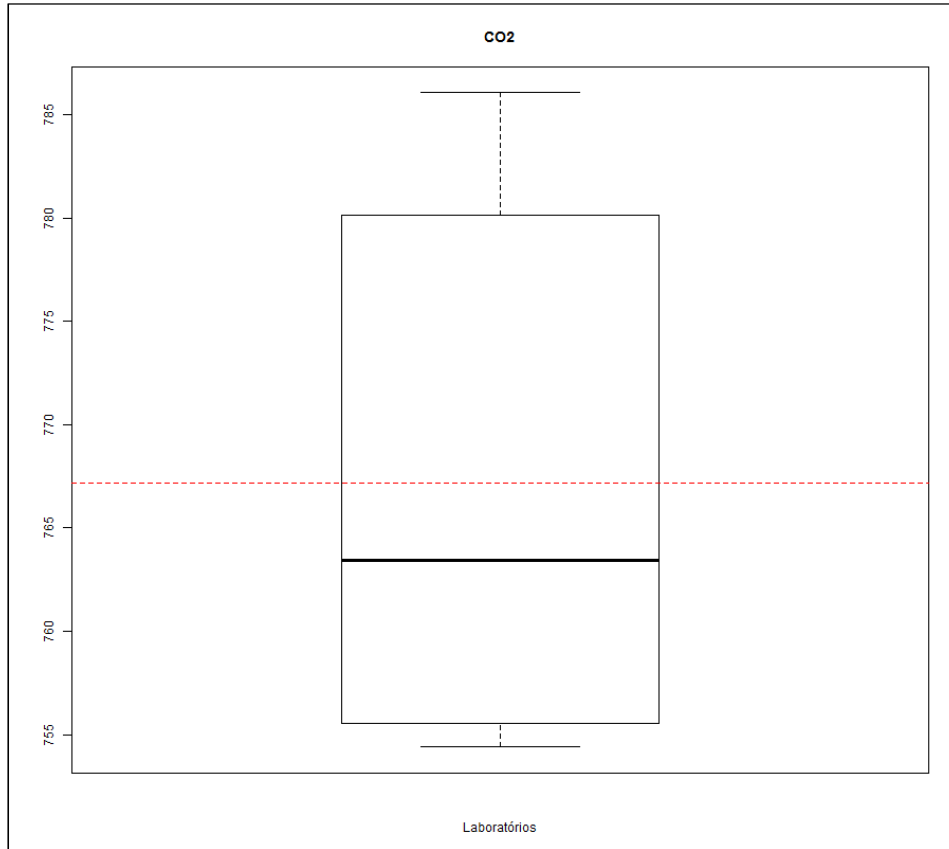


Figura 47 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO₂– Grupo B – MAR I.

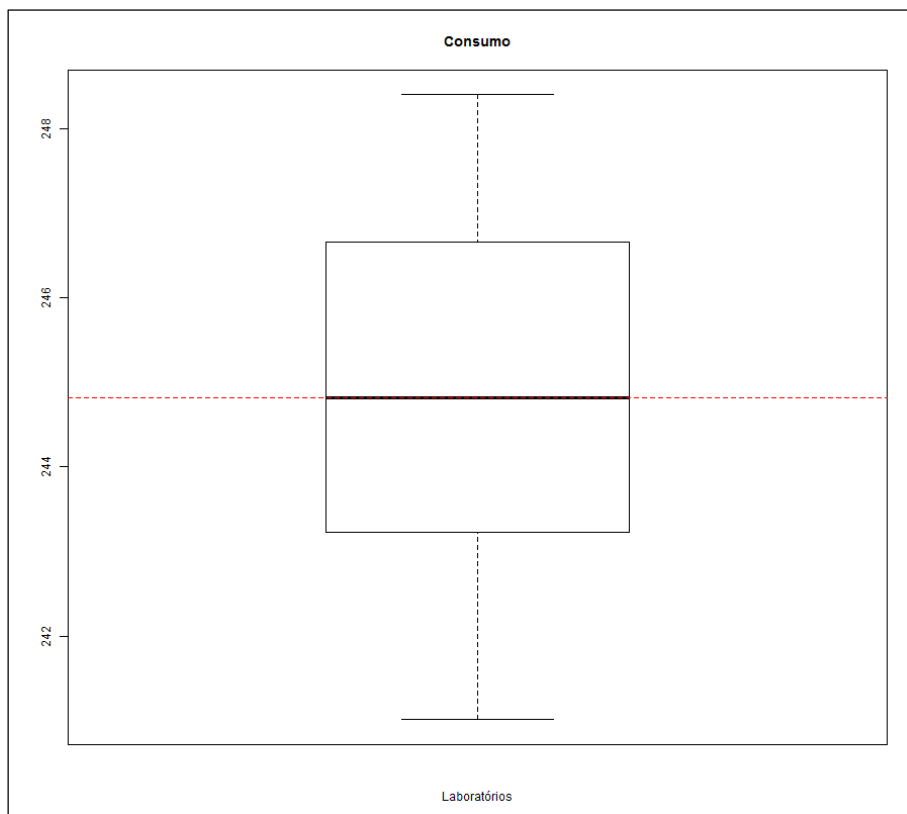


Figura 48 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Consumo – Grupo B – MAR I.

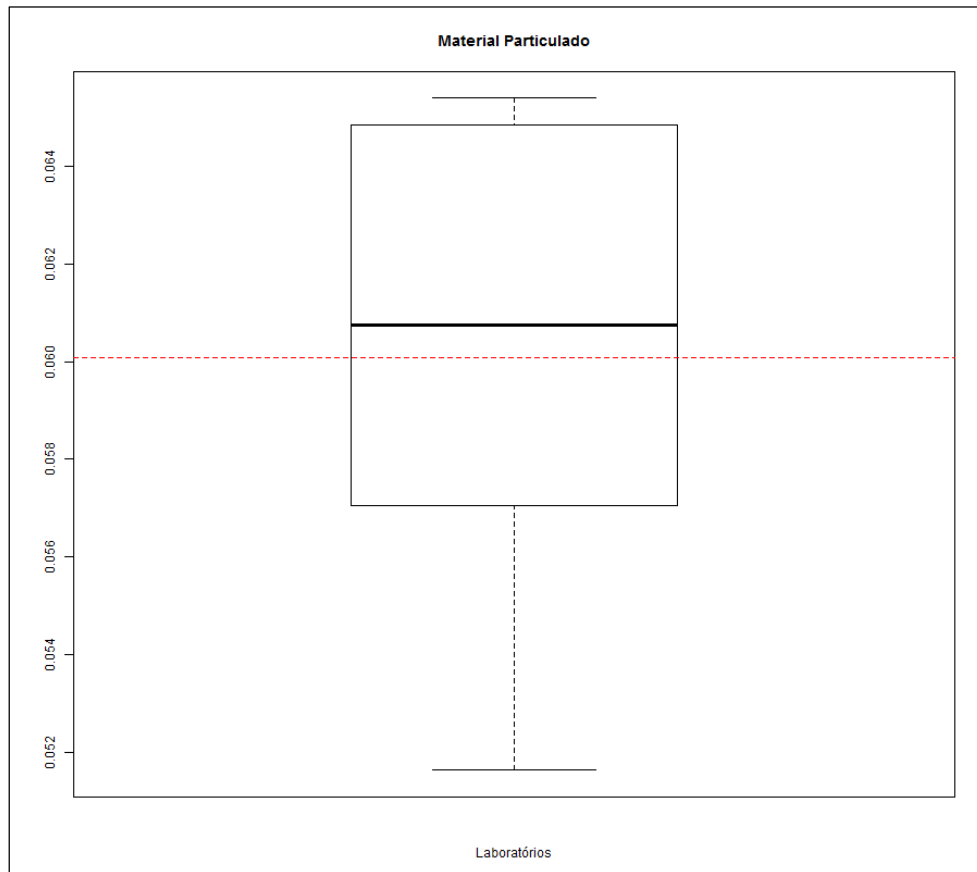


Figura 49 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Material Particulado – Grupo B – MAR I.

5.10 Visualização dos Resultados e Detecção de *Outliers*: *Box-Plot* nas emissões do Grupo B – P7.

As figuras 50 a 56 apresentam graficamente o *Box-Plot* nas emissões do Grupo B – P7, para cada parâmetro analisado.

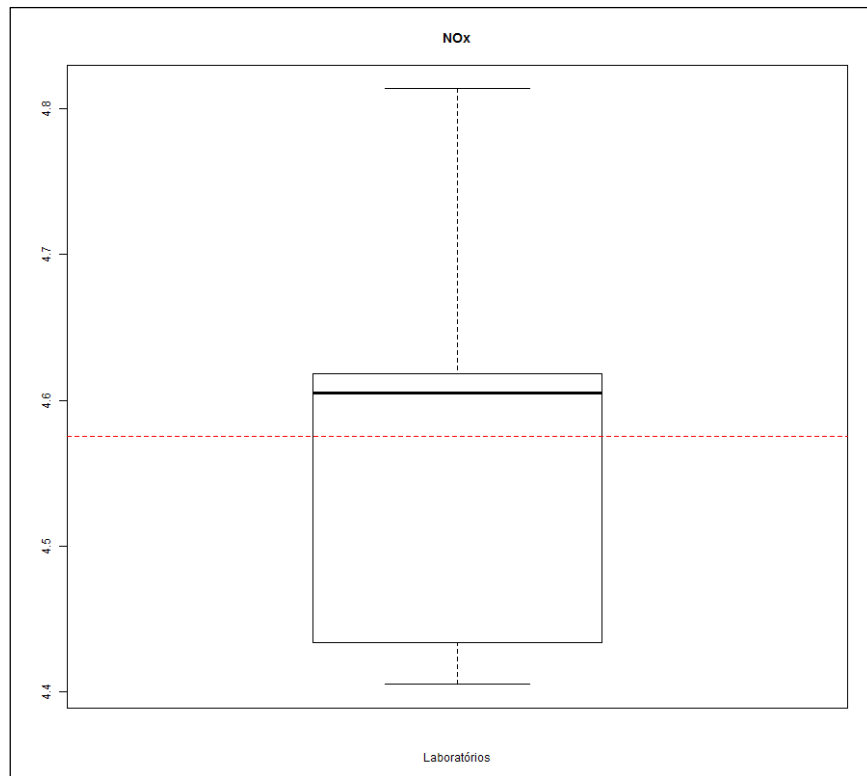


Figura 50 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx – Grupo B – P7.

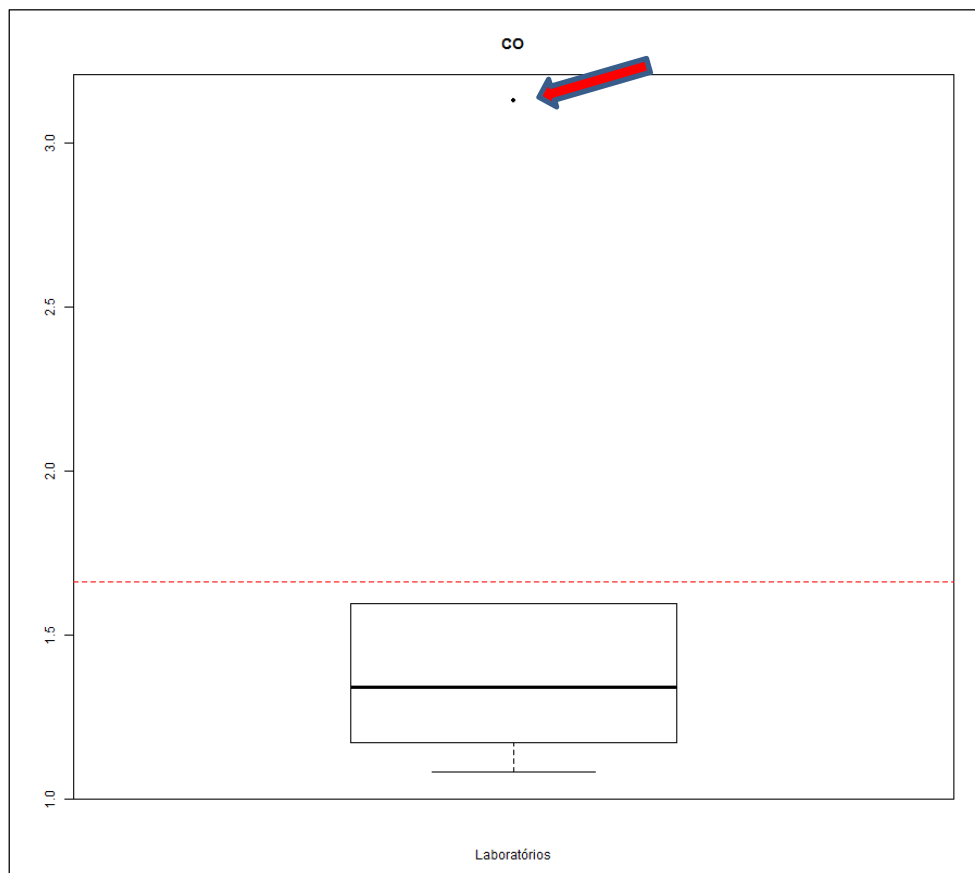


Figura 51 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO – Grupo B – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para o parâmetro CO (participante 154).

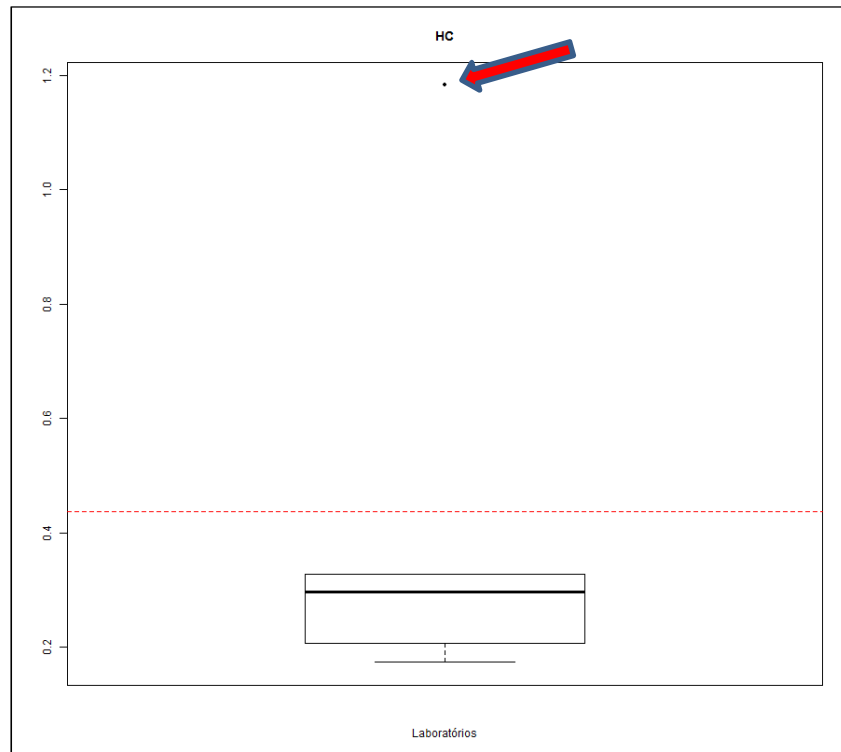


Figura 52 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de HC – Grupo B – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para o parâmetro HC (participante 154).

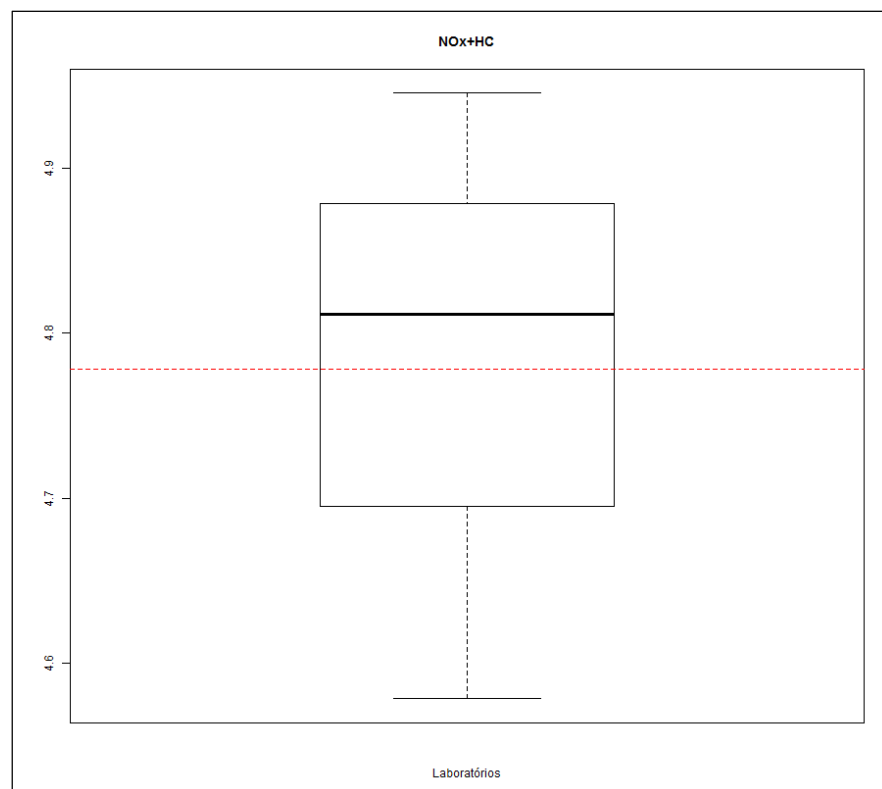


Figura 53 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de NOx+HC – Grupo B – P7.

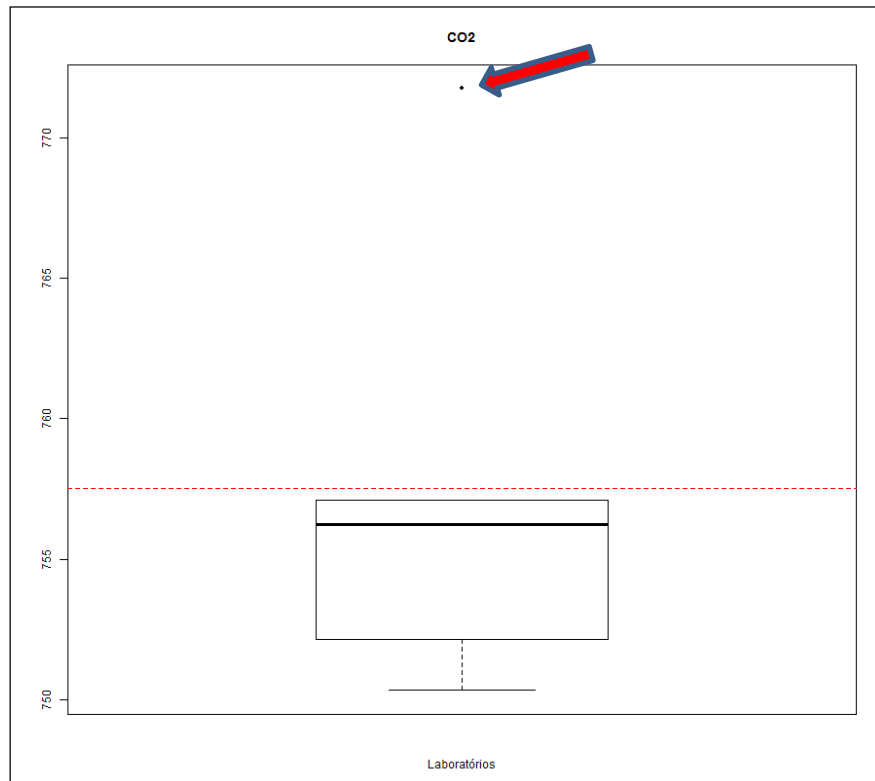


Figura 54 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de CO₂– Grupo B – P7.

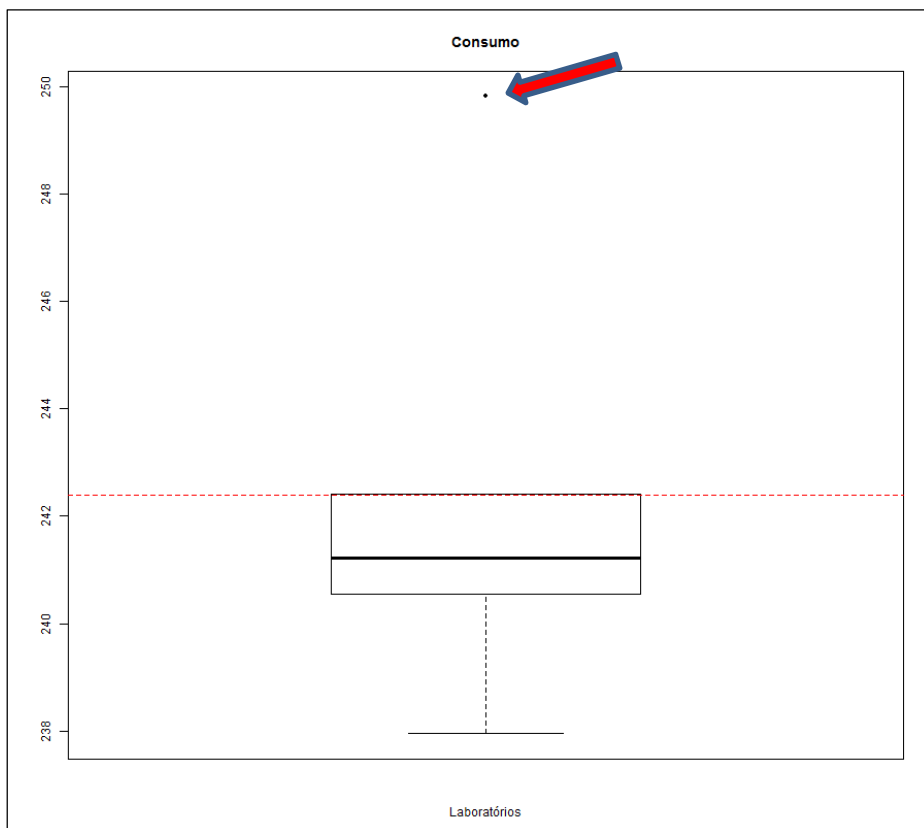


Figura 55 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Consumo – Grupo B – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para os parâmetros CO₂ (participante 103) e Consumo (participante 154).

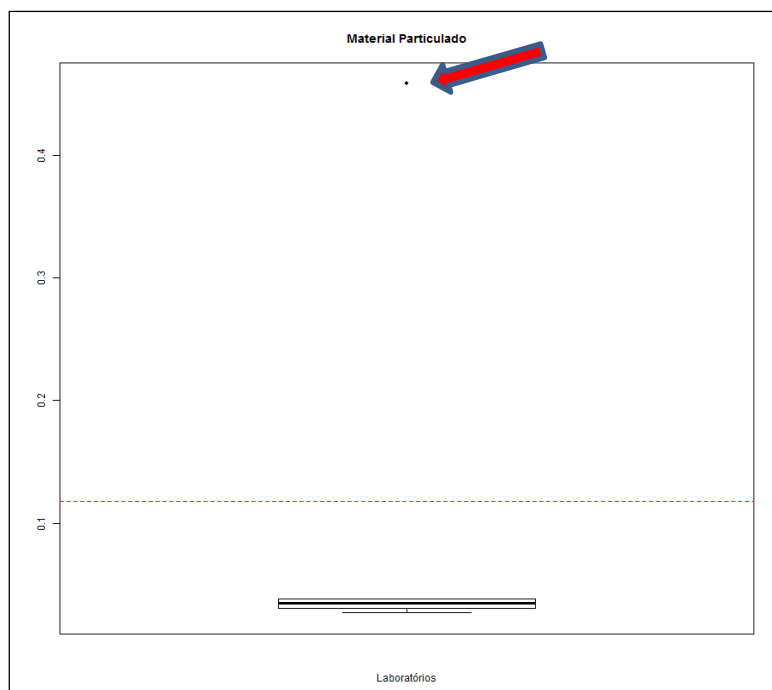


Figura 56 – Gráfico *box-plot* dos resultados referentes à medição de Material Particulado – Grupo B – P7.

A seta vermelha com contorno em azul mostra os *outliers* para o parâmetro Material Particulado (participante 154).

6 Resultados dos Participantes

6.1 Emissões Grupo A – MAR I

As tabelas 16 e 17 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

Nota: Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas 16 e 17 os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais conforme foi solicitado no formulário de resultados.

Tabela 16– Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros NO_x, CO, HC, NO_x+HC e CO₂ - Grupo A – MAR I.

Código	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x +HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão
122	8,288	0,057	0,315	0,004	0,169	0,002	8,458	0,059	667,86	4,59
134	8,072	0,048	0,342	0,004	0,173	0,008	8,245	0,054	710,25	2,11
139	7,607	0,038	0,336	0,007	0,147	0,003	7,754	0,039	648,07	2,67
145	7,917	0,041	0,376	0,015	0,133	0,003	8,049	0,038	718,86	2,77
160	7,864	0,039	0,382	0,008	0,134	0,003	7,998	0,036	716,76	1,37
176	8,925	0,128	0,370	0,008	0,183	0,006	9,109	0,122	731,42	0,89
195	8,595	0,039	0,389	0,002	0,127	0,004	8,718	0,035	725,09	1,29

Tabela 17 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Consumo e Material Particulado- Grupo A – MAR I.

Código	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
122	222,13	0,24	0,063	0,014
134	251,00	0,19	0,017	0,001
139	219,19	3,09	0,019	0,001
145	225,09	0,66	0,027	0,002
160	225,17	0,54	0,028	0,002
176	227,35	0,08	0,019	0,002
195	225,90	1,91	0,028	0,003

6.2 Emissões Grupo A – P7

As tabelas 18 e 19 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

Nota: Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas 18 e 19 os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais conforme foi solicitado no formulário de resultados.

Tabela 18– Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros NO_x, CO, HC, NO_x+HC e CO₂ - Grupo A – P7.

Códigos	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x +HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão
136	9,238	0,100	0,294	0,006	0,108	0,003	9,346	0,101	694,62	0,80
138	8,687	0,042	0,255	0,006	0,143	0,002	8,829	0,040	681,51	0,50
153	9,098	0,042	0,255	0,003	0,149	0,002	9,247	0,041	644,82	0,63
157	8,344	0,091	0,246	0,006	0,126	0,003	8,470	0,091	620,88	3,72
166	9,465	0,051	0,272	0,010	0,151	0,001	9,616	0,052	698,51	1,51
167	8,376	0,045	0,250	0,003	0,108	0,002	8,484	0,047	677,58	0,86
187	8,388	0,046	0,247	0,003	0,106	0,001	8,495	0,046	680,89	2,32

Tabela 19 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Consumo e Material Particulado - Grupo A – P7.

Códigos	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
136	215,94	1,69	0,018	0,001
138	220,04	0,20	0,012	0,001
153	213,16	0,13	0,019	0,002
157	216,18	0,31	0,016	0,001
166	217,48	0,33	0,016	0,001
167	215,08	0,63	0,020	0,001
187	215,08	0,68	0,019	0,002

6.3 Emissões Grupo B – MAR I

As tabelas 20 e 21 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

Nota: Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas 20 e 21 os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais conforme foi solicitado no formulário de resultados.

Tabela 20 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros NO_x, CO, HC, NO_x+HC e CO₂ - Grupo B – MAR I.

Código	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x +HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão
109	4,212	0,020	0,739	0,020	0,144	0,012	4,356	0,025	765,42	5,34

Código	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x +HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão
111	4,416	0,018	0,710	0,003	0,171	0,003	4,587	0,020	761,44	0,27
133	4,183	0,018	0,695	0,010	0,141	0,001	4,323	0,018	786,07	0,95
165	4,450	0,015	1,059	0,015	0,350	0,020	4,799	0,015	754,40	2,05
173	4,610	0,011	0,552	0,007	0,151	0,006	4,760	0,010	780,15	2,34
189	4,310	0,012	0,622	0,008	0,140	0,008	4,451	0,016	755,56	2,05

Tabela 21 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Consumo e Material Particulado- Grupo B – MAR I.

Código	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
109	243,87	0,35	0,052	0,001
111	243,23	0,09	0,057	0,001
133	248,40	0,34	0,064	0,002
165	246,66	0,35	0,065	0,001
173	245,75	0,75	0,057	0,001
189	241,01	0,96	0,065	0,002

6.4 Emissões Grupo B – P7

As tabelas 22 e 23 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

Nota: Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas 22 e 23 os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais conforme foi solicitado no formulário de resultados.

Tabela 22 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros NO_x, CO, HC, NO_x+HC e CO₂ - Grupo B – P7.

Códigos	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		NO _x +HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão
103	4,814	0,015	1,340	0,011	0,296	0,004	-	-	771,75	2,95
112	4,618	0,004	1,597	0,075	0,327	0,015	4,946	0,013	756,25	2,30
119	4,405	0,045	1,080	0,022	0,173	0,004	4,579	0,043	757,11	7,29
127	4,605	0,109	1,170	0,017	0,206	0,007	4,812	0,115	750,34	1,37
154	4,434	0,005	3,130	0,027	1,183	0,046	-	-	752,13	3,05

Tabela 23 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Consumo e Material Particulado- Grupo B – P7.

Códigos	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
103	242,42	0,23	0,035	0,002
112	241,23	0,46	0,039	0,001
119	240,55	0,43	0,031	0,001
127	237,95	0,44	0,027	0,001
154	249,82	0,65	0,458	0,087

7 Testemunho de análises

Conforme estabelecido no protocolo desta CI, um representante da CETESB testemunhou uma das cinco medições da CI, dentro das curvas específicas, em cada um dos participantes e enviou os resultados para a coordenação dentro desta comparação interlaboratorial. Terminados os testes cada participante enviou os seus resultados para a coordenação para o tratamento de dados estatísticos.

7.1 Emissões Grupo A – MAR I

A CETESB não enviou os resultados testemunhados referentes à (1) um participante dos ensaios MAR I, mesmo sendo cobrado várias vezes pela coordenação desta CI. Por razões de confidencialidade não foi colocado o código de identificação do participante.

O participante 134 declarou o valor de consumo foi de 250,74 g/(kW.h), no testemunho o valor declarado para o consumo foi de 250,70 g/(kW.h).

7.2 Emissões Grupo A – P7

A CETESB não enviou os resultados testemunhados referentes à (1) um participante dos ensaios P7, mesmo sendo cobrado várias vezes pela coordenação desta CI, por razões de confidencialidade não foi colocado o código de identificação do participante.

7.3 Emissões Grupo B – MAR I

Não houve discordância entre os resultados reportados pelos participantes e os resultados do testemunho realizados pela CETESB que foram encaminhados pelo Grupo B – MAR I à coordenação da CI.

7.4 Emissões Grupo B – P7

Não houve discordância entre os resultados reportados pelos participantes e os resultados do testemunho realizados pela CETESB que foram encaminhados pelo Grupo B – P7 à coordenação da CI.

8 Confidencialidade

Cada participante foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação da CI. 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 na CI. 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 da CI ao provedor. Se isto ocorrer, o provedor da CI notificará esta ação aos participantes.

9 Conclusões

Essa foi a primeira comparação interlaboratorial em emissões de Motores Ciclo Diesel realizada dentro da parceria Inmetro-AEA, cabe esclarecer que esse tipo de estudo é realizado apenas no Brasil e, considerando suas características podemos concluir que os resultados foram bastante satisfatórios e sua realização tem sido de grande importância para a indústria e a sociedade.

Essa primeira iniciativa de ensaio em motores do ciclo diesel mostrou algumas inconsistências nos resultados em relação à estabilidade dos itens de teste, verificadas ao final da CI. Neste caso algumas perguntas necessitam ser respondidas, a saber:

Quais são as razões da instabilidade dos itens de teste?

Como podemos garantir a estabilidade dos itens durante todo o período da CI?

Será necessário fazer um estudo prévio dos itens de teste para estudar a estabilidade antes do início da próxima CI?

As possíveis variações dos resultados podem ser também atribuídas pelo método de teste utilizado?

Até que ponto os locais de instrumentação para tomada de medida influem nos resultados?

Devemos trabalhar em uma padronização para que todos os participantes realizem de forma mais uniforme possível os seus testes?

Nesta CI, foram utilizados dois itens de comparação, e foram realizadas 2 (duas) curvas de desempenho por item de comparação. Os dados foram comparados dentro de seus subgrupos, isso envolveu um grande número de parâmetros e o acompanhamento de um órgão regulador (CETESB).

Foram notadas mínimas discrepâncias entre os resultados relatados durante o testemunho da CETESB e aqueles enviados à coordenação desta CI. Foram erros de digitação ou de arredondamento que não influenciaram na qualidade dos resultados. Sugere-se que o procedimento adotado pelo testemunho seja revisto para evitar ocorrências destes tipos de erros.

Mesmo com todos estes questionamentos, a continuidade do estudo é de grande importância para a indústria e a sociedade. Tais estudos servirão para solucionar os problemas verificados nesta CI, padronizar os métodos de medição e consolidar o aprendizado adquirido a cada comparação.

Cabe ao participante dessa comparação interlaboratorial realizar uma análise crítica dos resultados, sendo que todo o processo e experiência laboratorial devem ser considerados. Portanto, a participação em comparação interlaboratorial de forma contínua pode garantir ao participante informações sobre sua capacidade de medição e é de grande importância para o monitoramento da validade de seus resultados.

10 Participantes

Recebemos quinze (15) inscrições na Comparação Interlaboratorial em Ensaio de Emissões em Motores Ciclo Diesel e treze (13) participaram, pois dois apresentaram problemas no equipamento e informaram desistência à coordenação. A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação desta CI é apresentada na tabela 24. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de participantes na CI, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 24 – Participantes.

Instituição	
1.	AGCO do Brasil Soluções Agrícolas Ltda. AGCO Power Emission Test Lab.
2.	CAOA Montadora de Veículos Ltda Centro de Pesquisa e Eficiência Energética (Cpee)

Instituição	
3.	CNH Industrial Brasil LTDA Betim Testing Center
4.	Cummi Brasil Ltda.
5.	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. IPT / IAV Laboratório de Motores
6.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LEME - Laboratório de Emissões Veiculares
7.	International Indústria Automotiva da América do Sul Ltda. Centro Tecnológico MWM
8.	Mahle Metal Leve S.A. Laboratório de Motores
9.	Mercedes-Benz do Brasil Ltda.
10.	Robert Bosch Limitada. Tech Center Curitiba
11.	Scania Latin America Ltda
12.	Umicore Brasil Ltda. Centro de Tecnologia em Emissões Veiculares (CTEV)
13	Volvo do Brasil Veiculos Ltda. Powertrain Engineering Laboratory - PEL

Total de participantes: 13.

11 Referências Bibliográficas

- ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência.
- Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª Edição Luso–Brasileira.
- Miller, J. C. and Miller, J. N. (1993). Statistics for analytical chemistry, 3rd Ed.; Ellis Horwood, Chichester, 1993.
- Freund, J.E. . Estatística aplicada economia, administração e contabilidade, 11ª Ed., Editora Artmed, 2006.
- ABNT NBR 15634:2012, “Veículos rodoviários automotores — Análise e determinação do gás de exaustão segundo os ciclos ETC, ESC e ELR”.
- ABNT NBR ISO 8178-1:2012 “Motores alternativos de combustão interna — Medição da emissão de gases de exaustão - Parte 1: Medição das emissões de gases e material particulado em banco de ensaio”.



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/Fax: +55 21 2679-9745 - www.inmetro.gov.br - E-mail: pep-inmetro@inmetro.gov.br