

Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis - 6^a Rodada



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EMISSÕES DE AUTOMÓVEIS – 6ª RODADA

Período de inscrição: 12/02/14 a 14/02/14

RELATÓRIO FINAL N°007/14

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - 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

SUBCONTRATADO

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- Acreditação CRL 0020
Setor de Laboratório e Emissão Veicular
Av. Professor Frederico Hermann Júnior, 345 - Alto dos Pinheiros - São Paulo - SP - 05459-900
Telefone: +55 11 3133-3696, Fax: +55 11 3133-3402
E-mail: ettl_cetesb@sp.gov.br/ Internet: www.cetesb.sp.gov.br

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep) - Coordenador PEP-Inmetro
Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Dimci/Dquim/Lamoc)
Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dquim)
Viviane Silva de Oliveira Correa (Inmetro/Dimci/Dicep)

COMITÊ TÉCNICO

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dquim)
Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)
Luiz Henrique da Conceição Leal (Inmetro/Dplan/Dgcor)
Marcos Eduardo de Toledo (AEA)
Paulo Roque Martins Silva (Inmetro/Dimci/Dquim/Lamoc)
Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dquim)
Vanderlei Ferreira (CETESB)

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Materiais e Métodos	4
2.1. Item de Ensaio	4
2.2. Metodologia	4
3. Integridade do Item de Ensaio.....	5
4. Avaliação de Desempenho.....	5
4.1. Índice z.....	5
5. Valores Designados	6
6. Dispersão dos Resultados.....	7
7. Resultados dos Participantes	11
8. Resultados de tempos de desaceleração livre do veículo (Coast Down)	19
9. Confidencialidade.....	22
10. Conclusões.....	22
11. Laboratórios Participantes	23
12. Referências Bibliográficas	24

1. Introdução

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

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

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

Além de avaliar o desempenho dos laboratórios, principal objetivo de um EP, outros propósitos podem ser enumerados:

- Identificação de problemas em laboratórios e início de ações de melhoria que podem estar relacionadas, por exemplo, a ensaios ou procedimentos de medição inadequados, à efetividade do treinamento da equipe e supervisão ou calibração de equipamentos;
- Provimento de confiança adicional aos clientes do laboratório, identificação de diferenças interlaboratoriais;
- Estabelecimento da efetividade e comparabilidade de métodos de ensaio ou métodos de medição;
- Provimento de confiança adicional aos clientes do laboratório;
- Identificação de diferenças interlaboratoriais;
- Educação de laboratórios participantes baseada em resultados das comparações interlaboratoriais; e
- Validação da incerteza declarada.

Nesta rodada do EP foram propostas as avaliações das emissões de CO, CO₂, THC, NO_x, NMHC, NMHC-ETOH, Aldeídos Totais e ETOH em g/km, autonomia urbana e autonomia em estrada em km/l. Foi introduzido um novo parâmetro, o tempo de desaceleração do veículo em segundos, o qual não houve avaliação de desempenho dos participantes, mas uma análise dos dados para comparar as curvas dos laboratórios. O tempo de desaceleração do veículo foi determinado em diversos intervalos de velocidade, que foram indicados no protocolo deste EP. Os tempos de desaceleração foram apenas comparados estatisticamente com os valores fornecidos pela CETESB.

Os pontos de troca de marcha do carro ocorreram a 25, 40, 65 e 72 km/h. Foram avaliados dez parâmetros de análise com participação de dezesseis laboratórios, um a mais que no último EP.

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

Este EP teve como objetivo:

- Determinar o desempenho de laboratórios para o ensaio proposto;
- Monitorar o desempenho contínuo dos laboratórios de análises de emissões veiculares;
- Identificar problemas nos laboratórios;
- 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.

2. Materiais e Métodos

2.1. Item de Ensaio

O item de ensaio foi um veículo cedido pela empresa PSA Peugeot Citroën do Brasil com as seguintes características: Modelo Citroën C3, chassi 935SLNFN529146 motor EC5JP4 (1587 cm³, 16 V) transmissão manual 5 velocidades, Flex Fuel, inércia equivalente de 1247 kg. O veículo de ensaio foi correlacionado sem o sistema de exaustão dos gases de purga do blow-by e canister, já que não houve, nesta edição, medição de emissão evaporativa.

Cada laboratório participante deveria usar o seu próprio combustível (E100 – etanol hidratado de referência).

2.2. Metodologia

As normas prescritas para os laboratórios realizarem os ensaios foram ABNT NBR 6601, 7024, 12026 e 15598. Os ensaios definidos por estas normas são complementares e devem ser realizados simultaneamente. Os valores dos tempos de desaceleração livre do veículo (coast down) foram fornecidos pelo laboratório de emissões da CETESB aos participantes para ajuste dos seus dinamômetros para reproduzirem os tempos de desaceleração em dinamômetro. Os laboratórios

deveriam reproduzir os tempos de desaceleração em dinamômetro informados pelo laboratório de emissão veicular da CETESB.

Os laboratórios foram orientados a iniciar os ensaios com a temperatura de 25 °C visando minimizar os efeitos da partida a frio nos resultados.

3. Integridade do Item de Ensaio

Os resultados das análises do laboratório de emissões da CETESB realizados no início, no meio e ao final do ciclo foram utilizados para avaliar estatisticamente as condições de integridade do item de ensaio.

Para os 10 componentes (CO, CO₂, THC, NMHC, NMHC – ETOH, NO_x, Aldeídos Totais, ETOH, Autonomia Urbana e Autonomia Estrada) o resultado foi o mesmo, 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, portanto, os dados amostrais podem ser considerados como advindos de uma mesma população.

Sendo assim, o veículo se manteve íntegro durante a realização deste Ensaio de Proficiência.

Devido à confidencialidade dos resultados, uma vez que a CETESB também é participante do EP, estes resultados não serão apresentados.

4. Avaliação de Desempenho

4.1. Índice z

Para a avaliação dos resultados dos participantes, seguimos um dos critérios da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, o índice z (*z-score*, medida da distância relativa do resultado da medição do 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 13528:2005, 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 foi calculado através de métodos estatísticos descritos na ISO 13528:2005, ou seja, valores de consenso de participantes.

A Norma ISO 13528:2005 descreve a análise robusta envolvendo o emprego da estimativa do algoritmo A para o cálculo do valor designado e do desvio-padrão.

As técnicas de estatística robusta são utilizadas para minimizar a influência que resultados extremos podem ter sobre estimativas de média e desvio-padrão. Sendo assim, a Coordenação deste Ensaio de Proficiência adotou como valor designado aquele oriundo do cálculo da estatística robusta apresentado no item 5.6 da Norma ISO 13528:2005, que é uma norma específica de métodos estatísticos para uso em EP por comparações interlaboratoriais. Seguindo os critérios desta norma, o valor designado e o desvio-padrão para cada parâmetro, foram obtidos pela média robusta dos resultados emitidos por todos os participantes.

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

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

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

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

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

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

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

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 a média robusta.

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

Tabela 01: Valores designados e desvios-padrão do EP.

Parâmetro	Valor Designado	Desvio-Padrão
CO (g/km)	0,732	0,147
CO ₂ (g/km)	170,3	5,9
THC (g/km)	0,051	0,006
NMHC (g/km)	0,031	0,005
NMHC - ETOH (g/km)	0,012	0,004
NO _x (g/km)	0,026	0,007
Aldeídos Totais (g/km)	0,0050	0,0004
ETOH (g/km)	0,0490	0,0113
Autonomia urbana (km/L)	8,39	0,28
Autonomia estrada (km/L)	12,57	0,49

6. Dispersão dos Resultados

As Figuras 01 a 10 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados pelos laboratórios para cada parâmetro analisado.

O valor designado é representado por uma linha contínua e cada laboratório é identificado apenas pela numeração final do seu código de identificação. As linhas pontilhadas são representações de $Ref \pm 2s$, onde “Ref” é o valor designado (média robusta) e “s” é o desvio-padrão robusto.

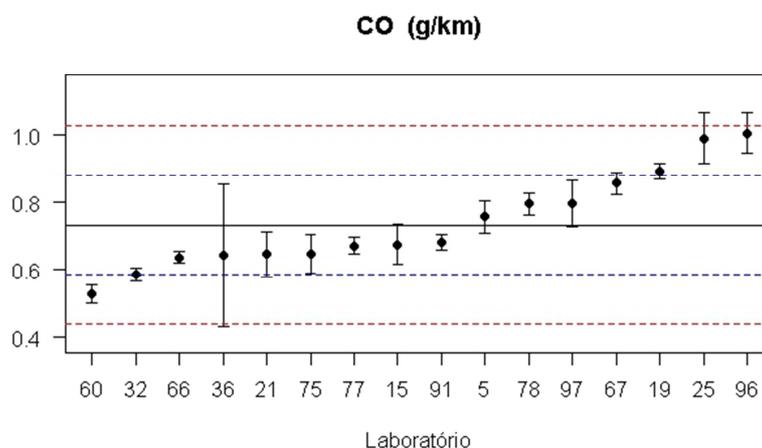


Figura 01 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO

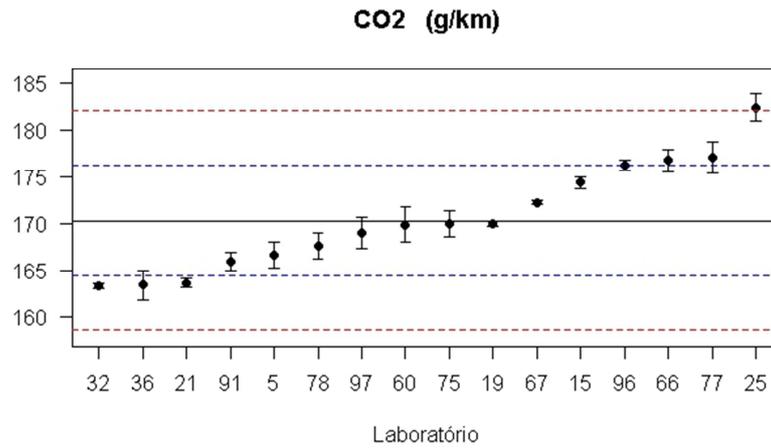


Figura 02 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂

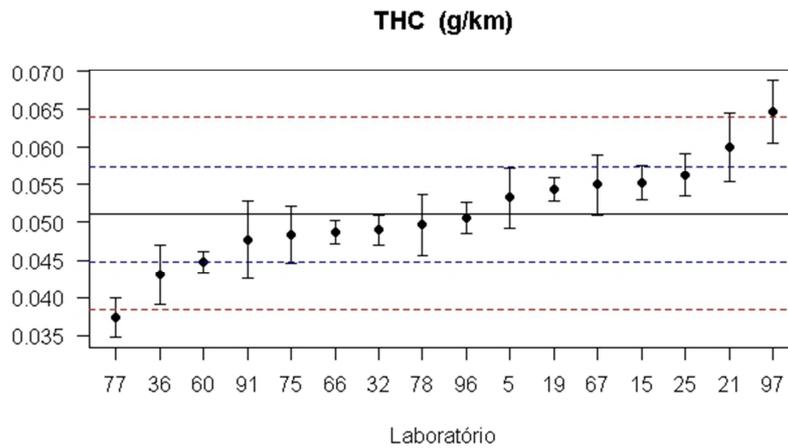


Figura 03 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para THC

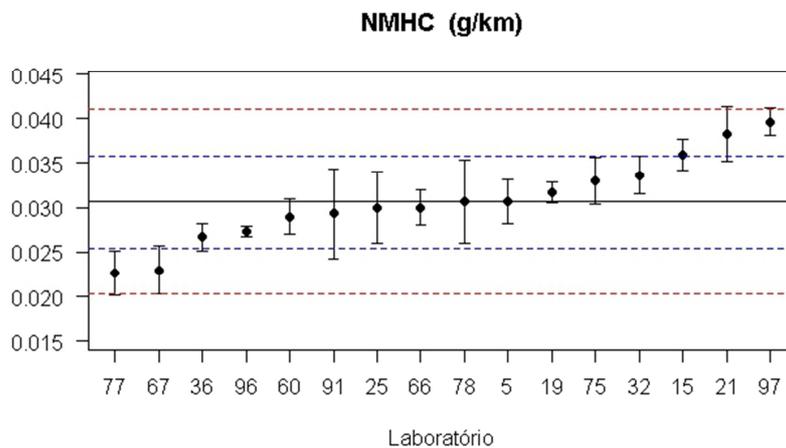


Figura 04 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMHC

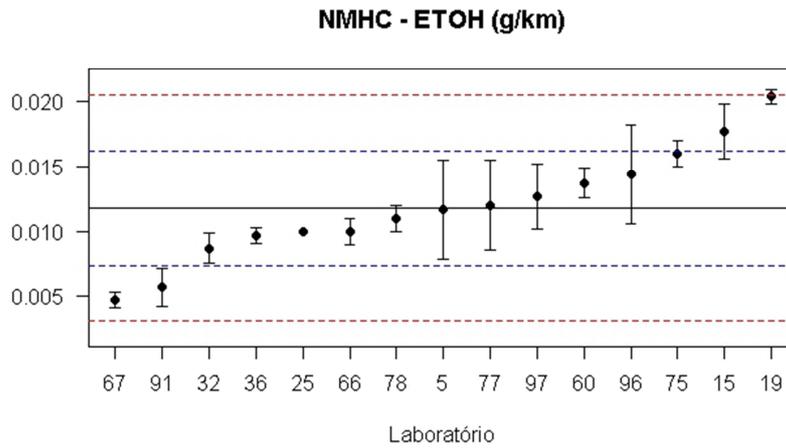


Figura 05 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NMHC - ETOH

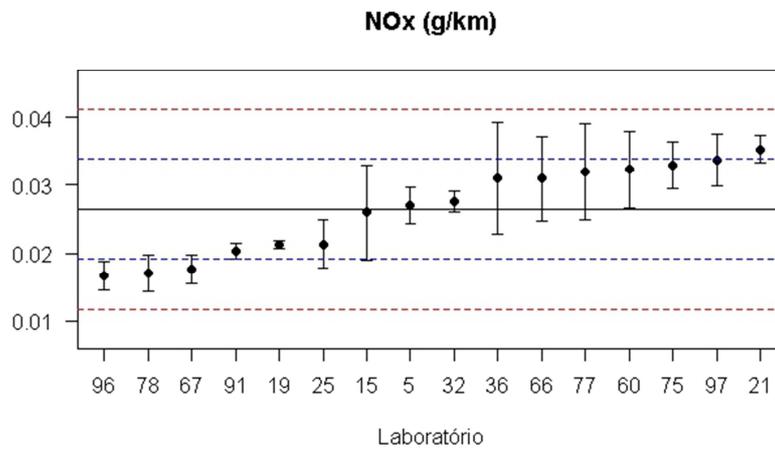


Figura 06 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x

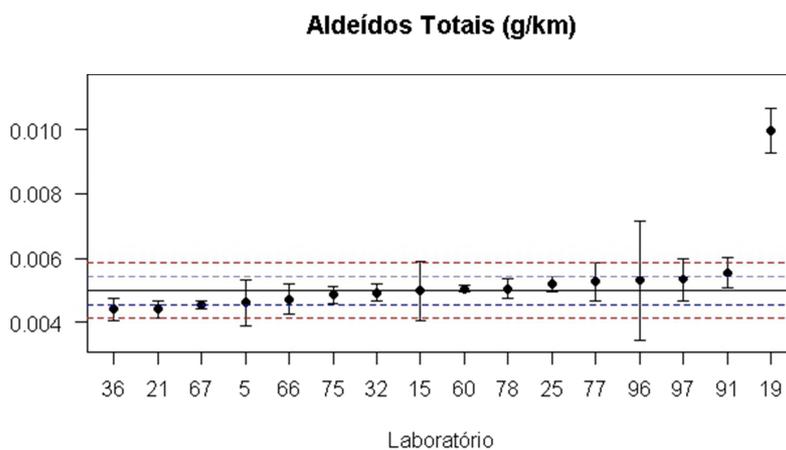


Figura 07 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Aldeídos Totais

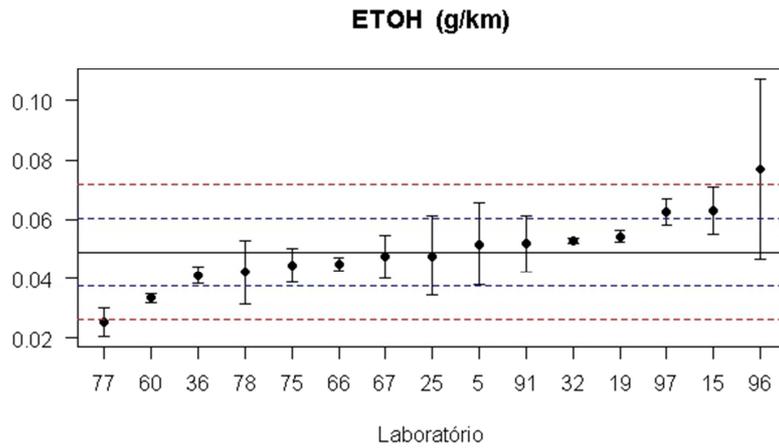


Figura 08 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para ETOH

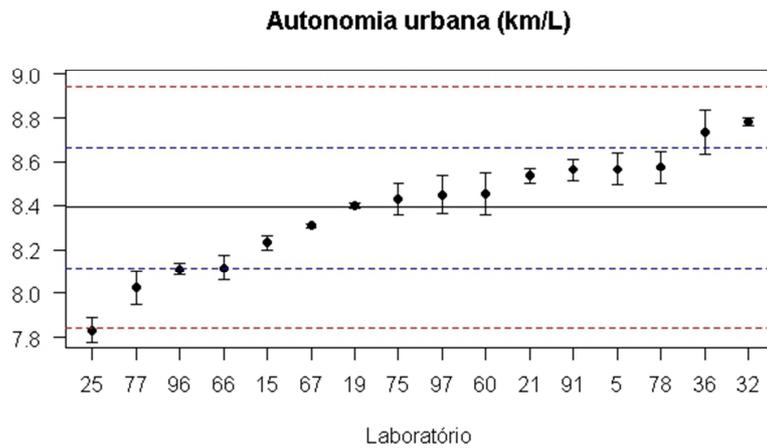


Figura 09 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Urbana

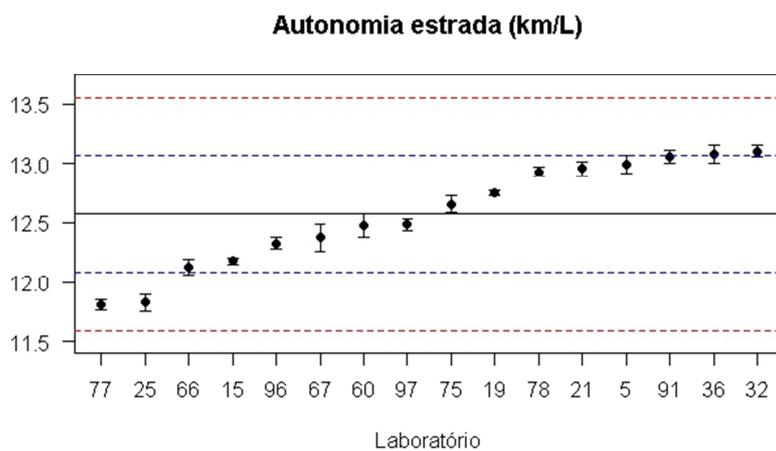


Figura 10 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Autonomia Estrada

Através dos gráficos, pode-se observar que:

- CO (g/km): Todos os laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 dos 16 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$. O participante de código 36 apresentou o maior desvio-padrão das medições para neste parâmetro;
- CO₂ (g/km): Apenas o participante de código 25 apresentou resultado fora do intervalo Ref $\pm 2s$ e 10 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$. O participante de código 25 apresentou a maior média nas medições neste parâmetro.
- THC (g/km): Apenas os participantes de códigos 77 e 97 apresentaram resultados fora do intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$.
- NMHC (g/km): Todos os laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$.
- NMHC - ETOH (g/km): Todos os laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 2s$ e 11 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$. O participante de código 21 não enviou resultado para este parâmetro.
- NO_x (g/km): Todos os laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$.
- Aldeídos Totais (g/km): Apenas o participante de código 19 apresentou resultado fora do intervalo Ref $\pm 2s$ e 11 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$. O participante de código 96 apresentou o maior desvio-padrão das medições comparado com os demais participantes e o participante de código 19 apresentou a média das medições bem dispersa comparada com os demais participantes.
- ETOH(g/km): Apenas os participantes de códigos 77 e 96 apresentaram resultados fora do intervalo Ref $\pm 2s$ e 10 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$. O participante de código 21 não enviou resultado para este parâmetro.
- Autonomia urbana (km/L): Apenas o participante de código 25 apresentou resultado fora do intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$.
- Autonomia estrada (km/L): Todos os laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 2s$ e 12 laboratórios apresentaram resultados entre o intervalo Ref $\pm 1s$.

7. Resultados dos Participantes

Neste relatório cada participante é identificado apenas pela numeração final do seu código de identificação nas tabelas e gráficos.

As Tabelas 02 a 04 apresentam as médias e os desvios-padrão de cada participante, onde o resultado é o valor médio das replicatas.

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

Tabela 02 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros CO, CO₂, THC, NMHC e NMHC - ETOH (g/km)

Cód. dos Labs.	CO (g/km)		CO ₂ (g/km)		THC (g/km)		NMHC (g/km)		NMHC - ETOH (g/km)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
05	0,757	0,048	166,6	1,4	0,053	0,004	0,031	0,003	0,012	0,004
15	0,675	0,060	174,4	0,7	0,055	0,002	0,036	0,002	0,018	0,002
19	0,893	0,024	170,0	0,3	0,054	0,002	0,032	0,001	0,020	0,001
21	0,644	0,067	163,6	0,5	0,060	0,005	0,038	0,003		
25	0,990	0,076	182,4	1,5	0,056	0,003	0,030	0,004	0,010	0,000
32	0,586	0,020	163,2	0,3	0,049	0,002	0,034	0,002	0,009	0,001
36	0,642	0,211	163,4	1,6	0,043	0,004	0,027	0,002	0,010	0,001
60	0,528	0,026	169,8	1,9	0,045	0,002	0,029	0,002	0,014	0,001
66	0,636	0,018	176,7	1,2	0,049	0,002	0,031	0,002	0,010	0,001
67	0,856	0,034	172,2	0,2	0,055	0,004	0,023	0,003	0,005	0,001
75	0,646	0,057	169,9	1,4	0,048	0,004	0,033	0,003	0,016	0,001
77	0,671	0,024	177,1	1,7	0,037	0,003	0,023	0,003	0,012	0,003
78	0,794	0,032	167,6	1,4	0,050	0,004	0,031	0,005	0,011	0,001
91	0,681	0,022	165,9	1,0	0,048	0,005	0,029	0,005	0,006	0,002
96	1,006	0,060	176,2	0,5	0,051	0,002	0,027	0,001	0,014	0,004
97	0,797	0,070	168,9	1,7	0,065	0,004	0,040	0,002	0,013	0,003

Tabela 03 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros NO_x, Aldeídos Totais e ETOH (g/km).

Cód. dos Labs.	NO _x (g/km)		Aldeídos Totais (g/km)		ETOH (g/km)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
05	0,027	0,003	0,0046	0,0007	0,0516	0,0138
15	0,026	0,007	0,0050	0,0009	0,0630	0,0079
19	0,021	0,001	0,0100	0,0007	0,0544	0,0022
21	0,035	0,002	0,0044	0,0003		
25	0,021	0,004	0,0052	0,0003	0,0477	0,0133
32	0,028	0,002	0,0049	0,0003	0,0528	0,0009
36	0,031	0,008	0,0044	0,0003	0,0411	0,0028
60	0,032	0,006	0,0050	0,0001	0,0335	0,0015
66	0,031	0,006	0,0047	0,0005	0,0449	0,0023
67	0,018	0,002	0,0045	0,0001	0,0474	0,0074
75	0,033	0,003	0,0048	0,0003	0,0446	0,0058
77	0,032	0,007	0,0053	0,0006	0,0253	0,0047
78	0,017	0,003	0,0050	0,0003	0,0422	0,0109
91	0,020	0,001	0,0055	0,0005	0,0518	0,0093
96	0,017	0,002	0,0053	0,0019	0,0768	0,0302
97	0,034	0,004	0,0053	0,0007	0,0625	0,0042

Tabela 04 – Média e desvio-padrão dos participantes para os parâmetros Autonomia urbana (km/L) e Autonomia estrada (km/L)

Cód. dos Labs.	Autonomia urbana (km/L)		Autonomia estrada (km/L)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
05	8,57	0,08	12,99	0,08
15	8,23	0,03	12,18	0,02
19	8,40	0,01	12,75	0,02
21	8,54	0,04	12,96	0,06
25	7,83	0,06	11,83	0,07
32	8,78	0,02	13,10	0,05
36	8,73	0,10	13,08	0,08
60	8,45	0,10	12,48	0,10
66	8,12	0,06	12,12	0,07
67	8,31	0,01	12,37	0,11
75	8,43	0,07	12,65	0,07
77	8,03	0,08	11,81	0,05
78	8,57	0,08	12,93	0,04
91	8,56	0,05	13,05	0,06
96	8,11	0,03	12,33	0,05
97	8,45	0,09	12,48	0,05

Para a avaliação do desempenho dos participantes foram calculados os valores do índice z, utilizando a média e o desvio robusto dos resultados de cada parâmetro, como valor designado e seu desvio-padrão. Nas tabelas 05 e 06 e nas Figuras de 11 a 20 estão apresentados estes resultados.

Tabela 05 – Valores de índice z

CO (g/km)		CO ₂ (g/km)		THC (g/km)		NMHC (g/km)		NMHC - ETOH (g/km)	
Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z
05	0,2	05	-0,6	05	0,3	05	0,0	05	0,0
15	-0,4	15	0,7	15	0,7	15	1,0	15	1,4
19	1,1	19	-0,1	19	0,5	19	0,2	19	2,0
21	-0,6	21	-1,1	21	1,4	21	1,5	21	NM
25	1,8	25	2,0	25	0,8	25	-0,1	25	-0,4
32	-1,0	32	-1,2	32	-0,3	32	0,6	32	-0,7
36	-0,6	36	-1,2	36	-1,3	36	-0,8	36	-0,5
60	-1,4	60	-0,1	60	-1,0	60	-0,3	60	0,4
66	-0,7	66	1,1	66	-0,4	66	-0,1	66	-0,4
67	0,8	67	0,3	67	0,6	67	-1,5	67	-1,6
75	-0,6	75	-0,1	75	-0,4	75	0,4	75	1,0
77	-0,4	77	1,2	77	-2,2	77	-1,5	77	0,1
78	0,4	78	-0,5	78	-0,2	78	0,0	78	-0,2
91	-0,3	91	-0,8	91	-0,5	91	-0,3	91	-1,4
96	1,9	96	1,0	96	-0,1	96	-0,6	96	0,6
97	0,4	97	-0,2	97	2,1	97	1,7	97	0,2

Em azul estão em destaque os valores questionáveis. NM = Não mediu

Tabela 06 – Valores de índice z (continuação)

NO _x (g/km)		Aldeídos Totais (g/km)		ETOH (g/km)		Autonomia urbana (km/L)		Autonomia estrada (km/L)	
Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z	Lab	Índice z
05	0,1	05	-0,9	05	0,2	05	0,6	05	0,9
15	-0,1	15	0,0	15	1,2	15	-0,6	15	-0,8
19	-0,7	19	11,5	19	0,5	19	0,0	19	0,4
21	1,2	21	-1,3	21	NM	21	0,5	21	0,8
25	-0,7	25	0,4	25	-0,1	25	-2,0	25	-1,5
32	0,2	32	-0,2	32	0,3	32	1,4	32	1,1
36	0,6	36	-1,3	36	-0,7	36	1,2	36	1,0
60	0,8	60	0,1	60	-1,4	60	0,2	60	-0,2
66	0,6	66	-0,6	66	-0,4	66	-1,0	66	-0,9
67	-1,2	67	-1,0	67	-0,1	67	-0,3	67	-0,4
75	0,9	75	-0,3	75	-0,4	75	0,1	75	0,2
77	0,8	77	0,7	77	-2,1	77	-1,3	77	-1,5
78	-1,3	78	0,1	78	-0,6	78	0,7	78	0,7
91	-0,8	91	1,3	91	0,2	91	0,6	91	1,0
96	-1,3	96	0,7	96	2,4	96	-1,0	96	-0,5
97	1,0	97	0,8	97	1,2	97	0,2	97	-0,2

Em azul estão em destaque os valores questionáveis e em vermelho valor insatisfatório.
 NM = Não mediu

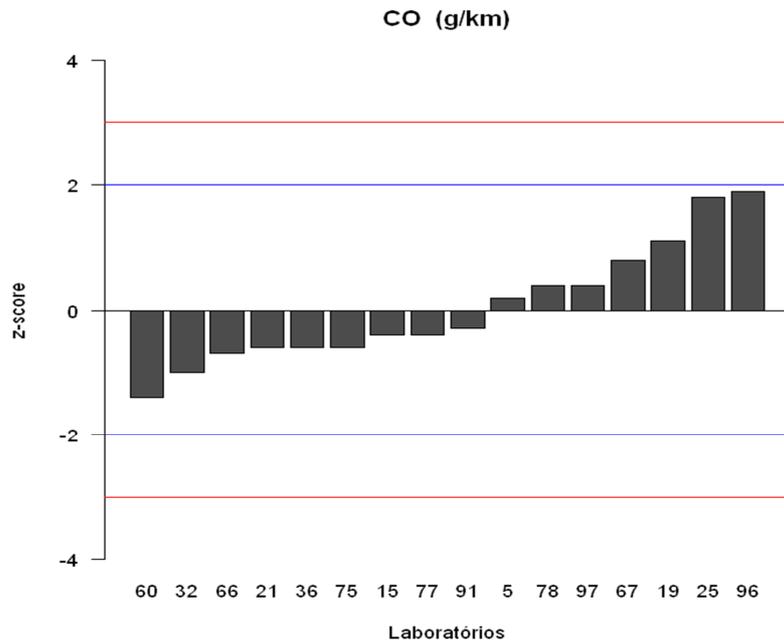


Figura 11 – Gráfico do índice z referente à medição de CO

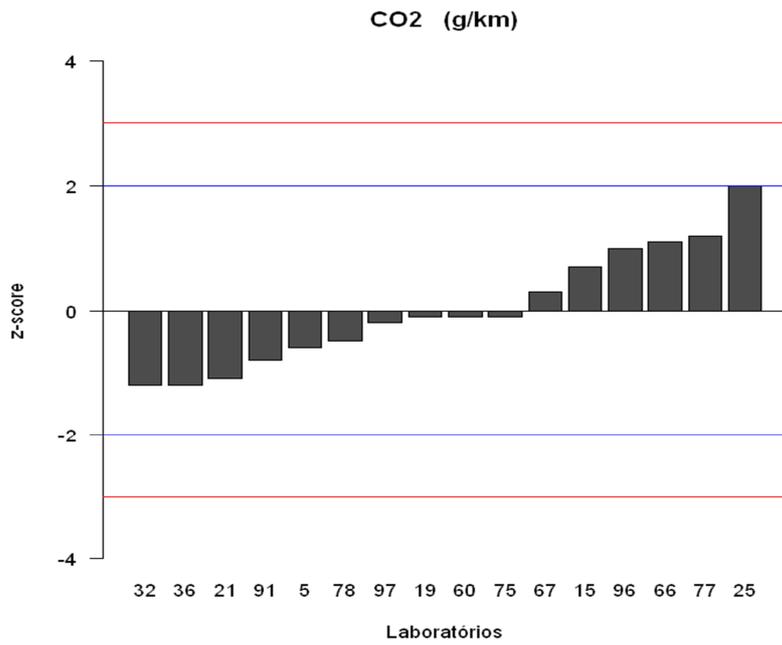


Figura 12 – Gráfico do índice z referente à medição de CO₂

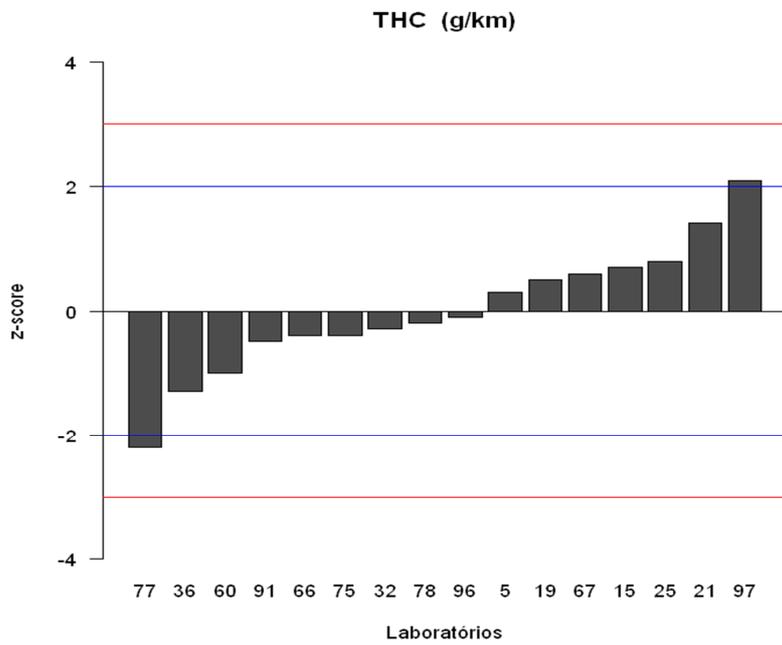


Figura 13 – Gráfico do índice z referente à medição de THC

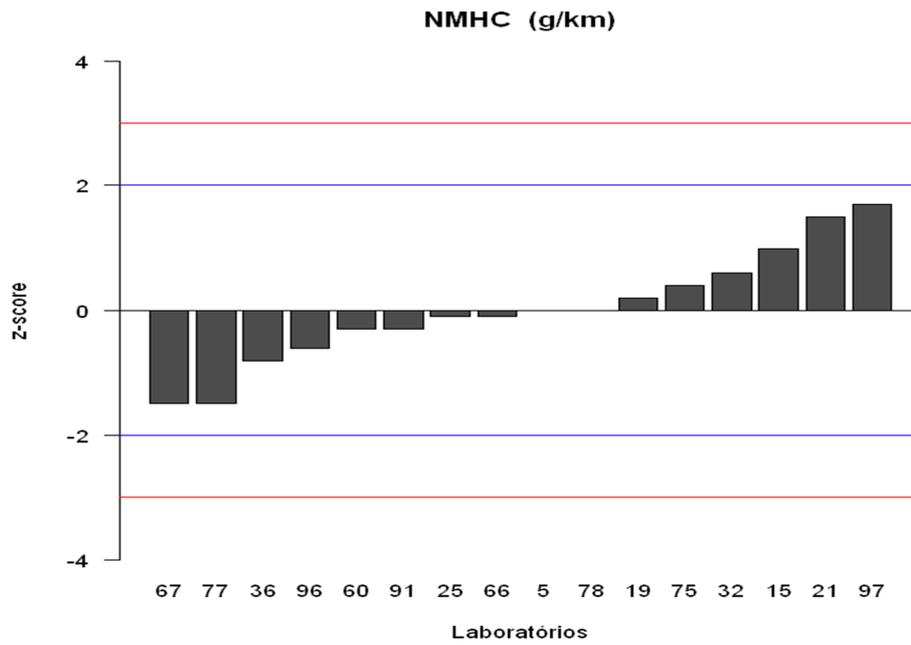


Figura 14 – Gráfico do índice z referente à medição de NMHC

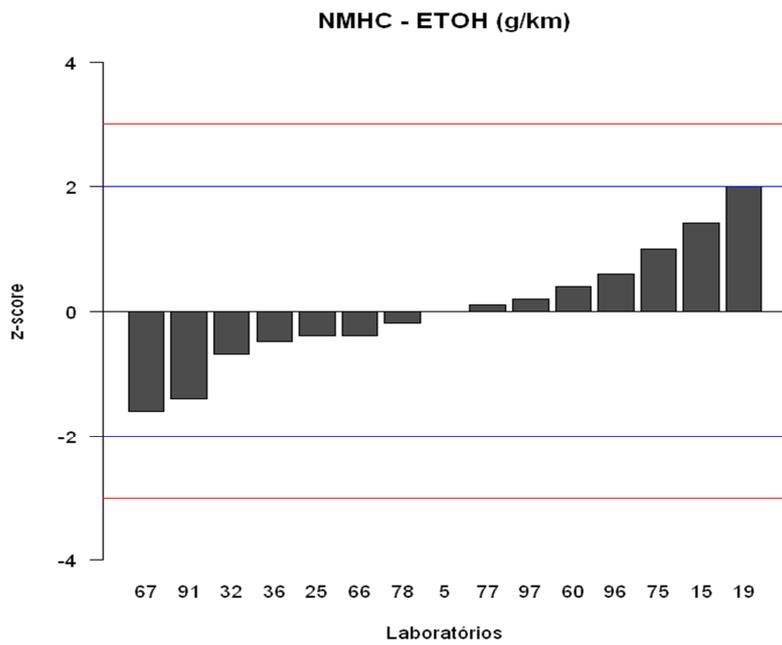


Figura 15 – Gráfico do índice z referente à medição de NMHC - ETOH

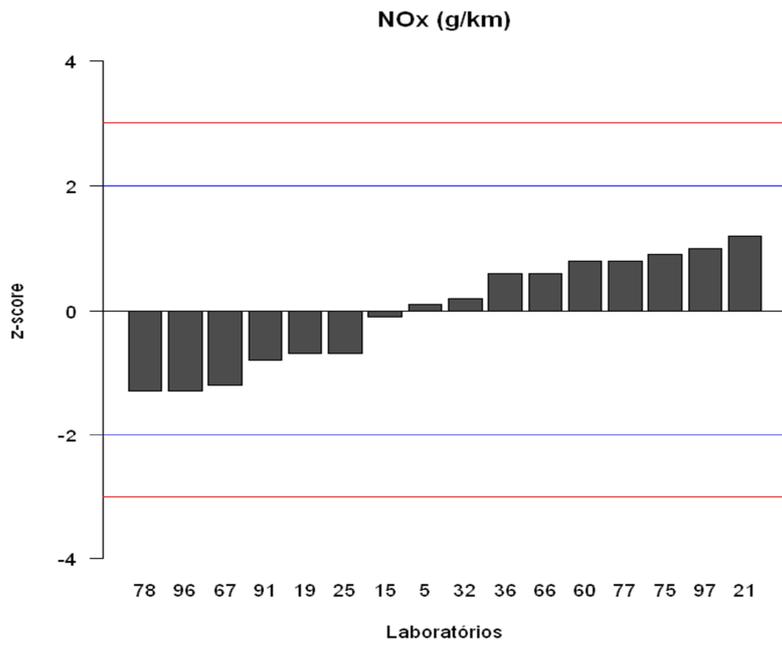


Figura 16 – Gráfico do índice z referente à medição de NO_x

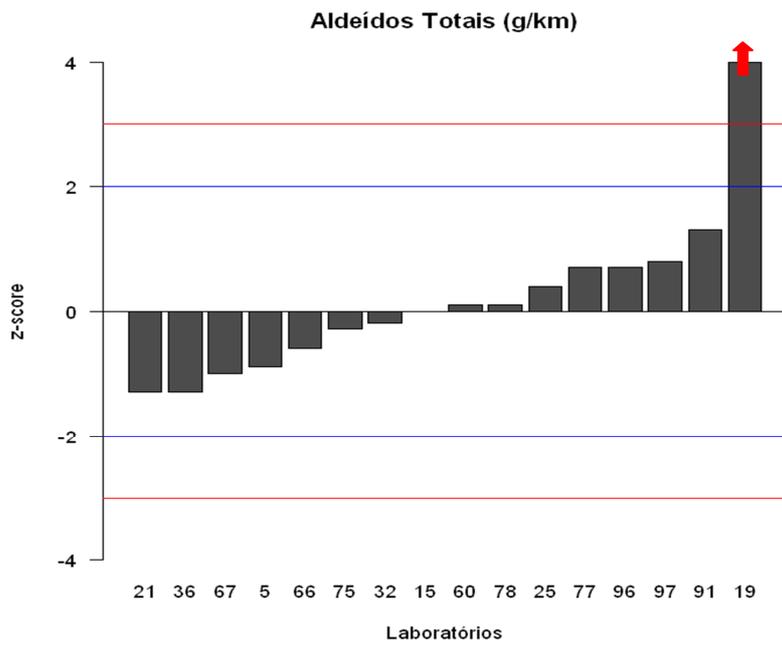


Figura 17 – Gráfico do índice z referente à medição de Aldeídos Totais

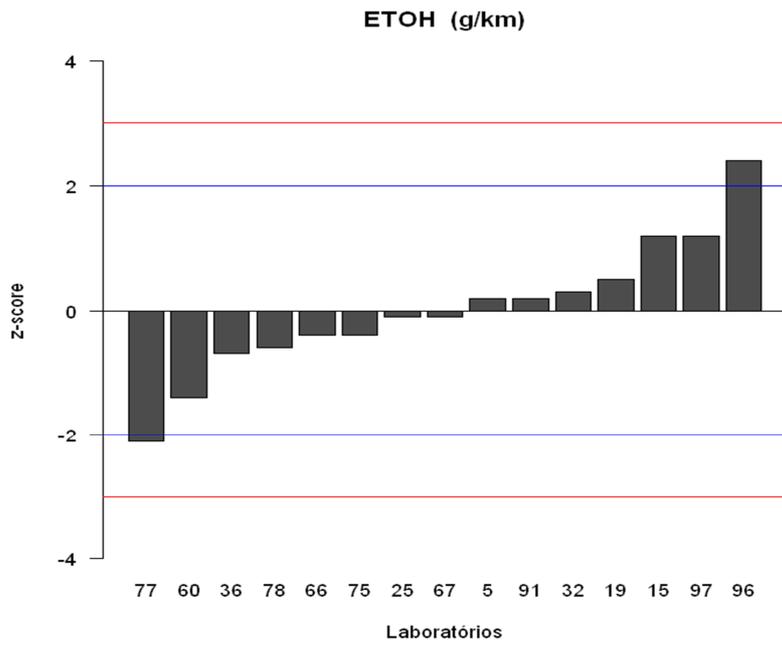


Figura 18 – Gráfico do índice z referente à medição de ETOH

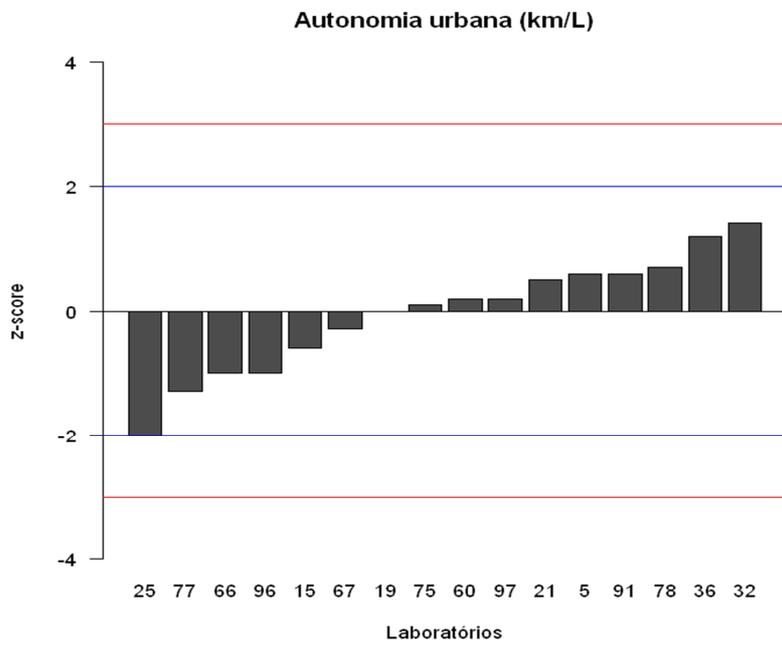


Figura 19 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Urbana

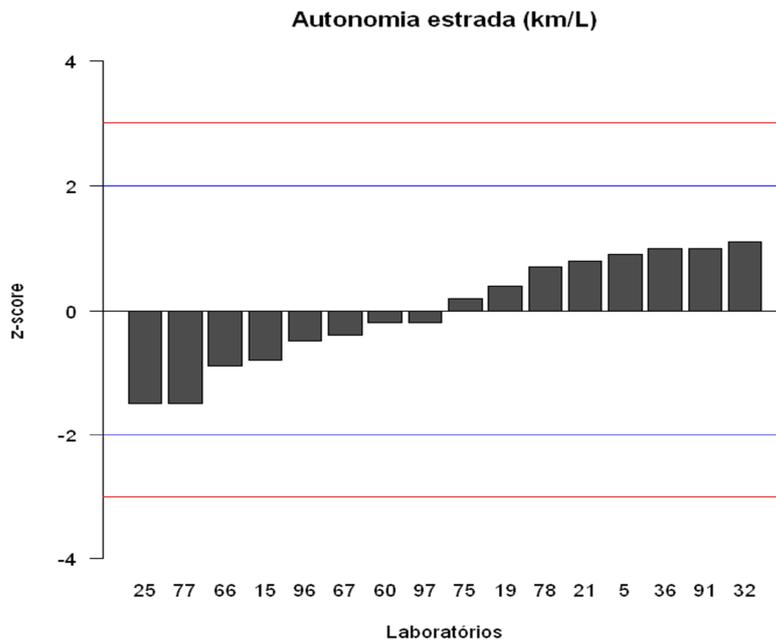


Figura 20 – Gráfico do índice z referente à medição de Autonomia Estrada

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

- CO (g/km): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- CO₂ (g/km): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- THC (g/km): os participantes de códigos 77 e 97 apresentaram resultados questionáveis.
- NMHC (g/km): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- NMHC – ETOH (g/km): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- NO_x (g/km): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- Aldeídos Totais (g/km): apenas o participante de código 19 apresentou resultado insatisfatório.
- ETOH (g/km): os participantes de código 77 e 96 apresentaram resultados questionáveis.
- Autonomia urbana (km/L): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.
- Autonomia estrada (km/L): todos os participantes apresentaram resultados satisfatórios.

8. Resultados de tempos de desaceleração livre do veículo (Coast Down)

A tabela 07 apresenta valores dos tempos de desaceleração livre do veículo (coast down) que foram fornecidos pelos participantes.

Tabela 07 – Resultados de tempos de desaceleração livre do veículo (coast down) fornecidos pelos participantes

Intervalo de velocidade (km/h)	Tempo obtido (s)															
	Código dos participantes															
	5	15	19	21	25	32	36	60	66	67	75	77	78	91	96	97
95-85	7,8	7,3	7,6	7,7	7,7	7,9	7,8	7,7	7,0	7,8	7,7	7,5	7,7	7,7	7,6	7,7
85-75	9,0	8,5	9,1	9,0	9,1	9,1	9,1	9,0	8,2	9,0	9,0	8,9	8,9	9,0	8,9	9,0
75-65	10,6	10,0	10,6	10,5	10,7	10,6	10,6	10,5	9,6	10,6	10,5	10,3	10,4	10,6	10,4	10,5
65-55	12,4	11,7	12,5	12,4	12,6	12,6	12,4	12,3	11,2	12,4	12,3	12	12,2	12,4	12,2	12,3
55-45	14,6	13,8	14,6	14,6	14,8	14,8	14,6	14,5	13,2	14,6	14,5	14,1	14,4	14,5	14,3	14,5
45-35	17,0	16,0	17,2	17,0	17,3	17,3	17,2	17,0	15,5	17,1	17,0	16,5	16,8	17,1	16,8	17,0
35-25	19,8	18,8	19,8	19,6	20,0	20	19,9	19,6	18,0	19,8	19,6	18,9	19,5	19,9	19,4	19,8
25-15	22,5	20,7	22,7	22,2	22,4	22,8	23	22,6	20,4	22,5	22,3	22	22,2	22,7	22,1	22,8

Os valores dos tempos de desaceleração livre do veículo (coast down) foram fornecidos pelo laboratório de emissões da CETESB aos participantes para ajuste dos seus dinamômetros e reproduzirem os tempos de desaceleração em dinamômetro. Os resultados foram verificados estatisticamente através de testes estatísticos conforme a distribuição dos dados.

Assim, a análise foi dividida em duas etapas:

- (i) Análise visual de cada curva quanto à normalidade dos dados dos participantes através do gráfico qq-plot;
- (ii) Teste individual (teste *t*) objetivando avaliar a existência de diferença estatística entre os dados medidos pelos participantes e os dados do laboratório da CETESB.

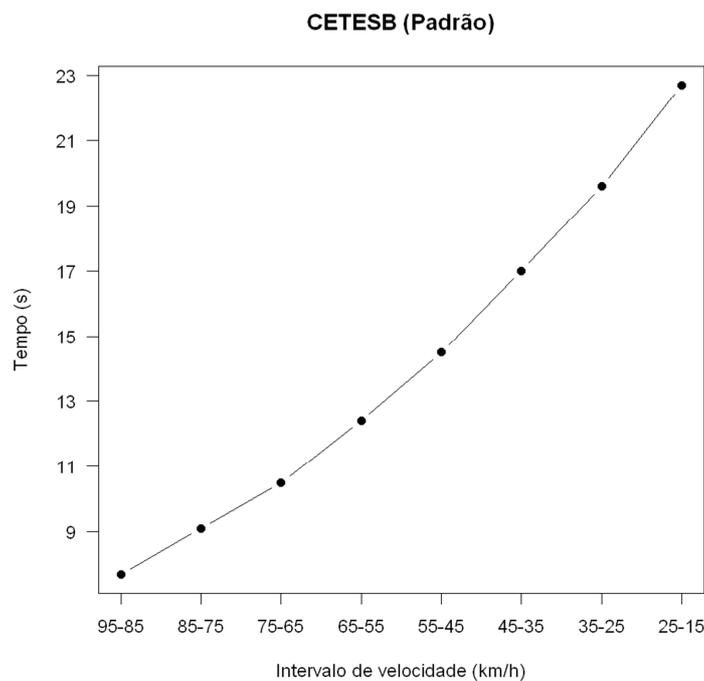


Figura 21 – Gráfico com valores dos tempos de desaceleração livre do veículo (coast down) fornecidos pela CETESB

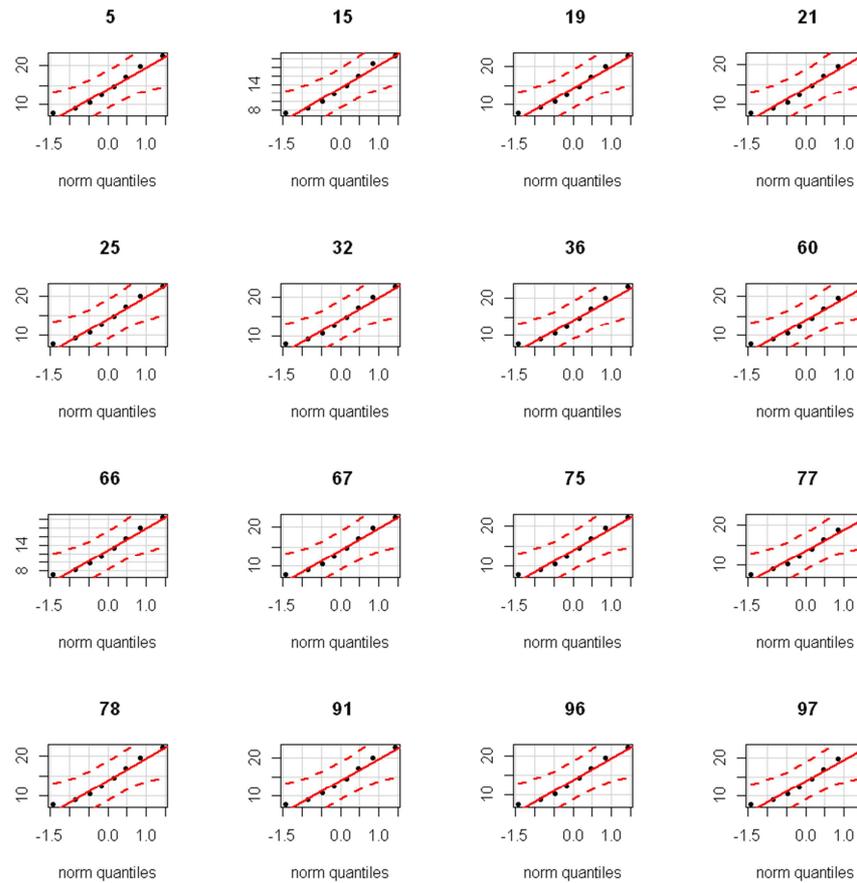


Figura 22 – Gráficos qq-plot individuais para cada participante

De acordo com os resultados observados através dos gráficos qq-plot (figura 22), não é possível rejeitar a hipótese de normalidade em nenhum caso, já que todas as medições encontram-se em torno da abscissa do gráfico “quantil-quantil” e dentro do intervalo de confiança estimado, com 95% de confiança.

Deste modo, foram realizados testes de diferença de médias entre cada um dos laboratórios e o laboratório da CETESB, conforme resultados mostrados na tabela 08.

Tabela 08 – Valores do teste *t* para cada participante

Lab	Estatística	P-valor
05	-0,01	0,99
15	0,33	0,75
19	-0,03	0,98
21	0,02	0,98
25	-0,05	0,96
32	-0,08	0,94
36	-0,05	0,96
60	0,01	0,99
66	0,52	0,61
67	-0,01	0,99
75	0,03	0,98
77	0,16	0,88
78	0,07	0,95
91	-0,02	0,99
96	0,09	0,93
97	0	1

A tabela 08 apresenta o “p-valor” para cada participante, onde todos os testes tiveram o mesmo diagnóstico: valores ($>0,05$) com 95% de confiança. Pode-se concluir que não há diferença estatisticamente significativa entre as medições de cada laboratório e a do laboratório da CETESB.

9. Confidencialidade

Cada laboratório foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. 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

O EP de emissões veiculares é um tipo de estudo realizado apenas no Brasil e, considerando suas características podemos concluir que os resultados têm sido bastante satisfatórios e sua realização tem sido de grande importância para a indústria e sociedade ao longo destas seis rodadas realizadas dentro da parceria Inmetro-AEA.

O ensaio de emissões veiculares, como o realizado, envolve um grande número de variáveis que influenciam nos resultados, portanto recomenda-se que os participantes que apresentaram desempenho questionável analisem criticamente seus métodos de medição.

De forma geral, os resultados obtidos pelos participantes mostraram um bom desempenho nas medições, onde 96,8% dos resultados obtidos foram satisfatórios. Obtivemos quatro resultados questionáveis (2,5%) e um resultado insatisfatórios (0,6%). Comparando com a rodada anterior, onde obtivemos um percentual de 94% de resultados satisfatórios para um total de quinze participantes, o índice evidencia que a cada rodada os participantes estão aprimorando seus métodos de medição. Na última rodada 73% dos resultados reportados se encontravam nos intervalos de z-score entre ± 1 enquanto que nesta o índice aumentou para 75,8%.

Finalmente, deve-se ressaltar a importância da participação dos participantes 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 laboratório 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 ao laboratório informações sobre sua capacidade de medição e é de grande importância para o monitoramento da validade de seus resultados.

11. Laboratórios Participantes

Dezesseis laboratórios se inscreveram na 6ª Rodada do Ensaio de Proficiência de Emissões de Automóveis. A lista dos laboratórios que enviaram os resultados à coordenação desse EP é apresentada na Tabela 09. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de laboratórios participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos laboratórios na apresentação dos resultados.

Tabela 09 – Laboratórios Participantes

Instituição	
1.	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Setor de Laboratório de Emissão Veicular
2.	Continental Brasil Indústria Automotiva Ltda Laboratório de Emissões Veiculares – Centro Tecnológico “Geraldo Negri Rangel”
3.	Delphi Automotive Systems do Brasil Ltda
4.	Fiat Automóveis S.A. Laboratório de Emissões e Consumo
5.	Ford Motor Company Brasil Ltda Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Tatuí
6.	General Motors do Brasil Ltda Laboratório de Emissões do Campo de Provas da Cruz Alta
7.	Honda Automóveis do Brasil Ltda Laboratório de Emissões Honda Automóveis
8.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Institutos LACTEC
9.	Magneti Marelli Sistemas Automotivos Indústria e Comércio Ltda
10.	Petróleo Brasileiro S.A. Laboratório de Ensaio Veiculares - CENPES
11.	Renault do Brasil S/A LEV – Laboratório de Emissões Veiculares
12.	Robert Bosch Ltda Laboratório de Emissões Veiculares
13.	SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Laboratório de Emissões Veiculares – SENAI/CETEC
14.	Toyota do Brasil Ltda Laboratório de Emissões Indaiatuba - Toyota
15.	Umicore Brasil Ltda Laboratório de Emissões Veiculares - Umicore
16.	Volkswagen do Brasil Ltda Laboratório de Emissões Veiculares da Volkswagen do Brasil Ltda

Total de participantes: 16 laboratórios.

12. Referências Bibliográficas

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
 - ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência.
 - ISO 13528:2005 (E), *“Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons”*.
 - Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª Edição Luso – Brasileira.
-



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