

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA PARA ANÁLISE DE METANO EM AR SINTÉTICO

RELATÓRIO FINAL – 1ª RODADA

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro
Diretoria de Metrologia, Científica e Industrial - Dimci
Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém
Duque de Caxias - RJ - Brasil - CEP: 25250-020



Associação Brasileira de Engenharia Automotiva - AEA
Rua Salvador Correia, 80 - Acimação - São Paulo – SP
CEP: 04109-070



AGA S/A - Divisão Gases Especiais
Rodovia Dom Gabriel P. B. Couto km 65
Jundiaí – SP – CEP: 13.212-240

COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE ENSAIO DE PROFICIÊNCIA

Paulo Roberto da Fonseca Santos

Damara da Silva Santos

Vanderléa de Souza

COMITÊ TÉCNICO E ORGANIZADOR

Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro)

Paulo Lyra Ferreira (Inmetro)

Claudia Cipriano Ribeiro (Inmetro)

Silvana Mariano Vicente (AGA)

Jorge Duarte Guimarães (AGA)

SUMÁRIO

1. Introdução	03
2. Metodologia.....	03
3. Análise Estatística	04
3.1. Determinação do valor de consenso:	04
4. Avaliação de Desempenho dos Laboratórios.....	06
5. Resultados dos Participantes.....	08
5.1. Análise estatística aplicada ao cilindro fornecido pela empresa AGA.....	08
5.2. Análise estatística aplicada aos cilindros fornecidos pelo NMI.....	11
6. Conclusões.....	15
7. Laboratórios Participantes.....	16
8. Referências Bibliográficas.....	17

1. Introdução

Um Ensaio de Proficiência (EP) tem por finalidade comparar resultados de medição de diferentes laboratórios realizados sob condições similares e realizar, assim, uma avaliação contínua da competência técnica dos laboratórios participantes. Essa avaliação é feita através dos resultados gerados por comparações interlaboratoriais, que constituem um mecanismo adequado para avaliar e demonstrar a confiabilidade nas medições realizadas pelos participantes. Com novas informações os laboratórios participantes têm a oportunidade de rever seus procedimentos de análises, bem como a implantar melhorias nos seus processos.

Além de avaliar o desempenho dos laboratórios, principal objetivo de um EP, outros propósitos podem ser enumerados: demonstrar controle sob as medições, educação e treinamento, validação do método, e demonstrar concordância com as necessidades de desempenho, tornar-se apto a desempenhar determinadas medições.

Este relatório da 1ª rodada do Ensaio de Proficiência em Gases promovido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro em parceria com a Associação de Engenharia Automotiva (AEA) e a AGA Gases Especiais apresenta os resultados de medições de gás metano em ar sintético obtidos pelos laboratórios participantes. Um total de 14 (quatorze) laboratórios participaram desta rodada do EP.

A participação no EP de laboratórios de emissões veiculares, empresas produtoras de padrões gasosos e institutos de pesquisa, é considerada de extrema importância, uma vez que as medições destas instituições impactam as áreas da saúde, do meio ambiente e as relações comerciais e legais envolvendo a homologação da configuração veicular.

A interpretação dos resultados apresentada ao longo do relatório seguiu a orientação da ABNT ISO/IEC Guia 43-1:1999. Ensaio de Proficiência por Comparações Interlaboratoriais. Parte 1: Desenvolvimento e Operação de Programas de Ensaios de Proficiência.

2. Metodologia

No protocolo do EP ficou estabelecido que seriam utilizados dois cilindros contendo metano em ar sintético: (i) um cilindro adquirido pelo Inmetro ao NMI (Van Swinden Laboratorium B.V.) – Instituto de Metrologia da Holanda com faixa nominal de 10 $\mu\text{mol/mol}$ de CH_4 em ar sintético e, (ii) um produzido pela empresa de gases AGA com faixa nominal de 20 $\mu\text{mol/mol}$ de CH_4 em ar sintético. O valor de referência para o cilindro produzido pela AGA seria determinado como um valor de consenso e para as misturas produzidas pelo NMI serão considerados os valores de referência.

Ambos seriam analisados utilizando-se a metodologia implementada em cada laboratório.

No período de análise pelos laboratórios, o cilindro com faixa nominal de 10 $\mu\text{mol/mol}$, e valor certificado pelo NMI, chegou a um valor de pressão muito baixo, podendo ocasionar problemas para a análise. Dessa forma, a comissão técnica decidiu substituir o cilindro por outro também fornecido com valor certificado pelo NMI, porém com faixa nominal de 20 $\mu\text{mol/mol}$

A mistura produzida pela empresa AGA foi preparada através do método gravimétrico, de acordo com a norma ISO6142:2001 – Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Gravimetric method e manual AGA Boas Práticas de Produção de Padrões Gasosos, onde são consideradas as seguintes etapas: seleção de válvula, preparação do cilindro, matéria-prima, métodos de produção, incerteza da balança, pesagem e cálculos. Deve-se ter em mente que o valor da concentração de metano na mistura produzida pela AGA não será considerado como valor de referência e sim o valor de consenso determinado no EP, por outro lado, as misturas certificadas produzidas pelo NMI, serão consideradas como valores de referência. A Tabela 2 apresenta a composição das três misturas utilizadas.

Tabela 2 - Valores das faixas nominais de concentração de metano em cada cilindro.

Fabricante do cilindro	Faixa nominal de Concentração de metano ($\mu\text{mol/mol}$)	Valor certificado ($\mu\text{mol/mol}$)	Diluyente	Número do cilindro
AGA	20	-	ar sintético	
NMI (I)	10	$7,03 \pm 0,10$	ar sintético	5197 E
NMI (II)	20	$20,01 \pm 0,20$	ar sintético	5192 E

3. Análise Estatística

3.1. Determinação do valor de consenso:

Os dados foram tratados de acordo com os procedimentos descritos na ISO 5725 partes 1 e 2. Primeiramente, após o recebimento dos resultados dos laboratórios participantes, fez-se uma avaliação para verificar a adequação aos requisitos solicitados no protocolo. Após a avaliação preliminar, os dados foram computados calculando-se a média total (m), o desvio padrão relativo à repetitividade (s_r), o desvio padrão entre laboratórios (s_L) e o desvio padrão relativo à reprodutibilidade (s_R), como segue:

A média total é apresentada na Equação 1.

$$m = \frac{\sum_{i=1}^p n_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^p n_i} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

n_i representa o número de resultados reportados pelo laboratório i ,

y_i representa a média de resultados do laboratório i e

p o número total de laboratórios participantes.

O desvio padrão relativo à repetitividade (s_r) está apresentado na Equação 2.

$$s_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^p (n_i - 1) \cdot s_i^2}{\sum_{i=1}^p (n_i - 1)} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde (s_i) é o desvio padrão relativo à repetitividade dos resultados do laboratório i .

O desvio padrão entre laboratórios (s_L) é calculado de acordo com a Equação 3.

$$s_L^2 = \frac{\left[\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p n_i (y_i - m)^2 \right] - s_r^2}{\frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_i - \frac{\sum_{i=1}^p n_i^2}{\sum_{i=1}^p n_i} \right]} \quad \text{Equação (3)}$$

O desvio padrão relativo à reprodutibilidade (s_R) é calculado seguindo a Equação 4.

$$s_R^2 = s_L^2 + s_r^2 \quad \text{Equação (4)}$$

Além disso, a partir dos dados recebidos, foram calculados a mediana (y_{med}), a mediana das diferenças absolutas (MedDA) e a média das diferenças absolutas (MDA). As diferenças absolutas são calculadas de acordo com a Equação 5.

$$d_i = |y_i - y_{med}| \quad \text{Equação (5)}$$

O desvio absoluto médio é calculado através da Equação 6.

$$\text{MDA} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p d_i \quad \text{Equação (6)}$$

A distribuição normal é caracterizada por dois parâmetros: média e desvio padrão. Contudo, a presença de valores dispersos, valores que não sejam representativos do conjunto de dados, pode ter uma grande influência sobre estes parâmetros. Os valores dispersos podem ser calculados utilizando-se diversos testes estatísticos. Neste estudo, a identificação de valores dispersos seguiu-se a Equação 7, onde calcula-se $Z_{\text{raw},i}$.

$$Z_{\text{raw},i} = \frac{|y_i - m|}{s} \quad \text{Equação (7)}$$

onde s é o desvio padrão da média dos laboratórios. Neste caso, quando $Z_{\text{raw},i}$ é maior que 2, o valor de y_i é considerado um valor disperso e removido do conjunto de dados, mas são submetidos a avaliação de desempenho. Após a remoção dos valores dispersos (*outliers*) calcula-se o valor de consenso.

4. Avaliação de Desempenho dos Laboratórios

Todos os 14 laboratórios participantes do EP realizaram as análises para medição da concentração de metano nas duas misturas enviadas e submeteram os resultados para a coordenação do programa conforme o estabelecido no protocolo. Para avaliação do desempenho dos laboratórios foi utilizado o z-score. Este índice é calculado representando uma medida da distância relativa do laboratório em relação aos valores de referência do ensaio de proficiência.

Para o cilindro onde se utilizou o valor de consenso como referência, o z-score é definido na Equação 8:

$$z_i = \frac{y_i - y_{\text{ref}}}{s} \quad \text{Equação (8)}$$

Onde y_{ref} representa o valor de referência utilizado (valor de consenso), y_i o resultado do laboratório i e s o desvio padrão.

Para o cilindro onde se utilizou o valor certificado (cilindros fornecidos pelo NMI) como referência, o z-score é definido na Equação 9:

$$z_i = \frac{y_i - y_{\text{ref}}}{y_{\text{ref}} \cdot \text{CV}} \quad \text{Equação (9)}$$

Onde y_{ref} representa o valor de referência utilizado (valor certificado), y_i o resultado do laboratório i e CV o coeficiente de variação aplicado. Neste estudo foram feitas avaliações para dois valores de CV (2% e 5%).

Caso o laboratório necessite de um critério mais ou menos restrito, o laboratório pode facilmente recalculá-lo através da Equação 10:

$$z_i^* = \frac{CV}{CV_{req}} \cdot z_i \quad \text{Equação (10)}$$

Onde CV_{req} consiste do coeficiente de variação requerido e z_i^* o z-score recalculado.

A interpretação do z-scores é apresentada a seguir:

$|z| \leq 2$ Resultado Satisfatório

$2 < |z| < 3$ Resultado Questionável

$|z| \geq 3$ Resultado Insatisfatório

É importante destacar que o z-score (z) é apenas um indicativo do desempenho do laboratório, cabendo ações corretivas no laboratório participante, caso necessário. Quando valores de desvio padrão muito baixos são obtidos do total de dados analisados, o cálculo do valor z-score acaba sendo muito restritivo, limitando o número de laboratórios com resultados satisfatórios. Por outro lado, a falta de homogeneidade entre os resultados dos laboratórios pode gerar variações muito grandes, tornando o cálculo do valor de z-score muito amplo. Desta forma, cada laboratório deve avaliar seus resultados observando com atenção os valores de desvio padrão determinados para cada análise, e, assim, determinar se os resultados alcançados são satisfatórios para seus objetivos ou se necessitam de revisão dos procedimentos ou materiais utilizados.

5. Resultados dos Participantes

5.1. Análise estatística aplicada ao cilindro fornecido pela empresa AGA

A Tabela 3 apresenta um sumário dos resultados enviados pelos laboratórios para a análise da composição do cilindro contendo a mistura com faixa nominal de 20 $\mu\text{mol/mol}$, preparado pela empresa AGA. Nesta tabela, a última coluna apresenta o resultado de Z_{raw} , calculado de acordo com a metodologia apresentada.

Tabela 3: Dados enviados pelos laboratórios participantes

Código do Laboratório	Concentração ($\mu\text{mol/mol}$)	Desvio Padrão ($\mu\text{mol/mol}$)	U_{exp} (k=2) ($\mu\text{mol/mol}$)	N	DPR (%)	Z_{raw}
PEP 2.1/01	19,86	0,02	0,52	5	0,08	-0,03
PEP 2.1/02	19,90	0,29	1,00	10	1,43	0,11
PEP 2.1/03	20,35	0,03	0,50	4	0,14	1,56
PEP 2.1/04	19,57	0,00	0,15	5	0,01	-0,94
PEP 2.1/05	19,75	0,06	0,36	5	0,32	-0,37
PEP 2.1/06	20,16	0,03	0,28	5	0,15	0,94
PEP 2.1/07	19,36	0,03	0,56	4	0,15	-1,63
PEP 2.1/08	19,71	0,06	0,15	5	0,29	-0,51
PEP 2.1/09	20,50	0,00	0,12	5	0,00	2,03
PEP 2.1/10	19,58	0,01	0,30	5	0,05	-0,93
PEP 2.1/11	19,69	0,36	0,47	5	1,85	-0,55
PEP 2.1/12	19,79	0,27	0,33	3	1,36	-0,25
PEP 2.1/13	20,05	0,03	0,58	5	0,15	0,58
PEP 2.1/14	19,87	0,01	0,10	5	0,07	0,00

Onde:

DPR – desvio padrão relativo

U_{exp} – incerteza expandida

k – fator de abrangência

n – número de medições realizadas

A Tabela 4 apresenta um sumário do resultado do valor de consenso antes da remoção dos valores dispersos seguindo a metodologia apresentada anteriormente.

Tabela 4: Resultados obtidos antes da remoção dos valores dispersos.

Componente	Média (m) ($\mu\text{mol/mol}$)	Mediana ($\mu\text{mol/mol}$)	p	S_r	S_L	S_R	MedDA	MDA
CH ₄	19,87	19,82	14	0,16	0,29	0,33	0,18	0,23

Como pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 3, de acordo a metodologia apresentada, o laboratório PEP-2.1/09 foi considerado como apresentando um valor disperso, sendo removido para o cálculo do valor de consenso. A Tabela 5 apresenta o resultado final após a remoção do valor disperso.

Tabela 5: Resultados obtidos após a remoção do valor disperso.

Componente	Média (m) ($\mu\text{mol/mol}$)	P	S _r	S _L	S _R
CH ₄	19,82	13	0,17	0,24	0,29

A Tabela 6 apresenta os valores de z-score para cada laboratório.

Tabela 6: Desempenho dos laboratórios. Resultado do z-score.

Código do Laboratório	Concentração ($\mu\text{mol/mol}$)	Desvio Padrão ($\mu\text{mol/mol}$)	U _{exp} (k=2) ($\mu\text{mol/mol}$)	N	DPR (%)	z-score
PEP 2.1/01	19,86	0,02	0,52	5	0,08	0,13
PEP 2.1/02	19,90	0,29	1,00	10	1,43	0,29
PEP 2.1/03	20,35	0,03	0,50	4	0,14	1,86
PEP 2.1/04	19,57	0,00	0,15	5	0,01	-0,85
PEP 2.1/05	19,75	0,06	0,36	5	0,32	-0,24
PEP 2.1/06	20,16	0,03	0,28	5	0,15	1,19
PEP 2.1/07	19,36	0,03	0,56	4	0,15	-1,60
PEP 2.1/08	19,71	0,06	0,15	5	0,29	-0,38
PEP 2.1/09	20,50	0,00	0,12	5	0,00	2,37
PEP 2.1/10	19,58	0,01	0,30	5	0,05	-0,83
PEP 2.1/11	19,69	0,36	0,47	5	1,85	-0,43
PEP 2.1/12	19,79	0,27	0,33	3	1,36	-0,10
PEP 2.1/13	20,05	0,03	0,58	5	0,15	0,79
PEP 2.1/14	19,87	0,01	0,10	5	0,07	0,17

Como pode ser observado na Tabela 6 nenhum laboratório participante apresentou resultado insatisfatório. Dos quatorze participantes apenas o laboratório PEP 2.1/09 apresentou resultado questionável. A Figura 1 apresenta a representação gráfica do z-score.

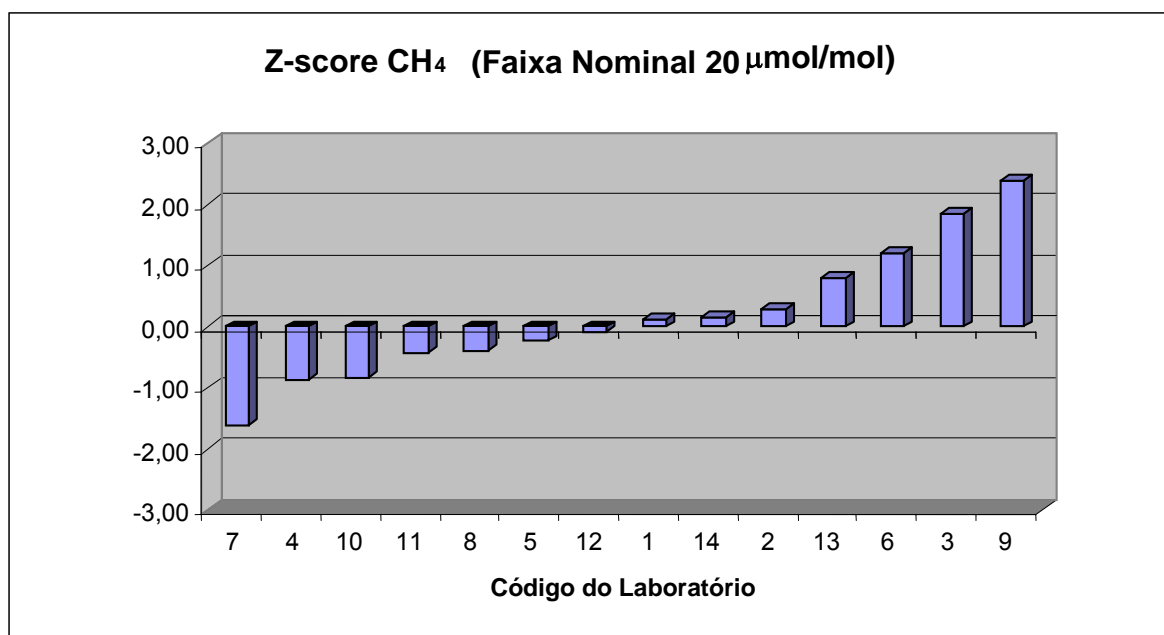


Figura1: Representação gráfica do z-score

A Figura 2 apresenta o gráfico que ilustra a comparação dos resultados dos laboratórios com o valor de consenso, incluindo os valores da estimativa de incerteza de medição de cada laboratório.

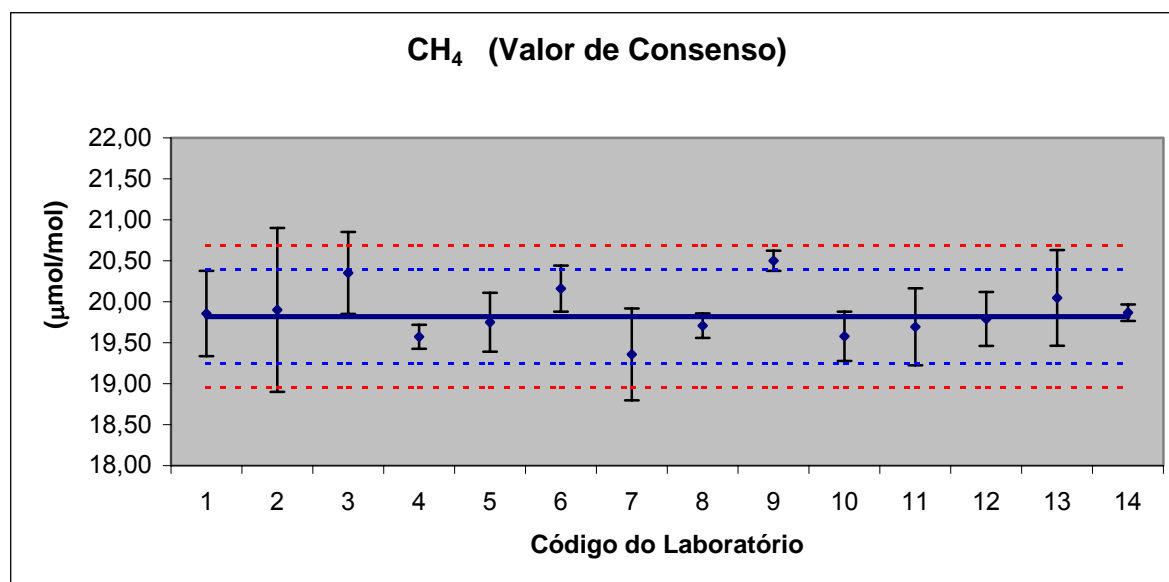


Figura 2: Comparação dos resultados com o valor de consenso.

No gráfico da Figura 2 as linhas pontilhadas representam dois (linha pontilhada azul) e três (linha pontilhada vermelha) desvios padrão. De uma maneira geral, os resultados apresentados pelos laboratórios são satisfatórios. Neste estudo as incertezas foram utilizadas

como enviadas pelos laboratórios, não foi feito nenhum tipo de avaliação da metodologia utilizada para estimativa de incerteza de medição.

5.2. Análise estatística aplicada aos cilindros fornecidos pelo NMI

A Tabela 7 apresenta os resultados dos valores certificados para as misturas fornecidas pelo NMI bem como os valores de incerteza. Estas misturas, de acordo com os certificados, são produzidas pelo método primário de gravimetria, segundo a norma ISO 6142.

Tabela 7: Valores certificados de composição das misturas do NMI.

Componente	Valor certificado ($\mu\text{mol/mol}$)	U (k=2) ($\mu\text{mol/mol}$)	Valor de consenso ($\mu\text{mol/mol}$)
CH ₄	7,03	0,10	7,04
CH ₄	20,01	0,20	19,99

A Tabela 7 apresenta também, apenas para fim de comparação, os valores de consenso obtidos com os dados dos laboratórios participantes calculados como descrito na metodologia estatística abordada no item 4 deste relatório. Como pode ser observado, os resultados são satisfatórios.

A Tabela 8 apresenta os resultados de z-score para os laboratórios. Nesta Tabela as duas últimas colunas apresentam, respectivamente, os valores de z-score utilizando um CV de 2% e 5%. Estes valores foram utilizados por serem considerados adequados para o tipo de ensaio e participantes, além de ser compatível com o abordado internacionalmente. Como apresentado anteriormente, caso o laboratório julgue os valores pouco restritivos, os mesmos podem ser recalculados de acordo com a metodologia do laboratório.

Tabela 8: Desempenho dos laboratórios. Resultado do z-score.

Código do Laboratório	Concentração (µmol/mol)	Desvio Padrão (µmol/mol)	$U_{exp} (k=2)$ (µmol/mol)	n	DPR (%)	z-score (CV=2%)	z-score (CV=5%)
PEP 2.1/01	19,84	0,012	0,52	5	0,06	-0,42	-0,17
PEP 2.1/02	7,00	0,103	0,50	10	1,47	-0,21	-0,09
PEP 2.1/03	20,39	0,038	0,50	4	0,19	0,94	0,38
PEP 2.1/04	6,97	0,002	0,15	5	0,02	-0,42	-0,17
PEP 2.1/05	6,95	0,013	0,12	5	0,19	-0,58	-0,23
PEP 2.1/06	6,96	0,028	0,28	5	0,41	-0,49	-0,20
PEP 2.1/07	19,49	0,080	0,64	4	0,41	-1,30	-0,52
PEP 2.1/08	7,46	0,009	0,09	5	0,13	3,05	1,22
PEP 2.1/09	20,20	0,000	0,12	5	0,00	0,47	0,19
PEP 2.1/10	7,05	0,009	0,24	5	0,13	0,11	0,05
PEP 2.1/11	7,13	0,049	0,19	3	0,69	0,69	0,28
PEP 2.1/12	7,24	0,085	0,16	3	1,18	1,47	0,59
PEP 2.1/13	20,16	0,015	0,58	5	0,08	0,38	0,15
PEP 2.1/14	7,00	0,005	0,07	5	0,08	-0,21	-0,08

A Figura 3 e 4 mostram a representação gráfica do z-score para o CV de 2% e 5%, respectivamente, para o cilindro com mistura de metano em ar sintético com concentração de 7,03 µmol/mol.

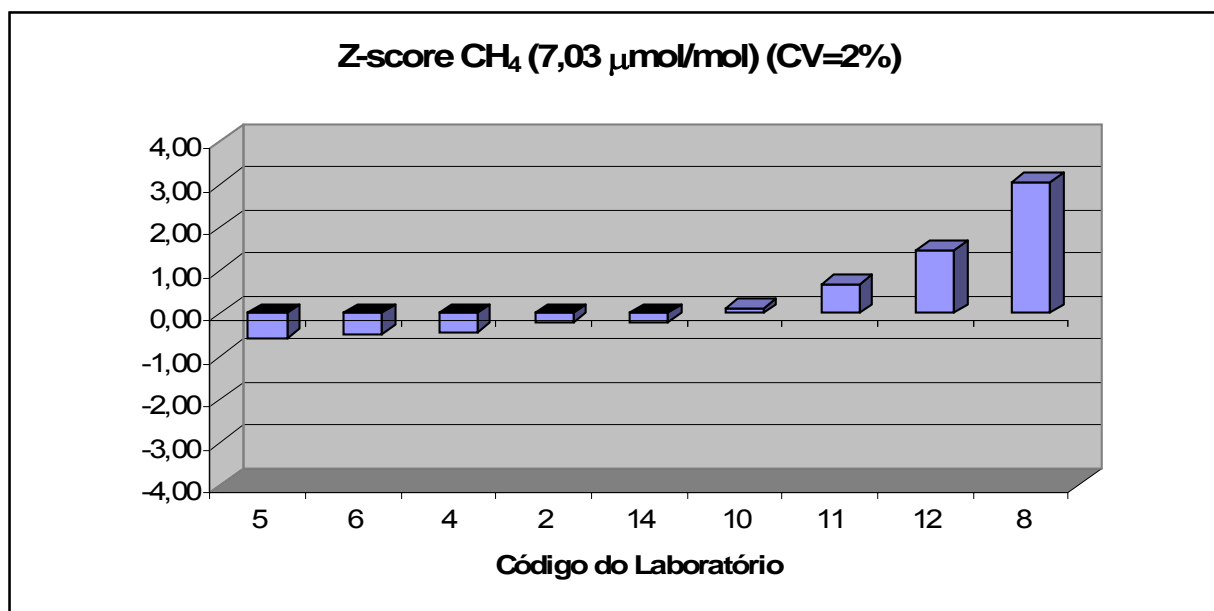


Figura 3: z-score. CV igual a 2%. Concentração 7,03 µmol/mol.

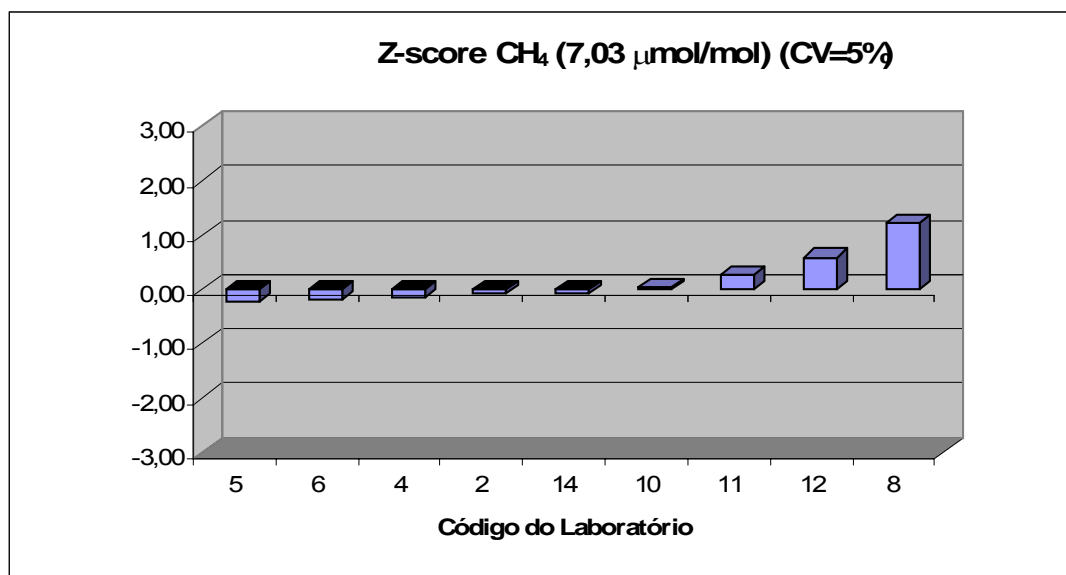


Figura 4: z-score . CV igual a 5%. Concentração 7,03 μmol/mol.

Como pode ser observado nos gráficos das Figuras 3 e 4, os resultados foram bastante satisfatórios. Para o CV de 5% todos os resultados foram satisfatórios e considerando um CV de 2%, apenas um laboratório apresentou resultado insatisfatório. A Figura 5 apresenta os resultados dos laboratórios comparados com o valor certificado, incluindo a incerteza de medição.

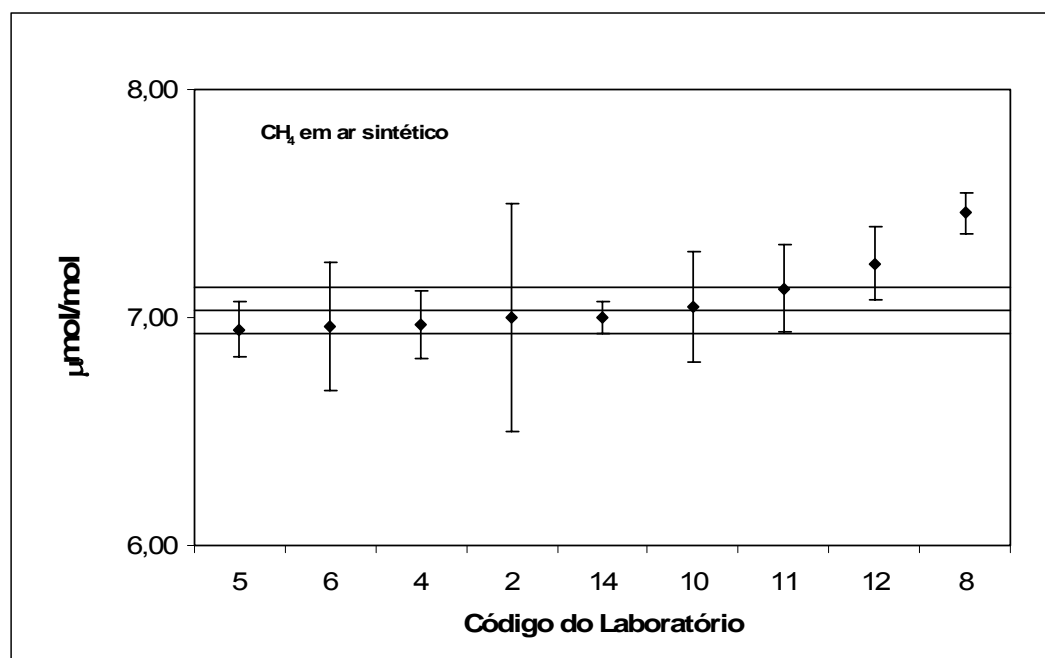


Figura 5: Comparação com o valor certificado para a concentração de 7,03 μmol/mol.

Os gráficos das Figuras 6, 7 e 8 apresentam os resultados dos laboratórios que analisaram a mistura com concentração de 20,01 μmol/mol. Todos os laboratórios apresentaram resultados satisfatórios.

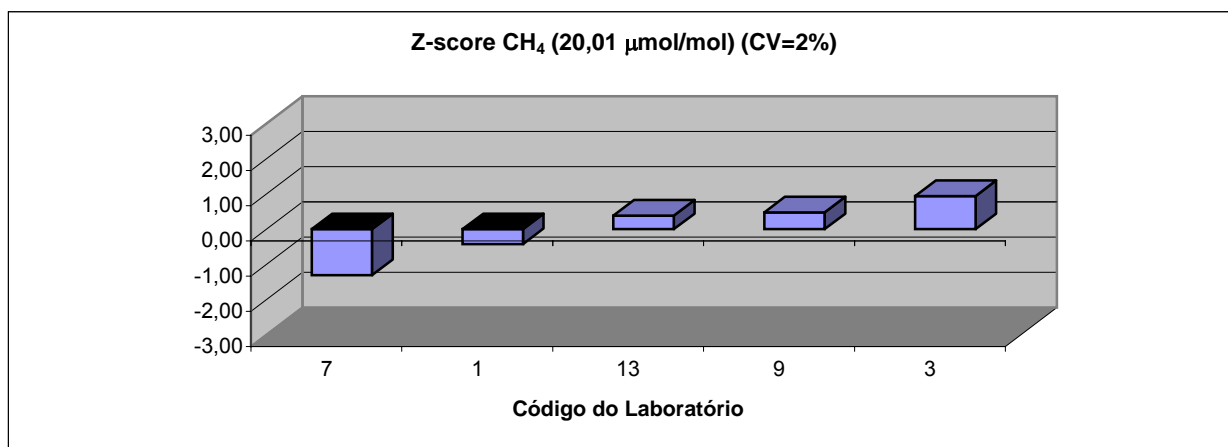


Figura 6: z-score . CV igual a 2%. Concentração 20,01 µmol/mol.

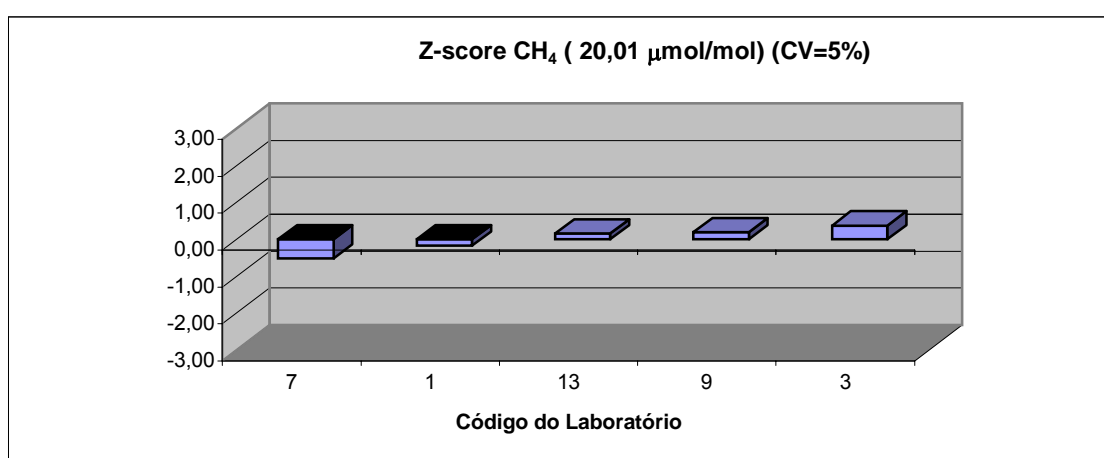


Figura 7: z-score . CV igual a 5%. Concentração 20,01 µmol/mol.

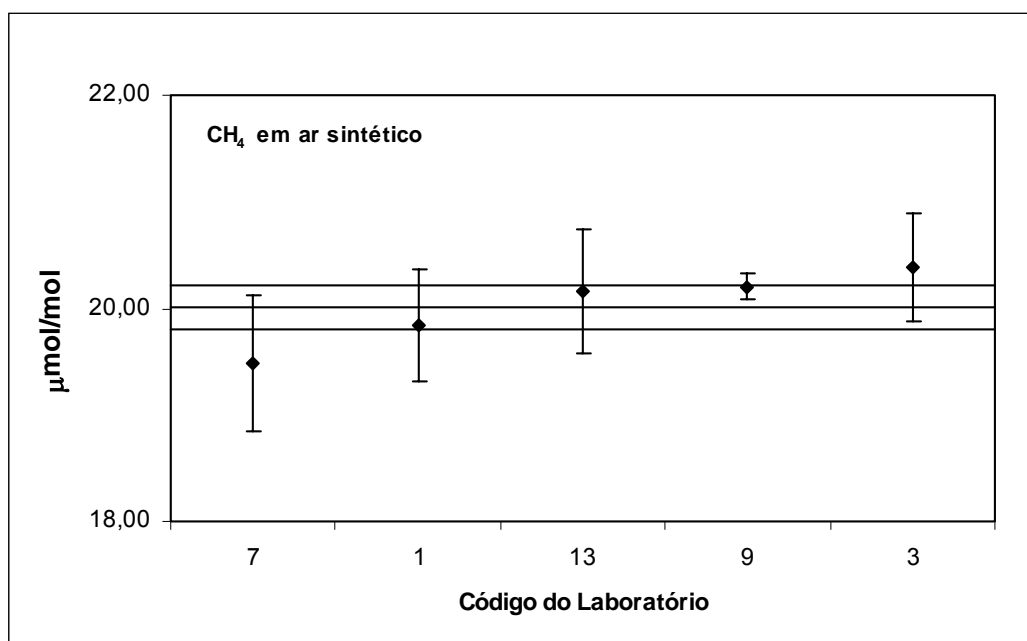


Figura 8: Comparação com o valor certificado para a concentração de 20,01 µmol/mol.

6. Conclusões

Analisando-se os dados reportados pelos laboratórios participantes observou-se que dos quatorze laboratórios integrantes do Ensaio de Proficiência de Metano em Ar sintético, para o cilindro produzido pela AGA, treze apresentaram resultados de desempenho satisfatórios e um deles apresentou resultado questionável, quando analisado pelo z-score.

O resultado para a análise das misturas produzidas pelo NMI, seguiu o mesmo comportamento do anterior. Quando os resultados foram analisados utilizando-se um CV de 2%, treze laboratórios apresentaram resultados satisfatórios e um insatisfatório. Para uma avaliação utilizando CV igual a 5%, todos os laboratórios apresentaram resultados satisfatórios. O coeficiente de variação de 2% foi proposto no protocolo do EP para análise de metano em ar sintético. É importante salientar que caso os laboratórios considerem o coeficiente de variação de 2% restritivo para avaliar a análise em questão, julgando as atividades desenvolvidas pelos laboratórios, os resultados dos laboratórios podem ser recalculados de acordo com a metodologia apresentada na Equação (10).

Desse modo concluí-se que a 1ª Rodada do Ensaio de Proficiência de Metano atendeu aos objetivos propostos e evidenciou um bom desempenho dos laboratórios participantes.

Ressalta-se que o EP é uma ferramenta da qualidade que tem, dentre outras funções, a identificação de diferenças interlaboratoriais. Porém, a avaliação tem caráter pontual, cabendo uma análise crítica por parte do laboratório sobre seus resultados, sendo que toda a experiência laboratorial deve ser considerada. Portanto, o exercício de EP, de forma sistemática, pode garantir ao laboratório informações sobre sua capacidade de medição, sendo de grande importância para o monitoramento da validade de seus resultados.

7. Laboratórios participantes

Instituição	e-mail
AGA S.A Laboratório de Gases Especiais	silvana.vicente@br.aga.com
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB	Vanderleib@cetesb.sp.gov.br etel@cetesb.sp.gov.br
Delphi Automotive Systems do Brasil Centro Tecnológico Delphi - Laboratório de Emissões Veiculares	lilian.garcia@delphi.com
Air Liquide Brasil Air Liquide – ALPHAGAZ	ricardo.cabral@airliquide.com nilton.ikai@airliquide.com
FA Powetrain Ltda Laboratório de Emissões e Consumo	julio.duarte@brf.fiat-gm-pwt.com
Ford Motor Company Brasil Ltda Laboratório de Emissões do Campo de Provas de Tatuí	asilvafi@ford.com
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC Laboratório de Emissões Veiculares – Setor de Eletromecânica	stm@cetec.br
General Motors do Brasil Ltda Laboratório de Emissões do CPCA (CLF-016)	daniel.rosa@gm.com
Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Lactec/Leme - Laboratório de Emissões	Evertonl@lactec.org.br
Instituto Nacional de tecnologia – INT Laboratório de Gases Combustíveis –LAGAS	Telmareg@int.gov.br Verarese@int.gov.br
Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobrás DPM/LEV – Desempenho de Produtos em Motores Laboratório de Ensaios Veiculares	tcm@petrobras.com.br
UMICORE BRASIL LTDA	edson.paixao@am.umicore.com
Volkswagen do Brasil Ltda Laboratório de Emissões Veiculares	rogerio.silva@volkswagen.com.br
White Martins Gases Industriais Ltda Laboratório de Controle de Qualidade de Gases Especiais	antonio_giorgio@praxair.com

- ➔ Total de participantes: 14 laboratórios
- ➔ O código de cada participante não está associado à ordem da lista de participantes.

8. Referências Bibliográficas

- Eurachem Nederland, working group on "Interlaboratory Studies", "Statistics and assessment of interlaboratory studies", December 1996;
- ISO 5725-1 e 2, "Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results"
- ASTM Guide E1301-96 (1196), "Standard guide for the development and operating of laboratory proficiency testing programs", American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pa.
- Michael van Son and Adriaan M.H. van der Veen - PT Natural Gas 15 – Evaluation Report. Nmi Van Swinden Laboratorium B.V. Department of Chemistry. Report Code S-CH.06.16. 20 June 2006.