

Relatório Final do Ensaio de
Proficiência em Ultrassom
1ª Rodada - Medição de Espessura



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM ULTRASSOM

1ª RODADA - MEDIÇÃO DE ESPESSURA

Período de inscrição: 26/11/12 a 05/12/12

RELATÓRIO FINAL N° 004/14 – Revisão 03

Este Relatório substitui e cancela o Relatório Final - N° 004/14 – Revisão nº 02 de 22/Janeiro/2015

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial – Dimci
Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias
RJ – Brasil – CEP: 25250-020
E-mail para contato: pep-inmetro@inmetro.gov.br

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Gilmar Machado Ximenes (Inmetro/Dimci/Diavi)
Guilherme Andrade Campos Pedrosa (Inmetro/Cgcre/Diois)
Damares da Silva Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep) - Coordenador PEP- Inmetro)
Rodrigo Pereira Barretto da Costa Felix (Inmetro/Dimci/Diavi)

COMITÊ TÉCNICO

Cristiane Evelise Ribeiro da Silva (Inmetro/Dimci/Diavi)
Dilton Siqueira Junior (Inmetro/Dimci/Diavi)
Douglas dos Santos Braz (Inmetro/Dimci/Diavi)
Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dquim)
Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)
Rodrigo Pereira Barretto da Costa Felix (Inmetro/Dimci/Diavi)
Werickson F. de Carvalho Rocha (Inmetro/Dimci/Dquim)

SUMÁRIO

1. Introdução	2
2. Itens de Ensaio	2
2.1. Preparação dos Itens de Ensaio	2
2.2. Estabilidade dos Itens de Ensaio	3
3. Valor Designado	5
4. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes	5
5. Resultados e Discussões	6
6. Confidencialidade.....	22
7. Participantes	23
8. Referências Bibliográficas	26
9. Histórico da Revisão	26

1. Introdução

O ensaio de proficiência (EP) é uma ferramenta para a determinação do desempenho de laboratórios na execução de ensaios ou calibrações. A realização de ensaios de proficiência no País é fundamental para o aumento da credibilidade dos resultados das medições e, conseqüentemente, contribui para facilitar o comércio internacional e prevenir barreiras técnicas.

Um EP compreende a organização, o desempenho e a avaliação de ensaios nos mesmos itens ou em itens de ensaio similares, por dois ou mais laboratórios, de acordo com condições predeterminadas.

A portaria Inmetro nº 91 (31/03/2009) especifica que os Organismos de Inspeção (OI) e representantes da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade devem se adequar aos Regulamentos técnicos da Qualidade para a inspeção de veículos e equipamentos utilizados no transporte de produtos perigosos. Uma das características a serem avaliadas por esses organismos é a medição de espessura por ultrassom. Um dos métodos propostos para avaliar a competência destes organismos em realizar esta medição é a participação em Ensaios de Proficiência (EP).

Para a realização deste EP, o Laboratório de Ultrassom (Labus) do Inmetro desenvolveu um artefato (cubo metálico), cujas 6 (seis) faces tinham espessuras diferentes. Foram construídos 10 (dez) cubos para a realização do EP. O Labus também definiu os valores designados das espessuras de cada uma das faces dos cubos com suas respectivas incertezas de medição. As medições foram realizadas através de um software específico. Tanto a validação do método de medição quanto do software foi considerada satisfatória. Também foi realizado um estudo de estabilidade para confirmação da integridade dos artefatos utilizados no EP.

Os objetivos desse EP foram:

- Determinar o desempenho dos Organismos de Inspeção na medição de Espessura por Ultrassom;
- Identificar problemas nos Organismos de Inspeção;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições de Espessura por Ultrassom;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada Organismo de Inspeção.

O presente relatório tem por finalidade apresentar os resultados da avaliação do desempenho dos participantes do EP em Ultrassom – 1ª rodada.

2. Itens de Ensaio

2.1. Preparação dos Itens de Ensaio

Os itens de ensaio deste EP em Ultrassom foram 10 (dez) cubos de faces metálicas, cada uma com arestas de 100 mm, identificadas pelas letras A, B, C, D, E e F gravadas em baixo relevo sobre as faces. As espessuras das 60 faces variam entre 2,0 mm e 12,5 mm. Para todas as faces a velocidade de propagação foi arbitrada e fixada em 5.920 m/s, já que este é o valor nominal aceito para a velocidade de propagação ultrassônica em aço.

Os cubos foram montados soldando-se as faces de sorte que analisando externamente não é possível identificar a espessura de nenhuma das faces.

A espessura de cada face foi determinada exclusivamente por ultrassom. Foi utilizado o princípio do pulso eco. As faces foram medidas antes de serem soldadas, montando-se os cubos, e depois da montagem feita para se assegurar que o processo de fabricação dos cubos não alterou a espessura, quanto medida por ultrassom.

2.2. Estabilidade dos Itens de Ensaio

Os itens de ensaio foram ensaiados em condições de repetibilidade e precisão intermediária no laboratório de Ultrassom do Inmetro. Os ensaios foram realizados por dois técnicos com treinamento e capacitação apropriada. Cada técnico ensaiou cada item em duas situações distintas, a saber: coleta e análise manual das medições; e coleta e análise automatizada dos dados. Antes de serem disponibilizados para os participantes, todos os cubos foram medidos em dois momentos com intervalo de três meses entre eles.

A estabilidade dos itens foi continuamente avaliada durante todo o Ensaio de Proficiência, uma vez que todas as faces de todos os cubos foram medidas imediatamente após retorno de cada participante. Os resultados foram avaliados pela análise de tendência de acordo com a norma ABNT ISO Guia 35:2012 – Materiais de referência – Princípios gerais e estatísticos para certificação. Considere-se a equação da reta (1):

$$Y = b_1 * X + b_0 \tag{1}$$

Define-se:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)(Y_i - Y)}{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2} \tag{2}$$

$$b_0 = Y - b_1 X \tag{3}$$

Onde:

Y – é o valor do mensurando (espessura), após a regressão linear obtida computando-se os diversos valores medidos;

X – é a variável independente (ordem cronológica de cada medição realizada);

Y_i – é a medição realizada no instante de tempo i ;

X_i – é o indicador cronológico do instante de tempo i no qual foi feita uma medição;

b_1 – é a inclinação da reta (para dados sem tendência, $b_1 \cong 0$);

b_0 – é a interseção $X = 0$ (para dados sem tendência, $b_0 =$ média do mensurando);

O estudo de estabilidade foi realizado com o objetivo de analisar um comportamento específico de uma característica ao longo de um determinado período de tempo, no caso, a espessura das faces dos cubos. O Labus optou por realizar o estudo de estabilidade de longo prazo, descrito na norma ABNT ISO Guia 35, por se tratar de um artefato metálico utilizado ao longo de meses que poderia ter sofrido a influência devida às condições de armazenamento, transporte e utilização por terceiros (os participantes do ensaio de proficiência).

A norma ABNT ISO Guia 35 cita o estudo de tendência como forma de analisar o comportamento da característica observada. Para tal é sugerido que seja feita uma análise da inclinação da reta da função de 1º grau dos resultados obtidos nas medições realizadas nas faces dos cubos.

Numa estabilidade ideal, em que a característica observada é imutável ao longo do tempo observado, a inclinação da reta é zero, significando que a equação da reta é uma constante. Estatisticamente o valor da inclinação da equação da reta calculada é aceitável quando seu valor tem a probabilidade de ser zero.

A mesma norma determina que a análise t pode ser utilizada como ferramenta para analisar a significância da inclinação da reta. Para tanto, é necessário calcular o desvio padrão da inclinação da reta (4):

$$s(b_1) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}} \quad (4)$$

Onde:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i)^2}{n-2} \quad (5)$$

Onde:

$s(b_1)$ é o desvio padrão da inclinação.

b_1 é a inclinação da reta.

b_0 é a interseção.

O intervalo de confiança t será calculado através da seguinte equação (6):

$$b_1 - \frac{t \cdot s(b_1)}{\sqrt{n}} \leq 0 \leq b_1 + \frac{t \cdot s(b_1)}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Onde:

t fator t student (95%, $n-2$)

Quando o valor zero está contido no intervalo t , significa que estatisticamente é possível que a inclinação da reta seja zero.

O teste de estabilidade demonstrou que todas as faces se mostraram estáveis dentro do período em que durou o Ensaio de Proficiência. Não serão apresentados os resultados completos neste relatório por serem muito extensos e informam pouco além da própria constatação de estabilidade.

Além disto, foi calculado o valor do erro normalizado entre os valores dos certificados das calibrações realizadas em 22/11/2012 e 14/08/2013, antes do início e ao final do EP respectivamente. Os valores máximos dos erros normalizados de cada cubo de 1 a 10 foram: Cubo 1: 0,11; Cubo 2: 0,12; Cubo 3: 0,12; Cubo 4: 0,13; Cubo 5: 0,08; Cubo 6: 0,21; Cubo 7: 0,08; Cubo 8: 0,04; Cubo 9: 0,17; e Cubo 10: 0,10.

3. Valor Designado

O valor designado para avaliar o desempenho dos participantes corresponde aos valores obtidos na última calibração. Isto não compromete os resultados dos participantes, tendo em vista a estabilidade dos itens de ensaio e os valores do erro normalizado que não ultrapassou a 0,21. Os valores designados e suas respectivas incertezas constam nas tabelas de 1 a 10 com os resultados dos participantes.

Não foi identificada tendência na análise das medições realizadas no laboratório de referência entre as sucessivas etapas de circulação dos artefatos entre os participantes.

4. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes

Para avaliação de desempenho dos participantes foi utilizado o teste descrito na ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, o índice z ou z -score, calculado conforme a Equação 7. Como cada face dos cubos representa um padrão, independente dos demais, foram analisados os índices z de maneira separada para cada face ou padrão, constituindo desta forma seis análises.

O índice z representa uma medida da distância do resultado apresentado por um participante específico em relação ao valor de referência do ensaio de proficiência e, portanto, serve para verificar se o resultado da medição de cada participante está em conformidade com o valor designado. O índice z é calculado pela Equação 7.

$$z = \frac{x_i - X}{U_x} \quad (7)$$

Onde:

x_i – valor reportado pelo i -ésimo participante;

X – valor designado pelo laboratório do Inmetro;

U_x – valor de incerteza expandida do valor designado, obtido a partir das calibrações do Labus.

A interpretação do valor do índice z está descrita abaixo:

$|z| \leq 2,0$ - Resultado satisfatório

$2,0 < |z| < 3,0$ - Resultado questionável

$|z| \geq 3,0$ - Resultado insatisfatório

5. Resultados e Discussões

De acordo com as instruções do protocolo, para a medida da espessura de cada face do cubo, cada participante realizou 40 medições com seu equipamento. Assim, cada um apresentou 240 (duzentos e quarenta) resultados, excetuando o participante de código 18 que realizou as medições com dois equipamentos diferentes e apresentou ambos os resultados, totalizando 480 medições. A coordenação deste EP decidiu considerar ambos os resultados, sendo eles diferenciados da seguinte forma: 20.1/18_1 e 20.1/18_2. Deste modo, a análise envolveu 13.200 (treze mil e duzentos) dados.

Nas tabelas de 1 a 10 são apresentadas as médias dos 40 resultados das medições realizadas em cada face do cubo, por cada um dos 54 (cinquenta e quatro) participantes desse EP.

Cabe ressaltar que, tanto no texto como nas tabelas e gráficos, cada participante foi identificado apenas pela numeração final do seu código.

Tabela 1: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 1 e valores do índice z.

FACE	ESPESSURA X	U _x	OI/04		OI/18_1		OI/18_2		OI/30		OI/70		OI/85		OI/99	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	4,769	0,036	4,810	1,1	12,625	218	12,448	213	4,779	0,3	4,700	-1,9	4,685	-2,3	4,794	0,7
B	8,028	0,035	8,040	0,3	4,850	-91	4,710	-95	8,094	1,9	8,100	2,1	7,955	-2,1	8,031	0,1
C	3,232	0,035	3,255	0,7	2,135	-31	2,040	-34	3,269	1,1	3,200	-0,9	3,160	-2,1	3,216	-0,5
D	2,054	0,036	2,033	-0,6	8,260	172	7,905	163	2,078	0,7	2,100	1,3	1,968	-2,4	2,094	1,1
E	3,052	0,038	3,045	-0,2	3,200	3,9	3,158	2,8	3,054	0,1	3,100	1,3	2,955	-2,6	3,037	-0,4
F	12,49	0,039	12,438	-1,3	3,158	-239	2,953	-245	12,505	0,4	12,600	2,9	12,505	0,4	12,534	1,2

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 06 (seis) OI que mediram o cubo 1, o OI/18 apresentou resultados insatisfatório sem todas as medições com um equipamento e em 5 (cinco) medições com o segundo equipamento. Pela tabela, muito provavelmente o OI/18 se equivocou ao reportar os resultados, errando na identificação da face medida.

O OI/85 obteve apenas 1 (um) resultado satisfatório e outros 5 (cinco) questionáveis e o OI/70 obteve 2 (dois) resultados questionáveis e 4 (quatro) satisfatórios.

Tabela 2: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 2 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/55		OI/62		OI/75		OI/80		OI/93	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	6,353	0,034	6,393	1,2	6,500	4,3	6,248	-3,1	6,303	-1,5	6,500	4,3
B	2,057	0,035	2,083	0,7	2,018	-1,1	1,677	-11	1,953	-3,0	2,100	1,2
C	9,568	0,035	9,722	4,4	9,615	1,3	4,798	-136	9,485	-2,4	9,773	5,8
D	3,257	0,034	3,290	1,0	3,395	4,1	9,450	182	3,195	-1,8	3,400	4,2
E	4,604	0,034	4,685	2,4	4,610	0,2	2,532	-61	4,513	-2,7	4,600	-0,1
F	3,26	0,034	3,325	1,9	3,200	-1,8	3,459	5,9	3,188	-2,1	3,400	4,1

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 05 (cinco) OI que mediram o cubo 2, o OI/75 obteve todos os resultados insatisfatórios; o OI/93 teve 4 (quatro) resultados insatisfatórios e 2 (dois) satisfatórios; o OI/62 obteve 2 (dois) resultados insatisfatórios e 3 (três) resultados satisfatórios; o OI/55 obteve 1 (um) resultado insatisfatório, 1 (um) questionável e 4 (quatro) satisfatórios; o OI/80 obteve 3 (três) resultados questionáveis e 2 (dois) satisfatórios.

Tabela 3: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 3 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/02		OI/21		OI/35		OI/46		OI/69		OI/76		OI/96	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	3,263	0,035	3,298	1,0	3,270	0,2	3,275	0,3	3,300	1,1	3,253	-0,3	3,208	-1,6	3,200	-1,8
B	4,767	0,035	4,720	-1,3	4,703	-1,8	4,785	0,5	4,800	0,9	4,798	0,9	4,720	-1,3	4,700	-1,9
C	2,066	0,035	1,984	-2,3	2,165	2,8	2,108	1,2	2,778	20	2,075	0,3	2,100	1,0	2,000	-1,9
D	9,571	0,036	9,424	-4,1	9,623	1,4	9,585	0,4	9,310	-7,2	9,600	0,8	9,710	3,9	9,600	0,8
E	3,263	0,034	3,168	-2,8	3,253	-0,3	3,313	1,5	3,328	1,9	3,243	-0,6	3,393	3,8	3,200	-1,9
F	4,607	0,035	4,395	-6,1	4,543	-1,8	4,578	-0,8	4,500	-3,1	4,578	-0,8	4,605	-0,1	4,600	-0,2

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 07 (sete) OI que mediram o cubo 3, os OI/35, OI/69 e OI/96 apresentaram resultados satisfatórios em todas as medições. O OI/21 obteve 01 (um) resultado questionável, o OI/02 apresentou 02 (dois) resultados questionáveis e 02 (dois) insatisfatórios, o OI/76 obteve 02 (dois) resultados insatisfatórios e o OI/46 apresentou 03 (três) resultados insatisfatórios.

Tabela 4: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 4 e valores do índice z.

FACE	ESPESURA X	U _x	OI/17		OI/25		OI/50		OI/59	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	4,604	0,034	4,600	-0,1	4,545	-1,7	4,694	2,6	4,482	-3,6
B	12,489	0,035	12,325	-4,7	12,558	2,0	12,747	7,4	12,137	-10
C	3,248	0,034	3,350	3,0	3,260	0,4	3,316	2,0	3,132	-3,4
D	2,065	0,034	3,225	3,4	2,165	2,9	2,100	1,0	2,002	-1,9
E	6,349	0,035	6,300	-1,4	6,320	-0,8	6,464	3,3	6,220	-3,7
F	3,24	0,034	3,325	2,5	3,268	0,8	3,295	1,7	3,124	-3,4

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos quatro OI que mediram o cubo 4, o OI/25 obteve apenas 01 (um) resultado questionável, o OI/50 obteve 01(um) resultado questionável e 02 (dois) insatisfatórios, o OI/17 obteve 01 (um) resultado questionável e 03 (três) insatisfatórios e o OI/59 obteve 05 (cinco) resultados insatisfatórios e 01 (um) satisfatório.

Tabela 5: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 5 e valores do índice z.

FACE	ESPESURA X	U _x	OI/11		OI/39		OI/88		OI/94	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	6,356	0,037	6,175	-4,9	6,620	7,1	6,217	-3,8	6,400	1,2
B	3,268	0,038	3,175	-2,4	3,500	6,1	3,496	6,0	3,330	1,6
C	4,733	0,035	4,650	-2,4	4,958	6,4	4,360	-11	4,758	0,7
D	12,500	0,036	12,550	1,4	12,790	8,1	12,224	-7,7	12,600	2,8
E	2,071	0,035	2,025	-1,3	1,500	-16	2,106	1,0	2,100	0,8
F	3,221	0,034	3,100	-3,6	3,478	7,5	3,308	2,6	3,245	0,7

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 04 (quatro) OI que mediram o cubo 5, o OI/39 apresentou todos os resultados insatisfatórios, o OI/88 obteve 04 (quatro) resultados insatisfatórios e 01 (um) questionável, o OI/11 obteve 02 (dois) resultados insatisfatórios e 02 (dois) questionáveis e o OI/94 obteve 01 (um) resultado questionável.

Tabela 6: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 6 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/14		OI/36		OI/42		OI/68		OI/77		OI/89		OI/95	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	3,236	0,035	3,400	4,7	3,150	-2,5	3,200	-1,0	3,300	1,8	3,225	-0,3	3,200	-1,0	3,135	-2,9
B	4,747	0,034	4,900	4,5	4,788	1,2	4,800	1,6	4,800	1,6	4,713	-1,0	4,600	-4,3	4,758	0,3
C	6,313	0,035	6,600	8,2	6,275	-1,1	6,300	-0,4	6,500	5,3	6,225	-2,5	6,200	-3,2	6,173	-4,0
D	3,234	0,034	3,400	4,9	3,298	1,9	3,200	-1,0	3,175	-1,7	3,225	-0,3	3,100	-3,9	3,115	-3,5
E	8,052	0,035	8,100	1,4	8,197	4,2	8,000	-1,5	8,175	3,5	8,125	2,1	8,000	-1,5	7,875	-5,1
F	2,06	0,034	2,100	1,1	2,150	2,6	2,100	1,1	2,120	1,7	2,100	1,1	2,000	-1,9	2,025	-1,1

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 07 (sete) OI que mediram o cubo 6, o OI/42 obteve todos os resultados satisfatórios, o OI/77 obteve 04 (quatro) resultados satisfatórios e 02 (dois) questionáveis, o OI/68 obteve 04 (quatro) resultados satisfatórios e 02 (dois) resultados insatisfatórios, o OI/36 obteve 03 (três) resultados satisfatórios, 02 (dois) questionáveis e 01 (um) insatisfatório, o OI/95 obteve 02 (dois) resultados satisfatórios, 01 (um) resultado questionável e 03 (três) insatisfatórios, o OI/14 obteve 02 (dois) resultados satisfatórios e 04 (quatro) insatisfatórios e o OI/89 obteve 3 (três) resultados satisfatórios e 3 (três) insatisfatórios.

Tabela 7: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 7 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/06		OI/10		OI/23		OI/34		OI/72		OI/98	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	2,685	0,034	2,698	0,4	2,646	-1,2	2,700	0,4	2,960	8,1	2,700	0,4	26,400	698
B	3,231	0,034	3,200	-0,9	3,225	-0,2	3,200	-0,9	3,351	3,5	3,340	3,2	32,000	846
C	6,330	0,034	6,400	2,1	6,208	-3,6	6,400	2,1	6,460	3,8	6,400	2,1	65,000	1726
D	4,756	0,034	4,700	-1,6	4,707	-1,5	4,700	-1,6	5,004	7,3	4,875	3,5	47,200	1248
E	3,257	0,034	3,200	-1,7	3,234	-0,7	3,400	4,2	3,536	8,2	3,375	3,5	32,000	845
F	12,47	0,038	12,600	3,4	12,362	-2,8	12,600	3,4	12,353	-3,0	12,620	4,0	126	2977

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 06 (seis) OI que mediram o cubo 7, os OI/34 e OI/98 obtiveram todos os resultados insatisfatórios. O erro do OI/98 foi, provavelmente, não usar o separador decimal nos resultados. O OI/72 obteve 04 (quatro) resultados insatisfatórios, 01 (um) questionável e 01 (um) satisfatório. O OI/23 obteve 02 (dois) resultados insatisfatórios, 01 (um) questionável e 03 (três) satisfatórios. Os OI/06 e OI/10 obtiveram cada um 01 (um) resultado insatisfatório, 01 (um) questionável e 04 (quatro) satisfatórios.

Tabela 8: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 8 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/19		OI/32		OI/67		OI/83	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	9,597	0,034	9,565	-0,9	9,738	4,1	9,217	-11	9,800	6,0
B	3,060	0,035	3,090	0,9	3,105	1,3	3,089	0,8	3,115	1,6
C	4,771	0,034	4,723	-1,4	4,700	-2,1	4,738	-1,0	4,900	3,8
D	3,229	0,034	3,253	0,7	3,100	-3,8	3,163	-1,9	3,400	5,0
E	8,039	0,035	8,123	2,4	8,290	7,2	7,770	-7,7	8,300	7,5
F	4,607	0,034	4,658	1,5	4,505	-3,0	4,676	2,0	4,800	5,7

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 04 (quatro) OI que mediram o cubo 8, o OI/19 obteve 05 (cinco) resultados satisfatórios e 01 (um) questionável, o OI/67 obteve 04 (quatro) resultados satisfatórios e 02 (dois) insatisfatórios, o OI/32 obteve 01 (um) resultado satisfatório, um 01 (um) resultado questionável e 04 (quatro) resultados insatisfatórios, e o OI/83 obteve 01 (um) resultado satisfatório e 05 (cinco) resultados insatisfatórios.

Tabela 9: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 9 e valores do índice z.

FACE	ESPES SURA X	U _x	OI/08		OI/12		OI/24		OI/33		OI/61		OI/87	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	3,228	0,035	3,160	-1,9	3,308	2,3	3,300	2,1	3,200	-0,8	3,200	-0,8	3,273	1,3
B	4,61	0,034	4,610	0,0	4,575	-1,0	4,600	-0,3	4,600	-0,3	4,600	-0,3	4,585	-0,7
C	9,605	0,036	9,613	0,2	9,750	4,0	9,800	5,4	9,700	2,6	9,700	2,6	9,760	4,3
D	3,053	0,035	3,038	-0,4	3,095	1,2	3,100	1,3	3,100	1,3	3,113	1,7	2,983	-2,0
E	8,022	0,036	8,088	1,8	8,132	3,1	8,200	4,9	8,100	2,2	8,195	4,2	8,195	4,8
F	4,77	0,039	4,7	-1,8	4,9	3,3	4,8	0,7	4,8	0,7	4,9	2,0	4,8	0,3

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 06 (seis) OI que mediram o cubo 9, o OI/08 obteve todos os resultados satisfatórios; o OI/33 obteve 04 (quatro) satisfatórios e 02 (dois) questionáveis; o OI/61 obteve 04 (quatro) satisfatórios, 01 (um) questionável e 01 (um) insatisfatório; o OI/87 obteve 04 (quatro) resultados satisfatórios e 02 (dois) insatisfatórios; o OI/24 obteve 03 (três) satisfatórios, 01 (um) questionável e 02 (dois) insatisfatórios; o OI/12 obteve 02 (dois) resultados satisfatórios, 01 (um) questionável e 03 (três) insatisfatórios.

Tabela 10: Média aritmética dos resultados recebidos para o cubo 10 e valores do índice z.

FACE	ESPESURA X	U _x	OI/13		OI/54		OI/56		OI/57		OI/64	
			x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z	x _i	z
A	6,345	0,034	6,163	-5,3	6,500	4,6	6,183	-4,8	6,473	3,7	6,328	-0,5
B	12,496	0,035	12,357	-4,0	12,605	3,1	12,366	-3,7	12,608	3,2	12,587	2,6
C	3,056	0,034	3,115	1,7	3,100	1,3	3,188	3,9	3,100	1,3	3,110	1,6
D	4,755	0,034	4,694	-1,8	4,850	2,8	4,699	-1,6	4,683	-2,1	4,703	-1,5
E	8,032	0,035	7,941	-2,6	8,175	4,1	7,943	-2,5	8,100	1,9	8,005	-0,8
F	3,26	0,034	3,234	-0,6	3,343	2,6	3,231	-0,7	3,148	-3,2	3,203	-1,5

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 05 (cinco) OI que mediram o cubo 10, o OI/64 obteve 05 (cinco) resultados satisfatórios e 01 (um) questionável; o OI/13 obteve 03 (três) resultados satisfatórios, 01 (um) questionável e 02 (dois) insatisfatórios; o OI/57 obteve 02 (dois) satisfatórios, 01 (um) questionável e 03 (três) insatisfatórios, o OI/54 obteve 01 (um) resultado satisfatório, 02 (dois) questionáveis e 03 (três) insatisfatórios; o OI/56 obteve 02 (dois) resultados satisfatórios, 1 (um) questionável e 03 (três) insatisfatórios.

As figuras de 1 a 10 a seguir apresentam graficamente o desempenho dos participantes para cada face do cubo analisado.

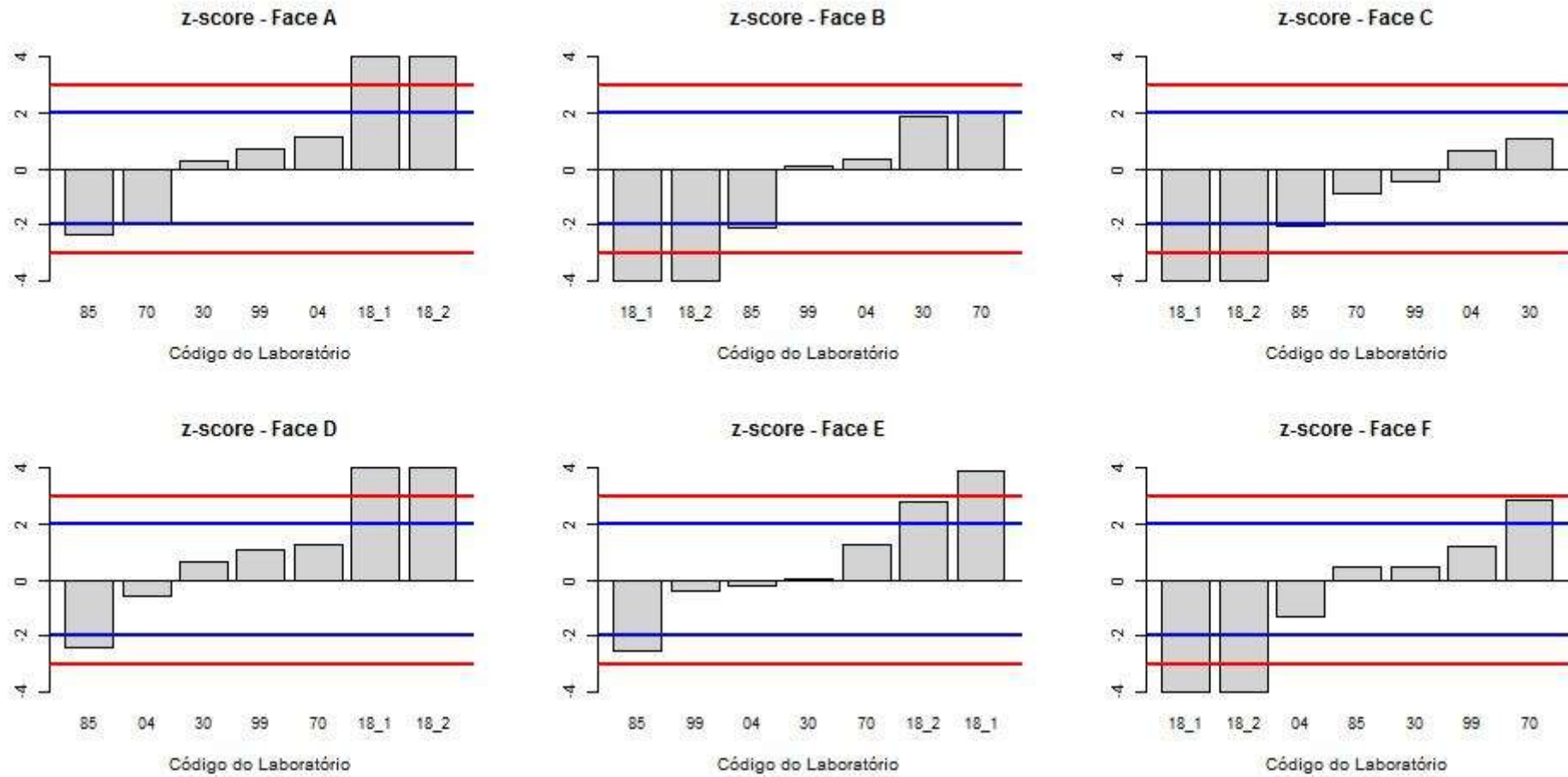


Figura 1. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 1.

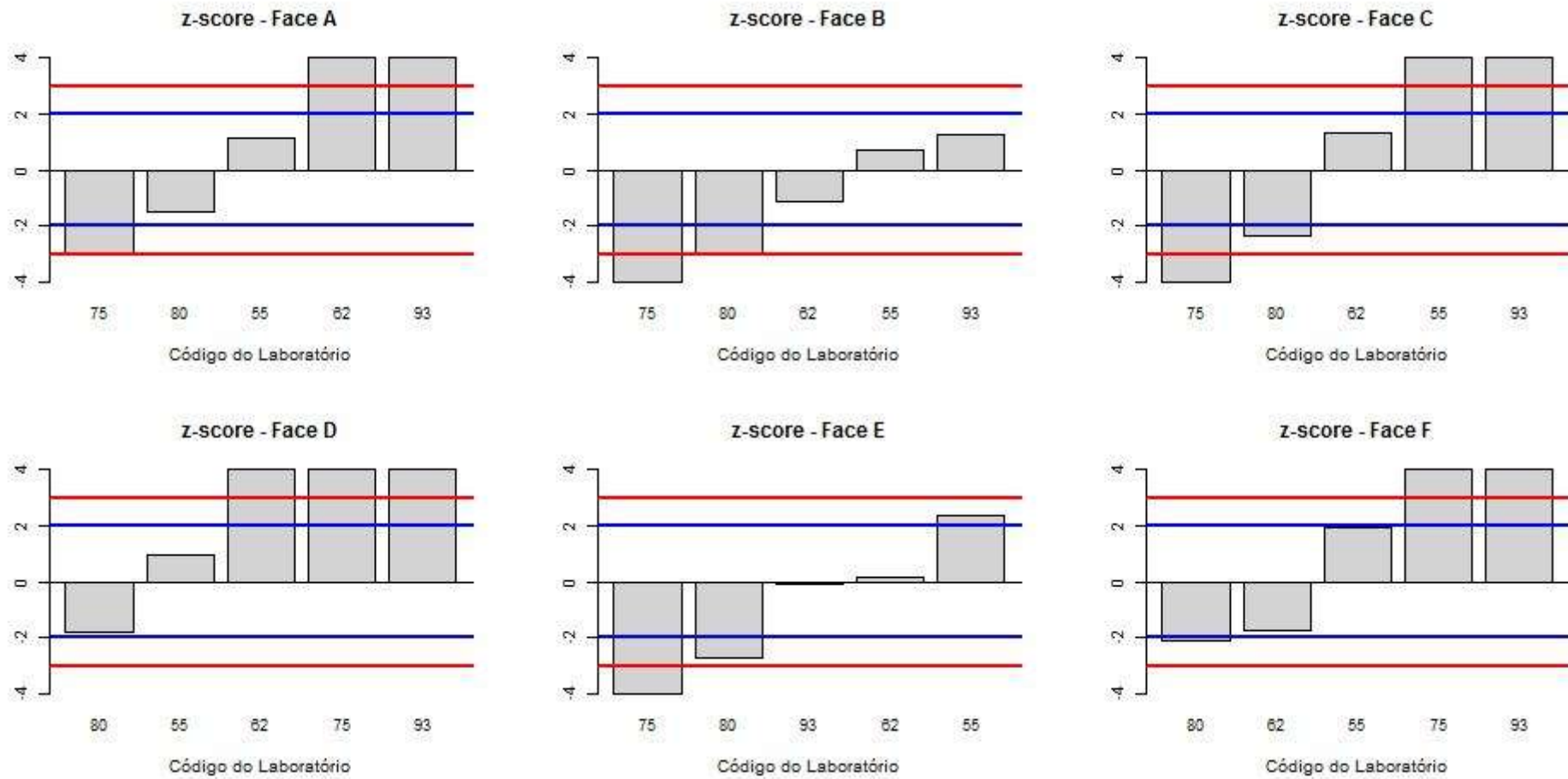


Figura 2. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 2.

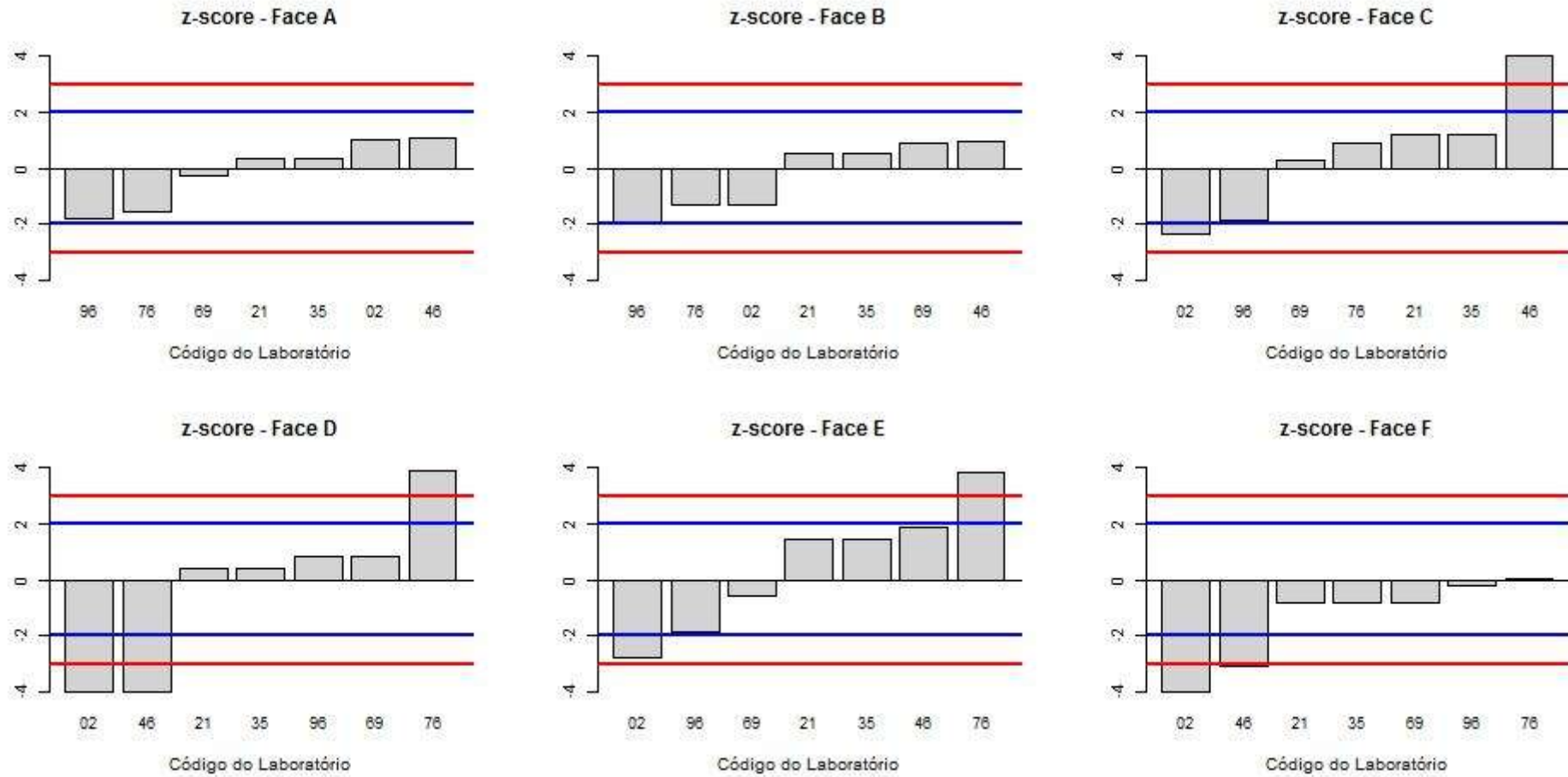


Figura 3. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 3.

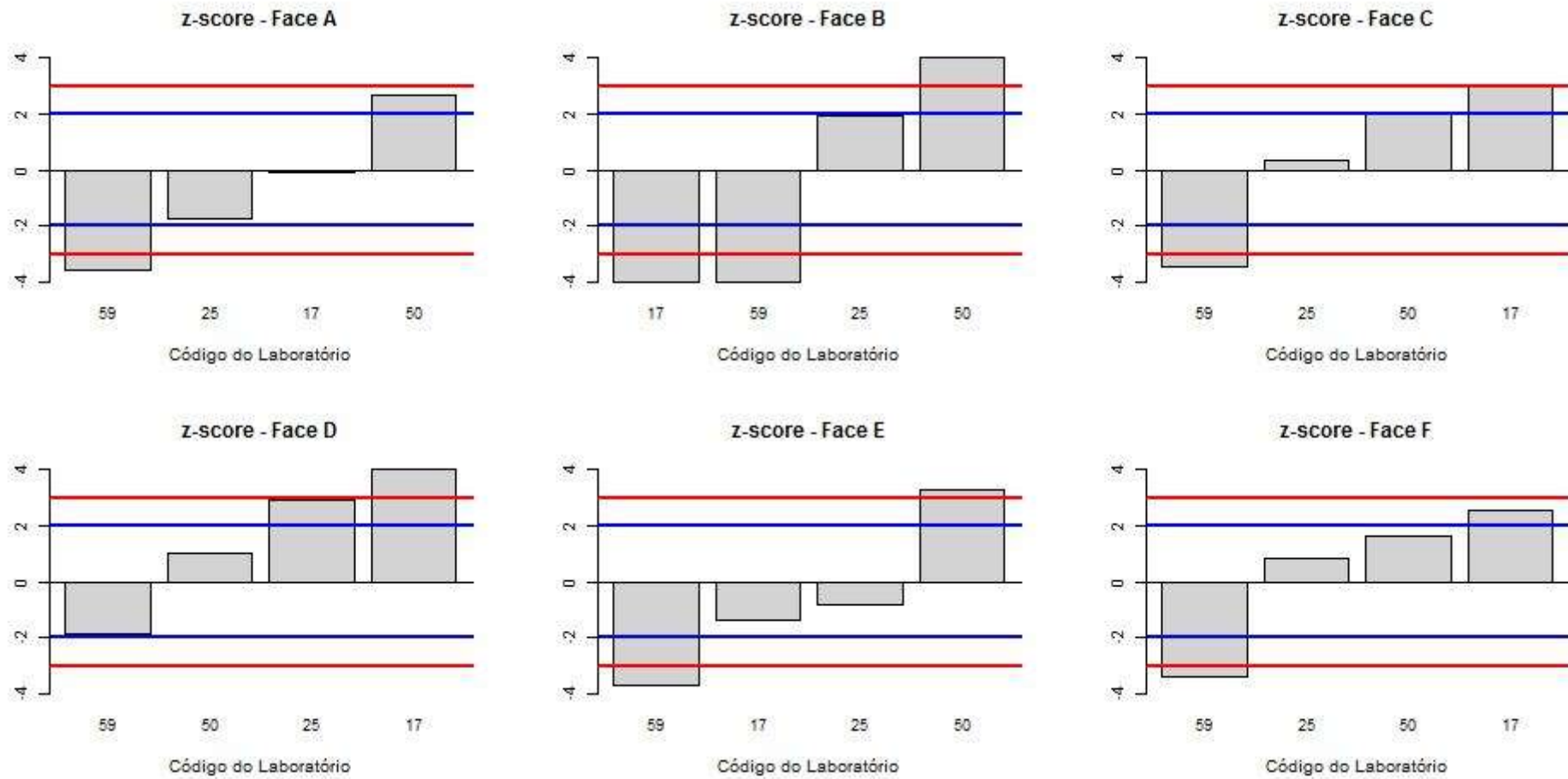


Figura 4. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 4.

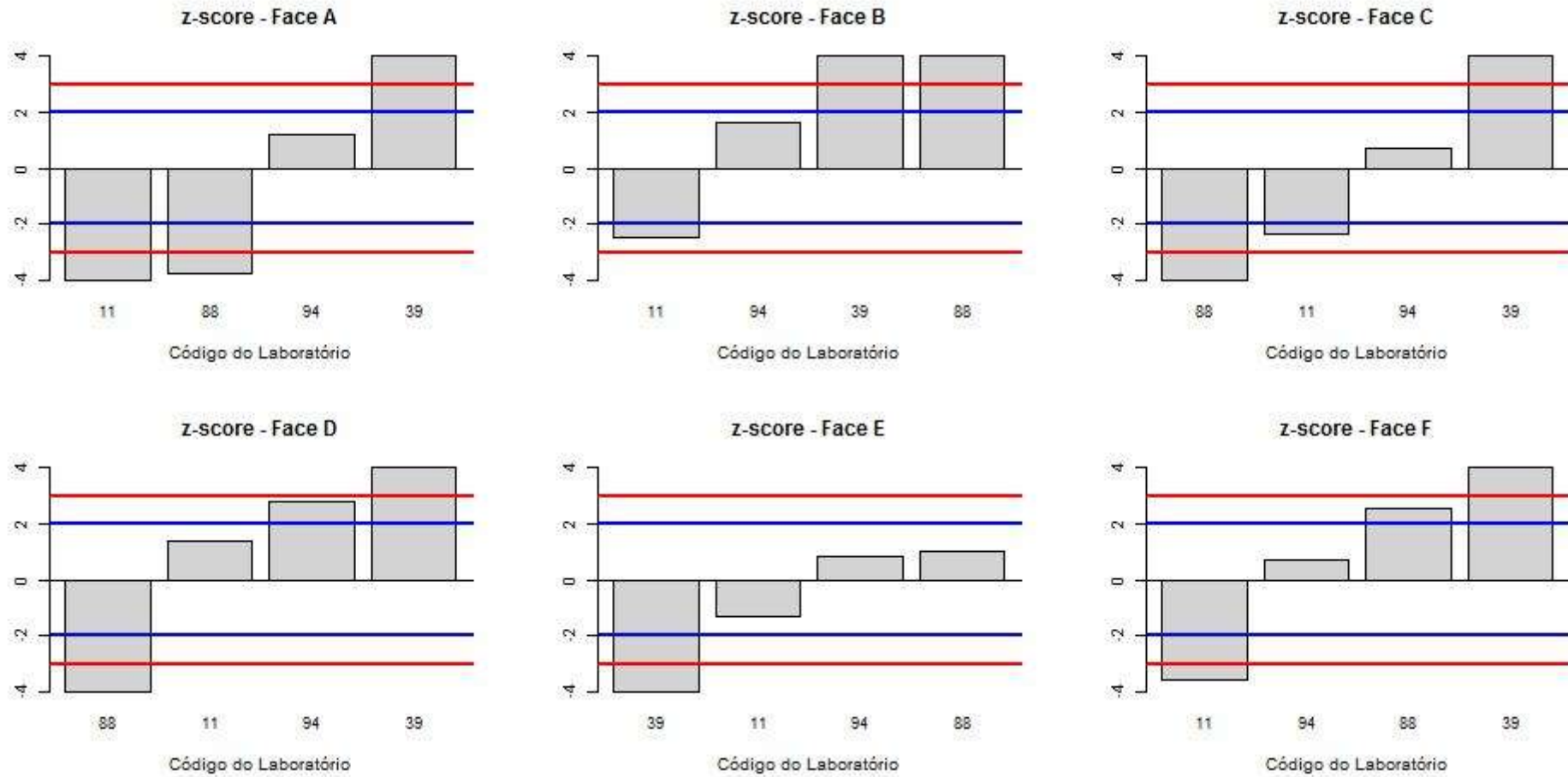


Figura 5. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 5.

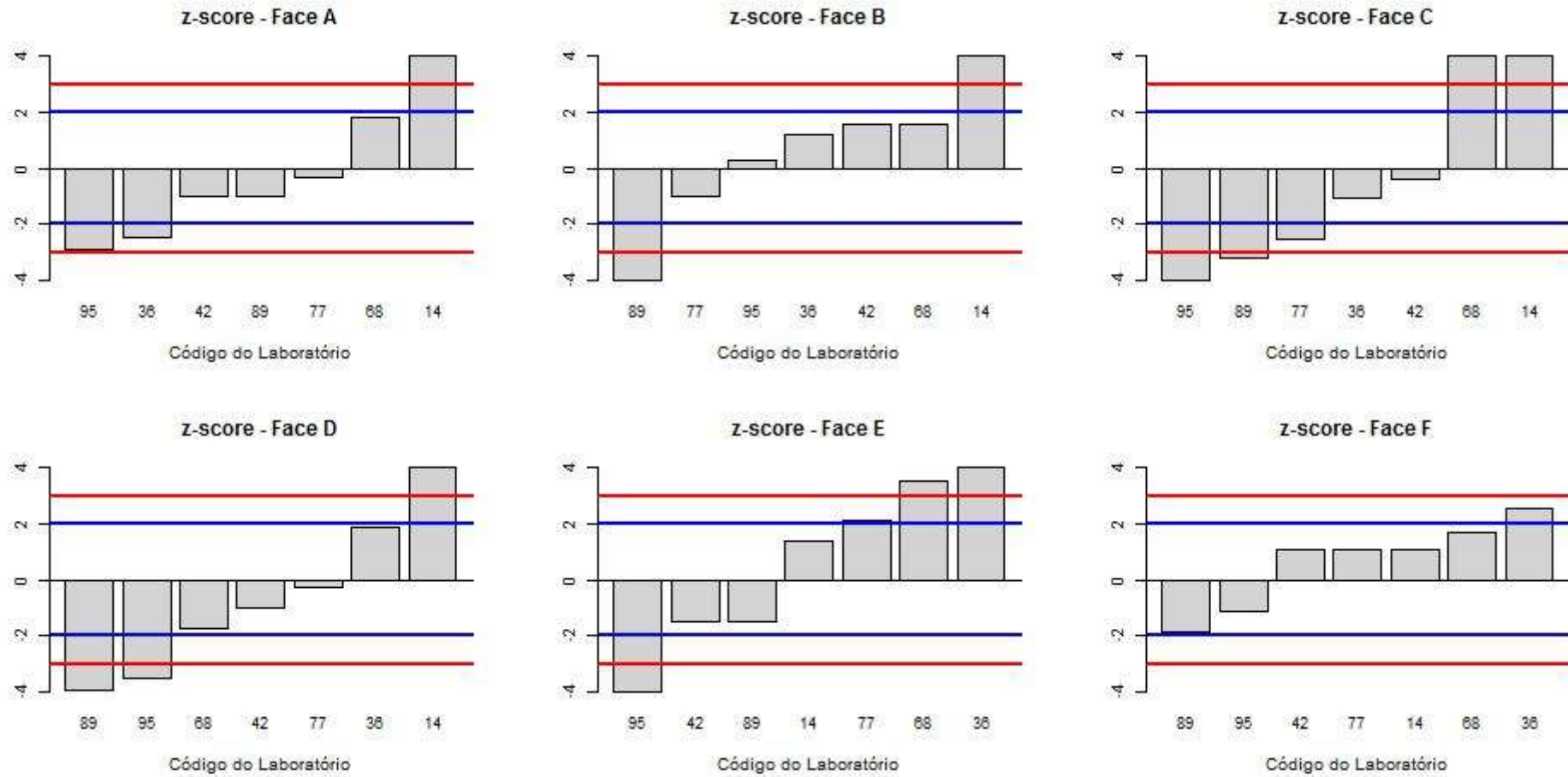


Figura 6. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 6.

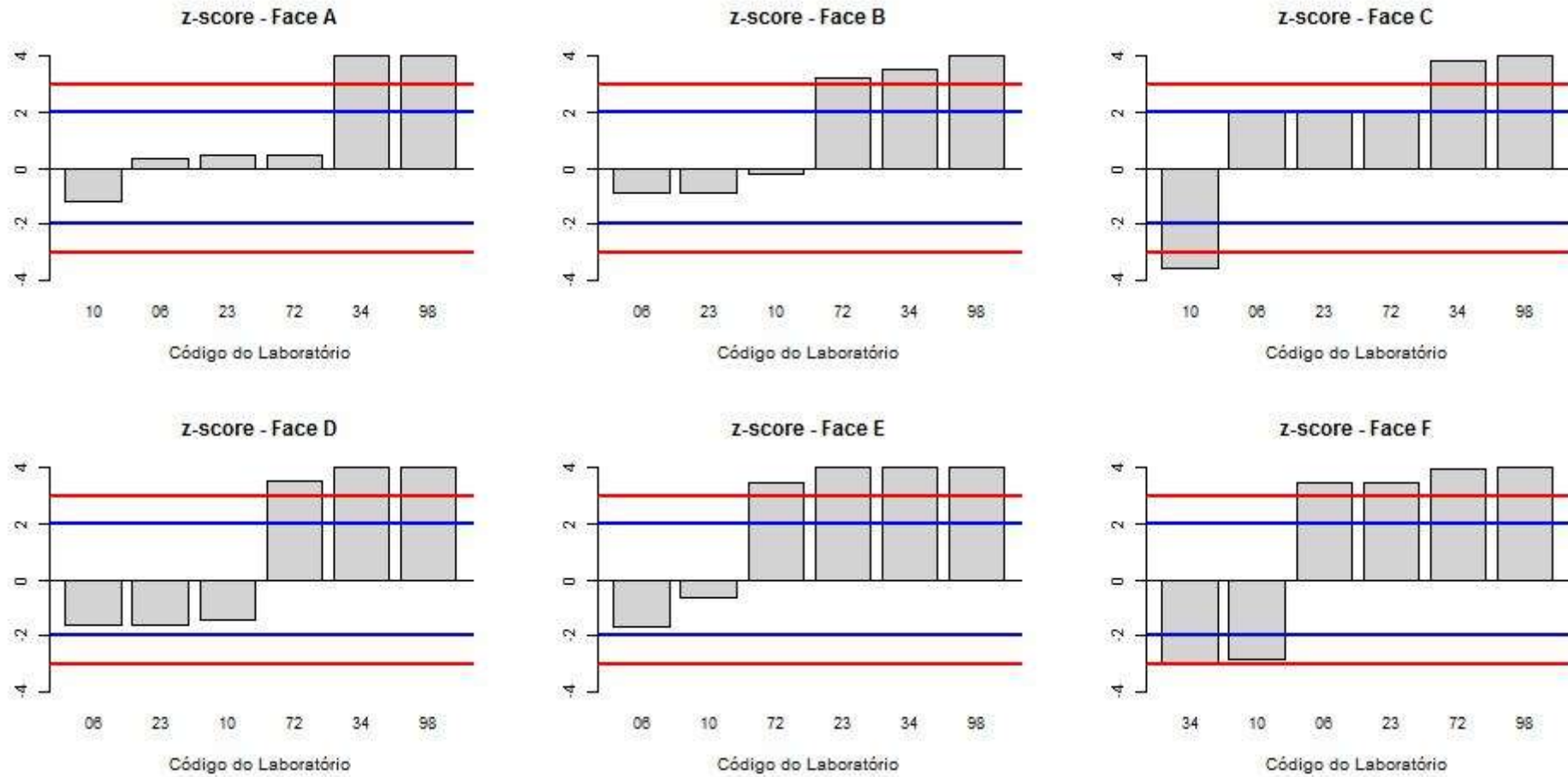


Figura 7. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 7.

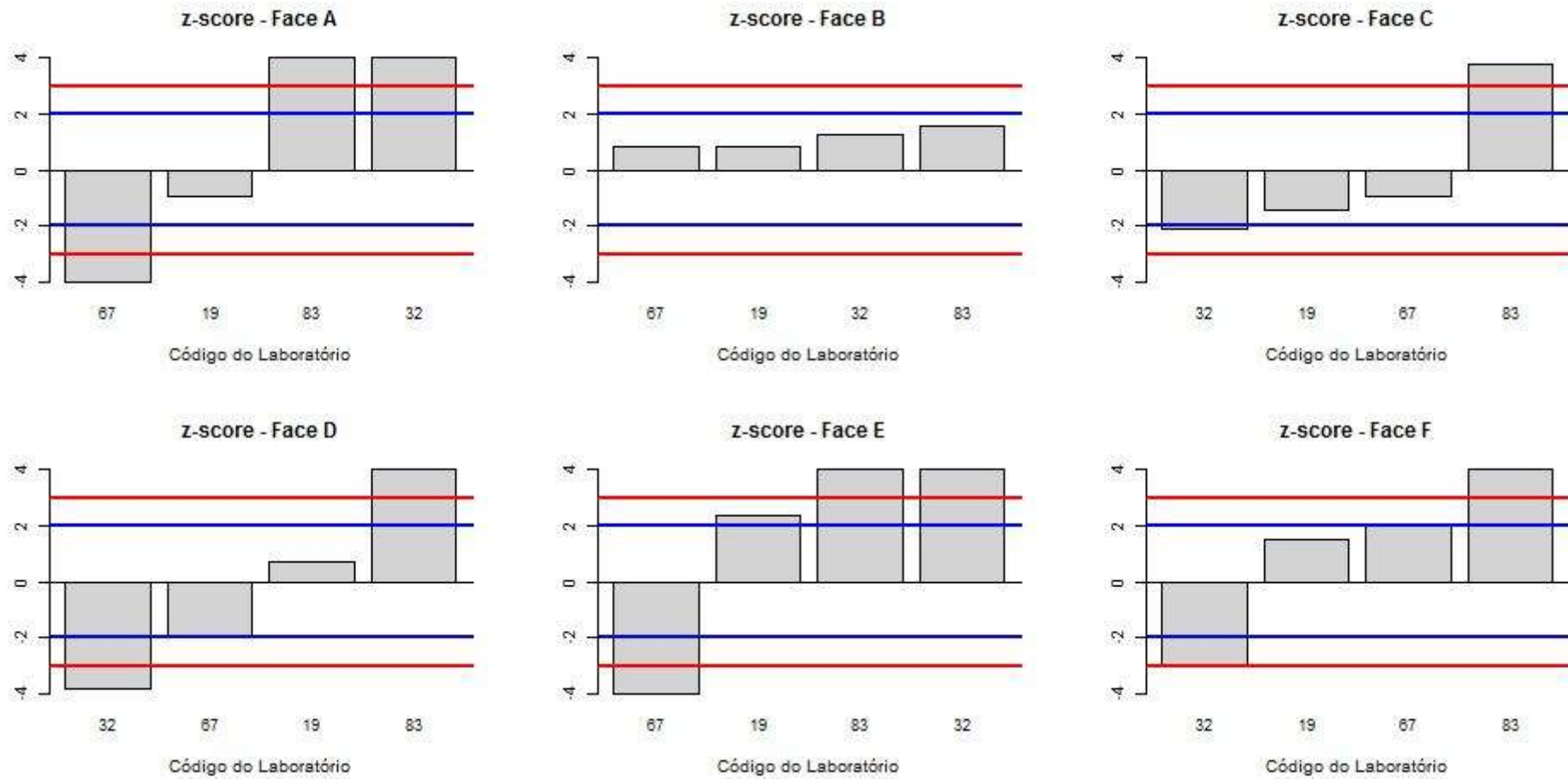


Figura 8. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 8.

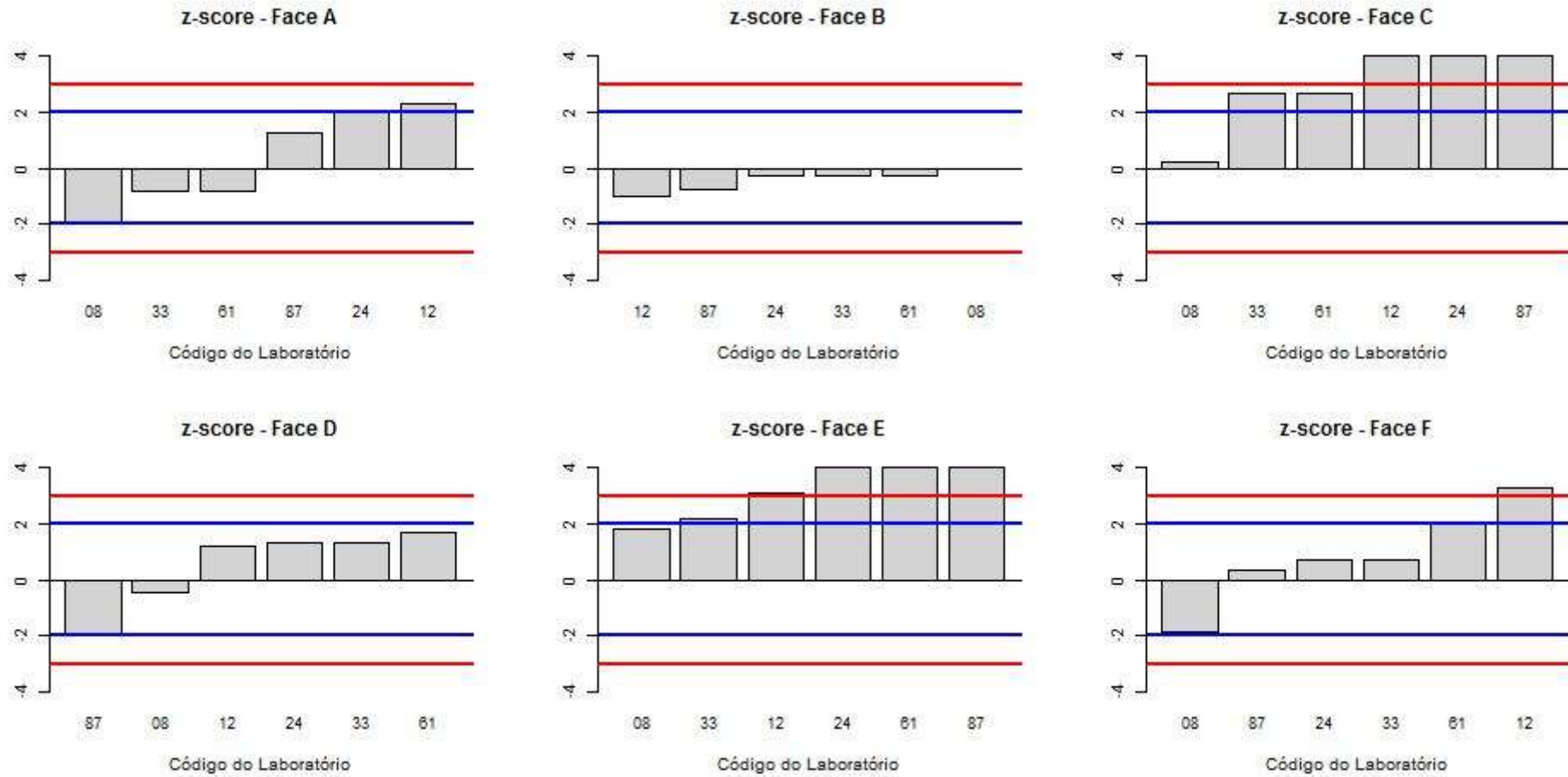


Figura 9. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 9.

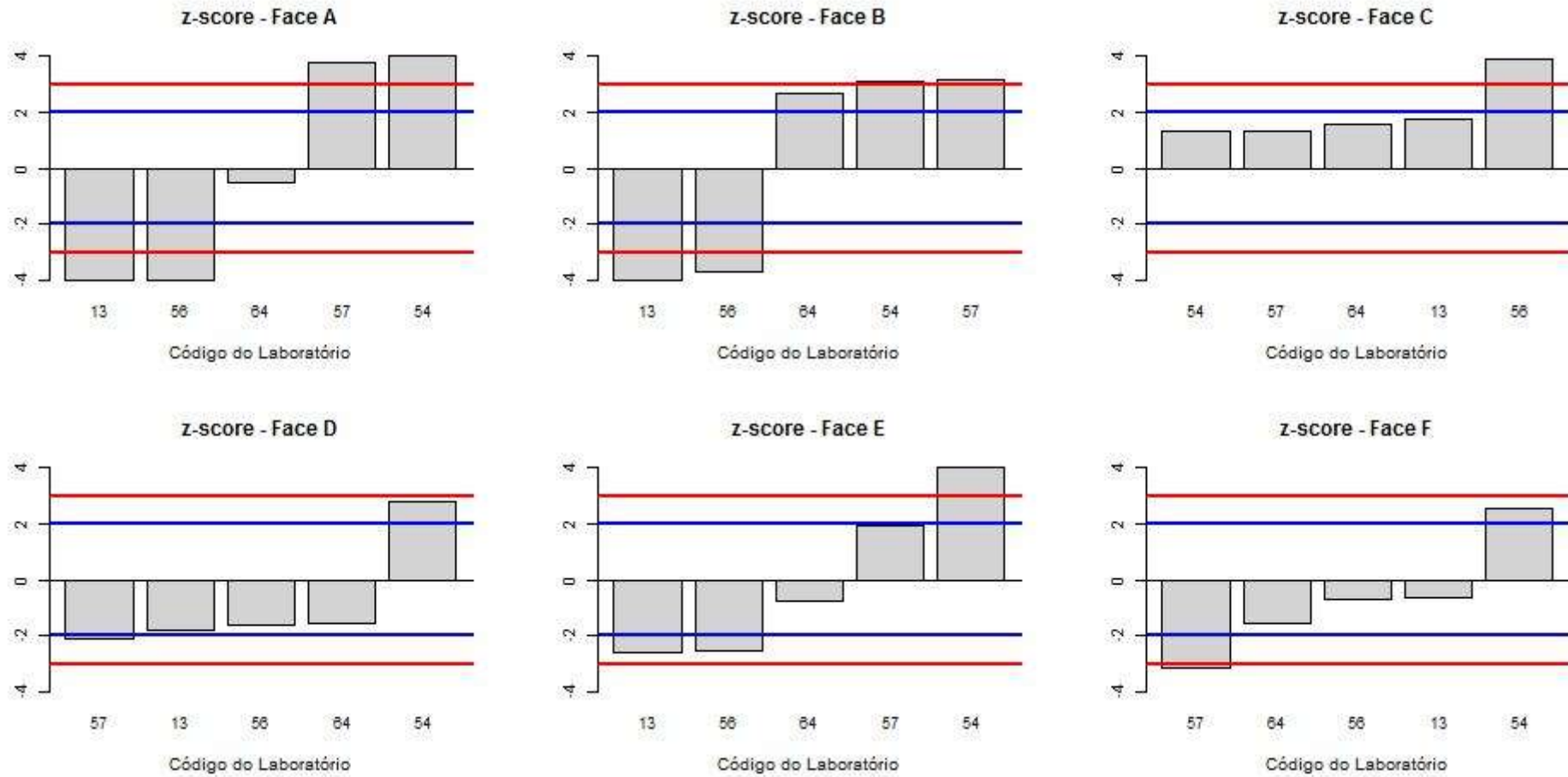


Figura 10. Gráfico de desempenho dos participantes que mediram o cubo 10.

6. Confidencialidade

Cada participante foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. O participante recebeu, via e-mail, o seu código de identificação correspondente à sua participação no EP. Este código foi utilizado como identificação do participante no preenchimento do formulário de registro de resultados. Os resultados poderão ser utilizados em trabalhos e publicações pelo Inmetro respeitando-se a confidencialidade de cada participante.

Conforme estabelecido no item 4.10.4 da ABNT ISO/IEC 17043:2011, em circunstâncias excepcionais, uma autoridade reguladora pode requerer os resultados do EP ao provedor.

7. Conclusões

Apenas 15 % dos participantes, ou 8 (oito) participantes (OI/04, OI/08, OI/30, OI/35, OI/42, OI/69, OI/96 e OI 99) obtiveram 100% de resultados satisfatórios ($|z| \leq 2,0$) em todas as faces do cubo medido. Dentre outros, 4 (quatro) OI, ou 7% dos participantes obtiveram resultados satisfatórios para cinco faces do cubo medido, 12 (doze) OI, ou 22% dos participantes obtiveram resultados satisfatórios para quatro faces do cubo medido e 5 (cinco) OI, ou 9% dos participantes apresentaram resultados insatisfatórios para todas as faces do cubo medido.

A tabela abaixo apresenta a distribuição dos resultados.

Tabela 11: Distribuição dos resultados entre satisfatórios e insatisfatórios

Distribuição dos resultados entre satisfatórios e insatisfatórios	Resultados	Percentual
Com 6 satisfatórios	8	15%
Com 5 satisfatórios + (1 questionável)e Com 4 satisfatórios + (2 questionáveis)	8	15%
Com 1 satisfatório + (5 questionáveis)	1	2%
Com 1 insatisfatório + (1 questionável e 4 satisfatórios ou 2 questionáveis e 3 satisfatórios)	6	11%
Com 2 insatisfatórios + (4 satisfatórios ou 3 satisfatórios e 1 questionável ou 2 satisfatórios e 2 questionáveis)	11	20%
Com 3 insatisfatórios + (1 satisfatório ou 3 insatisfatórios e 2 satisfatórios ou 3 insatisfatórios e 3 satisfatórios)	8	15%
Com 4 insatisfatórios + (1 questionável + 1 satisfatório ou 4 insatisfatórios + 2 satisfatórios)	5	9%
Com 5 insatisfatórios +(1 questionável ou 5 insatisfatórios e 1 satisfatório)	3	5%
Com 6 insatisfatórios	5	9%
TOTAL	55	100%

A tabela acima permite concluir que dos 55 resultados dos OI, apenas 17 (32 % dos resultados) não apresentaram resultados insatisfatórios. Os outros 38 resultados apresentaram 1 ou mais resultados

insatisfatórios e, portanto, precisam analisar seus procedimentos para corrigir eventuais problemas nas suas medições.

Por fim, cabe ressaltar que o z-score é apenas um indicativo do desempenho do participante e não oferece, portanto, indicativos de ações corretivas. Cabe a cada participante fazer a sua interpretação e implementar as melhorias que julgar pertinentes.

8. Participantes

Cinquenta e nove Organismos de Inspeção se inscreveram na 1ª Rodada do Ensaio de Proficiência em Ultrassom sendo que somente 54 (cinquenta e quatro) enviaram resultados. Um participante (20.1/18) enviou dois resultados. A Tabela 12 apresenta a lista dos participantes. A numeração que consta na Tabela 12 é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando em hipótese alguma, associada à identificação dos OI na apresentação dos resultados.

Tabela 12. Participantes no EP em Ultrassom.

Instituição	
1.	ARA Vistometro C. Insp. Veic. Ltda OIA- PP Nº: 0495 / Local de Inspeção Nº: 0001
2.	BBI Serviços de Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0322 / Local de Inspeção Nº: 001
3.	BBI Serviços de Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0322 / Local de Inspeção Nº: 002
4.	Bureau Brasileiro de Inspeção Ltda – EPP OIA- PP Nº: 0368 / Local de Inspeção Nº: 001
5.	Bureau Brasileiro de Inspeção LTDA – Araucária OIA- PP Nº: 368 / Local de Inspeção Nº: 002
6.	Central Porto Alegre de Inspeções Veiculares Ltda OIA- PP Nº: 0269 / Local de Inspeção Nº: 001
7.	CIAA – Centro Inspeção Automotiva Americana OIA – PP Nº 0526 / Local de Inspeção Nº: 001
8.	Cinspecon Centro Especializado de Inspeções e Consultorias Ltda OIA-PP Nº: 296 / Local de Inspeção: 001
9.	Cinspecon Centro Especializado de Inspeções e Consultorias Ltda OIA-PP Nº:296 / Local de Inspeção: 003
10.	Cinspecon Centro Especializado de Inspeções e Consultorias Ltda OIA-PP Nº: 296 / Local de Inspeção: 004
11.	CIPP – Centro de Inspeção de Produtos Perigosos S/S Ltda OIA- PP Nº: 0302 / Local de Inspeção Nº: 001
12.	CPI Veicular Ltda – ME OIA- PP Nº: 450 / Local de Inspeção Nº: 001

13.	CTV – Centro de Tecnologia Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0430 / Local de Inspeção Nº: 01
14.	Driver Inspeções Veiculares Ltda OIA Nº: 382
15.	EIVA Inspeção Veicular OIA- PP Nº: 0485 / Local de Inspeção Nº: 001
16.	EMBRAVEC – Empresa Brasileira de Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 289 / Local de Inspeção Nº: 001
17.	Empresa de Tecnologia Veicular da Paraíba
18.	Inscape Inspeções Ltda OIA- PP Nº: 0142 / Local de Inspeção Nº: 0001
19.	Inspecentro Inspeção Veicular OIA- PP Nº: 0328 / Local de Inspeção Nº: 004
20.	INSPECENTRO Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0328 / Local de Inspeção Nº: 001
21.	INSPECENTRO Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0493 / Local de Inspeção Nº: 001
22.	INSPECENTRO Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 328/ Local de Inspeção Nº: 002
23.	Inspeville Inspeções de Segurança Veicular Ltda OIA- PP Nº: 154 / Local de Inspeção Nº: 003
24.	Ita Center Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0481 / Local de Inspeção Nº: 01
25.	Itametro Inspeções Veiculares Ltda
26.	ITQ – Inspeção Técnica da Qualidade Ltda OIA- PP Nº: 0489 / Local de Inspeção Nº: 01
27.	ITTRAN – Instituto Tecnológico de Transporte Ltda OIA- PP Nº: 0257 / Local de Inspeção Nº: 01
28.	J Martins Inspeções Veiculares OIA- PP Nº: 0443 / Local de Inspeção Nº: 001
29.	Laudocenter Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0465 / Local de Inspeção Nº: 001
30.	Martins Inspeções Veiculares OIA- PP Nº: 0492 / Local de Inspeção Nº: 001
31.	Monitor Engenharia – Inspeção de Veículos Ltda OIA- PP Nº: 0431 / Local de Inspeção Nº: 001
32.	Nacional Inspeções Ltda OIA- PP Nº: 279 / Local de Inspeção Nº: 001
33.	OITEC Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0527 / Local de Inspeção Nº: 01

34.	Potiguar Inspeção de Segurança Veicular Ltda OIA- PP Nº: 455 / Local de Inspeção Nº: 01
35.	Quality Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0016 / Local de Inspeção Nº: 001
36.	Ramaf Inspeções Ltda – ME OIA- PP Nº: 0518 / Local de Inspeção Nº: 001
37.	SBI – Serrana Inspeções de Produtos Perigosos Ltda OIA- PP Nº: 0319 / Não possui Local de Inspeção
38.	SBI – Sistema Brasileiro de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 007 / Local de Inspeção Nº: 002
39.	SBI – Sistema Brasileiro de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 007 / Local de Inspeção Nº:003
40.	SBI-RS Inspeções de Tanques e Reservatórios Ltda OIA- PP Nº: 307 / Local de Inspeção Nº: 001
41.	SETA Instituição Técnica de Inspeção Veicular Ltda – EPP OIA- PP Nº: 0516/ Local de Inspeção Nº: 001
42.	SEVELPP – Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0259 / Local de Inspeção Nº: 001
43.	SINTEV – Sistema de Inspeção Técnica Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0426 / Local de Inspeção Nº: 01
44.	Tecmetro Inspeções Juiz de Fora Ltda OIA- PP Nº: 501 / Local de Inspeção Nº: 01
45.	Tecsul Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 224 / Local de Inspeção Nº: 02 - ESTEIO
46.	Tecsul Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 224 / Local de Inspeção Nº: 04
47.	VistoCarPaulinia Inspeção Veicular Ltda OIA- PP Nº: 0503 / Local de Inspeção Nº: 01
48.	Vitran Engenharia Ltda OIA- PP Nº: 0482/ Local de Inspeção Nº: 0001
49.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 001
50.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 002
51.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 003
52.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 004
53.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 005
54.	WEST Engenharia de Inspeção Ltda OIA- PP Nº: 0294 / Local de Inspeção Nº: 006

9. Referências Bibliográficas

- [1] ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, Avaliação da conformidade – Requisitos gerais para ensaio de proficiência.
- [2] ABNT ISO Guia 35:2012 – Materiais de referência – Princípios gerais e estatísticos para certificação.

10. Histórico da Revisão

Revisão	Itens Revisados
01	- Alteração nas Tabelas de 01 a 10 (resultados de x_i com três casas decimais).
02	- Inclusão do item 6 “confidencialidade”.
03	- Alteração nas Tabelas de 01 a 10 (Correções ortográficas)



Programa de Ensaio de Proficiência do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - PEP-Inmetro
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém - Duque de Caxias - RJ - Brasil CEP: 25250-020
Tel/Fax: +55 21 2679-9745 - www.inmetro.gov.br - E-mail: pep-inmetro@inmetro.gov.br