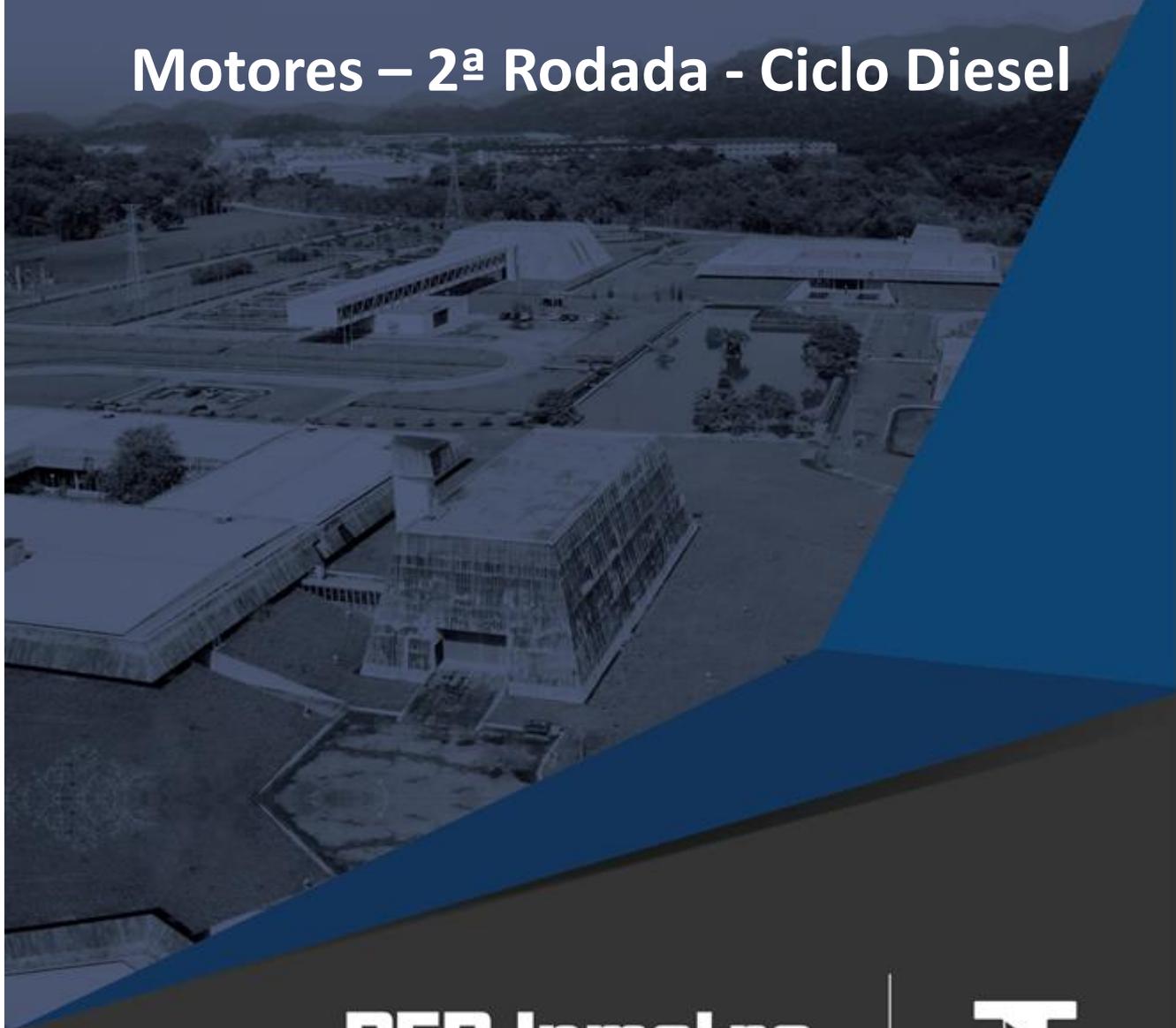


Relatório Final do Ensaio de Proficiência de Emissões em Motores – 2ª Rodada - Ciclo Diesel



PEP-Inmetro

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO

Os resultados deste relatório referem-se somente aos itens ensaiados e aos respectivos participantes. Este relatório somente pode ser reproduzido em sua forma integral. Reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo Inmetro.



ENSAIO DE PROFICIÊNCIA DE EMISSÕES EM MOTORES – 2ª RODADA - CICLO DIESEL

Período de realização: 15/03/2022 a 18/12/2023

RELATÓRIO FINAL Nº 004/2023

ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro.
Diretoria de Metrologia Científica, Industrial e Tecnologia – Dimci
Laboratório de Programas de Ensaios de Proficiência - Lapep
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/Lapep)

Diego Soares Siqueira (Inmetro/Dimci/Lapep)

Janaína Marques Rodrigues Caixeiro (Inmetro/Dimci/Dquim)

José Ricardo Bardellini da Silva (Inmetro/Dimci/Lapep) - Chefe do Lapep

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

Lucas Dias Barros (Inmetro/Dimci/Lapep)

Marcello Depiere (AEA)

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

Rodrigo Caciano de Sena (Inmetro/Dimci/Lapep)

COMITÊ TÉCNICO

Anderson de Oliveira (MWM/AEA)

Cristiane Rodrigues Augusto Chelles Iglesias (Inmetro/Dimci/Dquim/Lanag)

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci)

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

Paulo Roque da Silva (Inmetro/Caint)

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	4
2.	Materiais e Métodos	4
2.1.	Preparação dos Itens de Ensaio	4
2.2.	Metodologia utilizada pelos participantes.....	6
3.	Avaliação da Estabilidade dos Itens de Ensaio	8
4.	Resultados dos Participantes	15
4.1.	Resultados Reportados – Grupo A – ESC	16
4.2.	Resultados Reportados – Grupo A – ETC	17
4.3.	Resultados Reportados – Grupo B – ESC.....	17
4.4.	Resultados Reportados – Grupo B – ETC	18
5.	Análise Estatística dos Resultados dos Participantes	19
6.	Valores Designados	20
7.	Dispersão dos Resultados	22
7.1.	Emissões Grupo A – ESC	22
7.2.	Emissões Grupo A – ETC	26
7.3.	Emissões Grupo B – ESC	29
7.4.	Emissões Grupo B – ETC	32
8.	Avaliação de desempenho	35
8.1.	Índice z’	35
8.1.1.	Emissões e Consumo Específico - Grupo A – Ciclo ESC.....	35
8.1.2.	Emissões e Consumo Específico – Grupo A – ETC.....	39
8.1.3.	Emissões e Consumo Específico – Grupo B – ESC	42
8.1.4.	Emissões e Consumo Médio Específico – Grupo B – ETC.....	46
9.	Comentários Gerais	48
9.1.	Dados Complementares das Medições	48
9.1.1.	Grupo A – Ciclo ESC.....	48

9.1.2. Grupo A – Ciclo ETC	48
9.1.3. Grupo B – Ciclo ESC.....	49
9.1.4. Grupo B – Ciclo ETC:	49
9.2. Incerteza de Medição	50
9.2.1. Grupo A – Ciclo ESC.....	51
9.2.2. Grupo A – Ciclo ETC	51
9.2.3. Grupo B – Ciclo ESC.....	52
9.2.4. Grupo B – Ciclo ETC.....	53
10. Testemunho das Medições	53
11. Confidencialidade.....	53
12. Conclusões.....	54
13. Participantes	55
14. Referências Bibliográficas	56
ANEXO A: Resultados das medições reportados pelos participantes do EP	57

1. Introdução

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

Um ensaio de proficiência (EP) tem por finalidade comparar resultados de medição de diferentes laboratórios, 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 rodada foram reportados os seguintes parâmetros: CO, CO₂, HC, NO_x, MP (Material Particulado) e Consumo de Combustível em g/kWh.

Os parâmetros mencionados foram analisados com a participação de 14 (quatorze) laboratórios.

Este EP teve como objetivo:

- Comparar os resultados dos laboratórios para os ensaios propostos;
- Monitorar os resultados dos laboratórios de análise de Consumo e poluentes regulamentados para os ciclos ESC e ETC.
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios que efetuam ensaios de emissões em bancos dinamométricos de motores diesel;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de poluentes regulamentados para os ciclos ESC, ETC e Consumo de cada laboratório.

2. Materiais e Métodos

2.1. Preparação dos Itens de Ensaio

Nesta 2ª rodada do EP, foram usados dois itens de comparação, um motor Diesel cedido pela empresa Mercedes e um motor Diesel cedido pela empresa FPT Industrial, destinados aos grupos A e B, respectivamente. Suas características são apresentadas no quadro 1. Os motores utilizados neste EP eram novos e foram preparados de modo a se obter a melhor repetibilidade das medições.

Quadro 1- Características dos itens de ensaio.

Fabricante	Mercedes	FPT Industrial
Modelo	BR926	NEF 6
Número do motor	926BP3003	6171503
Combustível	Diesel – S10	Diesel - S10
Tipo de óleo	Shell RT4 SAE 15W40	Petronas 15W40 Urania Turbo LD - CI-4
Quantidade de óleo	29 litros c/ filtro	18 litros
Fluido de Arrefecimento	GLYSANTIN G48 - Basf (50%)	Petronas Coolant UP (produto diluído)
Filtro de óleo diesel	A0000901551	5801997540
Filtro de óleo lubrificante	A9061800209	5801986263

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Esta rodada do EP foi organizada em colaboração com a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva e a Divisão de Metrologia Química (Dquim) do Inmetro foi a responsável por acompanhar a seleção dos itens do EP, definição dos parâmetros a serem medidos, avaliação estatística dos resultados de preparação inicial e aprovação dos itens de ensaio para execução do EP.

A avaliação inicial dos itens de ensaio foi realizada para checar a integridade (inspeção visual) e a repetibilidade dos motores em relação às emissões específicas de CO, CO₂, HC, NO_x, material particulado e ao consumo médio específico. Foram realizadas dez repetições para cada curva dos ciclos ESC e ETC e para cada parâmetro foi calculado o coeficiente de variação do conjunto de repetições.

Tabela 1 - Avaliação inicial do item de ensaio – Motor Diesel (Mercedes).

Ciclo ESC		Ciclo ETC	
Parâmetro	Coeficiente de Variação (n = 10)	Parâmetro	Coeficiente de Variação (n = 10)
NO _x	0,63%	NO _x	1,20%
CO	1,43%	CO	2,36%
HC	3,27%	HC	1,40%
CO ₂	0,12%	CO ₂	0,25%
Consumo	0,42%	Consumo	0,05%
Material Particulado	7,98%	Material Particulado	3,51%

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 2 - Avaliação inicial do item de ensaio – Motor Diesel (FPT – Industrial).

Ciclo ESC		Ciclo ETC	
Parâmetro	Coefficiente de Variação (n = 10)	Parâmetro	Coefficiente de Variação (n = 10)
NO _x	0,35%	NO _x	1,51%
CO	5,70%	CO	2,36%
HC	1,67%	HC	1,14%
CO ₂	0,22%	CO ₂	0,50%
Consumo	0,11%	Consumo	0,24%
Material Particulado	7,41%	Material Particulado	8,03%

Fonte: Dimci/Lapep

Com exceção dos parâmetros material particulado (ciclo ESC- Mercedes e FPT industrial), material particulado (ciclo ETC - FPT industrial) e CO (ciclo ESC - FPT industrial), os coeficientes de variação das 10 repetições foram menores que 4% e para alguns parâmetros menor que 1%.

Após a avaliação inicial dos itens de ensaio, o comitê técnico considerou que as variações observadas eram aceitáveis para o propósito do EP e os itens foram aprovados para serem utilizados no Ensaio de Proficiência de Emissões em Motores – 2ª Rodada - Ciclo Diesel.

As condições dos ensaios iniciais (tabelas 3, 4 e 5) foram registradas e incluídas no protocolo para todos os participantes reproduzirem os ensaios com referências equivalentes.

2.2. Metodologia utilizada pelos participantes

Neste EP, todos os participantes utilizaram a mesma norma de referência para executar as medições. Foram executados dois ensaios distintos, a saber:

- Determinação da Emissão Específica Média CO, CO₂, HC, NO_x, MP e Consumo Específico Médio em g/kWh, conforme norma ABNT 15634:2012 – Ciclo ESC;
- Determinação da Emissão Específica Média CO, CO₂, HC, NO_x, MP e Consumo Específico Médio em g/kWh, conforme norma ABNT 15634:2012 – Ciclo ETC.

A fim de garantir a reprodutibilidade dos motores em relação às emissões e ao consumo específico, foram definidos os valores de referência das Tabelas 3, 4 e 5 para a execução dos ensaios. Esses valores foram registrados e informados pelos participantes do EP para avaliação de possíveis discrepâncias no processo de medição de emissões.

Outros parâmetros foram medidos pelos participantes, mas não foram considerados na avaliação estatística para este EP. Eles serviram para avaliação de possíveis discrepâncias no processo de medição de emissões. São eles:

Ciclo ESC

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 (% u.r.), Vazão de ar (kg/h), Concentração de CO (ppm), Concentração de NO_x (ppm), Concentração de HC (ppm), Concentração de CO₂ (ppm), Balanço de Carbono, pressão do Carter (kPa) e Blow by (L/min) e SOOT [g/kW.h].

Ciclo ETC

Rotação de Referência (rpm), Potência (kW), Trabalho (kW), Vazão de ar (kg/h), Vazão de Combustível (kg/h), Pressão Barométrica (kPa), Umidade Relativa do Ar (% u.r.), Temperatura do ar de admissão - T1 (°C), Temperatura na entrada do Intercooler – T21 (°C), Temperatura na saída do Intercooler – T22 (°C), Temperatura do óleo lubrificante (°C), Temperatura do Coolant (°C), Concentração de NO_x (ppm), Concentração de CO (ppm), Concentração de HC (ppm) e Concentração de CO₂ (ppm).

Os participantes foram divididos em dois grupos distintos A e B e o EP teve duração aproximada de 12 meses.

As tabelas 3, 4 e 5 mostram as condições de contorno e especificações de referência para os ensaios.

Tabela 3 - Características para o ensaio Grupos A e B – ESC/ETC.

Variável	Especificação de Referência (Grupo A)	Especificação de Referência (Grupo B)
Pressão de restrição no filtro de ar	(-40 ± 2) mbar	(-1,0 ± 0,3) kPa
Delta de pressão do Intercooler	120 +/- 5 mbar	(2,4 ± 0,2) kPa
Contra-pressão escape	(120 ± 5) mbar	(7,1 ± 0,4) kPa
Temperatura do ar de entrada no compressor	(23 ± 2) °C	(22 ± 1) °C
Temperatura do ar na entrada do coletor admissão	(40 ± 2) °C	(49 ± 2) °C

Variável	Especificação de Referência (Grupo A)	Especificação de Referência (Grupo B)
Temperatura do diesel	(38 ± 2) °C	(40 ± 2) °C
Temperatura do coolant (saída)	(87 ± 2) °C	(92 ± 2) °C
Temperatura do óleo (Referência)	120 °C	(105 ± 1)°C
Umidade relativa do ar	(50 ± 5) % u.r.	(45 ± 5)% u.r.
Linearização do Pedal acelerador	0 % = 0 V 100 % = 10V	0 % - 0 V 100 % - 10 V
Set Point – Rotação/Carga 13 pontos	2200 RPM com 100 %	1900 RPM com 100%

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 4 - Set Point ESC - 13 pontos - Grupos A e B.

Grupo A													
Rotação [rpm]	600	1400	1800	1800	1400	1400	1400	1800	1800	2200	2200	2200	2200
Torque [Nm]	0	1100	512	767	550	824	275	1025	256	955	238	715	477
Grupo B													
Rotação [rpm]	800	1300	1600	1600	1300	1300	1300	1600	1600	2000	2000	2000	2000
Torque [Nm]	0	809	397	596	400	601	200	801	198	752	187	561	374

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 5 - Set Point ETC - Grupos A e B.

	Grupo A	Grupo B
Rotação [rpm]	2520	2232
Torque [Nm]	Conforme curva de torque levantada pelo próprio laboratório	Conforme curva de torque levantada pelo próprio laboratório

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

3. Avaliação da Estabilidade dos Itens de Ensaio

Os itens de ensaios de proficiência devem ser suficientemente estáveis, em relação aos parâmetros que estão sendo avaliados, desde o início do EP até a medição do último participante. O termo “suficientemente estável” significa que qualquer alteração que ocorra no item durante as medições pelos participantes não deve impactar significativamente a avaliação de desempenho.

Neste EP, dois itens de ensaios circularam entre os participantes e, dada a configuração do EP, o comitê técnico definiu que, no estudo de estabilidade, os parâmetros seriam medidos em dois momentos: antes e após todos os participantes reportarem os resultados.

Os resultados das medições dos dois pontos do estudo de estabilidade foram avaliados estatisticamente para testar a hipótese se eles seriam estatisticamente equivalentes. O procedimento adotado para essa avaliação estatística está descrito nesta seção.

Além disso, foram definidos critérios de aceitação de variação máxima (%) entre os dois pontos do estudo de estabilidade (Tabela 6). Esses critérios foram baseados nos resultados obtidos na avaliação da repetibilidade dos motores em relação às emissões e ao consumo específico.

Tabela 6 – Critérios de aceitação para estabilidade dos itens de ensaio.

Item de Ensaio	Parâmetros	
	NO _x , CO, HC, CO ₂ , Consumo	Material Particulado
Motor Diesel – Mercedes (Grupo A)	< 4%	< 7%
Motor Diesel - FPT Industrial (Grupo B)	< 6%	< 8%

Fonte: Dimci/Lapep

Nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 são apresentadas as conclusões da avaliação estatística dos testes realizados para avaliar se não havia diferença estatisticamente significativa entre os conjuntos de dados das medições de emissões específicas de CO, CO₂, HC, NO_x, MP e Consumo em g/kWh na primeira análise (Y_1) e na segunda análise (Y_2) para os 2 (dois) Motores Diesel ensaiados.

A estatística usada para a avaliação do item de teste foi o teste de *Wilcoxon*, utilizado com o objetivo de verificar a hipótese de que dois conjuntos de dados dependentes foram extraídos de uma mesma população. Este teste deve ser utilizado, em detrimento ao teste *t* pareado, quando não é possível supor a normalidade de ambos os conjuntos de dados ou nos casos em que há pequenas amostras. No teste de *Wilcoxon* os valores originais são substituídos por postos conforme a tabela 7:

Tabela 7 - 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 $P(V_S \geq c_2 | H_0) = \alpha/2$.

Sendo assim, testou-se a hipótese de estabilidade entre tais medições por meio do teste de Wilcoxon também conhecido como teste de *Mann-Whitney*.

A seguir, foi verificado se há diferença estatisticamente significativa entre as medições CO, CO₂, HC, NO_x, MP e Consumo em g/kWh na primeira análise (Y_1) e na segunda análise (Y_2) para os 2 (dois) Motores Diesel ensaiados, com *p*-valor menor do que 0,05. As tabelas 8, 9, 10 e 11 apresentam as diferenças entre o ponto inicial e o ponto final para os grupos A e B.

Tabela 8 – Avaliação estatística entre os pontos do estudo de estabilidade do item de ensaio.

Grupo A - ESC		
Parâmetro	p-valor	Conclusão
NO _x	0,69	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO	0,012	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
HC	0,011	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO ₂	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Consumo	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Material Particulado	0,68	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 9 – Avaliação estatística entre os pontos do estudo de estabilidade do item de ensaio.

Grupo A - ETC		
Parâmetro	p-valor	Conclusão
NO _x	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO	0,69	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
HC	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO ₂	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Consumo	0,008	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Material Particulado	0,012	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 10 – Avaliação estatística entre os pontos do estudo de estabilidade do item de ensaio.

Grupo B - ESC		
Parâmetro	p-valor	Conclusão
NO _x	0,55	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO	0,83	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
HC	0,018	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO ₂	0,095	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Consumo	0,15	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Material Particulado	1,00	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 11 – Avaliação estatística entre os pontos do estudo de estabilidade do item de ensaio.

Grupo B - ETC		
Parâmetro	p-valor	Conclusão
NO _x	0,31	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO	0,69	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
HC	0,39	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
CO ₂	0,032	Existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Consumo	0,69	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade
Material Particulado	0,35	Não existe diferença entre os dois pontos do estudo de estabilidade

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Os resultados apresentados nas Tabelas 8, 9, 10 e 11 indicam que para alguns parâmetros houve variação significativa entre os dois pontos do estudo de estabilidade (ao nível de confiança de 95%). No entanto, essa constatação isolada não é suficiente para indicar se a diferença observada teria impacto significativo na avaliação de desempenho dos participantes.

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentadas as variações (%) observadas entre as médias das medições realizadas nos dois pontos do estudo estabilidade dos itens de ensaio.

Tabela 12 – Variação entre os dois pontos de estabilidade do item de ensaio.

Grupo A		
Parâmetro	Ciclo ESC	Ciclo ETC
NO _x	0,4%	2,0%

Grupo A		
CO	3,4%	-0,9%
HC	-13,7%	-6,0%
CO ₂	2,5%	2,4%
Consumo	2,5%	1,7%
Material Particulado	3,1%	19,3%

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 13 – Variação entre os dois pontos de estabilidade do item de ensaio.

Grupo B		
Parâmetro	Ciclo ESC	Ciclo ETC
NO _x	0,6%	-2,0%
CO	1,1%	0,5%
HC	-3,5%	1,0%
CO ₂	-0,7%	1,0%
Consumo	0,8%	-0,04%
Material Particulado	0,0%	6,5%

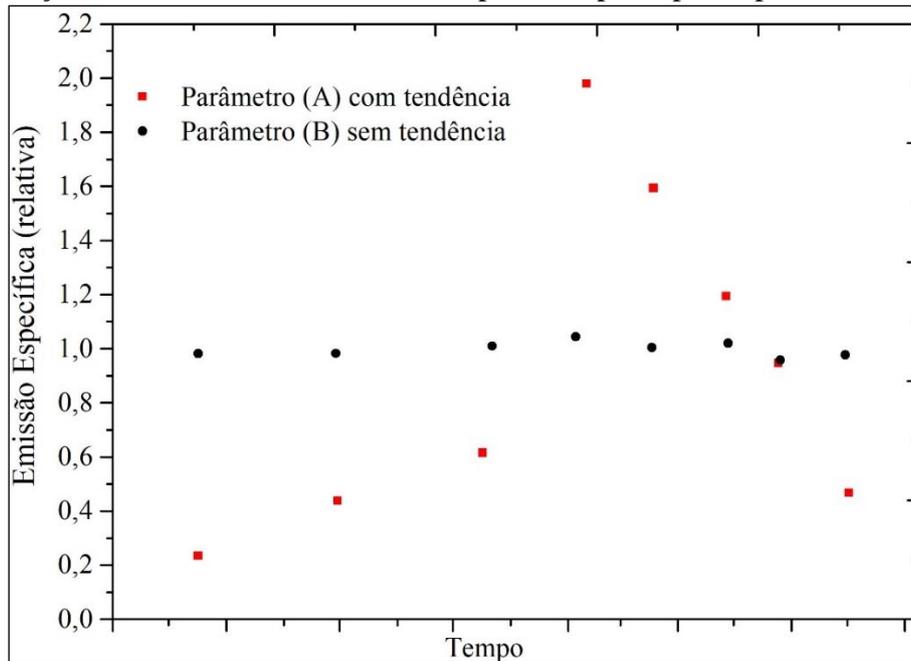
Fonte: Dimci/Lapep

Os resultados destacados em vermelho na Tabela 12 (grupo A) indicam os parâmetros que tiveram variações acima dos limites definidos na Tabela 6. Todos os parâmetros avaliados no grupo B atenderam os critérios de aceitação definidos na Tabela 6.

Considerando o número limitado de pontos do estudo de estabilidade, de forma complementar, os resultados reportados pelos participantes também foram utilizados como meio para avaliar a presença de tendência no comportamento dos motores em relação aos parâmetros avaliados nos grupos A e B.

Na Figura 1 são apresentados, como exemplo, os resultados das medições reportadas pelos participantes para dois parâmetros avaliados neste EP em ordem cronológica de execução das medições pelos participantes (o número limitado de participantes no EP impossibilita que sejam identificados os parâmetros). Cada ponto apresentado na Figura 1 representa a média dos valores reportados pelos participantes.

Figura 1 – Avaliação de tendência dos resultados reportados pelos participantes em função do tempo.



Fonte: Dimci/Lapep

Na avaliação da estabilidade utilizando os resultados das medições dos participantes do EP era esperado que esses dados estivessem distribuídos de forma aleatória em torno do valor médio dos resultados. Tal comportamento é observado para o parâmetro B, para o qual não se identifica a presença de tendência em relação à ordem cronológica das medições. Para o parâmetro A foi identificado tendência em função da ordem cronológica das medições: os resultados aumentaram e depois decaíram de forma linear, indicando a perda de estabilidade do item em relação à emissão específica do parâmetro A.

Nas Tabelas 14 e 15 são apresentados também os desvios-padrão relativos das médias dos resultados reportados pelos participantes para os parâmetros: emissão específica de NO_x, CO, CO₂, HC, Material Particulado e Consumo Específico Médio.

Tabela 14 – Desvio-padrão relativo das médias dos resultados dos participantes

Grupo A		
Parâmetro	Ciclo ESC	Ciclo ETC
NO _x	7,8%	3,9%
CO	24,8%	15,1%
HC	18,7%	18,6%
CO ₂	8,9%	5,3%
Consumo	1,8%	1,8%
Material Particulado	13,8%	15,9%

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 15 – Desvio-padrão relativo das médias dos resultados dos participantes

Grupo B		
Parâmetro	Ciclo ESC	Ciclo ETC
NO _x	3,9%	3,9%
CO	11,8%	59,5%
HC	15,5%	33,9%
CO ₂	2,8%	7,2%
Consumo	1,1%	3,4%
Material Particulado	32,0%	60,6%

Fonte: Dimci/Lapep

Para os parâmetros com tendência dos resultados reportados pelos participantes em relação à ordem cronológica das medições (emissão específica de CO e material particulado para o ciclo ETC – grupo B), o desvio-padrão relativo da média dos resultados dos participantes foi superior a 59%, enquanto para o mesmo tipo de ciclo do grupo A o desvio-padrão relativo foi cerca de quatro vezes menor. Além disso, no grupo A – ETC os valores reportados pelos participantes para as emissões específicas de CO e material particulado são inferiores àqueles reportados pelos participantes do grupo B – ETC. Sendo assim, o desvio-padrão para os parâmetros CO e material particulado (grupo B – ETC) deveria ser similar ou inferior ao observado no grupo A – ETC.

A análise do conjunto de dados do estudo da estabilidade dos itens de ensaio em relação às emissões específicas e consumo específico indicam que os parâmetros destacados em vermelho na Tabela 15 não podem ser considerados suficientemente estáveis e, por conta disso, os resultados reportados pelos participantes não são suficientemente concordantes de modo que seja possível definir um valor de consenso. Com base nessas evidências, o comitê organizador resolveu apenas apresentar os resultados reportados pelos participantes para emissão específica de CO e Material Particulado (Ciclo ETC), sem a avaliação de desempenho.

Para os demais parâmetros descritos nas Tabelas 14 e 15, além do valor designado e do desvio-padrão do EP, foram estimadas as incertezas-padrão (u_x) dos valores designados (**conforme descrito nos itens 7.7.7 e 9.2 da Norma ISO 13528:2022**).

$$u_x = 1,25x \frac{\sigma}{\sqrt{p}} \quad (1)$$

Onde:

σ é o desvio-padrão do valor designado, calculado usando o Algoritmo A (13528:2022);

p é o número de resultados dos participantes utilizados para calcular o valor de consenso.

Quando o valor designado e o desvio-padrão para avaliação de proficiência dos participantes são determinados a partir dos resultados dos participantes, **pode-se assumir que a incerteza-padrão do valor de consenso inclui os efeitos das fontes de incerteza associadas com o transporte e a instabilidade dos itens do EP (Nota 1 – item 7.7.7 – ISO 13528:2022).**

Nos casos em que o valor da incerteza-padrão e o desvio-padrão do valor designado possuem valores similares, existe o risco de a avaliação do desempenho de alguns participantes ser considerada questionável ou insatisfatória por conta da inexatidão na determinação do valor de consenso e não devido a problemas associados com a medição realizada pelo laboratório.

De acordo com o item 9.2.1 da ISO 13528, a incerteza-padrão (u_x) do valor designado deve ser comparada com o desvio-padrão (σ) do valor designado e o seguinte critério deve ser atendido para que o efeito de u_x na avaliação de desempenho dos participantes seja considerado negligenciável:

$$u_x < 0,3\sigma \quad (2)$$

Neste EP quando o critério acima não foi atendido, o valor de u_x foi combinado com o valor de σ e um novo valor, para o desvio-padrão para avaliação da proficiência dos participantes, foi calculado.

4. Resultados dos Participantes

Os resultados reportados pelos participantes são apresentados nas tabelas desta seção e incluem a média das 5 medições com seus respectivos desvios-padrão.

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

Nota 1 – Foram consideradas todas as casas decimais para os cálculos realizados, porém nas tabelas desta seção os valores estão arredondados com os mesmos números de casas decimais solicitados no formulário de resultados.

Nota 2 – No Anexo A estão descritos os resultados das cinco medições reportados por cada participante com suas respectivas incertezas expandidas, média das medições com seu respectivo desvio-padrão.

4.1. Resultados Reportados – Grupo A – ESC

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

Código	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
20	7,785	0,100	0,425	0,007	0,227	0,006	553,67	0,67
58	9,722	0,088	0,352	0,007	0,148	0,010	622,60	1,13
65	9,815	0,033	0,359	0,002	0,173	0,001	648,58	0,49
67	9,208	0,069	0,403	0,002	0,203	0,002	630,98	0,27
72	9,857	0,046	0,406	0,004	0,186	0,008	671,45	0,61
94	9,123	0,068	0,435	0,018	0,238	0,019	630,56	4,31
96	9,174	0,101	0,671	0,009	0,150	0,007	742,61	7,79

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

Código	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
20	208,23	0,19	0,019	0,001
58	207,81	0,68	0,019	0,001
65	212,00	0,12	0,019	0,000
67	201,69	0,09	0,013	0,000
72	211,23	0,11	0,016	0,001
94	203,93	0,52	0,019	0,001
96	205,58	1,75	---	---

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

4.2. Resultados Reportados – Grupo A – ETC

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

Códigos	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
13	8,642	0,124	1,741	0,036	0,329	0,051	712,77	0,76
31	8,200	0,036	1,596	0,010	0,437	0,005	656,41	1,28
37	8,723	0,024	1,264	0,014	0,355	0,006	675,36	0,78
49	8,022	0,027	1,234	0,016	0,498	0,005	616,37	1,16
84	8,751	0,075	1,598	0,063	0,341	0,028	654,15	2,30

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

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

Códigos	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
13	218,90	0,40	0,033	0,001
31	208,23	0,56	0,026	0,000
37	213,54	0,13	0,031	0,001
49	211,10	0,23	0,037	0,001
84	212,35	0,45	0,026	0,002

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

4.3. Resultados Reportados – Grupo B – ESC

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

Código	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
04	5,115	0,046	0,471	0,004	0,055	0,001	633,01	1,18
15	4,928	0,059	0,619	0,005	0,045	0,001	663,45	1,84
18	5,253	0,017	0,472	0,005	0,068	0,002	667,20	0,99
50	5,291	0,030	0,458	0,009	0,063	0,001	649,48	1,84
71	5,423	0,016	0,458	0,001	0,064	0,003	673,81	0,54
91	5,362	0,023	0,538	0,008	0,067	0,002	690,08	0,49
95	4,929	0,003	0,485	0,003	0,074	0,001	648,50	0,52

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 21 – Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro de Consumo e Material Particulado - Grupo B – ESC.

Código	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
04	212,80	0,44	0,027	0,001
15	219,63	0,36	0,040	0,004
18	213,41	0,30	0,033	0,001
50	214,80	0,16	0,012	0,001
71	216,82	0,14	0,036	0,002
91	215,87	0,15	0,038	0,003
95	213,05	0,07	0,029	0,002

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

4.4. Resultados Reportados – Grupo B – ETC

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

Códigos	NO _x (g/kWh)		CO (g/kWh)		HC (g/kWh)		CO ₂ (g/kWh)	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
03	4,582	0,031	4,779	0,093	0,090	0,002	668,17	2,06
29	4,598	0,031	9,217	0,330	0,094	0,001	703,98	0,49
45	3,870	0,031	2,485	0,100	0,083	0,003	564,01	1,04
46	4,648	0,037	4,272	0,045	0,028	0,001	707,72	2,15
55	4,701	0,149	3,664	0,044	0,120	0,003	677,59	1,60
56	4,341	0,014	1,328	0,037	0,102	0,003	659,99	3,15
85	4,189	0,034	8,194	0,293	0,075	0,008	657,94	7,03

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

Tabela 23 – Média e desvio-padrão dos participantes para o parâmetro de Consumo e Material Particulado - Grupo B – ETC.

Códigos	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
03	223,45	0,73	0,181	0,004
29	243,73	0,65	0,582	0,046
45	225,88	0,36	0,279	0,007
46	226,13	0,79	0,351	0,010

Códigos	Consumo (g/kWh)		Material Particulado	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
55	230,64	0,08	0,129	0,013
56	221,47	0,25	0,069	0,004
85	234,62	0,60	0,469	0,016

Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

5. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes

5.1. Índice z e z'

Para a avaliação de desempenho 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 3.

$$z_i = \frac{x_i - X}{\hat{\sigma}} \quad (3)$$

Onde:

- x_i é o resultado médio das medições do i -ésimo participante;
- X é o valor designado deste EP; que nesta rodada foi o valor de consenso calculado usando o Algoritmo A (Anexo C - ISO 13528:2022);
- $\hat{\sigma}$ é o desvio-padrão para a avaliação de proficiência, que nesta rodada foi o desvio-padrão do valor de designado calculado usando o Algoritmo A (Anexo C - ISO 13528:2022).

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.

Para os parâmetros em que a incerteza-padrão do valor designado não atendeu o critério definido na equação 2, foi utilizado o índice z' (z' -score), equação 4.

$$z'_i = \frac{x_i - X}{\sqrt{\sigma^2 + u_x^2}} \quad (4)$$

Onde:

x_i é o resultado médio das medições do i -ésimo participante;

X é o valor designado deste EP; que nesta rodada foi o valor de consenso calculado usando o Algoritmo A (Anexo C - ISO 13528:2022);

σ é o desvio-padrão do valor designado calculado usando o Algoritmo A (Anexo C - ISO 13528:2022);

u_x é a incerteza-padrão do valor designado.

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.

6. 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 (detalhes sobre o Algoritmo A estão descritos no Anexo C da Norma ISO 13528:2022).

Nas tabelas 24, 25, 26 e 27 são apresentados o valor designado, o seu respectivo desvio-padrão e incerteza-padrão e o desvio-padrão do EP para todos os parâmetros avaliados neste EP (grupos A e B – ESC e ETC).

Quando o valor da incerteza-padrão atendeu o critério definido na Equação 2, o desvio-padrão do valor de designado foi definido como o desvio-padrão para avaliação de proficiência. No caso contrário, o desvio-padrão para avaliação de proficiência foi calculado a partir da combinação do desvio-padrão e da incerteza-padrão do valor designado.

Nota – Pelo fato desta abordagem não ter sido considerada no protocolo deste EP e o tratamento

estatístico ter apontado que a incerteza-padrão do valor designado não pode ser negligenciada, o comitê organizador registra o desvio em relação ao protocolo.

Tabela 24 – Valor designado, desvio-padrão e incerteza-padrão do valor designado e Desvio-padrão para avaliação da proficiência do EP – Grupo A – ESC.

Parâmetro	Valor Designado (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)	Incerteza-padrão (g/kWh)	Desvio-padrão do EP (g/kWh)
NO _x	9,347	0,545	0,257	0,603
CO	0,410	0,053	0,025	0,059
HC	0,189	0,040	0,019	0,044
CO ₂	641,8	62,0	29,3	68,6
Consumo	207,2	4,3	2,0	4,7
Material Particulado	0,0176	0,0027	0,0014	0,0031

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 25 - Valor designado, desvio-padrão e incerteza-padrão do valor designado e Desvio-padrão para avaliação da proficiência do EP – Grupo A – ETC.

Parâmetro	Valor Designado (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)	Incerteza-padrão (g/kWh)	Desvio-padrão do EP (g/kWh)
NO _x	8,47	0,38	0,21	0,43
CO	1,487	0,255	0,142	0,292
HC	0,392	0,083	0,046	0,095
CO ₂	663,0	39,8	22,2	45,6
Consumo	212,8	4,5	2,5	5,1
Material Particulado	0,0303	0,0055	0,0031	0,0063

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 26 - Valor designado, desvio-padrão e incerteza-padrão do valor designado e Desvio-padrão para avaliação da proficiência do EP – Grupo B – ESC.

Parâmetro	Valor Designado (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)	Incerteza-padrão (g/kWh)	Desvio-padrão do EP (g/kWh)
NO _x	5,19	0,227	0,107	0,251
CO	0,492	0,047	0,022	0,052
HC	0,063	0,010	0,005	0,011
CO ₂	660,8	21,3	10,1	23,6
Consumo	215,1	2,6	1,2	2,8
Material Particulado	0,0317	0,0082	0,0039	0,0091

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela 27 - Valor designado, desvio-padrão e incerteza-padrão do valor designado e Desvio-padrão para avaliação da proficiência do EP – Grupo B – ETC.

Parâmetro	Valor Designado (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)	Incerteza-padrão (g/kWh)	Desvio-padrão do EP (g/kWh)
NO _x	4,43	0,312	0,148	0,346
HC	0,088	0,024	0,011	0,027
CO ₂	670,7	34,1	16,1	37,7
Consumo	228,9	7,5	3,6	8,3

Fonte: Dimci/Lapep

Os valores estimados da incerteza-padrão do valor designado de todos os parâmetros apresentados nas tabelas desta seção foram superiores em relação ao critério definido na Equação 2 e neste caso, o desvio-padrão do EP para avaliação de proficiência foi calculado por meio da combinação do desvio-padrão e da incerteza-padrão do valor designado.

7. Dispersão dos Resultados

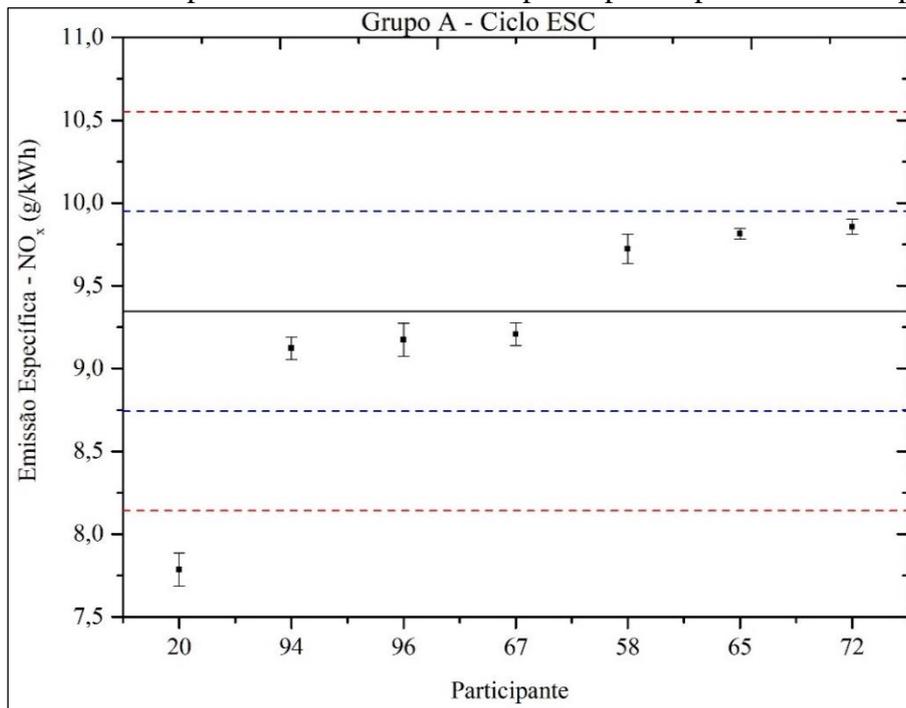
Na apresentação dos gráficos para todos os parâmetros ensaiados, o valor designado do EP é representado por uma linha contínua cinza. As linhas azul e vermelha são, respectivamente, representações de $X \pm 1\sigma$ e $X \pm 2\sigma$, onde “X” é o valor designado e σ é o desvio-padrão do EP.

Nota – Para os parâmetros emissão específica de CO e Material Particulado são apresentados apenas a dispersão dos resultados dos participantes e o valor médio de cada participante. O estudo de estabilidade dos itens de ensaio indicou que esses parâmetros não se mantiveram suficientemente estáveis durante o EP e, por conta disso, os desvios-padrão do conjunto de dados não são adequados ao propósito do EP.

7.1. Emissões Grupo A – ESC

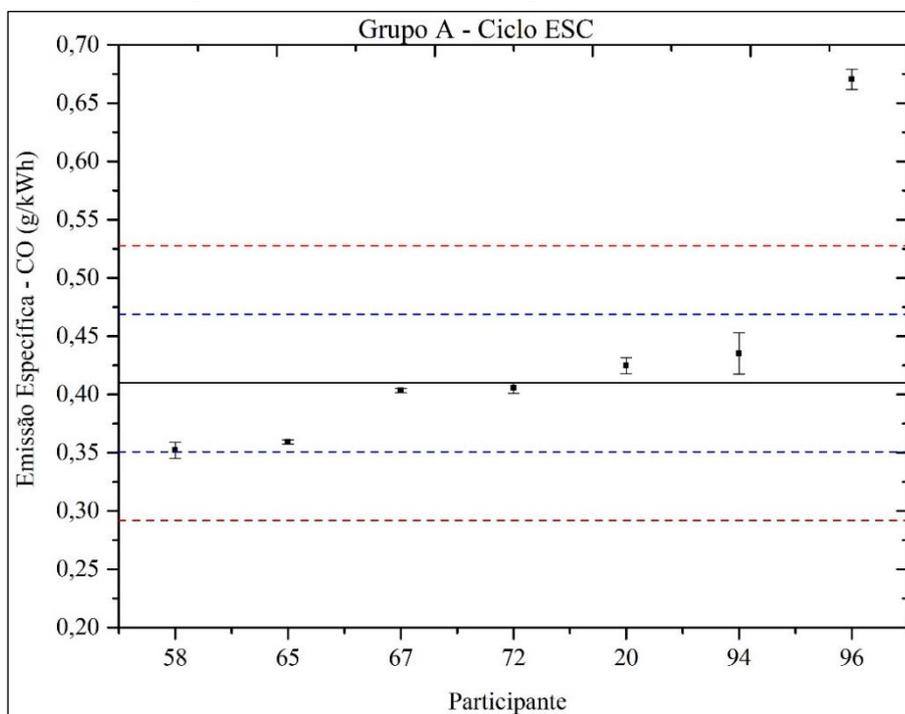
As figuras 2 a 7 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão pelos participantes do Grupo A – ESC para cada parâmetro medido.

Figura 2 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo A – ESC.



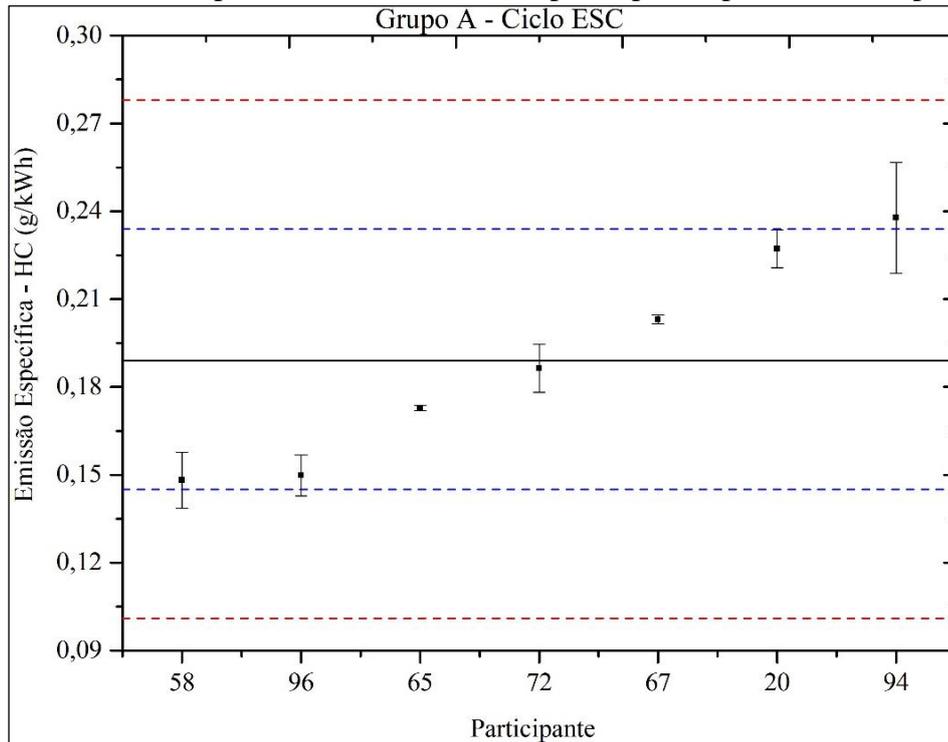
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 3 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo A – ESC.



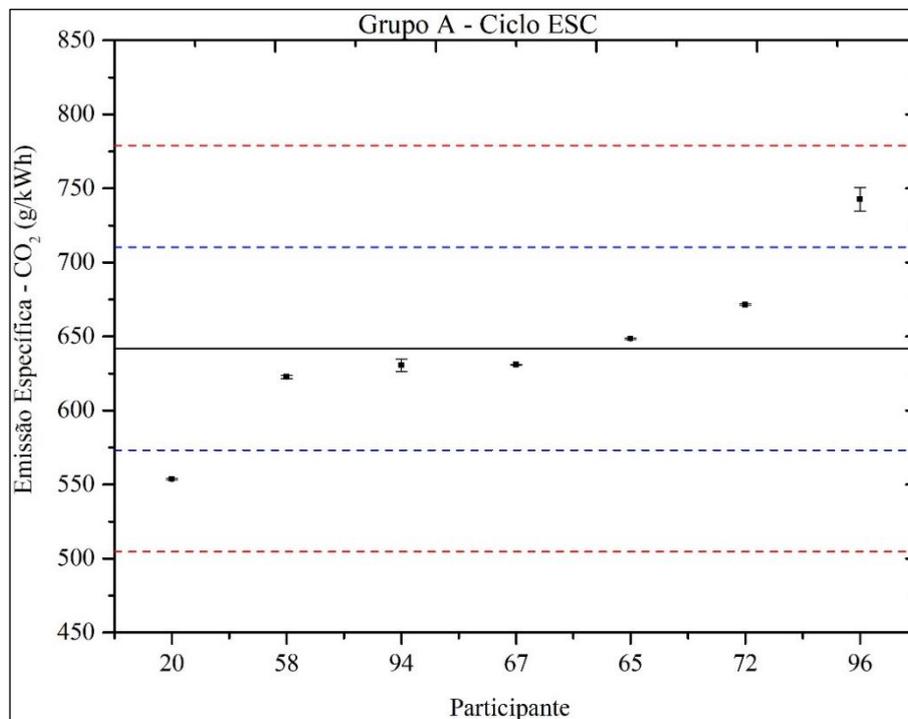
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 4 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo A – ESC.



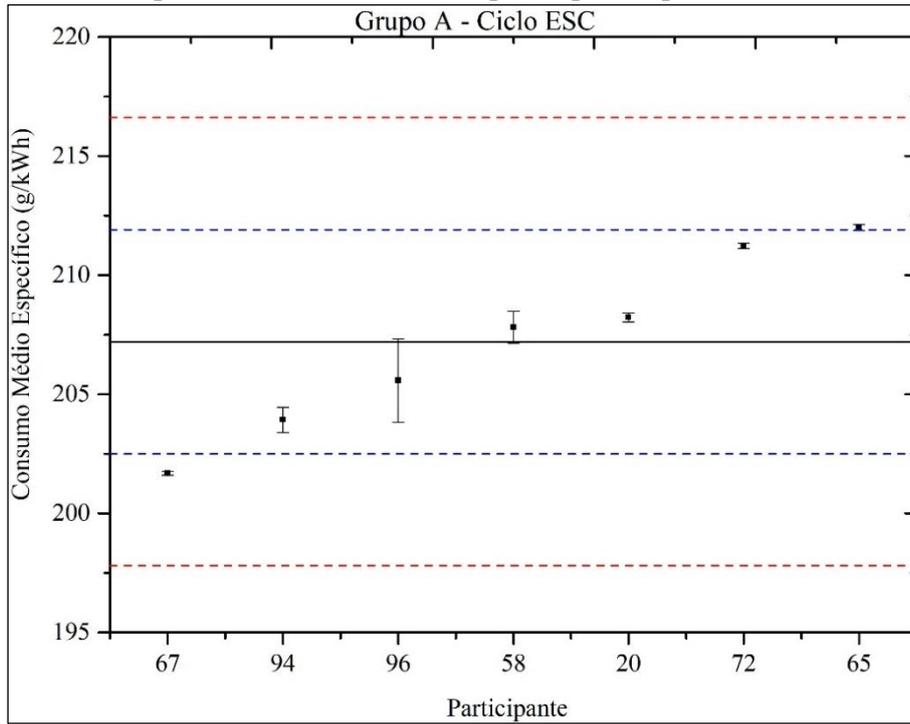
Fonte: Dimci/Lapep

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



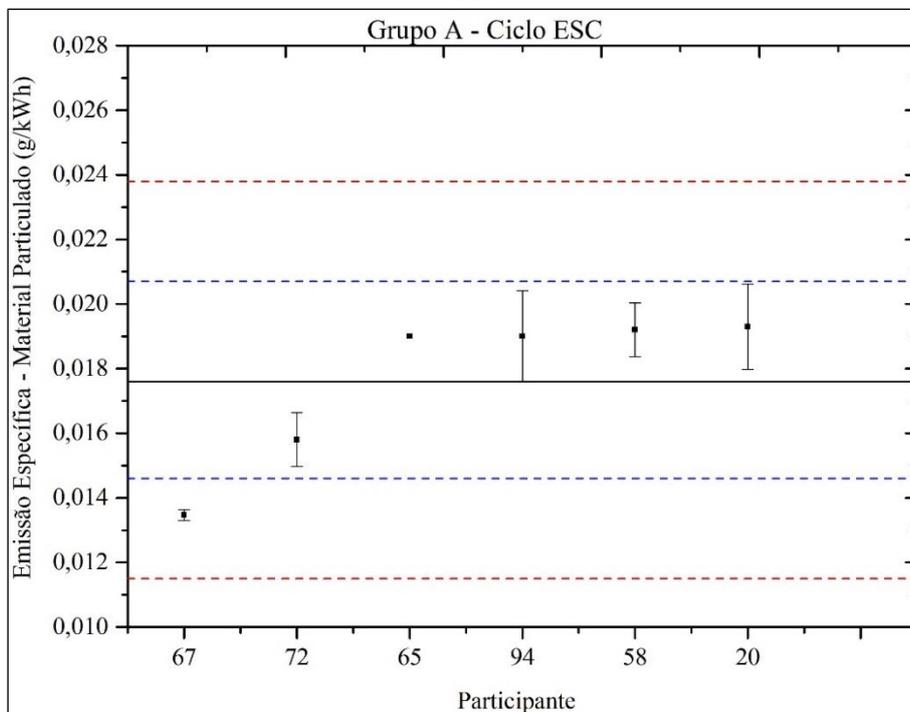
Fonte: Dimci/Lapep

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



Fonte: Dimci/Lapep

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

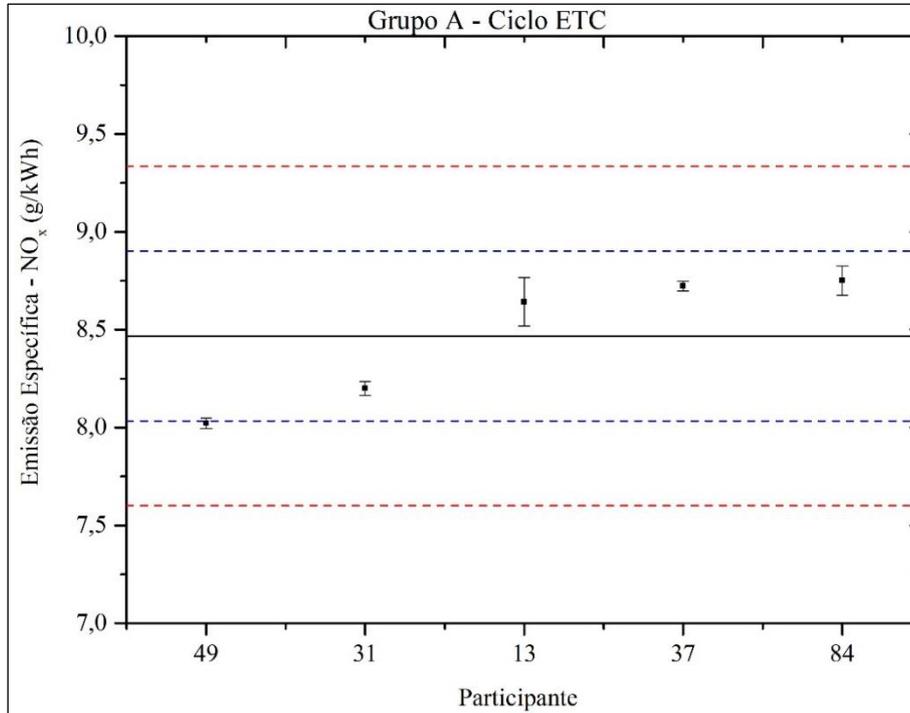


Fonte: Dimci/Lapep

7.2. Emissões Grupo A – ETC

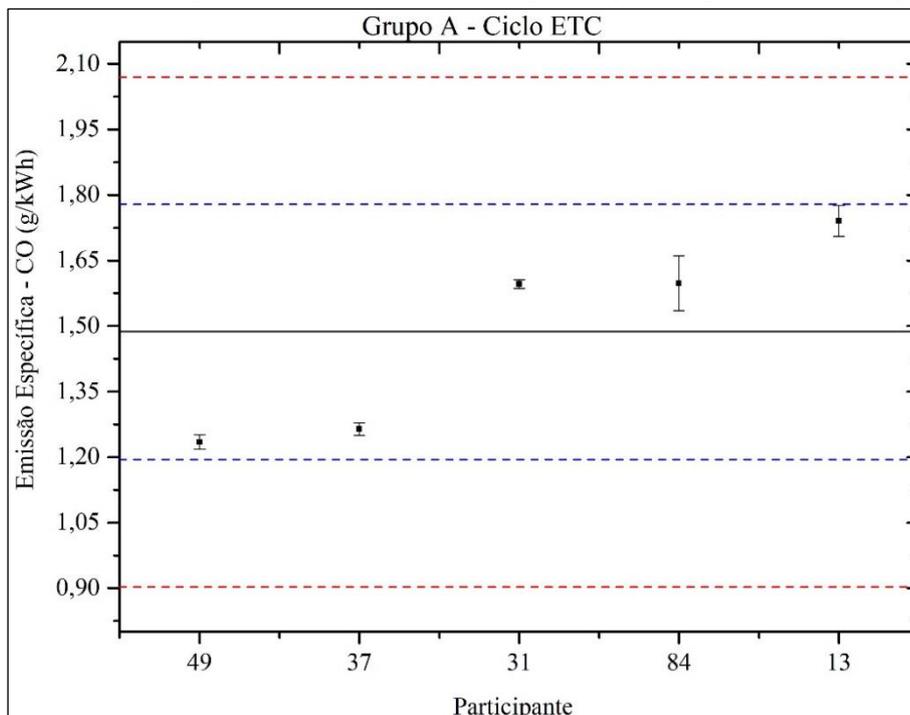
As figuras 8 a 13 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão pelos participantes do Grupo A – ETC para cada parâmetro medido.

Figura 8 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo A – ETC.



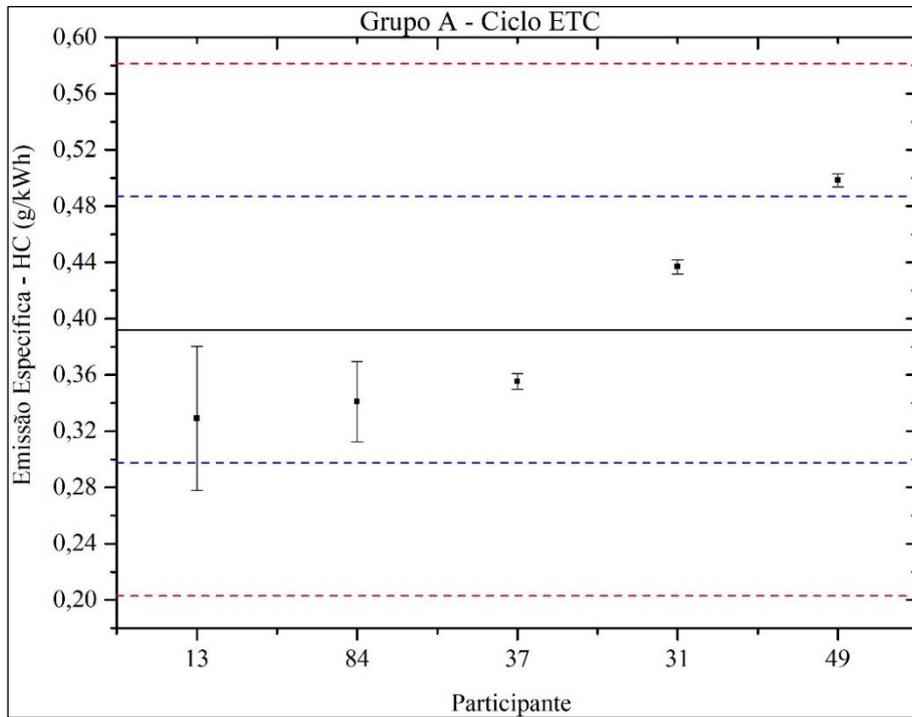
Fonte: Dimci/Lapep

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



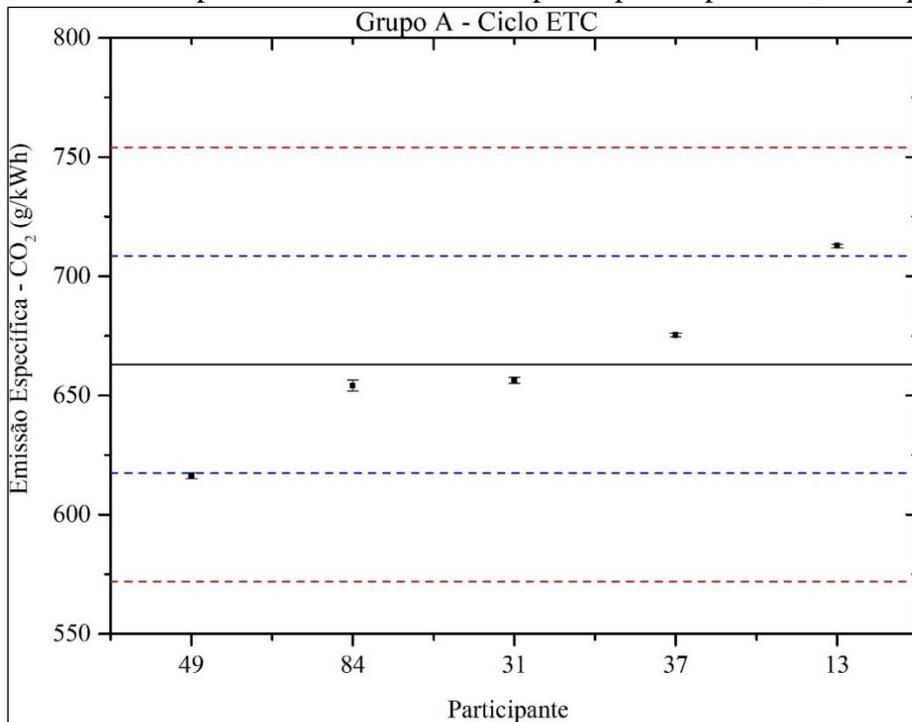
Fonte: Dimci/Lapep

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



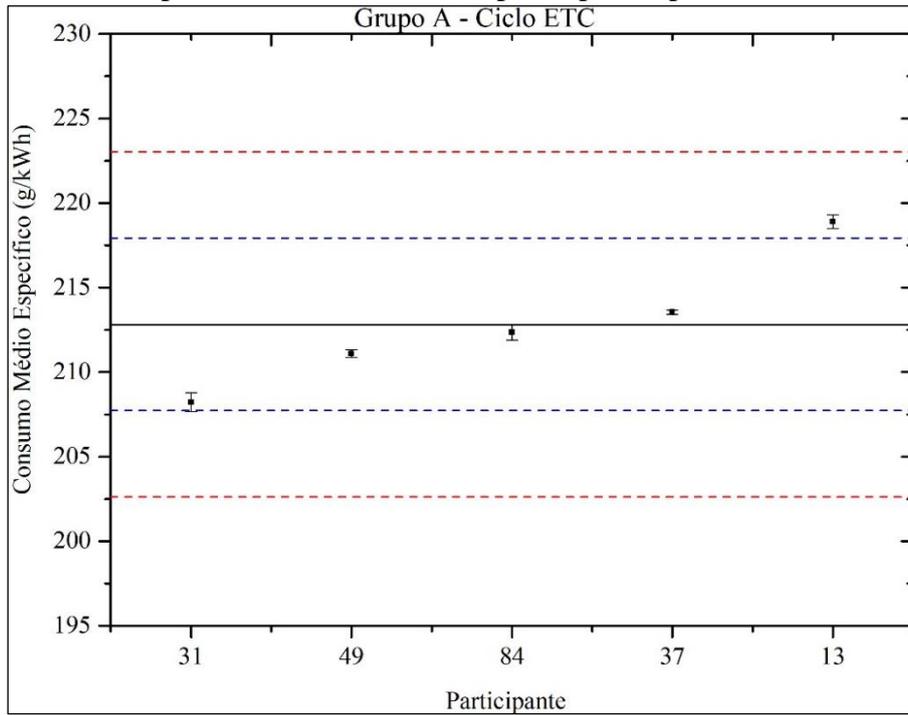
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 11 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo A – ETC.



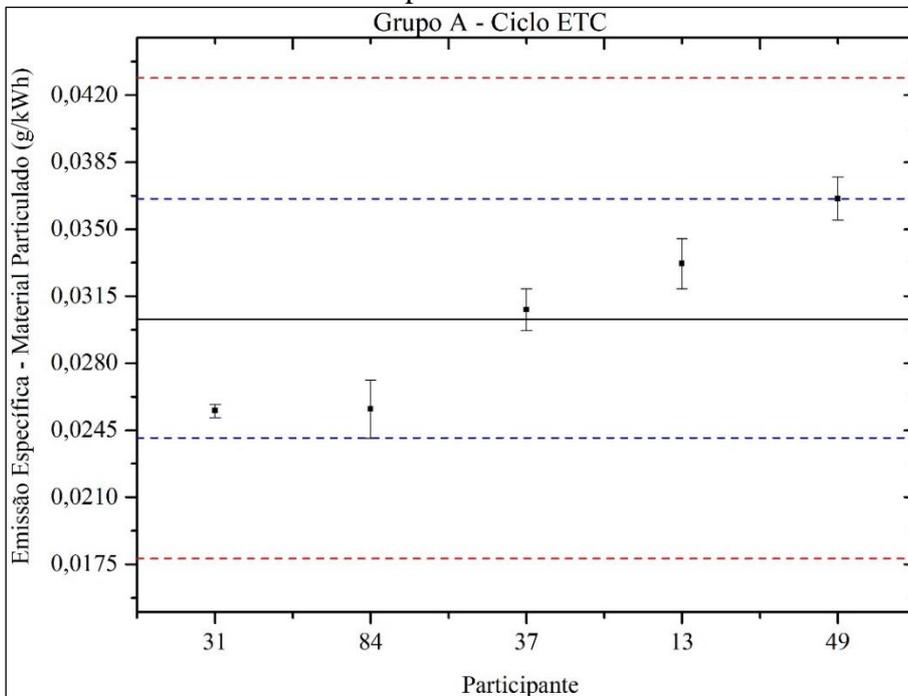
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 12 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo A – ETC.



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 13 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo A – ETC.

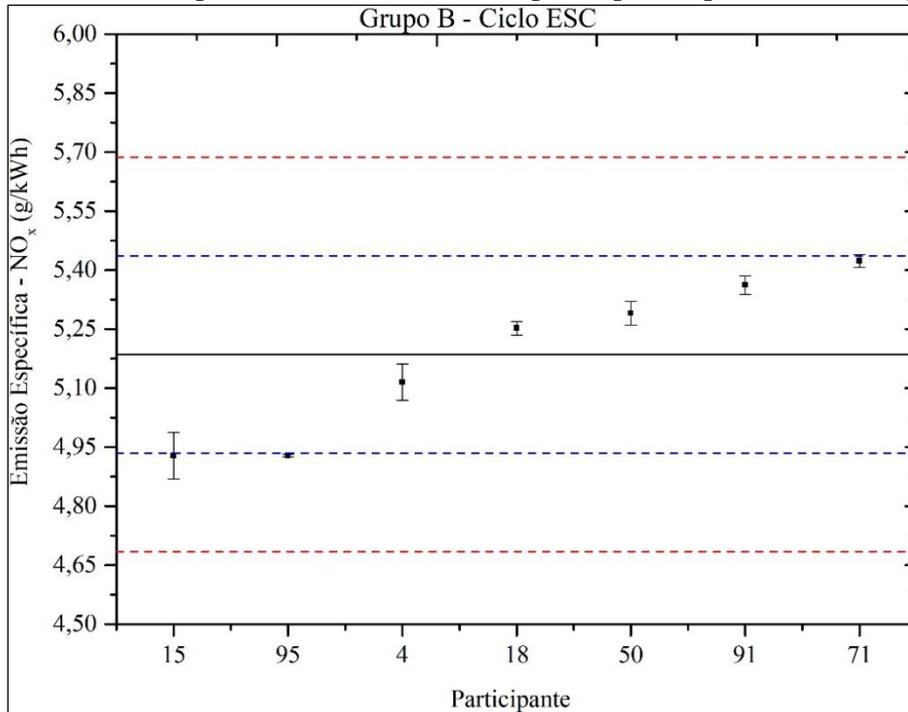


Fonte: Dimci/Lapep

7.3. Emissões Grupo B – ESC

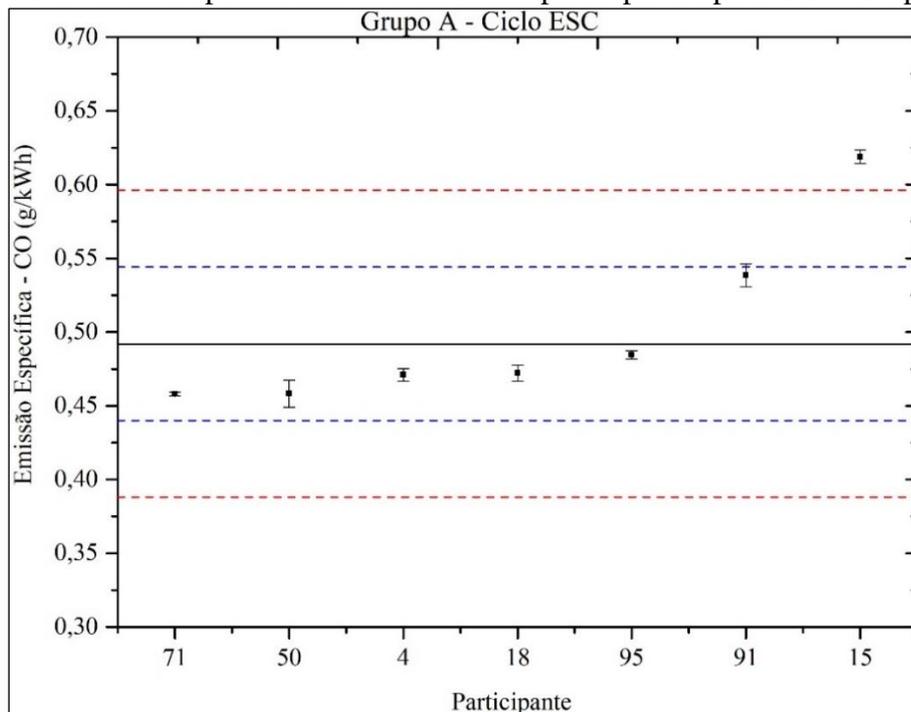
As figuras 14 a 19 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão pelos participantes do Grupo B – ESC para cada parâmetro analisado.

Figura 14 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo B – ESC.



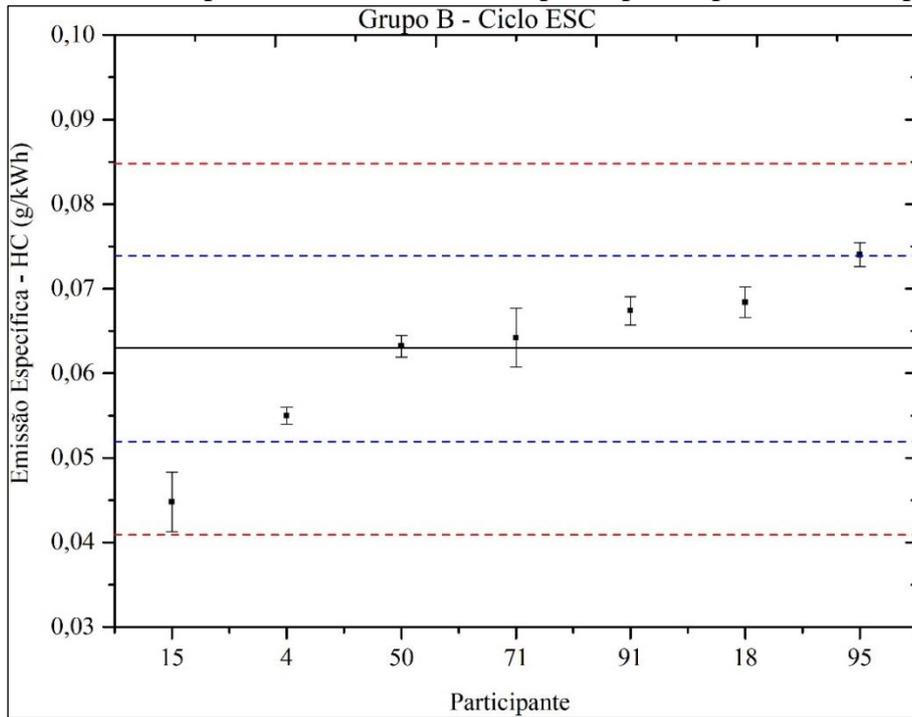
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 15 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo B – ESC.



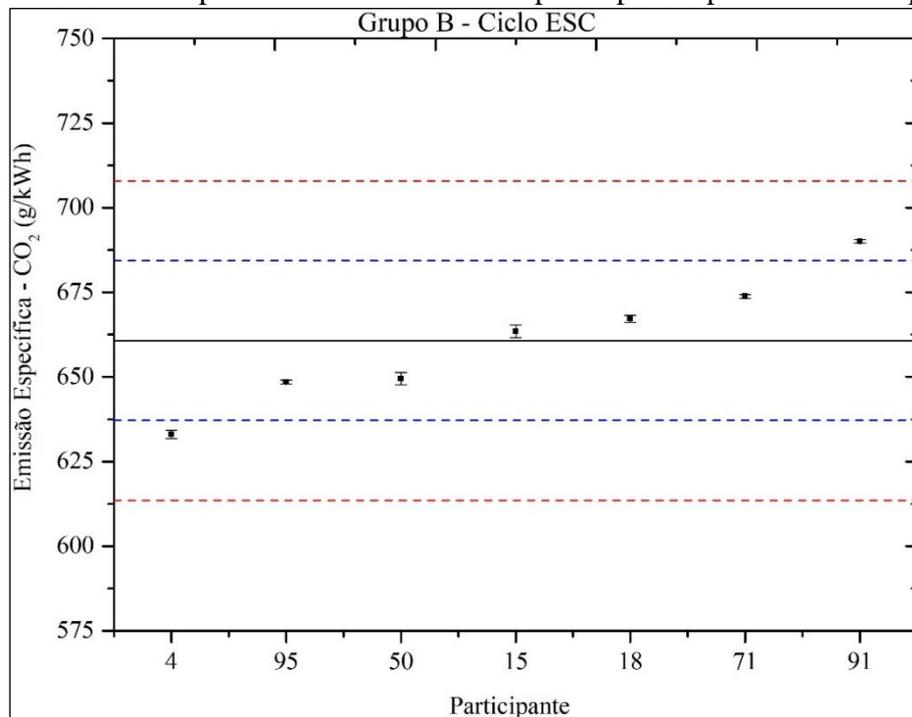
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 16 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo B – ESC.



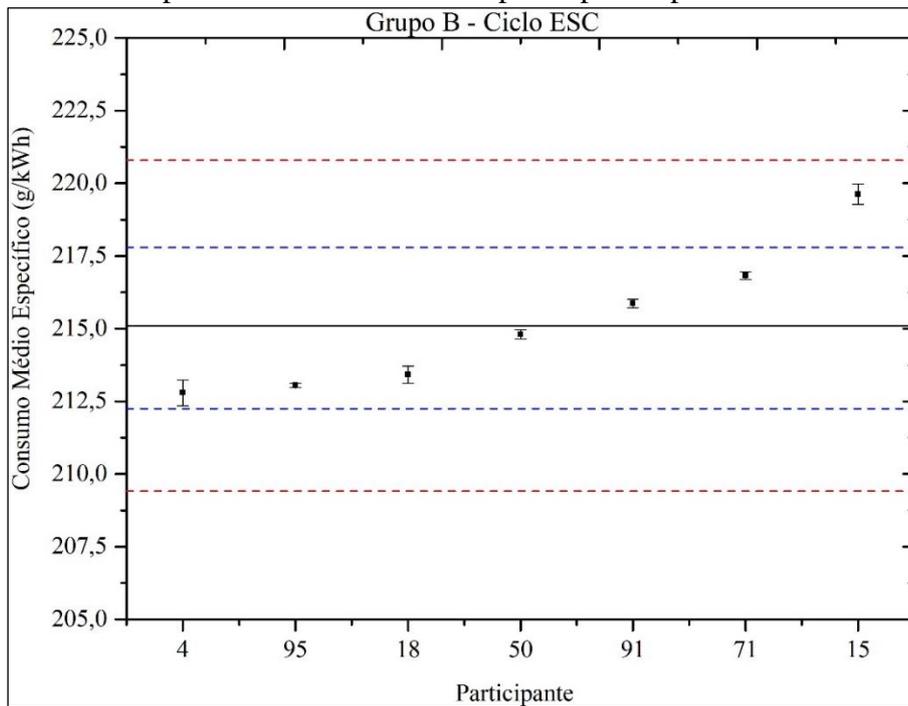
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 17 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo B – ESC.



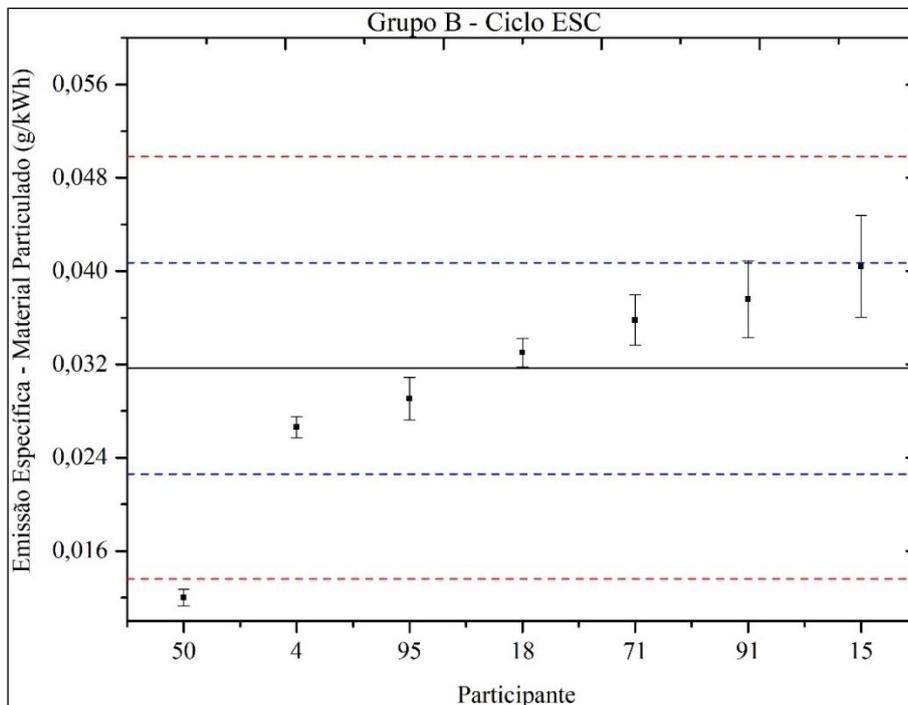
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 18 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo B – ESC.



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 19 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo B – ESC.

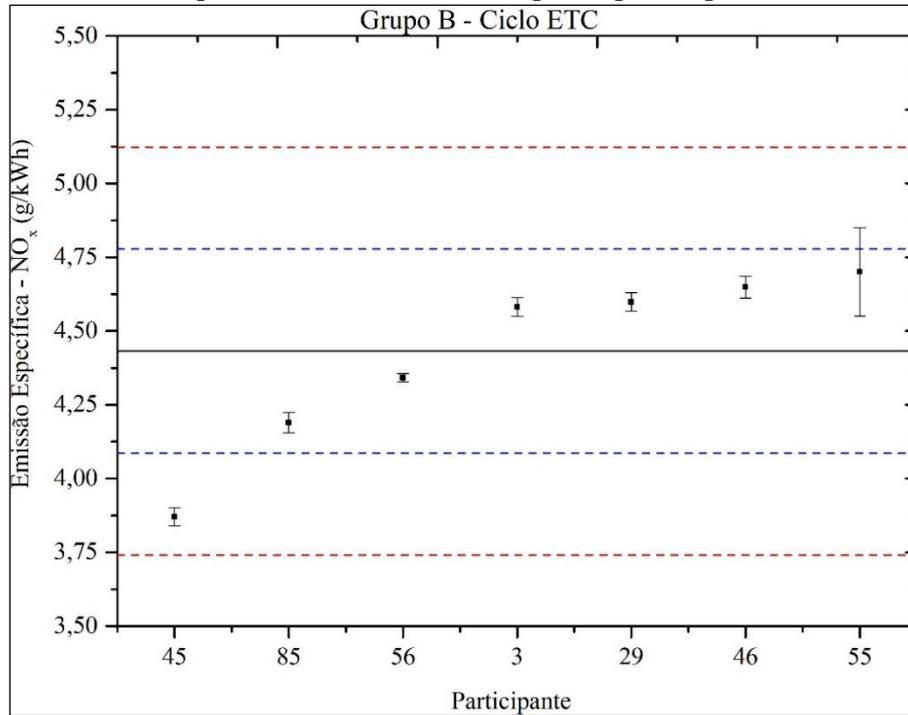


Fonte: Dimci/Lapep

7.4. Emissões Grupo B – ETC

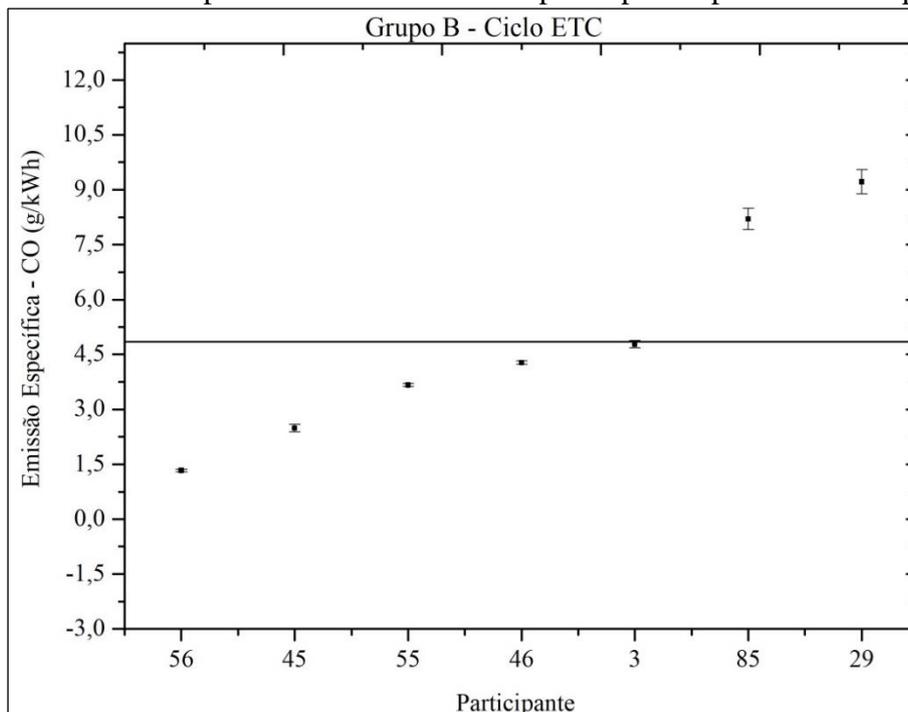
As figuras 20 a 25 apresentam graficamente as médias e os desvios-padrão dos resultados reportados para os dados de emissão do Grupo B – ETC pelos participantes para cada parâmetro analisado.

Figura 20 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para NO_x – Grupo B – ETC.



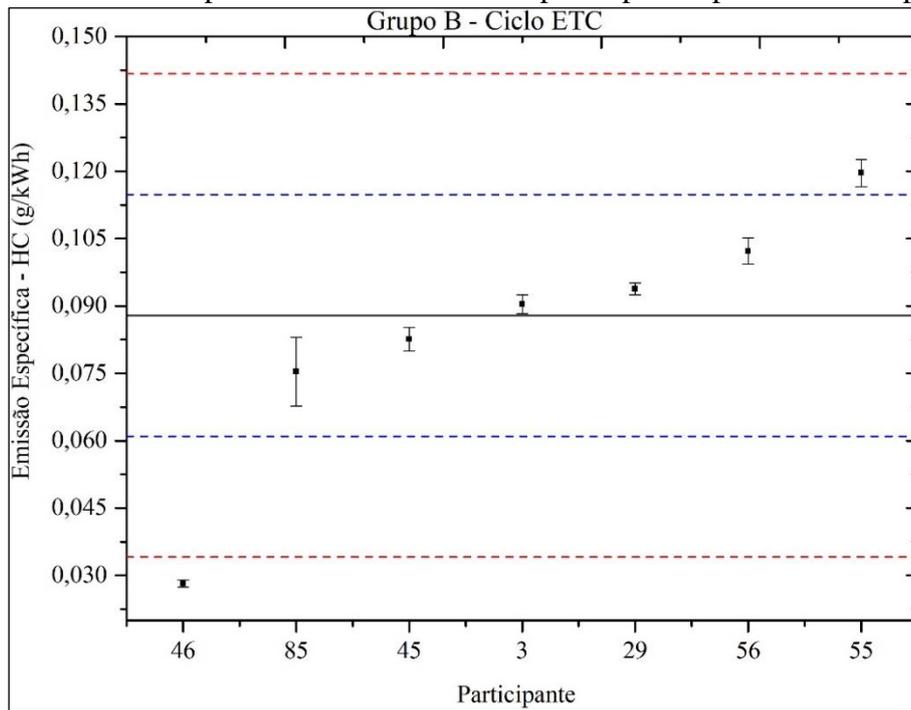
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 21 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO – Grupo B – ETC.



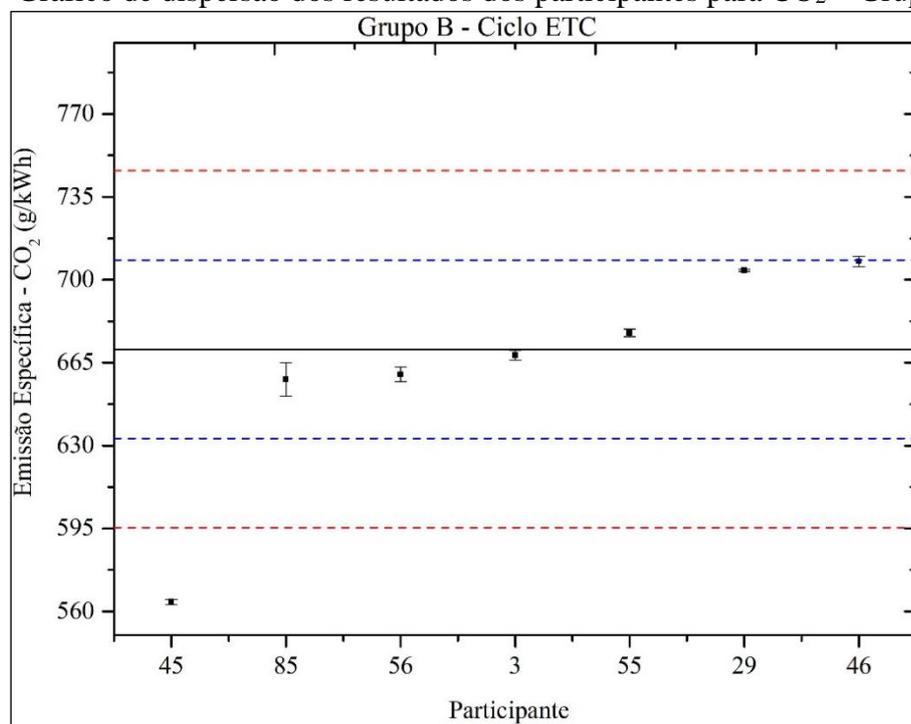
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 22 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para HC – Grupo B – ETC.



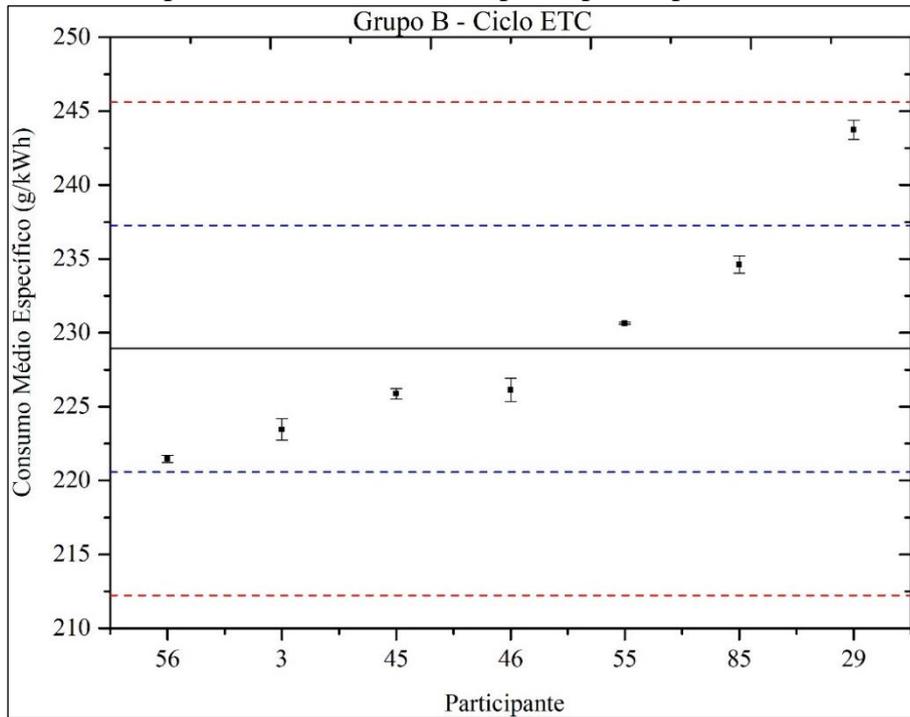
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 23 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para CO₂ – Grupo B – ETC.



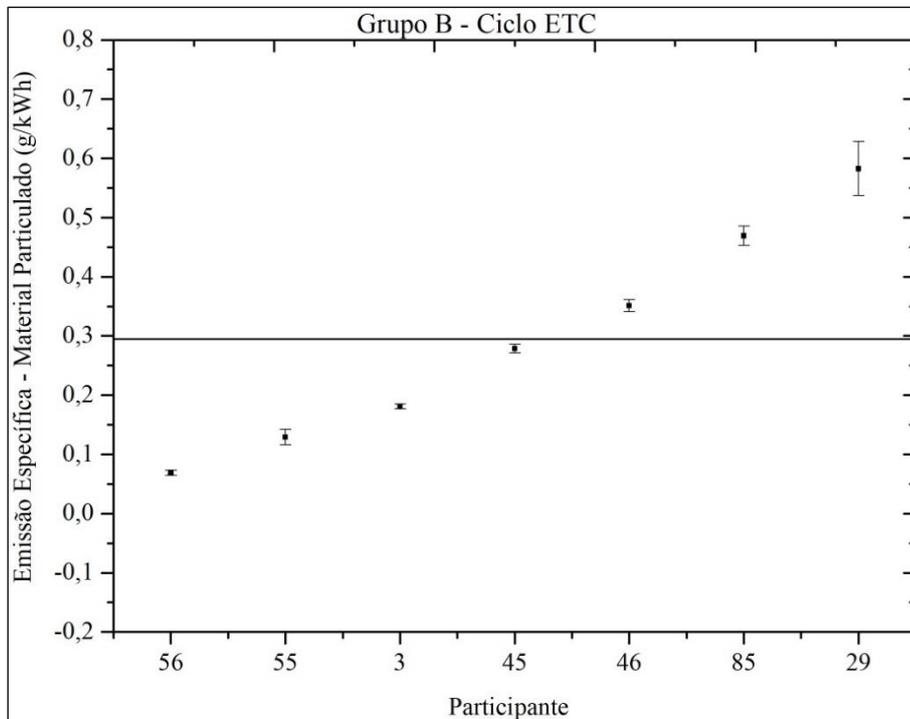
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 24 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Consumo – Grupo B – ETC.



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 25 – Gráfico de dispersão dos resultados dos participantes para Material Particulado – Grupo B – ETC.



Fonte: Dimci/Lapep

8. Avaliação de desempenho

8.1. Índice z'

Para a avaliação do desempenho dos participantes foram calculados os valores do índice z', conforme descrito na seção 5 deste relatório, para cada parâmetro de emissões específicas e consumo médio específico.

8.1.1. Emissões e Consumo Específico - Grupo A – Ciclo ESC

Na tabela 28 e nas figuras de 26 a 31 são apresentadas as avaliações de desempenho dos participantes, expressa por meio do índice z' do Grupo A – Ciclo ESC.

Tabela 28– Valores de índice z' para os parâmetros NO_x, CO, HC, CO₂, Material Particulado e Consumo – Grupo A – Ciclo ESC.

Código	NO _x	CO	HC	CO ₂	Material Particulado	Consumo
	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'
20	-2,59	0,25	0,85	-1,29	0,54	0,22
58	0,62	-0,98	-0,93	-0,28	0,51	0,13
65	0,78	-0,86	-0,37	0,10	0,44	1,02
67	-0,23	-0,11	0,31	-0,16	-1,36	-1,17
72	0,85	-0,07	-0,07	0,43	-0,60	0,86
94	-0,37	0,43	1,09	-0,16	0,44	-0,70
96	-0,29	4,43	-0,89	1,47	-	-0,35

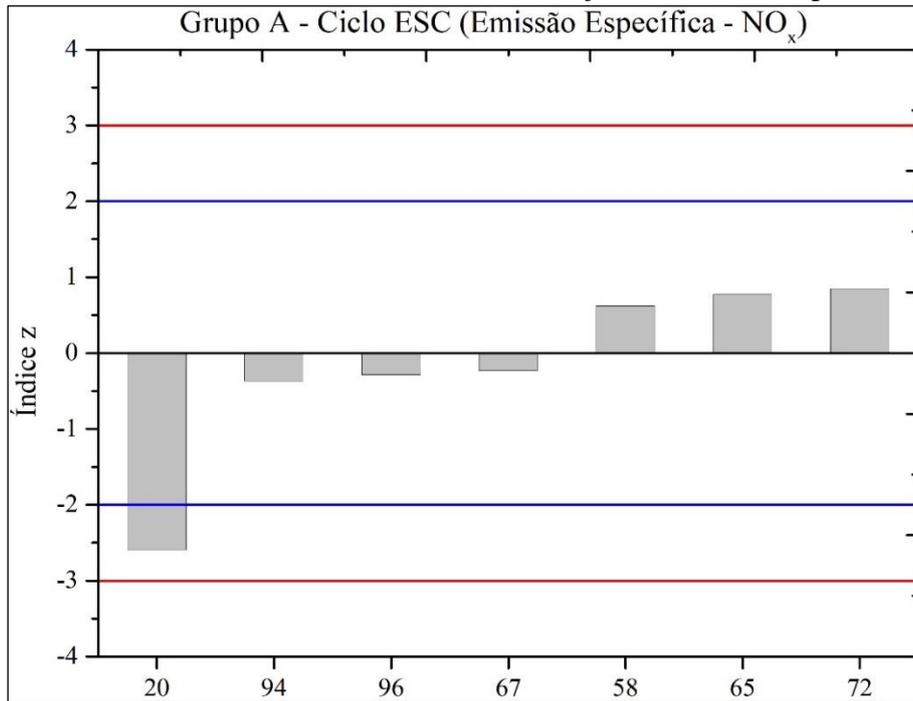
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

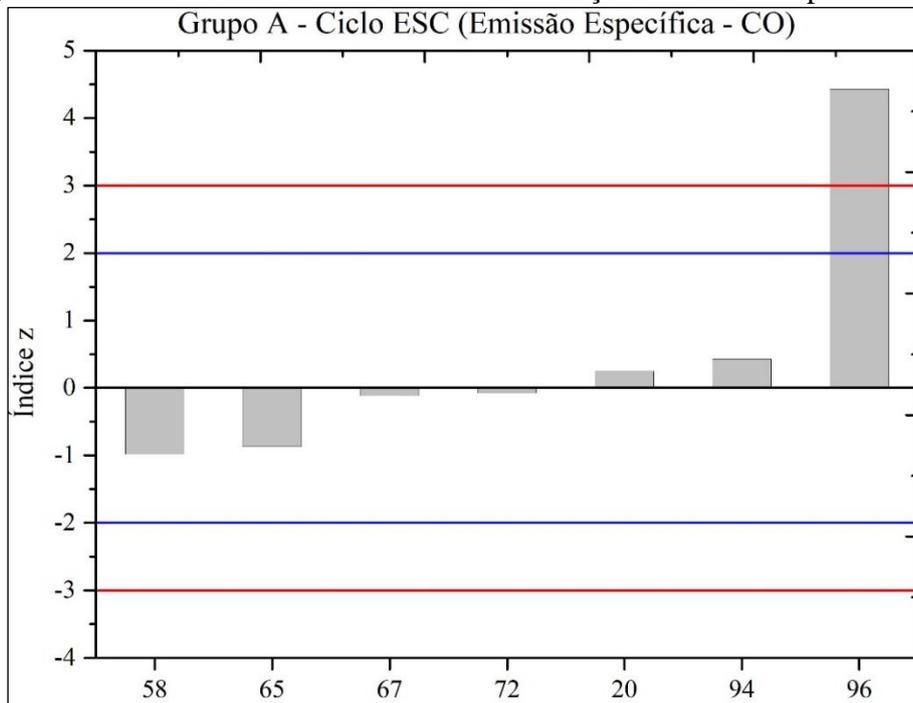
* Resultado insatisfatório

Figura 26 – Gráfico do índice z' referente à medição de NO_x – Grupo A – ESC.



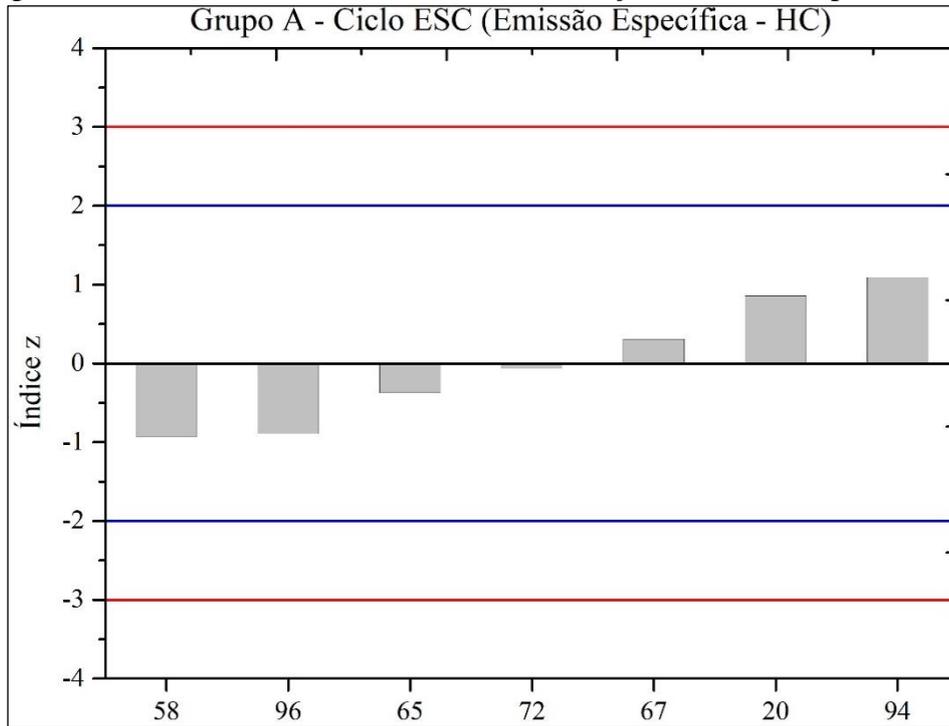
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 27 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO – Grupo A – ESC.



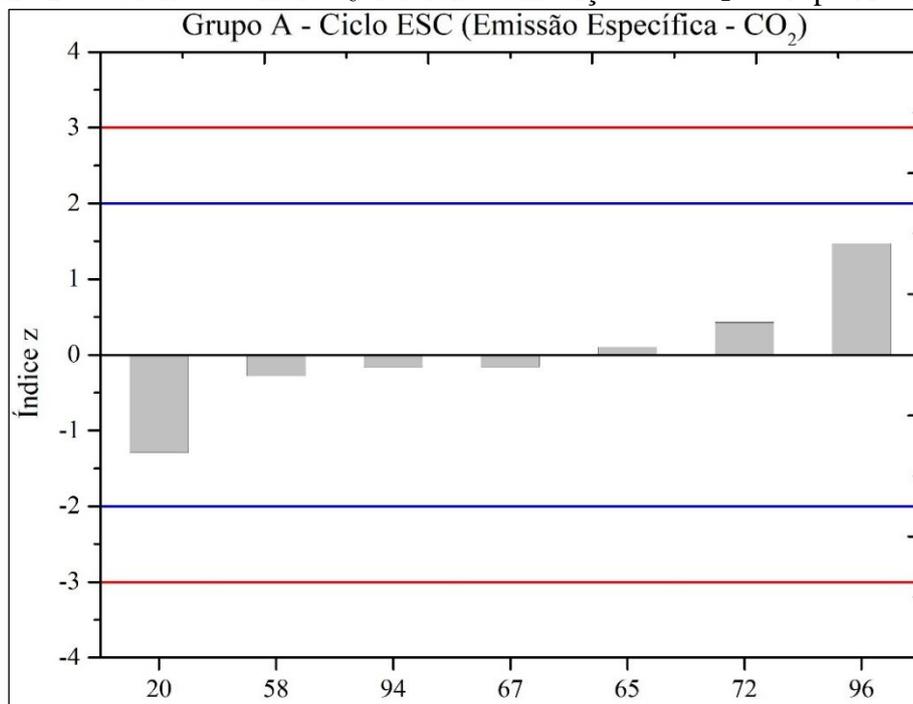
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 28 – Gráfico do índice z' referente à medição de HC – Grupo A – ESC



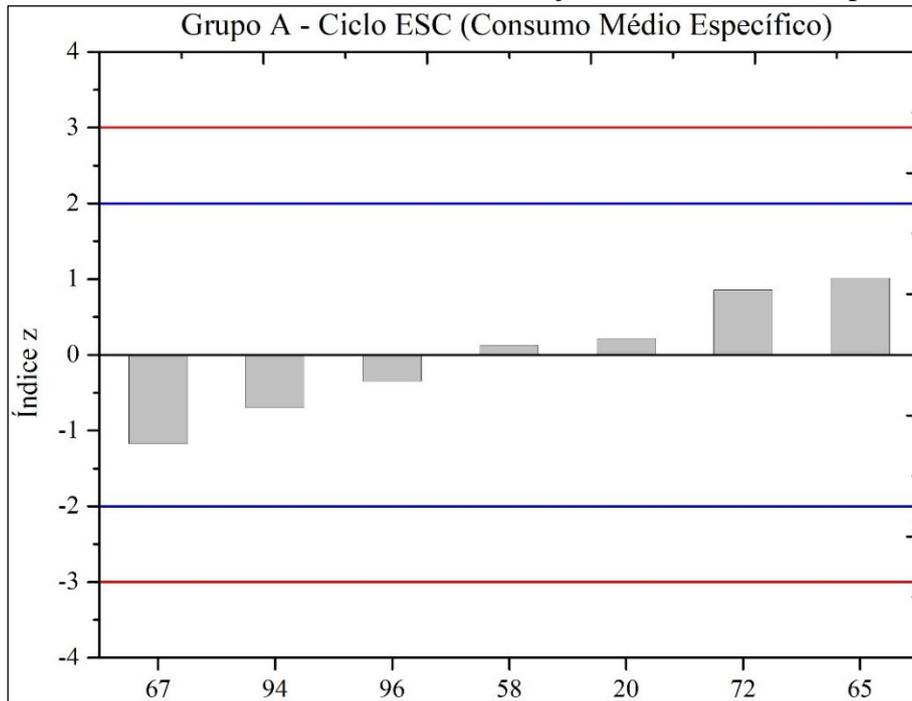
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 29 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO_2 – Grupo A – ESC.



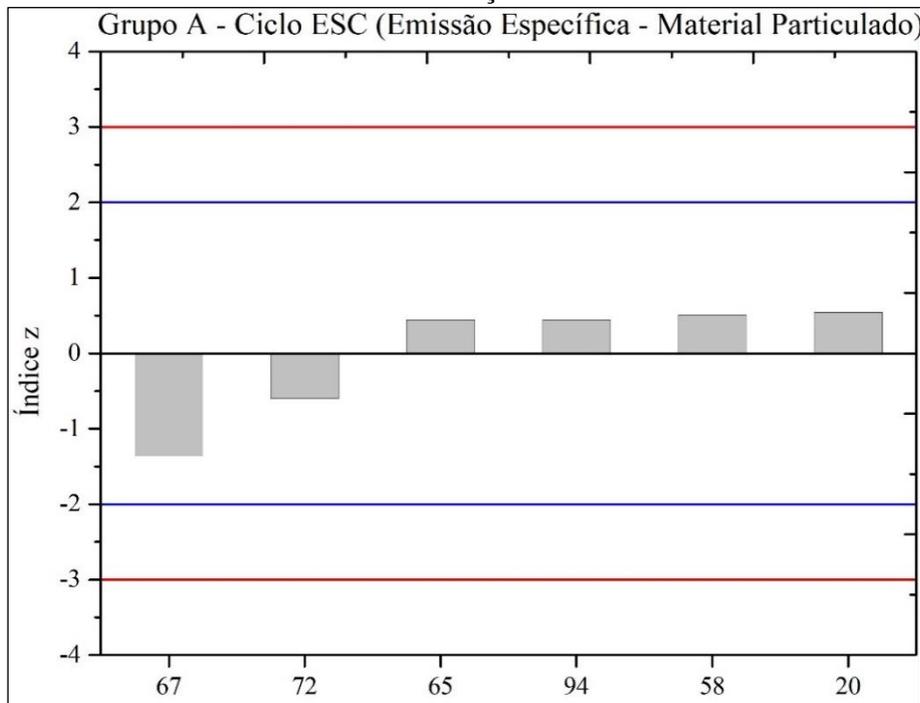
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 30 – Gráfico do índice z' referente à medição de Consumo – Grupo A – ESC



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 31 – Gráfico do índice z' referente à medição de Material Particulado – Grupo A – ESC



Fonte: Dimci/Lapep

8.1.2. Emissões e Consumo Específico – Grupo A – ETC

Na tabela 29 e nas figuras de 32 a 37 são apresentadas as avaliações de desempenho dos participantes, expressa por meio do índice z' do Grupo A – Ciclo ETC.

Tabela 29– Valores de índice z' para os parâmetros NO_x, CO, HC, CO₂, Material Particulado e Consumo do Grupo A – Ciclo ETC.

Código	NO _x	CO	HC	CO ₂	Material Particulado	Consumo
	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'
13	0,40	0,87	-0,67	1,09	0,46	1,19
31	-0,62	0,37	0,47	-0,14	-0,77	-0,90
37	0,59	-0,76	-0,39	0,27	0,07	0,14
49	-1,03	-0,86	1,12	-1,02	1,00	-0,34
84	0,65	0,38	-0,54	-0,19	-0,76	-0,09

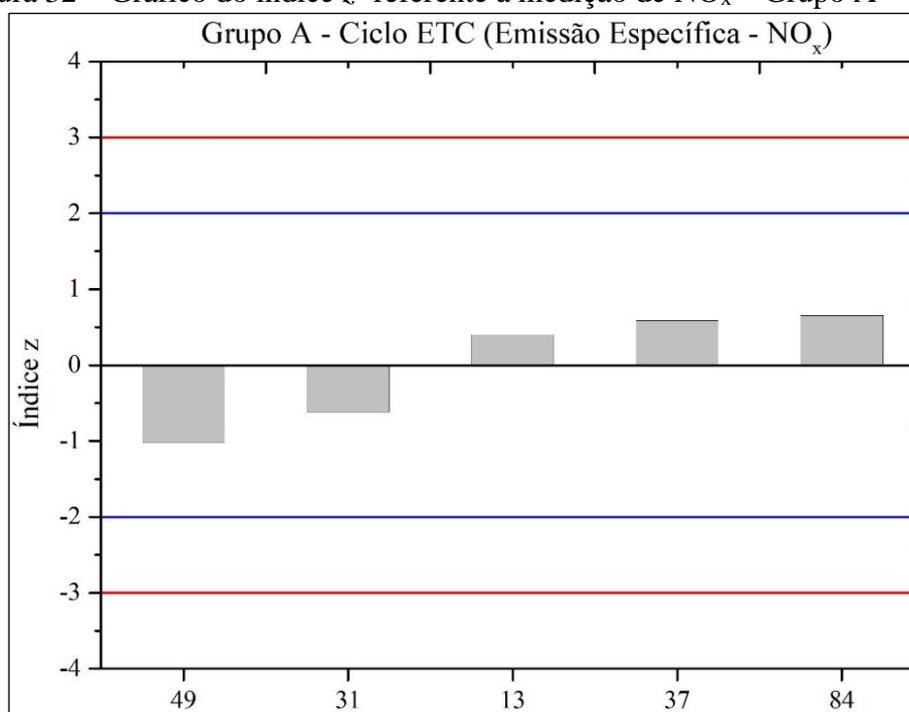
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

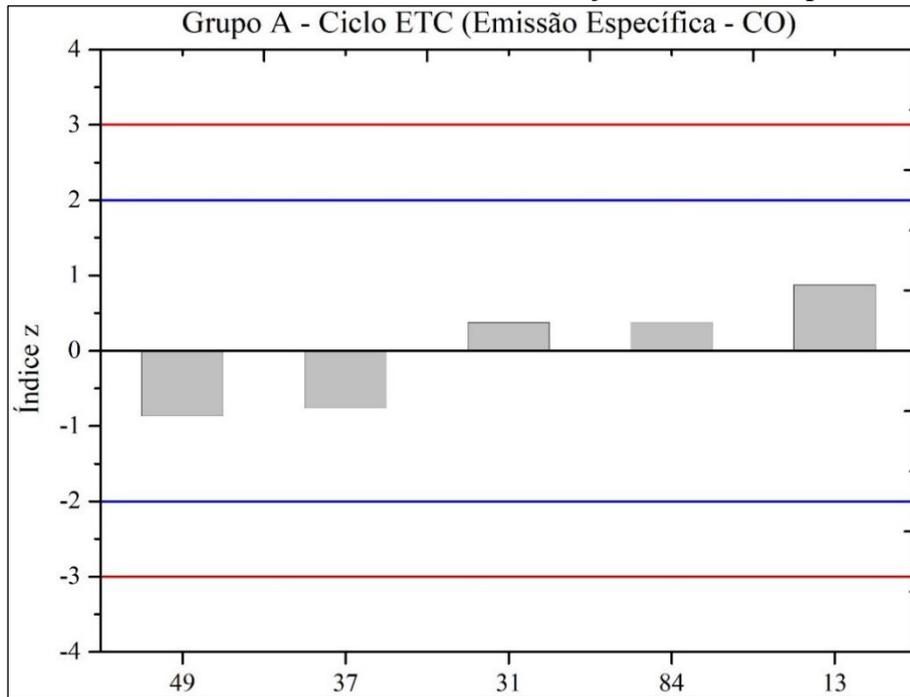
* Resultado insatisfatório

Figura 32 – Gráfico do índice z' referente à medição de NO_x – Grupo A – ETC.



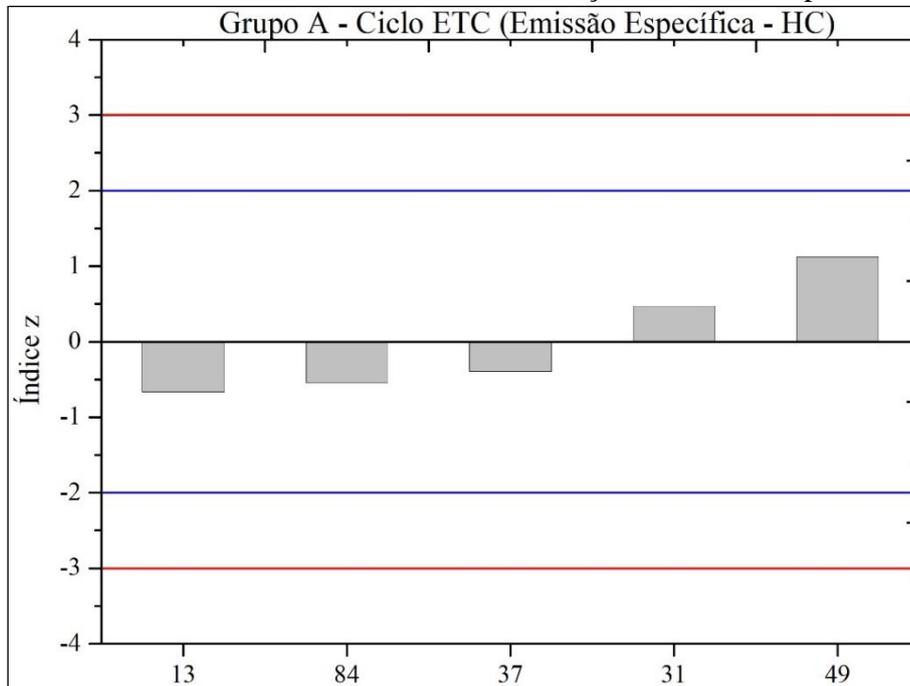
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 33 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO – Grupo A – ETC.



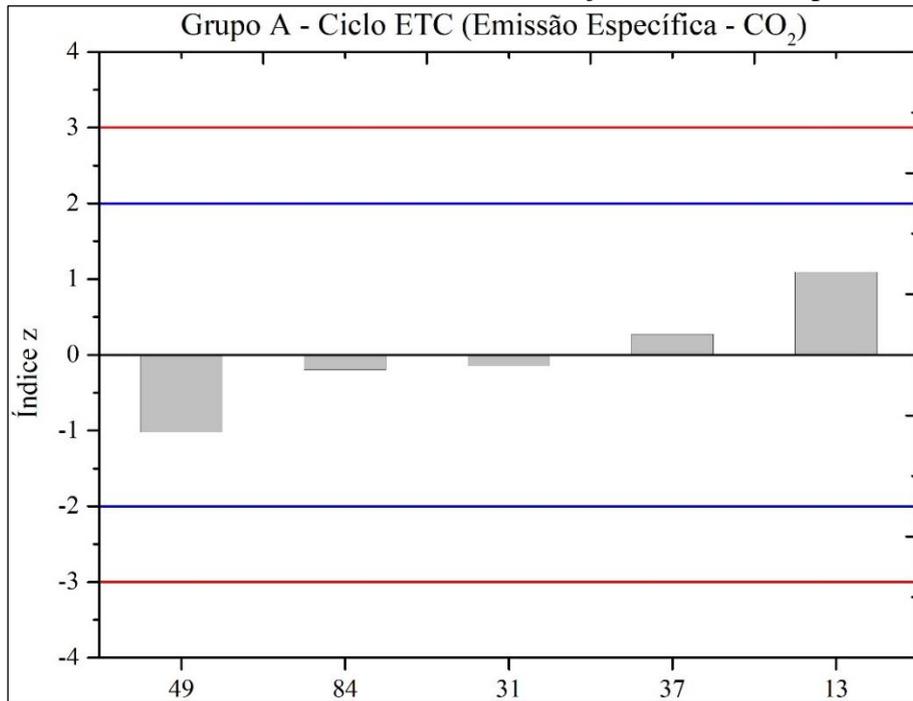
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 34 – Gráfico do índice z' referente à medição de HC – Grupo A – ETC.



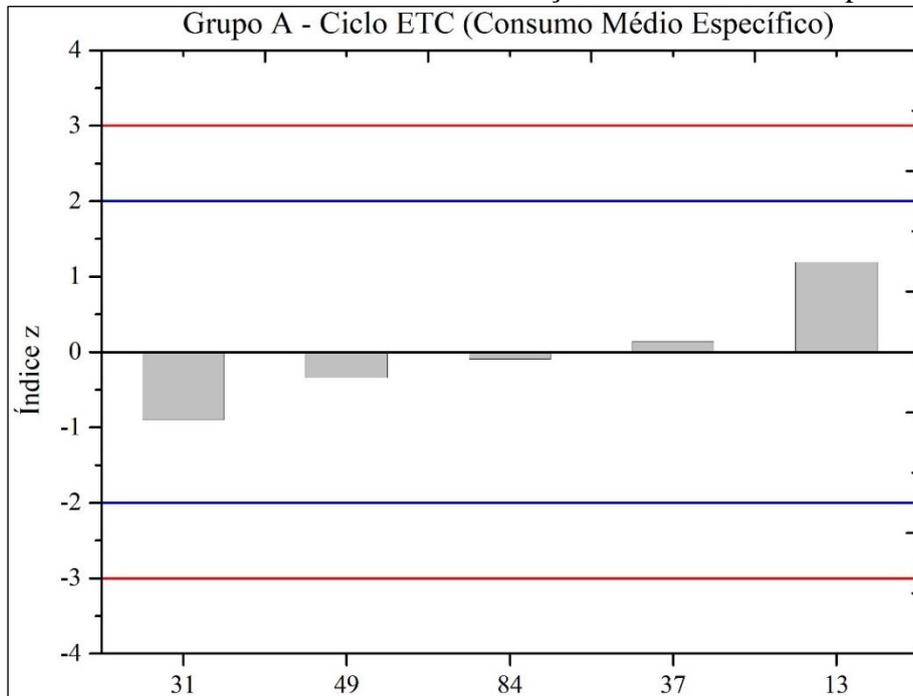
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 35 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO_2 – Grupo A – ETC.

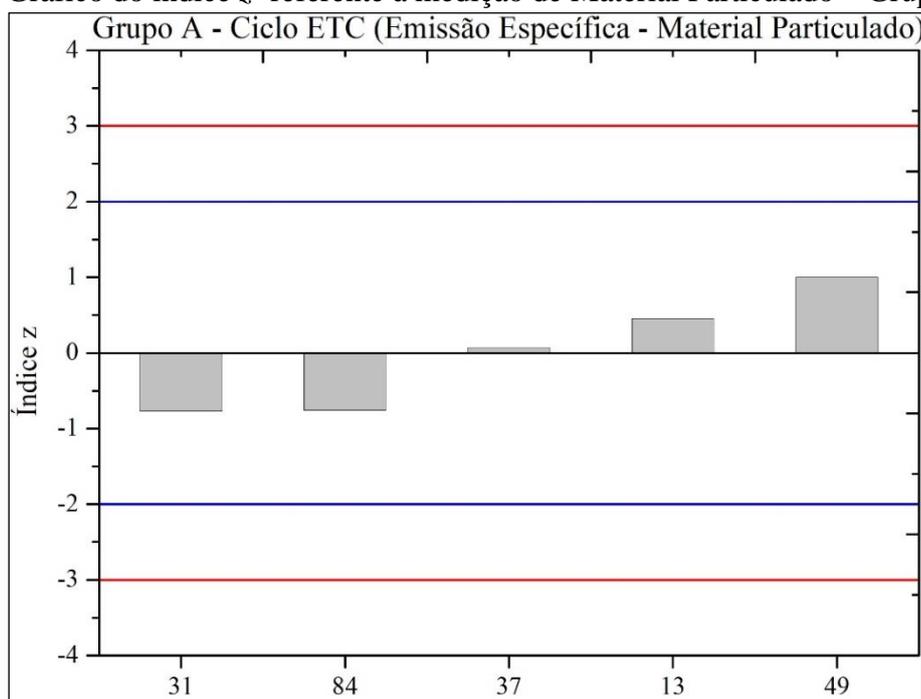


Fonte: Dimci/Lapep

Figura 36 – Gráfico do índice z' referente à medição de Consumo – Grupo A – ETC.



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 37 – Gráfico do índice z' referente à medição de Material Particulado – Grupo A – ETC.

Fonte: Dimci/Lapep

8.1.3. Emissões e Consumo Específico – Grupo B – ESC

Na tabela 30 e nas figuras de 38 a 43 são apresentadas as avaliações de desempenho dos participantes, expressa por meio do índice z' do Grupo B – ESC.

Tabela 30 – Valores de índice z' para os parâmetros NO_x , CO, HC, CO_2 , Material Particulado e Consumo do Grupo B – ESC.

Código	NO_x	CO	HC	CO_2	Material Particulado	Consumo
	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'
04	-0,28	-0,41	-0,72	-1,18	-0,56	-0,81
15	-1,03	2,43	-1,65	0,11	0,96	1,59
18	0,27	-0,38	0,50	0,27	0,14	-0,59
50	0,42	-0,65	0,03	-0,48	-2,18	-0,11
71	0,95	-0,66	0,12	0,55	0,45	0,60
91	0,70	0,89	0,41	1,24	0,65	0,27
95	-1,02	-0,15	1,01	-0,52	-0,29	-0,72

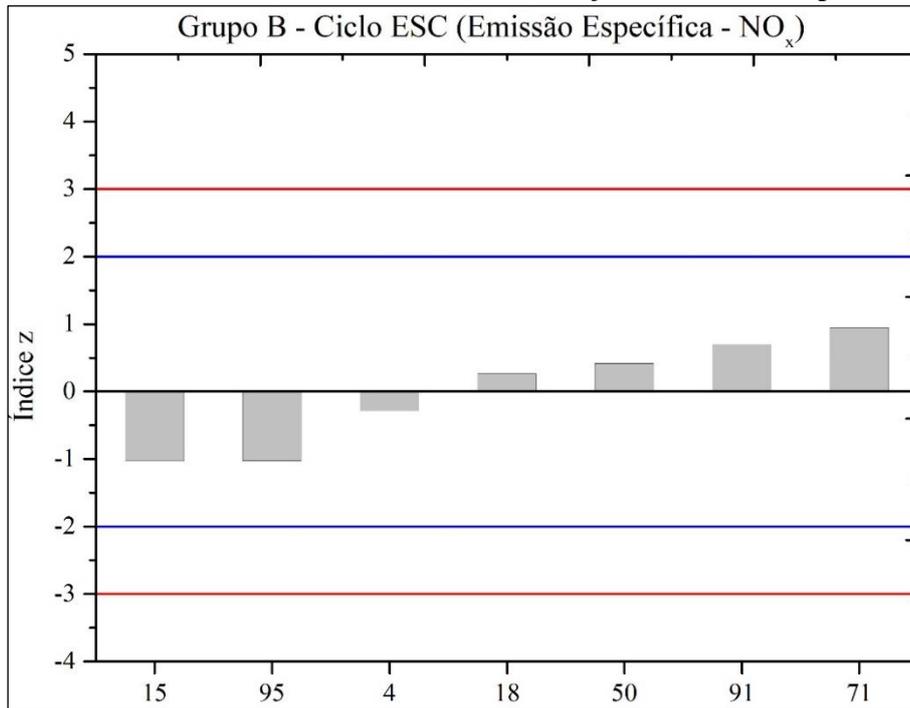
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag

* Resultado satisfatório

* Resultado questionável

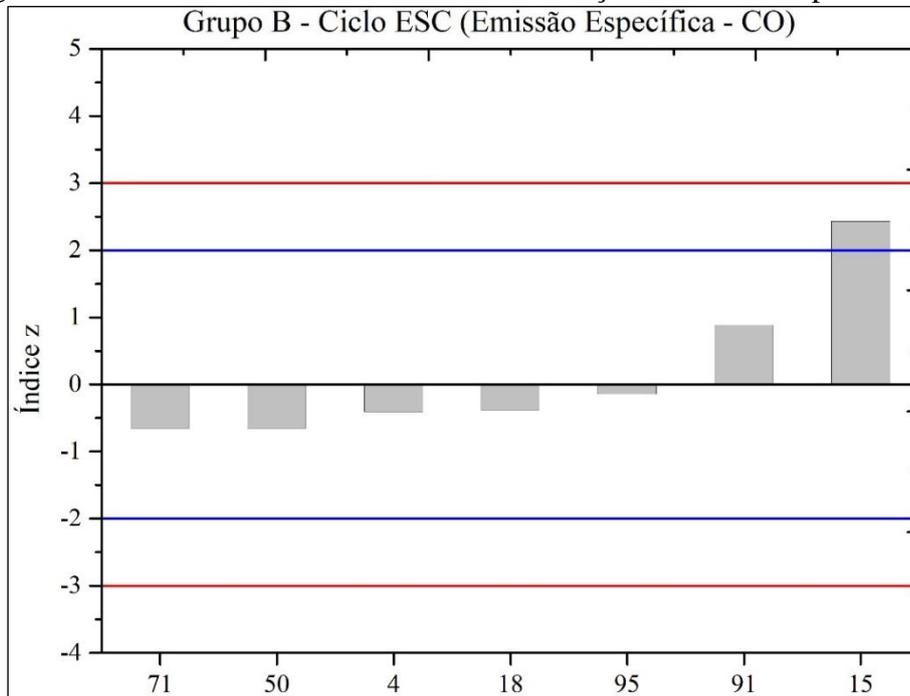
* Resultado insatisfatório

Figura 38 – Gráfico do índice z' referente à medição de NO_x – Grupo B – ESC



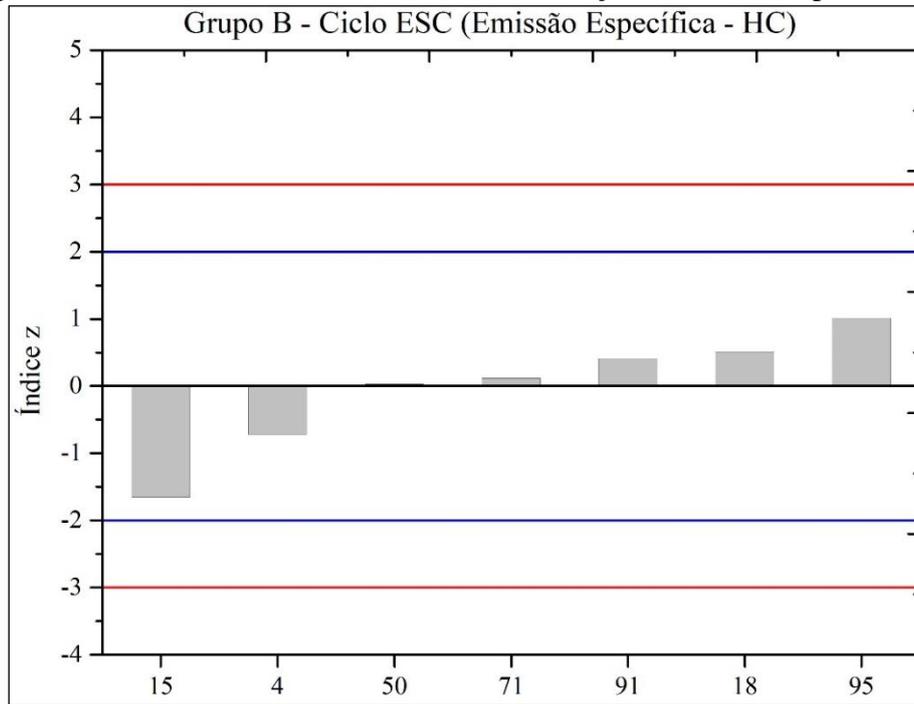
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 39 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO – Grupo B – ESC



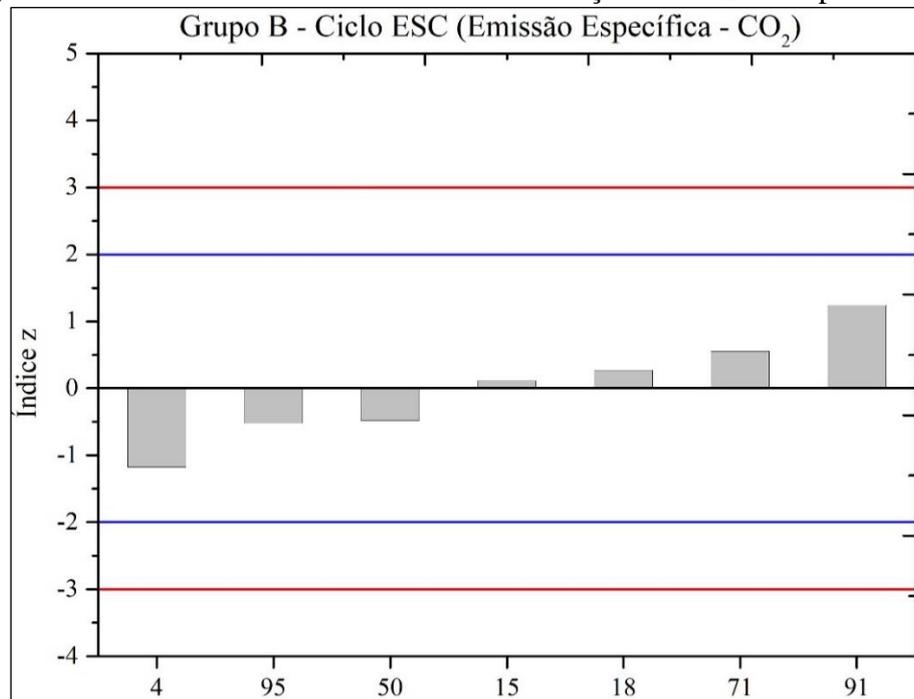
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 40 – Gráfico do índice z' referente à medição de HC – Grupo B – ESC



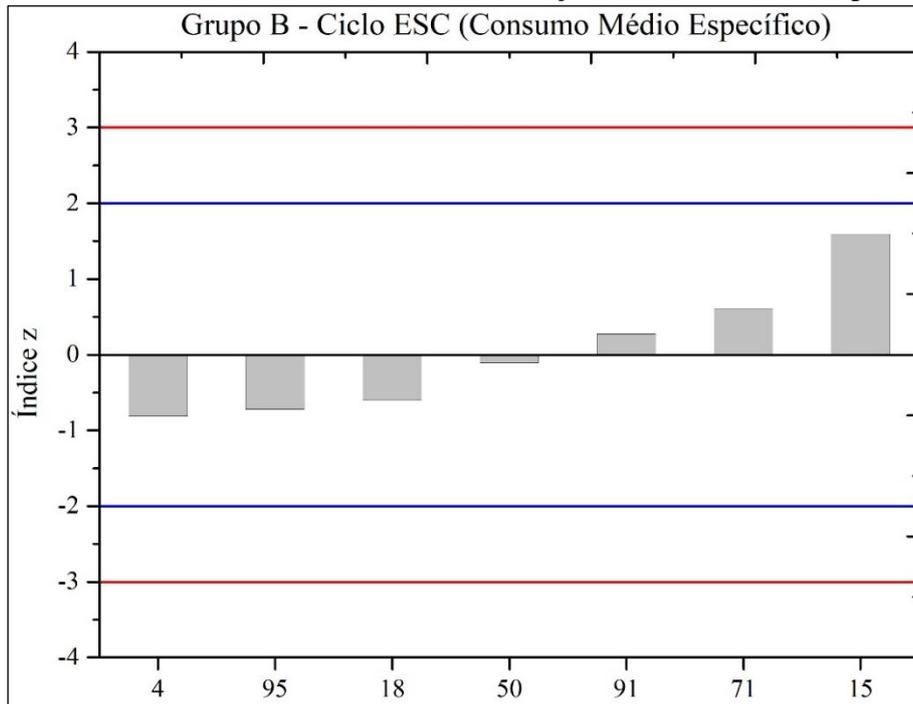
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 41 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO₂ – Grupo B – ESC



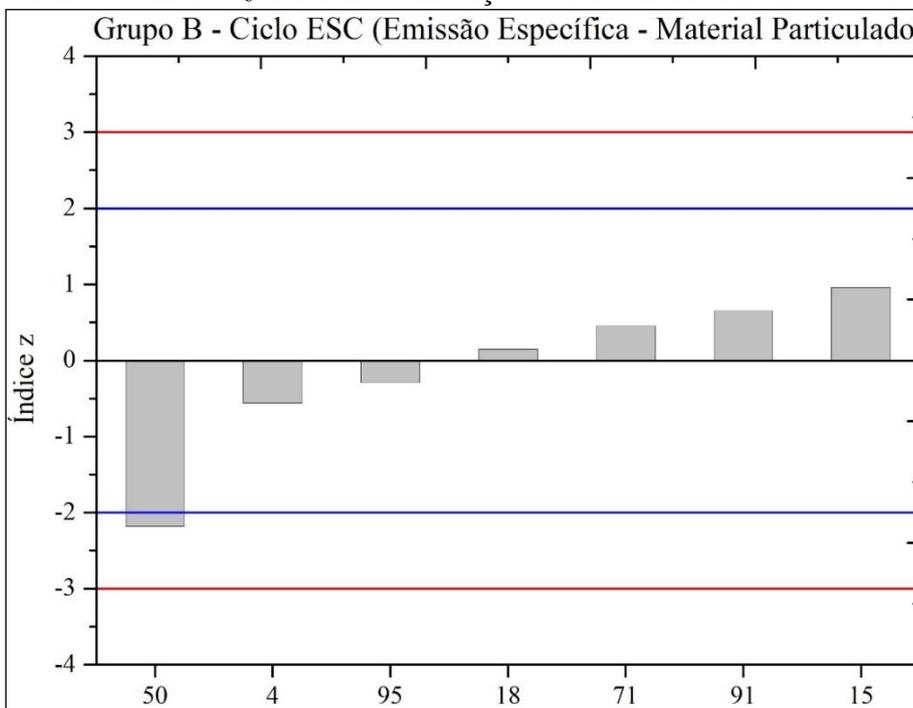
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 42 – Gráfico do índice z' referente à medição de Consumo – Grupo B – ESC



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 43– Gráfico do índice z' referente à medição de Material Particulado – Grupo B – ESC



Fonte: Dimci/Lapep

8.1.4. Emissões e Consumo Médio Específico – Grupo B – ETC

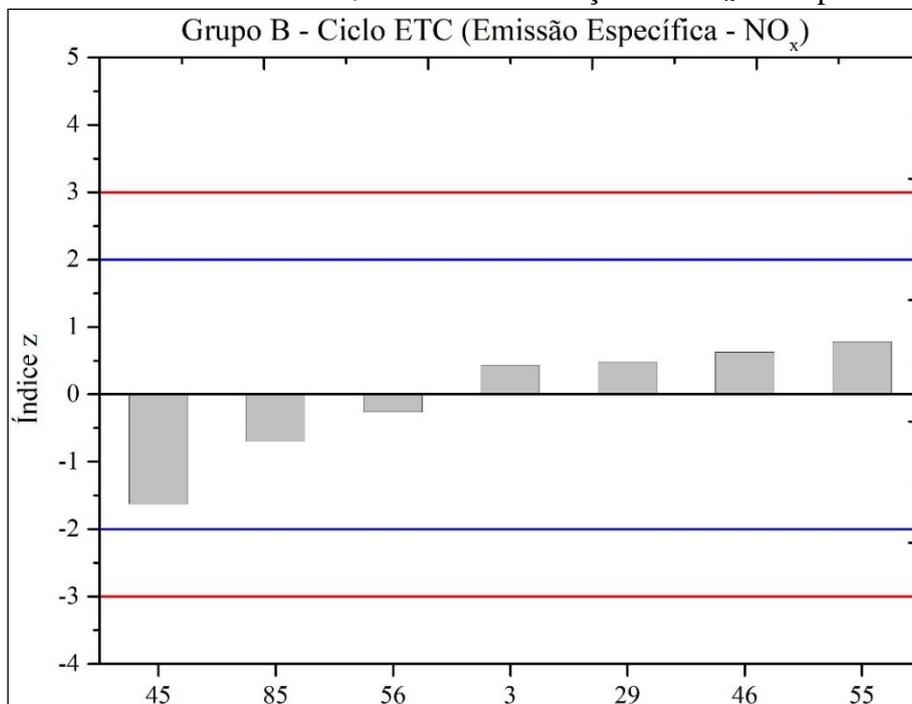
Na tabela 31e nas figuras de 44 a 47 são apresentadas as avaliações de desempenho dos participantes, expressa por meio do índice z' do Grupo B – ETC.

Tabela 31 – Valores de índice z' para os parâmetros NO_x , HC, CO_2 e Consumo do Grupo B – ETC.

Código	NO_x	HC	CO_2	Consumo
	Índice z'	Índice z'	Índice z'	Índice z'
03	0,43	0,09	-0,07	-0,65
29	0,48	0,22	0,88	0,68
45	-1,63	-0,20	-2,83	-0,36
46	0,63	-2,22	0,98	-0,33
55	0,78	1,18	0,18	0,21
56	-0,26	0,53	-0,28	-0,89
85	-0,70	-0,47	-0,34	0,68

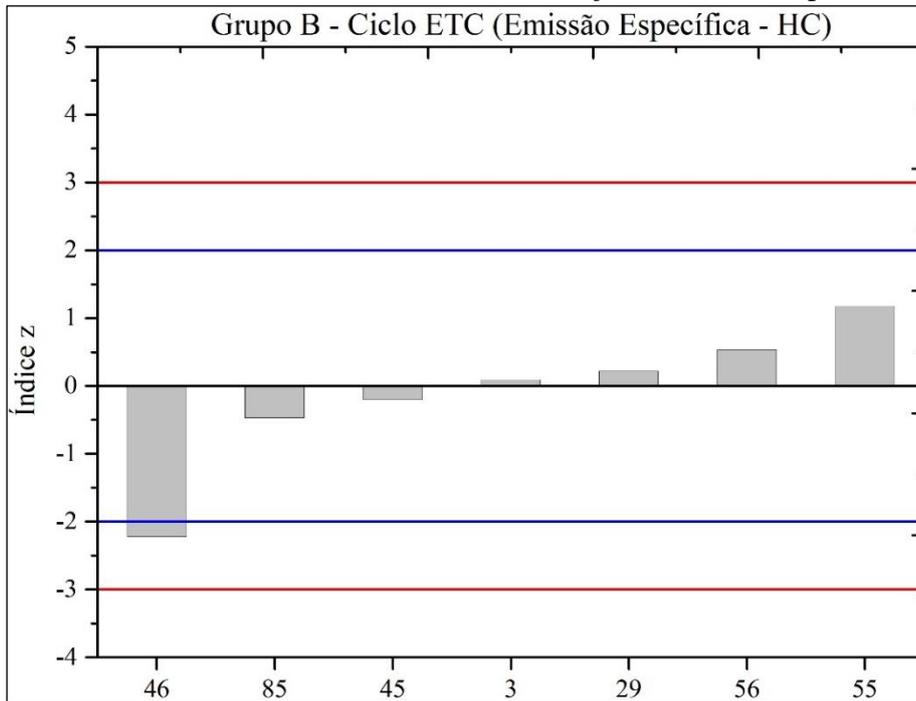
Fonte: Dimci/Dquim/Lanag
 * Resultado satisfatório
 * Resultado questionável
 * Resultado insatisfatório

Figura 44 – Gráfico do índice z' referente à medição de NO_x – Grupo B – ETC



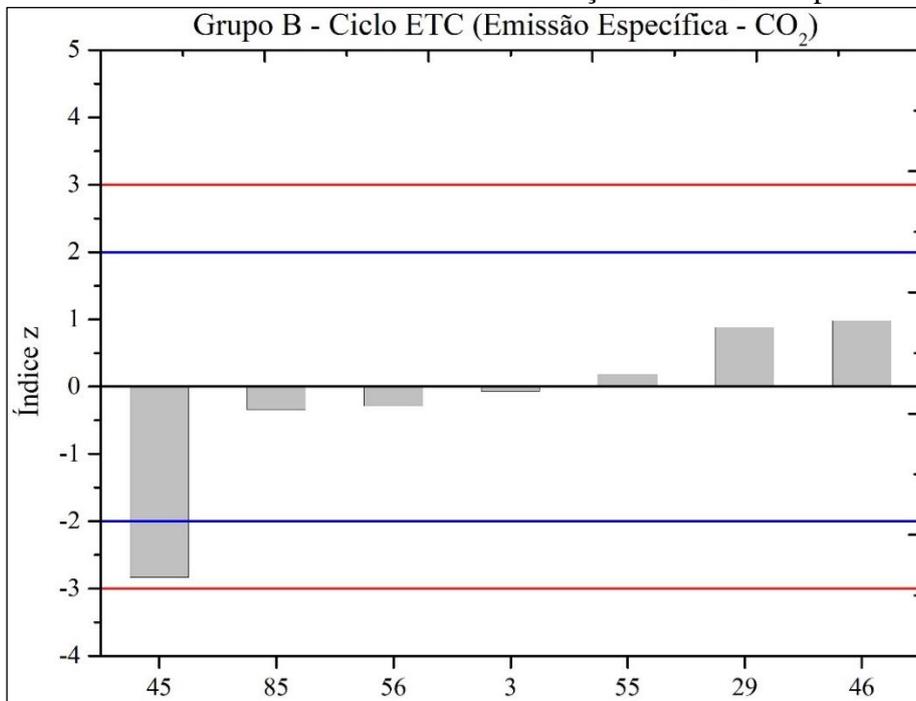
Fonte: Dimci/Lapep

Figura 45 – Gráfico do índice z' referente à medição de HC – Grupo B – ETC.

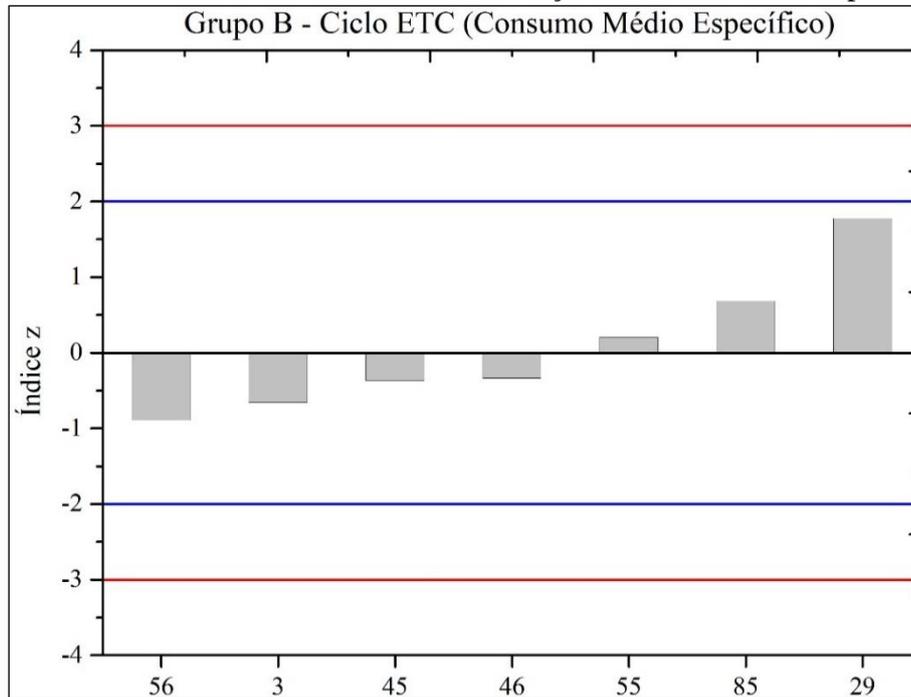


Fonte: Dimci/Lapep

Figura 46 – Gráfico do índice z' referente à medição de CO_2 – Grupo B – ETC.



Fonte: Dimci/Lapep

Figura 47 – Gráfico do índice z' referente à medição de Consumo – Grupo B – ETC.

Fonte: Dimci/Lapep

9. Comentários Gerais

9.1. Dados Complementares das Medições

O uso de motores como itens de ensaios neste EP é um desafio em termos de logística, custo e garantia da estabilidade dos itens. A estabilidade dos itens depende da reprodutibilidade em relação ao funcionamento e emissão de gases, material particulado e consumo. A integridade e repetibilidade dos itens de ensaio foram avaliadas antes do início do EP e a partir deste estudo foram definidas condições de referência (temperaturas, rotação, torque etc.). **A reprodução das condições iniciais definidas no protocolo é essencial para garantir a reprodutibilidade dos itens de modo que a variação entre os resultados dos participantes tenha como componente principal a capacidade de execução das medições de cada participante.**

Na avaliação dos formulários de registro de resultados foram identificados os seguintes problemas:

9.1.1. Grupo A – Ciclo ESC

- Os participantes 20 e 58 reportaram valores de concentração de CO₂ 10000 vezes menores em relação aos demais participantes. Essa diferença indica um provável erro no relato dos dados.

9.1.2. Grupo A – Ciclo ETC

- o participante 31 reportou a rotação de 1577 rpm enquanto a referência era de 2520;

- os participantes 13 e 84 reportaram o consumo médio de ar de 9,04 kg/h e 489 kg/h, respectivamente, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (530 e 545) kg/h;
- o participante 13 reportou a vazão média de combustível de 231 kg/h, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (13,5 e 14,1) kg/h;
- O participante 37 reportou o valor médio de 936 ppm para NO_x , enquanto os demais participantes reportaram valores entre (507 e 615) ppm. A emissão específica média do participante 37 foi de 8,72 g/kWh e o valor designado foi de 8,47 g/kWh. Isto indica um provável erro no relato dos resultados, de erro de cálculo ou de desvio das condições de referência para a execução das medições;
- O participante 37 reportou o valor médio de 363 ppm para CO e demais participantes reportaram valores entre (161 e 219) ppm. A emissão específica média do participante 37 foi de 1,264 g/kWh e o valor designado foi de 1,487 g/kWh. Isto indica um provável erro no relato dos resultados, de erro de cálculo ou de desvio das condições de referência para a execução das medições;
- O participante 37 reportou o valor médio de 201 ppm para HC e demais participantes reportaram valores entre 94 e 125 ppm. A emissão específica média do participante 37 foi de 0,355 g/kWh e o valor designando foi de 0,392 g/kWh. Isto indica um provável erro no relato dos resultados, de erro de cálculo ou de desvio das condições de referência para a execução das medições;
- Os participantes 37 e 84 reportaram valores médio da concentração de CO_2 de 7,71 e 4,40 ppm. Esses valores são cerca de 10000 vezes menores em relação aos valores reportados pelos demais participantes. Apesar da concentração de CO_2 (ppm) reportada pelo participante 37 ser quase duas vezes maior que a do participante 84, a emissão específica média do primeiro foi de 675,30 g/kWh, enquanto a do segundo foi de 654,15 g/kWh. Isto indica um provável erro no relato dos resultados ou de erro de cálculo.

9.1.3. Grupo B – Ciclo ESC

- Os participantes 50 (segunda medição) e 71 reportaram valores de concentração de CO_2 1000 e 100 vezes, respectivamente, menores em relação aos demais participantes. Essa diferença indica um provável erro no relato dos dados.

9.1.4. Grupo B – Ciclo ETC:

- o participante 45 reportou a rotação de 1900 rpm enquanto a referência era de 2232;
- o participante 45 reportou potência média de 163,5 kW, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (44 e 50) kW;
- o participante 45 reportou consumo de ar médio de 685 kg/h, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (385 e 400) kg/h;

- os participantes 45 e 85 reportaram vazão de combustível média de 33 kg/h e 5,6 kg/h, respectivamente, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (10 e 11) kg/h;
- o participante 45 reportou temperatura T21 média de 147,5 °C, enquanto os demais participantes reportaram valores entre (68 e 75) °C;
- A concentração de CO reportada pelos participantes variou de (156 a 1268) ppm;
- Os participantes 29 e 46 reportaram concentração média de CO de 465ppm e 467 ppm, respectivamente. Considerando que os dois participantes realizaram medições em condições similares as emissões específicas médias deveriam ser similares, no entanto, foi observado que o participante 29 reportou emissão específica média de 9,22 g/kWh para CO e o participante 46 4,27 g/kWh. Tal divergência entre os resultados indica um possível erro de relato dos resultados, de erro de cálculo ou de desvio das condições de referência para executar as medições.
- Os participantes 29 e 46 reportaram concentração média de HC de 7,9 ppm no entanto, a emissão específica média do primeiro foi de 0,094 g/kWh e do segundo de 0,028 g/kWh. Essa diferença nos resultados da emissão específica indica um provável erro no relato dos resultados, de erro de cálculo ou de desvio das condições de referência para executar as medições. Adicionalmente, a concentração média de CO reportada pelos demais participantes variou de (19 a 37) ppm e o valor designado para a emissão específica média foi de 0,088 g/kWh. Isto indica um provável erro no relato dos resultados ou de erro de cálculo do participante 29.

É importante destacar que a avaliação de desempenho compreende todo o ciclo envolvido em uma medição: preparação do item, execução dos ensaios de acordo requisitos das Normas de referência, reprodução das condições dos ensaios, aquisição e tratamento dos dados e relato dos resultados.

O comitê organizador do EP reforça a importância dos participantes reproduzirem as condições de referência descritas no protocolo, bem como, o relato correto das informações.

9.2. Incerteza de Medição

De acordo com o parágrafo 0.1 do JCGM 100: 2008 [3]: “Quando se relata o resultado de medição de uma grandeza deve-se sempre dar alguma indicação quantitativa da qualidade do resultado, de forma que aqueles que o utilizam possam avaliar sua confiabilidade. Sem essa indicação, resultados de medição não podem ser comparados, seja entre eles mesmos ou com valores de referência. É, portanto, necessário que exista um procedimento que seja de pronta aplicação, fácil compreensão e ampla aceitação para caracterizar a qualidade de um resultado de uma medição, isto é, para avaliar e expressar sua incerteza”.

Os laboratórios que reportam a incerteza associada a um valor de medição devem avaliar cuidadosamente o impacto de seus resultados na tomada de decisão por terceiros.

Com o objetivo de contribuir com os participantes na análise crítica de seus resultados, o Comitê Técnico comparou os valores das incertezas reportadas pelos participantes em relação à incerteza-padrão do valor designado. A incerteza-padrão do valor designado contempla fontes de contribuição como a reprodutibilidade do método e a estabilidade dos itens de ensaio, que possuem maior variabilidade quando comparado com as fontes de incerteza que podem afetar as medições dos participantes. Sendo assim, pode-se assumir que a incerteza-padrão dos participantes deveria ser igual ou menor que a incerteza-padrão do valor designado. Quando a incerteza-padrão da medição relatada pelos participantes foi superior à incerteza-padrão do valor designado, aquele valor foi sinalizado como potencialmente superestimado. Alguns participantes também reportaram valores de incerteza expandida inferior a 0,1% e esses casos foram considerados como incertezas potencialmente subestimadas.

9.2.1. Grupo A – Ciclo ESC

- 85% dos participantes reportaram valores das incertezas de medição;
- NO_x - os participantes 58 e 94 reportaram incerteza-padrão superiores a incerteza-padrão do valor designado;
- CO - os participantes 58, 72 e 94 reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O participante 58 reportou o valor da incerteza expandida vinte vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- HC – o participante 58 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado e o valor da incerteza expandida é 74 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Material particulado - os participantes 20 e 58 reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O participante 58 reportou o valor da incerteza expandida 324 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Consumo – o participante 65 reportou incerteza expandida que variou de 3,9 a 20,68 g/kWh. Isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;

9.2.2. Grupo A – Ciclo ETC

- 80% dos participantes reportaram valores das incertezas de medição;
- NO_x - o participante 13 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado;

- CO - os participantes 13 e 84 reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O participante 84 reportou o valor da incerteza expandida similar ao valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- CO₂ – o participante 84 reportou incerteza expandida de 0,002% em relação ao valor medido. Isso é um indicativo de possível erro de relato ou de cálculo da incerteza.
- HC – o participante 84 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado e o valor da incerteza expandida é 10 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Material particulado - o participante 84 reportou incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado e o valor da incerteza expandida é 63 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Consumo – o participante 37 reportou incerteza expandida que variou de 4,39 a 20,68 g/kWh. Já o participante 84 reportou incerteza expandida de 0,005% em relação ao valor medido. Essas discrepâncias indicam possíveis erros no relato ou nos cálculos das incertezas.

9.2.3. Grupo B – Ciclo ESC

- 100% dos participantes reportaram valores das incertezas de medição;
- NO_x - os participantes 18 e 91 reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado;
- CO - os participantes 04, 18, 50, 91 e 95 e reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O valor da incerteza expandida do participante 18 é 4,85 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- CO₂ – o participante 91 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado;
- HC – com exceção do participante 71, todos os participantes reportaram incertezas-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O participante 71 reportou incerteza expandida igual a zero e esse valor não faz sentido, já que não contempla ao menos a repetibilidade das medições. O valor da incerteza expandida do participante 18 é 188 vezes maior que o valor medido, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Material Particulado – os participantes 18, 50 e 71 e reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O valor da incerteza expandida dos participantes 18 e 50 são 73 e 16,7 vezes maior que o valor medido, respectivamente, isso indica um possível erro de relato ou de cálculo;
- Consumo - o participante 91 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado.

9.2.4. Grupo B – Ciclo ETC

- 100% dos participantes reportaram valores das incertezas de medição;
- NO_x – os participantes 03 e 29 reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado;
- CO₂ – o participante 29 reportou incerteza-padrão superior à incerteza-padrão do valor designado e o participante 85 reportou incerteza expandida de 0,002% em relação ao valor medido e isso indica um possível erro de relato dos resultados ou de erro de cálculo;
- HC – os participantes 03, 55 e 56 e reportaram incerteza-padrão superiores à incerteza-padrão do valor designado. O valor da incerteza expandida do participante 03 é 150 vezes maior que o valor medido e isso indica um possível erro de relato ou de cálculo.

O comitê organizador recomenda que os participantes com inconsistências no relato das incertezas de medição revejam seus procedimentos para estimativa de incerteza. Reforçamos também a importância do relato das incertezas de medição como forma de reduzir os riscos na avaliação da conformidade e ao consumidor. Além disso, a incerteza de medição pode ser utilizada de forma auxiliar para demonstrar a consistência entre os resultados dos participantes que são utilizados para calcular o valor de consenso.

10. Testemunho das Medições

Conforme estabelecido no protocolo desta rodada, um representante da Cetesb testemunhou uma das cinco 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.

11. 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.

12. Conclusões

Este foi o segundo EP em emissões de Motores Ciclo Diesel realizada por meio da parceria Inmetro-AEA. Nele foram utilizados dois itens de comparação e foram realizadas 2 (duas) curvas de desempenho por item de comparação. A avaliação da estabilidade dos itens demonstrou que o motor utilizado no grupo B (ciclo ETC) se manteve instável em relação às emissões específicas de CO e material particulado.

A incerteza-padrão estimada do valor designado foi considerada significativa em relação ao valor do desvio-padrão do valor designado e por conta disso, foi utilizado o índice z' , que incorpora o valor da incerteza-padrão do valor de consenso ao desvio-padrão do EP para avaliação da proficiência.

Os dados foram comparados dentro de seus 4 subgrupos e, num total de 156 resultados em seis parâmetros. No Grupo A – ESC, num total de 42 resultados avaliados pelo índice z' , 95,2% indicaram desempenho satisfatório, 2,4% indicaram desempenho questionável em um parâmetro e 2,4% indicaram desempenho insatisfatório em um parâmetro. No Grupo A – ETC, num total de 30 resultados avaliados pelo índice z' , 100% indicaram desempenho satisfatório. No Grupo B – ESC, num total de 42 resultados avaliados pelo índice z' , 95,2% indicaram desempenho satisfatório, 4,8% indicaram desempenho questionável em dois parâmetros. No Grupo B – ETC, num total de 28 resultados avaliados pelo índice z , 95,2% indicaram desempenho satisfatório, 4,8 % indicaram desempenho questionável em dois parâmetros.

A rodada deste EP envolveu um grande número de variáveis e o acompanhamento de um órgão regulador (Cetesb). Esse grande número de variáveis existentes nos ensaios de emissões seguramente influencia nos resultados reportados. Portanto, recomenda-se que os participantes reproduzam as condições de referência definidas no protocolo do EP.

Cabe ao participante deste ensaio de proficiência 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 participante informações sobre sua capacidade de medição e é de grande importância para o monitoramento da validade de seus resultados.

13. Participantes

Recebemos quinze (14) inscrições para o ensaio de proficiência de Emissões em Motores Ciclo Diesel e todos que se inscreveram apresentaram seus resultados à coordenação do EP. A lista desses participantes é apresentada na tabela 32. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de participantes deste EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 32 – Participantes.

Instituição	
1.	AGCO do Brasil Soluções Agrícolas Ltda. AGCO Power - Emission Test Lab
2.	AVL South America Ltda.
3.	CAOA Montadora de Veículos S/A (CPEE) Centro de Pesquisa e Eficiência Energética
4.	Cummins Brasil Ltda. Centro Técnico (BTC)
5.	FPT Industrial Brasil Ltda.
6.	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT LBE – Laboratório de Bioenergia e Eficiência Energética
7.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec LEME – Laboratório de Emissões Veiculares
8	MWM – TUPY do Brasil LTDA MWM Motores Diesel
9.	MAHLE Metal Leve S/A Laboratório de Motores
10.	Mercedes-Benz do Brasil Ltda.
11.	Robert Bosch Ltda. Tech Center Curitiba
12.	SCANIA Latin America Ltda.
13.	Umicore Brasil Ltda. Centro de Tecnologia em Emissões Veiculares (CTEV)
14.	VOLVO do Brasil Veículos Ltda. PEL – Powertrain Engineering Laboratory

Total de participantes: 14.

14. Referências Bibliográficas

- ABNT NBR 15634:2012 – Veículos rodoviários automotores — Análise e determinação do gás de exaustão segundo os ciclos ETC, ESC e ELR.
- ABNT NBR 5891:2014 - Regras de arredondamento na numeração decimal.
- ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011 Avaliação da Conformidade – Requisitos Gerais para Ensaio de Proficiência.
- ISO 13528 - *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*, ISO, Geneva, 2022.
- JCGM 100:2008 Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição –GUM 1995 com pequenas correções. Tradução da 1ª edição de 2008 da publicação do JCGM 100:2008 *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement*, do BIPM. Duque de Caxias - RJ, 2012. Publicado pelo Inmetro.

ANEXO A: Resultados das medições reportados pelos participantes do EP

Os valores de incerteza expandida destacados em vermelho nas tabelas desta seção indicam que os valores reportados podem estar superestimados (conforme discutido na seção 9 deste relatório). Os valores em amarelo indicam que as incertezas expandidas podem estar subestimadas.

Tabela A1– Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC - NO_x

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	7,656	0,073	7,785	0,100
	2	7,707	0,073		
	3	7,842	0,073		
	4	7,896	0,073		
	5	7,823	0,073		
58	1	9,836	3,865	9,722	0,088
	2	9,794	3,865		
	3	9,663	3,865		
	4	9,689	3,865		
	5	9,630	3,865		
65	1	9,802	0,038	9,815	0,033
	2	9,772	0,038		
	3	9,86	0,038		
	4	9,809	0,038		
	5	9,831	0,038		
67	1	9,182	Não reportada	9,208	0,069
	2	9,167	Não reportada		
	3	9,128	Não reportada		
	4	9,282	Não reportada		
	5	9,279	Não reportada		
72	1	9,849	0,234	9,857	0,046
	2	9,934	0,234		
	3	9,813	0,234		
	4	9,847	0,234		
	5	9,840	0,234		
94	1	9,160	0,510	9,123	0,068
	2	9,153	0,524		
	3	9,048	0,587		
	4	9,055	0,669		
	5	9,201	0,607		
96	1	9,171	0,136	9,174	0,101
	2	9,208	0,136		
	3	9,323	0,136		
	4	9,109	0,134		
	5	9,059	0,134		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A2– Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC – CO

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	0,426	0,006	0,425	0,007
	2	0,425	0,006		
	3	0,413	0,006		
	4	0,430	0,006		
	5	0,429	0,006		
58	1	0,360	7,862	0,352	0,007
	2	0,359	7,862		
	3	0,348	7,862		
	4	0,349	7,862		
	5	0,345	7,862		
65	1	0,361	0,021	0,359	0,002
	2	0,360	0,021		
	3	0,360	0,021		
	4	0,359	0,021		
	5	0,356	0,021		
67	1	0,404	Não reportada	0,403	0,002
	2	0,405	Não reportada		
	3	0,405	Não reportada		
	4	0,402	Não reportada		
	5	0,401	Não reportada		
72	1	0,401	0,057	0,406	0,004
	2	0,405	0,057		
	3	0,409	0,057		
	4	0,411	0,057		
	5	0,402	0,057		
94	1	0,405	0,056	0,435	0,018
	2	0,443	0,056		
	3	0,450	0,057		
	4	0,443	0,057		
	5	0,435	0,054		
96	1	0,684	0,012	0,671	0,009
	2	0,673	0,012		
	3	0,664	0,012		
	4	0,662	0,012		
	5	0,670	0,012		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A3– Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC – CO₂

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	552,74	0,56	553,67	0,67
	2	554,01	0,56		
	3	553,17	0,56		
	4	554,18	0,56		
	5	554,25	0,56		
58	1	621,26	0,60	622,60	1,13
	2	624,18	0,60		
	3	622,98	0,60		
	4	622,79	0,60		
	5	621,79	0,60		
65	1	648,63	4,92	648,58	0,49
	2	648,52	4,92		
	3	649,20	4,93		
	4	648,72	4,92		
	5	647,84	4,92		
67	1	630,83	Não reportada	630,98	0,27
	2	631,11	Não reportada		
	3	631,38	Não reportada		
	4	630,85	Não reportada		
	5	630,71	Não reportada		
72	1	672,04	11,08	671,45	0,61
	2	671,73	11,08		
	3	670,44	11,08		
	4	671,48	11,08		
	5	671,58	11,08		
94	1	623,17	33,81	630,56	4,31
	2	631,46	37,48		
	3	633,66	33,95		
	4	633,55	39,54		
	5	630,97	31,73		
96	1	751,82	10,70	742,61	7,79
	2	741,68	10,57		
	3	748,83	10,61		
	4	737,89	10,53		
	5	732,82	10,46		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A4 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC – HC

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	0,219	0,012	0,227	0,006
	2	0,230	0,012		
	3	0,222	0,012		
	4	0,232	0,012		
	5	0,233	0,012		
58	1	0,165	10,950	0,148	0,010
	2	0,147	10,950		
	3	0,144	10,950		
	4	0,142	10,950		
	5	0,143	10,950		
65	1	0,174	0,002	0,173	0,001
	2	0,172	0,002		
	3	0,173	0,002		
	4	0,173	0,002		
	5	0,172	0,002		
67	1	0,205	Não reportada	0,203	0,002
	2	0,202	Não reportada		
	3	0,202	Não reportada		
	4	0,204	Não reportada		
	5	0,202	Não reportada		
72	1	0,180	0,020	0,186	0,008
	2	0,177	0,020		
	3	0,188	0,020		
	4	0,189	0,020		
	5	0,198	0,020		
94	1	0,205	0,024	0,238	0,019
	2	0,253	0,022		
	3	0,246	0,021		
	4	0,240	0,034		
	5	0,245	0,020		
96	1	0,153	0,004	0,150	0,007
	2	0,150	0,004		
	3	0,139	0,004		
	4	0,149	0,004		
	5	0,158	0,004		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A5 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC – Material Particulado

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	0,019	0,005	0,019	0,001
	2	0,019	0,005		
	3	0,021	0,005		
	4	0,018	0,005		
	5	0,019	0,005		
58	1	0,018	6,214	0,019	0,001
	2	0,019	6,214		
	3	0,020	6,214		
	4	0,019	6,214		
	5	0,020	6,214		
65	1	0,019	0,003	0,019	0,000
	2	0,019	0,003		
	3	0,019	0,003		
	4	0,019	0,003		
	5	0,019	0,003		
67	1	0,013	Não reportada	0,013	0,000
	2	0,014	Não reportada		
	3	0,014	Não reportada		
	4	0,013	Não reportada		
	5	0,013	Não reportada		
72	1	0,016	0,003	0,016	0,001
	2	0,016	0,003		
	3	0,017	0,003		
	4	0,015	0,003		
	5	0,015	0,003		
94	1	0,017	0,002	0,019	0,001
	2	0,018	0,002		
	3	0,020	0,002		
	4	0,020	0,002		
	5	0,020	0,002		
96	1	Não reportado	----	----	----
	2	Não reportado	----		
	3	Não reportado	----		
	4	Não reportado	----		
	5	Não reportado	----		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A6 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ESC – Consumo Médio Específico

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
20	1	208,43	0,16	208,23	0,19
	2	208,43	0,16		
	3	208,08	0,16		
	4	208,16	0,16		
	5	208,05	0,16		
58	1	208,73	0,80	207,81	0,68
	2	207,77	0,80		
	3	208,09	0,80		
	4	207,59	0,80		
	5	206,88	0,80		
65	1	212,03	3,90	212,00	0,12
	2	212,07	4,58		
	3	212,07	3,92		
	4	212,05	5,53		
	5	211,78	20,68		
67	1	201,65	Não reportada	201,69	0,09
	2	201,74	Não reportada		
	3	201,82	Não reportada		
	4	201,66	Não reportada		
	5	201,61	Não reportada		
72	1	211,39	1,28	211,23	0,11
	2	211,27	1,28		
	3	211,16	1,28		
	4	211,09	1,28		
	5	211,26	1,28		
94	1	204,44	2,98	203,93	0,52
	2	204,03	2,99		
	3	203,76	2,97		
	4	204,30	3,16		
	5	203,12	2,97		
96	1	208,29	2,37	205,58	1,75
	2	205,72	2,34		
	3	205,56	2,33		
	4	204,81	2,33		
	5	203,51	2,32		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A7 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – NO_x

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	8,833	1,718	8,642	0,124
	2	8,673	1,718		
	3	8,625	1,718		
	4	8,577	1,718		
	5	8,503	1,718		
31	1	8,195	Não reportada	8,200	0,036
	2	8,251	Não reportada		
	3	8,170	Não reportada		
	4	8,218	Não reportada		
	5	8,164	Não reportada		
37	1	8,713	0,074	8,723	0,024
	2	8,704	0,038		
	3	8,735	0,038		
	4	8,702	0,038		
	5	8,759	0,038		
49	1	8,046	0,378	8,022	0,027
	2	7,976	0,379		
	3	8,031	0,379		
	4	8,024	0,376		
	5	8,033	0,380		
84	1	8,689	0,031	8,751	0,075
	2	8,704	0,031		
	3	8,704	0,031		
	4	8,797	0,031		
	5	8,861	0,031		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A8 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – CO

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	1,680	0,829	1,741	0,036
	2	1,739	0,829		
	3	1,754	0,829		
	4	1,762	0,829		
	5	1,769	0,829		
31	1	1,586	Não reportada	1,596	0,010
	2	1,593	Não reportada		
	3	1,609	Não reportada		
	4	1,602	Não reportada		
	5	1,588	Não reportada		

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
37	1	1,281	0,038	1,264	0,014
	2	1,274	0,021		
	3	1,254	0,021		
	4	1,247	0,021		
	5	1,265	0,021		
49	1	1,210	0,048	1,234	0,016
	2	1,229	0,047		
	3	1,254	0,047		
	4	1,238	0,047		
	5	1,240	0,047		
84	1	1,699	1,799	1,598	0,063
	2	1,598	1,799		
	3	1,600	1,799		
	4	1,540	1,799		
	5	1,551	1,799		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A9 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – CO₂

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	711,95	15,49	712,77	0,76
	2	712,68	15,49		
	3	713,22	15,49		
	4	713,80	15,49		
	5	712,19	15,49		
31	1	658,65	Não reportada	656,41	1,28
	2	655,90	Não reportada		
	3	656,00	Não reportada		
	4	656,04	Não reportada		
	5	655,44	Não reportada		
37	1	676,18	13,07	675,36	0,78
	2	675,53	4,92		
	3	674,32	4,93		
	4	674,81	4,92		
	5	675,96	4,92		
49	1	616,14	24,93	616,37	1,16
	2	614,59	21,42		
	3	617,56	21,44		
	4	616,31	21,29		
	5	617,25	21,43		
84	1	658,24	0,01	654,15	2,30
	2	653,01	0,01		
	3	653,59	0,01		
	4	652,88	0,01		
	5	653,02	0,01		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A10– Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – HC

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	0,287	0,072	0,329	0,051
	2	0,300	0,072		
	3	0,317	0,072		
	4	0,325	0,072		
	5	0,417	0,072		
31	1	0,437	Não reportada	0,437	0,005
	2	0,440	Não reportada		
	3	0,443	Não reportada		
	4	0,435	Não reportada		
	5	0,430	Não reportada		
37	1	0,363	0,005	0,355	0,006
	2	0,358	0,002		
	3	0,348	0,002		
	4	0,353	0,002		
	5	0,355	0,002		
49	1	0,495	0,030	0,498	0,005
	2	0,505	0,030		
	3	0,493	0,030		
	4	0,498	0,030		
	5	0,501	0,030		
84	1	0,309	0,966	0,341	0,028
	2	0,378	0,966		
	3	0,363	0,966		
	4	0,329	0,966		
	5	0,326	0,966		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A11 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – Material Particulado

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	0,032	0,006	0,033	0,001
	2	0,032	0,006		
	3	0,033	0,006		
	4	0,034	0,006		
	5	0,035	0,006		
31	1	0,026	Não reportada	0,026	0,000
	2	0,026	Não reportada		
	3	0,025	Não reportada		
	4	0,026	Não reportada		
	5	0,025	Não reportada		

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
37	1	0,032	0,001	0,031	0,001
	2	0,032	0,003		
	3	0,030	0,003		
	4	0,030	0,003		
	5	0,030	0,003		
49	1	0,038	0,002	0,037	0,001
	2	0,035	0,002		
	3	0,037	0,002		
	4	0,036	0,002		
	5	0,037	0,002		
84	1	0,023	5,864	0,026	0,002
	2	0,026	5,864		
	3	0,026	5,864		
	4	0,026	5,864		
	5	0,027	5,864		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A12 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo A – Ciclo ETC – Consumo Médio Específico

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
13	1	218,99	2,02	218,90	0,40
	2	219,13	2,02		
	3	219,12	2,02		
	4	219,06	2,02		
	5	218,18	2,02		
31	1	209,23	Não reportada	208,23	0,56
	2	207,99	Não reportada		
	3	207,98	Não reportada		
	4	207,96	Não reportada		
	5	207,97	Não reportada		
37	1	213,76	4,39	213,54	0,13
	2	213,52	4,58		
	3	213,55	3,92		
	4	213,43	5,53		
	5	213,44	20,68		
49	1	210,70	1,65	211,10	0,23
	2	211,22	1,68		
	3	211,25	1,66		
	4	211,15	1,66		
	5	211,16	1,67		

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
84	1	213,16	0,01	212,35	0,45
	2	212,13	0,01		
	3	212,16	0,01		
	4	212,19	0,01		
	5	212,13	0,01		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A13– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC - NO_x

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	5,118	0,173	5,115	0,046
	2	5,066	0,173		
	3	5,096	0,173		
	4	5,106	0,173		
	5	5,191	0,173		
15	1	4,999	0,041	4,928	0,059
	2	4,892	0,040		
	3	4,963	0,040		
	4	4,937	0,040		
	5	4,849	0,040		
18	1	5,237	0,720	5,253	0,017
	2	5,234	0,720		
	3	5,252	0,720		
	4	5,270	0,720		
	5	5,270	0,720		
50	1	5,311	0,200	5,291	0,030
	2	5,275	0,200		
	3	5,261	0,200		
	4	5,274	0,200		
	5	5,334	0,200		
71	1	5,419	0,031	5,423	0,016
	2	5,406	0,031		
	3	5,445	0,031		
	4	5,412	0,031		
	5	5,435	0,031		
91	1	5,330	1,066	5,362	0,023
	2	5,344	1,069		
	3	5,377	1,075		
	4	5,377	1,075		
	5	5,382	1,076		

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
95	1	4,931	0,043	4,929	0,003
	2	4,932	0,043		
	3	4,931	0,043		
	4	4,929	0,043		
	5	4,924	0,043		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A14– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC – CO

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	0,467	0,051	0,471	0,004
	2	0,476	0,051		
	3	0,475	0,051		
	4	0,468	0,051		
	5	0,469	0,051		
15	1	0,613	0,013	0,619	0,005
	2	0,625	0,013		
	3	0,620	0,013		
	4	0,616	0,013		
	5	0,620	0,013		
18	1	0,481	2,290	0,472	0,005
	2	0,472	2,290		
	3	0,469	2,290		
	4	0,472	2,290		
	5	0,467	2,290		
50	1	0,465	0,200	0,458	0,009
	2	0,461	0,200		
	3	0,461	0,200		
	4	0,462	0,200		
	5	0,442	0,200		
71	1	0,457	0,003	0,458	0,001
	2	0,459	0,003		
	3	0,459	0,003		
	4	0,459	0,003		
	5	0,456	0,003		
91	1	0,550	0,110	0,538	0,008
	2	0,537	0,107		
	3	0,531	0,106		
	4	0,542	0,108		
	5	0,532	0,106		
95	1	0,482	0,088	0,485	0,003
	2	0,484	0,088		
	3	0,485	0,088		
	4	0,483	0,088		
	5	0,489	0,088		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A15– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC – CO₂

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	631,87	8,08	633,01	1,18
	2	632,01	8,08		
	3	633,27	8,08		
	4	633,10	8,08		
	5	634,80	8,08		
15	1	665,41	0,08	663,45	1,84
	2	664,61	0,01		
	3	663,10	0,01		
	4	660,59	0,01		
	5	663,56	0,01		
18	1	665,47	1,70	667,20	0,99
	2	667,91	1,70		
	3	667,40	1,70		
	4	667,75	1,70		
	5	667,45	1,70		
50	1	647,14	0,20	649,48	1,84
	2	650,80	0,20		
	3	650,49	0,20		
	4	651,10	0,20		
	5	647,86	0,20		
71	1	673,39	3,97	673,81	0,54
	2	673,20	3,97		
	3	673,91	3,97		
	4	673,97	3,97		
	5	674,58	3,98		
91	1	690,11	172,53	690,08	0,49
	2	689,60	172,40		
	3	689,82	172,45		
	4	690,89	172,72		
	5	690,00	172,50		
95	1	649,07	5,06	648,50	0,52
	2	647,64	5,06		
	3	648,57	5,06		
	4	648,61	5,06		
	5	648,59	5,06		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A16 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC – HC

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	0,056	0,016	0,055	0,001
	2	0,054	0,016		
	3	0,056	0,016		
	4	0,054	0,016		
	5	0,055	0,016		
15	1	0,043	0,032	0,045	0,003
	2	0,044	0,032		
	3	0,043	0,032		
	4	0,043	0,032		
	5	0,051	0,032		
18	1	0,069	12,98	0,068	0,002
	2	0,070	12,98		
	3	0,070	12,98		
	4	0,067	12,98		
	5	0,066	12,98		
50	1	0,062	0,200	0,063	0,001
	2	0,064	0,200		
	3	0,062	0,200		
	4	0,063	0,200		
	5	0,065	0,200		
71	1	0,070	0,000	0,064	0,003
	2	0,065	0,000		
	3	0,062	0,000		
	4	0,062	0,000		
	5	0,062	0,000		
91	1	0,069	0,014	0,067	0,002
	2	0,069	0,014		
	3	0,067	0,014		
	4	0,065	0,013		
	5	0,067	0,014		
95	1	0,072	0,037	0,074	0,001
	2	0,076	0,037		
	3	0,074	0,037		
	4	0,074	0,037		
	5	0,074	0,037		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A17– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC – Material Particulado

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	0,027	0,003	0,027	0,001
	2	0,027	0,003		
	3	0,025	0,003		
	4	0,027	0,003		
	5	0,027	0,003		
15	1	0,037	0,0003	0,040	0,004
	2	0,039	0,0003		
	3	0,040	0,0003		
	4	0,038	0,0003		
	5	0,048	0,0003		
18	1	0,035	2,430	0,033	0,001
	2	0,032	2,430		
	3	0,032	2,430		
	4	0,033	2,430		
	5	0,033	2,430		
50	1	0,012	0,200	0,012	0,001
	2	0,012	0,200		
	3	0,013	0,200		
	4	0,011	0,200		
	5	0,012	0,200		
71	1	0,039	0,020	0,036	0,002
	2	0,034	0,017		
	3	0,037	0,019		
	4	0,034	0,017		
	5	0,035	0,018		
91	1	0,035	0,005	0,038	0,003
	2	0,035	0,005		
	3	0,038	0,006		
	4	0,043	0,007		
	5	0,037	0,006		
95	1	0,031	0,004	0,029	0,002
	2	0,028	0,004		
	3	0,030	0,004		
	4	0,028	0,004		
	5	0,027	0,004		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A18– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ESC – Consumo Médio Específico

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
04	1	213,34	0,36	212,80	0,44
	2	212,33	0,36		
	3	212,68	0,36		
	4	212,46	0,36		
	5	213,17	0,36		
15	1	219,88	1,63	219,63	0,36
	2	219,64	1,63		
	3	219,65	1,63		
	4	219,03	1,62		
	5	219,93	1,62		
18	1	213,86	0,23	213,41	0,30
	2	213,55	0,23		
	3	213,32	0,23		
	4	213,07	0,23		
	5	213,27	0,23		
50	1	214,99	0,20	214,80	0,16
	2	214,59	0,20		
	3	214,91	0,20		
	4	214,71	0,20		
	5	214,80	0,20		
71	1	216,65	0,58	216,82	0,14
	2	216,88	0,58		
	3	216,70	0,12		
	4	216,94	0,13		
	5	216,94	0,58		
91	1	215,93	13,17	215,87	0,15
	2	215,80	13,16		
	3	215,88	13,17		
	4	216,06	13,18		
	5	215,67	13,16		
95	1	213,10	0,54	213,05	0,07
	2	212,94	0,54		
	3	213,11	0,54		
	4	213,01	0,54		
	5	213,07	0,54		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A19– Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – NO_x

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	4,605	1,340	4,582	0,031
	2	4,603	1,340		
	3	4,605	1,340		
	4	4,554	1,340		
	5	4,541	1,340		
29	1	4,653	0,931	4,598	0,031
	2	4,581	0,916		
	3	4,578	0,916		
	4	4,594	0,919		
	5	4,586	0,917		
45	1	3,846	0,186	3,870	0,031
	2	3,846	0,186		
	3	3,908	0,189		
	4	3,851	0,189		
	5	3,899	0,189		
46	1	4,668	0,186	4,648	0,037
	2	4,629	0,185		
	3	4,605	0,186		
	4	4,639	0,186		
	5	4,701	0,182		
55	1	4,965	0,200	4,701	0,149
	2	4,665	0,200		
	3	4,644	0,200		
	4	4,628	0,200		
	5	4,602	0,200		
56	1	4,351	0,058	4,341	0,014
	2	4,348	0,058		
	3	4,344	0,058		
	4	4,346	0,058		
	5	4,317	0,058		
85	1	4,244	0,062	4,189	0,034
	2	4,151	0,069		
	3	4,179	0,039		
	4	4,194	0,064		
	5	4,179	0,058		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A20 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – CO

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	4,825	1,790	4,779	0,093
	2	4,715	1,790		
	3	4,762	1,790		
	4	4,914	1,790		
	5	4,681	1,790		
29	1	8,706	1,741	9,217	0,330
	2	9,231	1,846		
	3	9,538	1,908		
	4	9,473	1,895		
	5	9,136	1,827		
45	1	2,327	0,131	2,485	0,100
	2	2,495	0,135		
	3	2,576	0,136		
	4	2,465	0,135		
	5	2,562	0,136		
46	1	4,230	0,036	4,272	0,045
	2	4,249	0,036		
	3	4,347	0,037		
	4	4,278	0,036		
	5	4,255	0,034		
55	1	3,633	0,200	3,664	0,044
	2	3,692	0,200		
	3	3,677	0,200		
	4	3,606	0,200		
	5	3,714	0,200		
56	1	1,262	0,117	1,328	0,037
	2	1,347	0,117		
	3	1,334	0,117		
	4	1,348	0,117		
	5	1,348	0,117		
85	1	8,213	0,006	8,194	0,293
	2	8,138	0,006		
	3	8,662	0,006		
	4	8,093	0,006		
	5	7,863	0,006		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A21 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – CO₂

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	666,79	2,59	668,17	2,06
	2	667,19	2,59		
	3	667,79	2,59		
	4	667,27	2,59		
	5	671,79	2,59		
29	1	704,58	176,14	703,98	0,49
	2	703,34	175,83		
	3	703,97	175,99		
	4	703,70	175,93		
	5	704,33	176,08		
45	1	562,82	12,72	564,01	1,04
	2	565,60	12,76		
	3	564,09	12,75		
	4	564,16	12,75		
	5	563,39	12,72		
46	1	706,89	6,20	707,72	2,15
	2	707,57	6,19		
	3	709,78	6,24		
	4	709,73	6,18		
	5	704,63	6,24		
55	1	680,21	0,20	677,59	1,60
	2	676,62	0,20		
	3	677,84	0,20		
	4	677,22	0,20		
	5	676,08	0,20		
56	1	665,57	6,35	659,99	3,15
	2	658,86	6,35		
	3	657,98	6,35		
	4	658,44	6,35		
	5	659,12	6,35		
85	1	654,82	0,01	657,94	7,03
	2	656,44	0,01		
	3	670,36	0,01		
	4	653,31	0,01		
	5	654,79	0,01		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A22 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – HC

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	0,090	13,620	0,090	0,002
	2	0,089	13,620		
	3	0,089	13,620		
	4	0,094	13,620		
	5	0,090	13,620		
29	1	0,094	0,019	0,094	0,001
	2	0,095	0,019		
	3	0,095	0,019		
	4	0,093	0,019		
	5	0,092	0,019		
45	1	0,083	0,020	0,083	0,003
	2	0,086	0,022		
	3	0,084	0,022		
	4	0,080	0,020		
	5	0,080	0,020		
46	1	0,029	0,008	0,028	0,001
	2	0,029	0,008		
	3	0,027	0,007		
	4	0,028	0,008		
	5	0,028	0,009		
55	1	0,118	0,200	0,120	0,003
	2	0,119	0,200		
	3	0,118	0,200		
	4	0,118	0,200		
	5	0,125	0,200		
56	1	0,103	0,054	0,102	0,003
	2	0,101	0,054		
	3	0,107	0,054		
	4	0,100	0,054		
	5	0,100	0,054		
85	1	0,071	0,024	0,075	0,008
	2	0,073	0,024		
	3	0,089	0,020		
	4	0,071	0,024		
	5	0,073	0,024		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A23 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – Material Particulado

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	0,183	2,000	0,181	0,004
	2	0,181	2,000		
	3	0,181	2,000		
	4	0,185	2,000		
	5	0,174	2,000		
29	1	0,631	0,096	0,582	0,046
	2	0,542	0,082		
	3	0,568	0,086		
	4	0,631	0,096		
	5	0,540	0,082		
45	1	0,275	0,007	0,279	0,007
	2	0,282	0,007		
	3	0,287	0,007		
	4	0,268	0,007		
	5	0,281	0,007		
46	1	0,365	0,381	0,351	0,010
	2	0,347	0,458		
	3	0,358	0,468		
	4	0,340	0,447		
	5	0,346	0,456		
55	1	0,110	0,200	0,129	0,013
	2	0,124	0,200		
	3	0,129	0,200		
	4	0,138	0,200		
	5	0,144	0,200		
56	1	0,064	0,004	0,069	0,004
	2	0,073	0,004		
	3	0,064	0,004		
	4	0,071	0,004		
	5	0,072	0,004		
85	1	0,455	0,004	0,469	0,016
	2	0,458	0,004		
	3	0,467	0,004		
	4	0,496	0,004		
	5	0,469	0,004		

Fonte: Dimci/Lapep

Tabela A24 – Resultados reportados pelos participantes – Grupo B – Ciclo ETC – Consumo Médio Específico

Código	Medição	Emissão Específica (g/kWh)	Incerteza Expandida (g/kWh)	Média (g/kWh)	Desvio-padrão (g/kWh)
03	1	224,53	0,44	223,45	0,73
	2	223,27	0,44		
	3	222,52	0,44		
	4	223,26	0,44		
	5	223,69	0,44		
29	1	243,29	14,84	243,73	0,65
	2	243,16	14,83		
	3	244,57	14,92		
	4	243,33	14,84		
	5	244,29	14,90		
45	1	225,50	1,71	225,88	0,36
	2	225,97	1,70		
	3	226,45	1,71		
	4	225,67	1,71		
	5	225,80	1,71		
46	1	226,81	1,91	226,13	0,79
	2	226,74	1,90		
	3	225,86	1,90		
	4	224,89	1,89		
	5	226,34	1,90		
55	1	230,68	0,20	230,64	0,08
	2	230,71	0,20		
	3	230,63	0,20		
	4	230,66	0,20		
	5	230,51	0,20		
56	1	221,90	0,73	221,47	0,25
	2	221,46	0,73		
	3	221,29	0,73		
	4	221,33	0,73		
	5	221,36	0,73		
85	1	235,40	0,51	234,62	0,60
	2	234,61	0,51		
	3	233,86	0,51		
	4	234,27	0,51		
	5	234,97	0,51		

Fonte: Dimci/Lapep



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