

## VALIDAÇÃO DO CÁLCULO DE INCERTEZA E DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PESAGEM

### 1 INTRODUÇÃO

Neste documento é apresentada a validação manual dos cálculos de incerteza e dos resultados obtidos conforme a instrução técnica IT.LAB.002 Rev04 para elaboração dos certificados de calibração de instrumentos de pesagem utilizando o formulário FR.LAB.002 Rev03.

### 2 OBJETIVO

Demonstrar os cálculos de incerteza e dos resultados de calibração de instrumentos de pesagem.

Validar a metodologia apresentada na instrução técnica IT.LAB.002 Rev04.

Autorizar o uso do cálculo eletrônico para elaboração e emissão de certificados de calibração de instrumentos de pesagem utilizando o formulário FR.LAB.002 Rev03.

### 3 REFERÊNCIAS

IT.LAB.002 - Cálculo dos Resultados e da Estimativa das Incertezas de Medição Rev04

IT.LAB.001 - Calibração de Instrumentos de Pesagem RBC Rev05

FR.LAB.002 - Certificado de Calibração para Instrumentos de Pesagem RBC Rev03

Anexo A: Certificado de Calibração nº 000-BL/2019

Anexo B: Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019

### 4 AÇÕES E MÉTODOS

A partir da calibração de uma balança foi emitido o Certificado de Calibração nº 000-BL/2019 (Anexo A) utilizando o formulário FR.LAB.002 Rev03 com o cálculo eletrônico baseado na instrução técnica IT.LAB.002 Rev04.

Utilizando a mesma instrução técnica foi elaborado um cálculo manual descrito no corpo deste documento utilizando os dados de calibração (leituras, condições ambientais, pesos padrões utilizados e informações da balança) obtidos no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B).

Ao final foram comparados os resultados obtidos com o cálculo manual e o cálculo eletrônico, para apresentação da conclusão.

#### 4.1 Cálculos iniciais

##### 4.1.1 Correção das Condições Ambientais

Os valores de temperatura, umidade e pressão, devem ser corrigidos de acordo com os resultados obtidos no último Certificado de Calibração válido do termo-higrômetro e barômetro digital TU-003 indicado como padrão utilizado, para o cálculo correto da massa específica e incerteza do ar.

As correções são realizadas a partir da média entre as leituras iniciais e finais, e os erros apresentados no certificado de calibração do padrão TU-003 para a faixa indicada de cada grandeza:

$$t_{corr} = \frac{28,3 + 27,8}{2} - 0,4 \quad t_{corr} = 27,7^{\circ}\text{C}$$

$$h_{corr} = \frac{60,0 + 60,5}{2} - 0,1 \quad h_{corr} = 60,2 \text{ ur\%}$$

$$p_{corr} = \frac{910,0 + 910,0}{2} + 2,6 \quad p_{corr} = 912,6 \text{ hPa}$$

#### 4.1.2 Massa Específica do Ar ( $D_a$ )

A massa específica do ar no local da calibração é calculada utilizando os valores das condições ambientais obtidos no item 4.1.1:

$$D_a = \frac{\{(0,34848 \times 912,6) - ((0,009 \times 60,2) \times (e^{0,061 \times 27,7}))\}}{(273,15 + 27,7)}$$

$$D_a = \frac{\{(318,0229) - (0,5418 \times 5,4179)\}}{(300,8500)} \quad D_a = 1,0473 \text{ kg/m}^3$$

#### 4.1.3 Valor de Referência (VR)

Para o cálculo do Valor de Referência, representado pelo Valor Convencional (VC) de cada peso padrão utilizado corrigido pelo empuxo, devem ser considerados os materiais dos pesos padrões utilizados na calibração.

Conforme o Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) foram utilizados os conjuntos de massa CM01 e CM02 os quais são compostos por pesos padrões de classe de exatidão F1 em aço inoxidável (com massa específica 7950 kg/m³).

Portanto o fator de correção do Valor Convencional (VC) devido ao efeito do empuxo, para todos os pesos utilizados na calibração, será:

$$Fator_e = \left( 1 + \frac{1,2000 - 1,0473}{7950} - \frac{1,2000 - 1,0473}{8000} \right)$$

$$Fator_e = (1 + 1,9207 \times 10^{-5} - 1,9087 \times 10^{-5})$$

$$Fator_e = 1,00000012 \cong 1,0000$$

O Valor de Convencional (VC) nesse caso não é afetado consideravelmente por empuxo, então os Valores de Referência (VR) são obtidos pela soma dos Valores Convencionais dos pesos padrões utilizados para compor a carga de cada ponto de calibração.

### 4.2 Teste de Erros de Indicação

#### 4.2.1 Cálculos para o Ponto 1: 0,0200 gramas

##### 4.2.1.1 Média das Leituras ( $Vml_1$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do ponto 1 ( $Vml_1$ ) é calculado como segue:

$$Vml_1 = \frac{0,0199 + 0,0200 + 0,0200 + 0,0200 + 0,0199}{5} \quad Vml_1 = 0,01996 \text{ g}$$

##### 4.2.1.2 Valor de Referência ( $VR_1$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B), para aplicação da carga de 0,0200 gramas foi selecionado o conjunto de massa CM01. Então com base no critério lógico de utilização dos pesos padrões, estabelecido no item 9.1 da instrução técnica IT.LAB.001 Rev05, foi usado o peso MP-006. Portanto considerando o respectivo Valor Convencional (VC), o Valor de Referência do ponto 1 ( $VR_1$ ) será:

$$VR_1 = 0,020005 \text{ g}$$

#### 4.2.1.3 Erro ( $E_1$ )

O erro sistemático de medição do ponto 1 ( $E_1$ ) é a diferença entre a Média das Leituras ( $Vml_1$ ) e o Valor de Referência ( $VR_1$ ) calculado da seguinte forma:

$$E_1 = 0,019960 - 0,020005$$

$$E_1 = -0,000045 \text{ g}$$

#### 4.2.1.4 Desvio Padrão ( $S_1$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_1$ ), o Desvio Padrão do ponto 1 ( $S_1$ ) é calculado como segue:

$$S_1 = \sqrt{\frac{(0,0199 - 0,01996)^2 + (0,0200 - 0,01996)^2 + (0,0200 - 0,01996)^2 + (0,0200 - 0,01996)^2 + (0,0199 - 0,01996)^2}{5 - 1}}$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{(-0,00006)^2 + (0,00004)^2 + (0,00004)^2 + (0,00004)^2 + (-0,00006)^2}{4}}$$

$$S_1 = 0,00005 \text{ g}$$

#### 4.2.1.5 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_1$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_1$ ) é calculada a incerteza tipo A para o ponto 1 ( $uR_1$ ) como segue:

$$uR_1 = \frac{0,00005}{\sqrt{5}}$$

$$uR_1 = 0,00002 \text{ g}$$

#### 4.2.1.6 Incerteza da Resolução do Instrumento ( $uRE$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a balança possui resolução de balança 0,0001 gramas ao longo de toda escala, portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uRE = \frac{0,00001}{2 \times \sqrt{3}}$$

$$uRE = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.1.7 Incerteza do Efeito do Empuxo ( $uE_1$ )

A partir do Valor de Referência ( $VR_1$ ) é calculada a incerteza do efeito do empuxo para o ponto 1 ( $uE_1$ ) como segue:

$$uE_1 = \frac{0,000001 \times 0,020005}{\sqrt{3}}$$

$$uE_1 = 0,000000012 \text{ g}$$

#### 4.2.1.8 Incerteza da Deriva do Peso Padrão ( $uD_1$ )

O histórico de deriva do peso padrão utilizado, determinado a partir da diferença entre os resultados da última calibração e da última checagem intermediária, é utilizado para o cálculo da incerteza da deriva do peso padrão para o ponto 1 ( $uD_1$ ) com segue:

$$uD_1 = \frac{0,000005}{\sqrt{3}}$$

$$uD_1 = 0,000003 \text{ g}$$

#### 4.2.1.9 Incerteza do Peso Padrão ( $uP_1$ )

A contribuição da incerteza herdada do peso padrão para o ponto 1 ( $uP_1$ ) é calculada usando os valores de incerteza expandida e fator de abrangência (k), obtidos no último certificado de calibração do peso utilizado, como mostrado abaixo:

$$uP_1 = \frac{0,00001}{2,01} \quad uP_1 = 0,000005 \text{ g}$$

#### 4.2.1.10 Incerteza da Excentricidade ( $uEX$ )

Conforme item 4.3 essa contribuição apresenta o seguinte valor:  $uEX = 0,00002 \text{ g}$

#### 4.2.1.11 Incerteza Padrão Combinada ( $uC_1$ )

Com os valores das contribuições de incertezas já determinadas nos itens anteriores, é calculada a incerteza combinada para o ponto 1 ( $uC_1$ ):

$$uC_1 = \sqrt{0,00002^2 + 0,00003^2 + 0,000000012^2 + 0,000003^2 + 0,000005^2 + 0,00002^2}$$

$$uC_1 = \sqrt{1,73400 \times 10^{-9}} \quad uC_1 = 0,00004 \text{ g}$$

#### 4.2.1.12 Cálculo dos Graus de Liberdade Efetivos ( $V_{eff1}$ ) e Fator de Abrangência ( $k_1$ )

Os graus de liberdade efetivos do ponto 1 ( $V_{eff1}$ ) da incerteza combinada ( $uC_1$ ) é calculado utilizando os valores das contribuições das incertezas os respectivos graus de liberdade individuais. Somente serão consideradas a incerteza do tipo A ( $uR_1$ ) e a incerteza do peso padrão ( $uP_1$ ), pois as demais apresentam distribuição retangular e portanto graus de liberdade iguais a infinito.

$$V_{eff1} = \frac{0,00004^4}{\left( \frac{0,00002^4}{5-1} + \frac{0,000005^4}{200} \right)}$$

$$V_{eff1} = \frac{3,00676 \times 10^{-18}}{(0,04000 \times 10^{-18} + 0,00000313 \times 10^{-18})} \quad V_{eff1} = 75,16313$$

Utilizando a função *INVIT* do software Microsoft Excel, para os graus de liberdade efetivos ( $V_{eff1}$ ) calculado com nível de confiança de 95,45%, obtém-se o seguinte fator de abrangência:

$$k_1 = 2,03$$

#### 4.2.1.13 Incerteza Expandida ( $U_1$ )

A incerteza expandida para o ponto 1 ( $U_1$ ) para o nível de confiança de 95,45% expresso pelo fator de abrangência ( $k_1$ ) é calculada com segue:

$$U_1 = 0,00004 \times 2,01 \quad U_1 = 0,00008 \text{ g}$$

#### 4.2.2 Cálculos para o Ponto 2: 50,0000 gramas

##### 4.2.2.1 Média das Leituras ( $Vml_2$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado n° 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do ponto 2 ( $Vml_2$ ) é calculado como segue:

$$Vml_2 = \frac{50,0011 + 50,0012 + 50,0011 + 50,0011 + 50,0012}{5}$$

$$Vml_2 = 50,00114 \text{ g}$$

#### 4.2.2.2 Valor de Referência ( $VR_2$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B), para aplicação da carga de 50,0000 gramas foi selecionado o conjunto de massa CM02. Então com base no critério lógico de utilização dos pesos padrões, estabelecido no item 9.1 da instrução técnica IT.LAB.001 Rev05, foi usado o peso MP-020. Portanto considerando o respectivo Valor Convencional (VC), o Valor de Referência do ponto 2 ( $VR_2$ ) será:

$$VR_2 = 50,00017 \text{ g}$$

#### 4.2.2.3 Erro ( $E_2$ )

O erro sistemático de medição do ponto 2 ( $E_2$ ) é a diferença entre a Média das Leituras ( $Vml_2$ ) e o Valor de Referência ( $VR_2$ ) calculado da seguinte forma:

$$E_2 = 50,00114 - 50,00017 \quad E_2 = 0,00097 \text{ g}$$

#### 4.2.2.4 Desvio Padrão ( $S_2$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_2$ ), o Desvio Padrão do ponto 2 ( $S_2$ ) é calculado como segue:

$$S_2 = \sqrt{\frac{(50,0011 - 50,00114)^2 + (50,0012 - 50,00114)^2 + (50,0011 - 50,00114)^2 + (50,0011 - 50,00114)^2 + (50,0012 - 50,00114)^2}{5 - 1}}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{(-0,00004)^2 + (0,00006)^2 + (-0,00004)^2 + (-0,00004)^2 + (0,00006)^2}{4}} \quad S_2 = 0,00005 \text{ g}$$

#### 4.2.2.5 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_2$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_2$ ) é calculada a incerteza tipo A para o ponto 2 ( $uR_2$ ) como segue:

$$uR_2 = \frac{0,00005}{\sqrt{5}} \quad uR_2 = 0,00002 \text{ g}$$

#### 4.2.2.6 Incerteza da Resolução do Instrumento ( $uRE$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a balança possui resolução de balança 0,0001 gramas ao longo de toda escala, portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uRE = \frac{0,0001}{2 \times \sqrt{3}} \quad uRE = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.2.7 Incerteza do Efeito do Empuxo ( $uE_2$ )

A partir do Valor de Referência ( $VR_2$ ) é calculada a incerteza do efeito do empuxo para o ponto 2 ( $uE_2$ ) como segue:

$$uE_2 = \frac{0,000001 \times 50,00017}{\sqrt{3}} \quad uE_2 = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.2.8 Incerteza da Deriva do Peso Padrão ( $uD_2$ )

O histórico de deriva do peso padrão utilizado, determinado a partir da diferença entre os resultados da última calibração e da última checagem intermediária, é utilizado para o cálculo da incerteza da deriva do peso padrão para o ponto 2 ( $uD_2$ ) com segue:

$$uD_2 = \frac{0,00007}{\sqrt{3}} \quad uD_2 = 0,00004 \text{ g}$$

#### 4.2.2.9 Incerteza do Peso Padrão ( $uP_2$ )

A contribuição da incerteza herdada do peso padrão para o ponto 2 ( $uP_2$ ) é calculada usando os valores de incerteza expandida e fator de abrangência ( $k$ ), obtidos no último certificado de calibração do peso utilizado, como mostrado abaixo:

$$uP_2 = \frac{0,00010}{2,00} \quad uP_2 = 0,00005 \text{ g}$$

#### 4.2.2.10 Incerteza da Excentricidade ( $uEX$ )

Conforme item 4.3 essa contribuição apresenta o seguinte valor:  $uEX = 0,00002 \text{ g}$

#### 4.2.2.11 Incerteza Padrão Combinada ( $uC_2$ )

Com os valores das contribuições de incertezas já determinadas nos itens anteriores, é calculada a incerteza combinada para o ponto 2 ( $uC_2$ ):

$$uC_2 = \sqrt{0,00002^2 + 0,00003^2 + 0,00003^2 + 0,00004^2 + 0,00005^2 + 0,00002^2}$$

$$uC_2 = \sqrt{6,70000 \times 10^{-9}} \quad uC_2 = 0,00008 \text{ g}$$

#### 4.2.2.12 Cálculo dos Graus de Liberdade Efetivos ( $V_{eff_2}$ ) e Fator de Abrangência ( $k_2$ )

Os graus de liberdade efetivos do ponto 2 ( $V_{eff_2}$ ) da incerteza combinada ( $uC_2$ ) é calculado utilizando os valores das contribuições das incertezas os respectivos graus de liberdade individuais. Somente serão consideradas a incerteza do tipo A ( $uR_2$ ) e a incerteza do peso padrão ( $uP_2$ ), pois as demais apresentam distribuição retangular e portanto graus de liberdade iguais a infinito.

$$V_{eff_2} = \frac{0,00008^4}{\left( \frac{0,00002^4}{5-1} + \frac{0,00005^4}{\infty} \right)}$$

$$V_{eff_2} = \frac{40,96000 \times 10^{-18}}{0,04000 \times 10^{-18}} \quad V_{eff_2} = 1024,00000$$

Utilizando a função *INVIT* do software Microsoft Excel, para os graus de liberdade efetivos ( $V_{eff_2}$ ) calculado com nível de confiança de 95,45%, obtém-se o seguinte fator de abrangência:

$$k_2 = 2,00$$

#### 4.2.2.13 Incerteza Expandida ( $U_2$ )

A incerteza expandida para o ponto 2 ( $U_2$ ) para o nível de confiança de 95,45% expresso pelo fator de abrangência ( $k_2$ ) é calculada com segue:

$$U_2 = 0,00008 \times 2,00 \quad U_2 = 0,00016 \text{ g}$$

#### 4.2.3 Cálculos para o Ponto 3: 100,0000 gramas

##### 4.2.3.1 Média das Leituras ( $Vml_3$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do ponto 3 ( $Vml_3$ ) é calculado como segue:

$$Vml_3 = \frac{100,0012 + 100,0013 + 100,0012 + 100,0012 + 100,0013}{5} \quad Vml_3 = 100,00124 \text{ g}$$

##### 4.2.3.2 Valor de Referência ( $VR_3$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B), para aplicação da carga de 100,0000 gramas foi selecionado o conjunto de massa CM02. Então com base no critério lógico de utilização dos pesos padrões, estabelecido no item 9.1 da instrução técnica IT.LAB.001 Rev05, foi usado o peso MP-021. Portanto considerando o respectivo Valor Convencional (VC), o Valor de Referência do ponto 3 ( $VR_3$ ) será:

$$VR_3 = 100,00014 \text{ g}$$

##### 4.2.3.3 Erro ( $E_3$ )

O erro sistemático de medição do ponto 3 ( $E_3$ ) é a diferença entre a Média das Leituras ( $Vml_3$ ) e o Valor de Referência ( $VR_3$ ) calculado da seguinte forma:

$$E_3 = 100,00124 - 100,00014 \quad E_3 = 0,00110 \text{ g}$$

##### 4.2.3.4 Desvio Padrão ( $S_3$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_3$ ), o Desvio Padrão do ponto 3 ( $S_3$ ) é calculado como segue:

$$S_3 = \sqrt{\frac{(100,0012 - 100,00124)^2 + (100,0013 - 100,00124)^2 + (100,0012 - 100,00124)^2 + (100,0012 - 100,00124)^2 + (100,0013 - 100,00124)^2}{5 - 1}}$$

$$S_3 = \sqrt{\frac{(-0,00004)^2 + (0,00006)^2 + (-0,00004)^2 + (-0,00004)^2 + (0,00006)^2}{4}} \quad S_3 = 0,00005 \text{ g}$$

#### 4.2.3.5 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_3$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_3$ ) é calculada a incerteza tipo A para o ponto 3 ( $uR_3$ ) como segue:

$$uR_3 = \frac{0,00005}{\sqrt{5}} \quad uR_3 = 0,00002 \text{ g}$$

#### 4.2.3.6 Incerteza da Resolução do Instrumento ( $uRE$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a balança possui resolução de balança 0,0001 gramas ao longo de toda escala, portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uRE = \frac{0,0001}{2 \times \sqrt{3}} \quad uRE = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.3.7 Incerteza do Efeito do Empuxo ( $uE_3$ )

A partir do Valor de Referência ( $VR_3$ ) é calculada a incerteza do efeito do empuxo para o ponto 3 ( $uE_3$ ) como segue:

$$uE_3 = \frac{0,000001 \times 100,00014}{\sqrt{3}} \quad uE_3 = 0,00006 \text{ g}$$

#### 4.2.3.8 Incerteza da Deriva do Peso Padrão ( $uD_3$ )

O histórico de deriva do peso padrão utilizado, determinado a partir da diferença entre os resultados da última calibração e da última checagem intermediária, é utilizado para o cálculo da incerteza da deriva do peso padrão para o ponto 3 ( $uD_3$ ) com segue:

$$uD_3 = \frac{0,00024}{\sqrt{3}} \quad uD_3 = 0,00014 \text{ g}$$

#### 4.2.3.9 Incerteza do Peso Padrão ( $uP_3$ )

A contribuição da incerteza herdada do peso padrão para o ponto 3 ( $uP_3$ ) é calculada usando os valores de incerteza expandida e fator de abrangência ( $k$ ), obtidos no último certificado de calibração do peso utilizado, como mostrado abaixo:

$$uP_3 = \frac{0,00015}{2,00} \quad uP_3 = 0,00008 \text{ g}$$

#### 4.2.3.10 Incerteza da Excentricidade ( $uEX$ )

Conforme item 4.3 essa contribuição apresenta o seguinte valor:  $uEX = 0,00002 \text{ g}$

#### 4.2.3.11 Incerteza Padrão Combinada ( $uC_3$ )

Com os valores das contribuições de incertezas já determinadas nos itens anteriores, é calculada a incerteza combinada para o ponto 3 ( $uC_3$ ):

$$uC_3 = \sqrt{0,00002^2 + 0,00003^2 + 0,00006^2 + 0,00014^2 + 0,00008^2 + 0,00002^2}$$

$$uC_3 = \sqrt{3,13000 \times 10^{-8}}$$

$$uC_3 = 0,00018 \text{ g}$$

#### 4.2.3.12 Cálculo dos Graus de Liberdade Efetivos ( $V_{eff_3}$ ) e Fator de Abrangência ( $k_3$ )

Os graus de liberdade efetivos do ponto 3 ( $V_{eff_3}$ ) da incerteza combinada ( $uC_3$ ) é calculado utilizando os valores das contribuições das incertezas e os respectivos graus de liberdade individuais. Somente serão consideradas a incerteza do tipo A ( $uR_3$ ) e a incerteza do peso padrão ( $uP_3$ ), pois as demais apresentam distribuição retangular e portanto graus de liberdade iguais a infinito.

$$V_{eff_3} = \frac{0,00018^4}{\left( \frac{0,00002^4}{5-1} + \frac{0,00008^4}{\infty} \right)}$$

$$V_{eff_3} = \frac{979,69000 \times 10^{-18}}{0,04000 \times 10^{-18}} \quad V_{eff_3} = 24492,25000$$

Utilizando a função *INVIT* do software Microsoft Excel, para os graus de liberdade efetivos ( $V_{eff_3}$ ) calculado com nível de confiança de 95,45%, obtém-se o seguinte fator de abrangência:

$$k_3 = 2,00$$

#### 4.2.3.13 Incerteza Expandida ( $U_3$ )

A incerteza expandida para o ponto 3 ( $U_3$ ) para o nível de confiança de 95,45% expresso pelo fator de abrangência ( $k_3$ ) é calculada com segue:

$$U_3 = 0,00018 \times 2,00 \quad U_3 = 0,00036 \text{ g}$$

#### 4.2.4 Cálculos para o Ponto 4: 150,0000 gramas

##### 4.2.4.1 Média das Leituras ( $Vml_4$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do ponto 4 ( $Vml_4$ ) é calculado como segue:

$$Vml_4 = \frac{150,0012 + 150,0011 + 150,0011 + 150,0012 + 150,0013}{5}$$

$$Vml_4 = 150,00118 \text{ g}$$

##### 4.2.4.2 Valor de Referência ( $VR_4$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B), para aplicação da carga de 150,0000 gramas foi selecionado o conjunto de massa CM02. Então com base no critério lógico de utilização dos pesos padrões, estabelecido no item 9.1 da instrução técnica IT.LAB.001 Rev05, foram usados os pesos MP-020 e MP-021. Portanto considerando os respectivos Valores Convencionais (VC), o Valor de Referência do ponto 4 ( $VR_4$ ) será:

$$VR_4 = 50,00017 + 100,00014$$

$$VR_4 = 150,00031 \text{ g}$$

##### 4.2.4.3 Erro ( $E_4$ )

O erro sistemático de medição do ponto 4 ( $E_4$ ) é a diferença entre a Média das Leituras ( $Vml_4$ ) e o Valor de Referência ( $VR_4$ ) calculado da seguinte forma:

$$E_4 = 150,00118 - 150,00031$$

$$E_4 = 0,00087 \text{ g}$$

#### 4.2.4.4 Desvio Padrão ( $S_4$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_4$ ), o Desvio Padrão do ponto 4 ( $S_4$ ) é calculado como segue:

$$S_4 = \sqrt{\frac{(150,0012 - 150,00118)^2 + (150,0011 - 150,00118)^2 + (150,0011 - 150,00118)^2 + (150,0012 - 150,00118)^2 + (150,0013 - 150,00118)^2}{5 - 1}}$$

$$S_4 = \sqrt{\frac{(0,00002)^2 + (-0,00008)^2 + (-0,00008)^2 + (0,00002)^2 + (0,00012)^2}{4}}$$

$$S_4 = 0,00008 \text{ g}$$

#### 4.2.4.5 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_4$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_4$ ) é calculada a incerteza tipo A para o ponto 4 ( $uR_4$ ) como segue:

$$uR_4 = \frac{0,00008}{\sqrt{5}} \quad uR_4 = 0,00004 \text{ g}$$

#### 4.2.4.6 Incerteza da Resolução do Instrumento ( $uRE$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a balança possui resolução de balança 0,0001 gramas ao longo de toda escala, portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uRE = \frac{0,0001}{2 \times \sqrt{3}} \quad uRE = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.4.7 Incerteza do Efeito do Empuxo ( $uE_4$ )

A partir do Valor de Referência ( $VR_4$ ) é calculada a incerteza do efeito do empuxo para o ponto 4 ( $uE_4$ ) como segue:

$$uE_4 = \frac{0,000001 \times 150,00031}{\sqrt{3}} \quad uE_4 = 0,00009 \text{ g}$$

#### 4.2.4.8 Incerteza da Deriva do Peso Padrão ( $uD_4$ )

O histórico de deriva dos pesos padrões utilizados, determinado a partir das diferenças entre os respectivos resultados das últimas calibrações e das últimas checagens intermediárias, é utilizado para o cálculo da incerteza da deriva do peso padrão para o ponto 4 ( $uD_4$ ) como segue:

$$uD_4 = \frac{0,00024}{\sqrt{3}} + \frac{0,00007}{\sqrt{3}} \quad uD_4 = 0,00018 \text{ g}$$

#### 4.2.4.9 Incerteza do Peso Padrão ( $uP_4$ )

A contribuição da incerteza herdada dos pesos padrões para o ponto 4 ( $uP_4$ ) é calculada usando os respectivos valores das incertezas expandidas e fatores de abrangência ( $k$ ), obtidos nos últimos certificados de calibração dos pesos utilizados, como mostrado abaixo:

$$uP_4 = \frac{0,00015}{2,00} + \frac{0,00010}{2,00}$$

$$uP_4 = 0,00013 \text{ g}$$

#### 4.2.4.10 Incerteza da Excentricidade ( $uEX$ )

Conforme item 4.3 essa contribuição apresenta o seguinte valor:  $uEX = 0,00002 \text{ g}$

#### 4.2.4.11 Incerteza Padrão Combinada ( $uC_4$ )

Com os valores das contribuições de incertezas já determinadas nos itens anteriores, é calculada a incerteza combinada para o ponto 4 ( $uC_4$ ):

$$uC_4 = \sqrt{0,00004^2 + 0,00003^2 + 0,00009^2 + 0,00018^2 + 0,00013^2 + 0,00002^2}$$

$$uC_4 = \sqrt{6,03000 \times 10^{-8}} \quad uC_4 = 0,00025 \text{ g}$$

#### 4.2.4.12 Cálculo dos Graus de Liberdade Efetivos ( $V_{eff_4}$ ) e Fator de Abrangência ( $k_4$ )

Os graus de liberdade efetivos do ponto 4 ( $V_{eff_4}$ ) da incerteza combinada ( $uC_4$ ) é calculado utilizando os valores das contribuições das incertezas e os respectivos graus de liberdade individuais. Somente serão consideradas a incerteza do tipo A ( $uR_4$ ) e a incerteza do peso padrão ( $uP_4$ ), pois as demais apresentam distribuição retangular e portanto graus de liberdade iguais a infinito.

$$V_{eff_3} = \frac{0,00025^4}{\left( \frac{0,00004^4}{5-1} + \frac{0,00008^4}{\infty} + \frac{0,00005^4}{\infty} \right)}$$

$$V_{eff_3} = \frac{3636,09000 \times 10^{-18}}{0,64000 \times 10^{-18}} \quad V_{eff_3} = 5681,39062$$

Utilizando a função *INVIT* do software Microsoft Excel, para os graus de liberdade efetivos ( $V_{eff_4}$ ) calculado com nível de confiança de 95,45%, obtém-se o seguinte fator de abrangência:

$$k_4 = 2,00$$

#### 4.2.4.13 Incerteza Expandida ( $U_4$ )

A incerteza expandida para o ponto 4 ( $U_4$ ) para o nível de confiança de 95,45% expresso pelo fator de abrangência ( $k_4$ ) é calculada com segue:

$$U_4 = 0,00025 \times 2,00 \quad U_4 = 0,00050 \text{ g}$$

#### 4.2.5 Cálculos para o Ponto 5: 200,0000 gramas

##### 4.2.5.1 Média das Leituras ( $Vml_5$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do ponto 5 ( $Vml_5$ ) é calculado como segue:

$$Vml_5 = \frac{199,9997 + 199,9998 + 199,9998 + 199,9998 + 199,9999}{5}$$

$$Vml_5 = 199,99980 \text{ g}$$

#### 4.2.5.2 Valor de Referência ( $VR_5$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B), para aplicação da carga de 200,0000 gramas foi selecionado o conjunto de massa CM02. Então com base no critério lógico de utilização dos pesos padrões, estabelecido no item 9.1 da instrução técnica IT.LAB.001 Rev05, foi usado o peso MP-022. Portanto considerando o respectivos Valor Convencional (VC), o Valor de Referência do ponto 5 ( $VR_5$ ) será:

$$VR_5 = 200,00006 \text{ g}$$

#### 4.2.5.3 Erro ( $E_5$ )

O erro sistemático de medição do ponto 5 ( $E_5$ ) é a diferença entre a Média das Leituras ( $Vml_5$ ) e o Valor de Referência ( $VR_5$ ) calculado da seguinte forma:

$$E_5 = 199,99980 - 200,00006 \quad E_5 = -0,00026 \text{ g}$$

#### 4.2.5.4 Desvio Padrão ( $S_5$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_5$ ), o Desvio Padrão do ponto 5 ( $S_5$ ) é calculado como segue:

$$S_5 = \sqrt{\frac{(199,9997 - 199,99980)^2 + (199,9998 - 199,99980)^2 + (199,9998 - 199,99980)^2 + (199,9998 - 199,99980)^2 + (199,9999 - 199,99980)^2}{5 - 1}}$$

$$S_5 = \sqrt{\frac{(-0,00010)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0,00010)^2}{4}} \quad S_5 = 0,00007 \text{ g}$$

#### 4.2.5.5 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_5$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_5$ ) é calculada a incerteza tipo A para o ponto 5 ( $uR_5$ ) como segue:

$$uR_5 = \frac{0,00007}{\sqrt{5}} \quad uR_5 = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.5.6 Incerteza da Resolução do Instrumento ( $uRE$ )

Conforme indicado no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a balança possui resolução de balança 0,0001 gramas ao longo de toda escala, portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uRE = \frac{0,0001}{2 \times \sqrt{3}} \quad uRE = 0,00003 \text{ g}$$

#### 4.2.5.7 Incerteza do Efeito do Empuxo ( $uE_5$ )

A partir do Valor de Referência ( $VR_5$ ) é calculada a incerteza do efeito do empuxo para o ponto 5 ( $uE_5$ ) como segue:

$$uE_5 = \frac{0,000001 \times 200,00006}{\sqrt{3}} \quad uE_5 = 0,00012 \text{ g}$$

#### 4.2.5.8 Incerteza da Deriva do Peso Padrão ( $uD_5$ )

O histórico de deriva do peso padrão utilizado, determinado a partir da diferença entre os resultados da última calibração e da última checagem intermediária, é utilizado para o cálculo da incerteza da deriva do peso padrão para o ponto 5 ( $uD_5$ ) como segue:

$$uD_5 = \frac{0,00016}{\sqrt{3}} \quad uD_5 = 0,00009 \text{ g}$$

#### 4.2.5.9 Incerteza do Peso Padrão ( $uP_5$ )

A contribuição da incerteza herdada do peso padrão para o ponto 5 ( $uP_5$ ) é calculada usando os valores da incerteza expandida e fator de abrangência (k), obtidos no último certificado de calibração do peso utilizado, como mostrado abaixo:

$$uP_5 = \frac{0,00030}{2,00} \quad uP_5 = 0,00015 \text{ g}$$

#### 4.2.5.10 Incerteza da Excentricidade ( $uEX$ )

Conforme item 4.3 essa contribuição apresenta o seguinte valor:  $uEX = 0,00002 \text{ g}$

#### 4.2.5.11 Incerteza Padrão Combinada ( $uC_5$ )

Com os valores das contribuições de incertezas já determinadas nos itens anteriores, é calculada a incerteza combinada para o ponto 5 ( $uC_5$ ):

$$uC_5 = \sqrt{0,00003^2 + 0,00003^2 + 0,00012^2 + 0,00009^2 + 0,00015^2 + 0,00002^2}$$

$$uC_5 = \sqrt{4,72000 \times 10^{-8}} \quad uC_5 = 0,00022 \text{ g}$$

#### 4.2.5.12 Cálculo dos Graus de Liberdade Efetivos ( $V_{eff_5}$ ) e Fator de Abrangência ( $k_5$ )

Os graus de liberdade efetivos do ponto 5 ( $V_{eff_5}$ ) da incerteza combinada ( $uC_5$ ) é calculado utilizando os valores das contribuições das incertezas e os respectivos graus de liberdade individuais. Somente serão consideradas a incerteza do tipo A ( $uR_5$ ) e a incerteza do peso padrão ( $uP_5$ ), pois as demais apresentam distribuição retangular e portanto graus de liberdade iguais a infinito.

$$V_{eff_5} = \frac{0,00022^4}{\left( \frac{0,00003^4}{5-1} + \frac{0,00015^4}{\infty} \right)}$$

$$V_{eff_5} = \frac{2227,84000 \times 10^{-18}}{0,20250 \times 10^{-18}} \quad V_{eff_5} = 11001,67901$$

Utilizando a função *INV* do software Microsoft Excel, para os graus de liberdade efetivos ( $V_{eff_5}$ ) calculado com nível de confiança de 95,45%, obtém-se o seguinte fator de abrangência:

$$k_5 = 2,00$$

#### 4.2.5.13 Incerteza Expandida ( $U_5$ )

A incerteza expandida para o ponto 5 ( $U_5$ ) para o nível de confiança de 95,45% expresso pelo fator de abrangência ( $k_5$ ) é calculada com segue:

$$U_5 = 0,00022 \times 2,00 \quad U_5 = 0,00044 \text{ g}$$

### 4.3 Teste de Excentricidade

Para o cálculo da incerteza da excentricidade ( $uEX$ ) na aplicação de carga deve ser utilizado o valor do maior erro em módulo indicado no Certificado de Calibração nº 000-BL/2019 (Anexo A), obtido com o Teste de Excentricidade. Portanto esta contribuição de incerteza será a mesma para todos os pontos de calibração, sendo calculada da seguinte forma:

$$uEX = \frac{0,00040}{10 \times \sqrt{3}} \quad uEX = 0,00002 \text{ g}$$

### 4.4 Teste de Repetibilidade

#### 4.4.1 Média das Leituras ( $Vml_R$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) a Médias das Leituras do Teste de Repetibilidade ( $Vml_R$ ) é calculado como segue:

$$Vml_R = \frac{100,0012 + 100,0012 + 100,0013 + 100,0012 + 100,0012}{5} \quad Vml_R = 100,00122 \text{ g}$$

#### 4.4.2 Desvio Padrão ( $S_R$ )

Conforme as leituras apresentadas no Registro de Calibração do Certificado nº 000-BL/2019 (Anexo B) e a Média das Leituras ( $Vml_3$ ), o Desvio Padrão do Teste de Repetibilidade ( $S_R$ ) é calculado como segue:

$$S_R = \sqrt{\frac{(100,0012 - 100,00122)^2 + (100,0012 - 100,00122)^2 + (100,0013 - 100,00122)^2 + (100,0012 - 100,00122)^2 + (100,0012 - 100,00122)^2}{5 - 1}}$$

$$S_R = \sqrt{\frac{(-0,00002)^2 + (-0,00002)^2 + (0,00008)^2 + (-0,00002)^2 + (-0,00002)^2}{4}} \quad S_R = 0,00004 \text{ g}$$

#### 4.4.3 Incerteza Calculada por Meios Estatísticos ( $uR_R$ )

A partir do Desvio Padrão ( $S_R$ ) é calculada a incerteza tipo A para o Teste de Repetibilidade ( $uR_R$ ) como segue:

$$uR_R = \frac{0,00004}{\sqrt{5}} \quad uR_R = 0,00002 \text{ g}$$

#### 4.5 Apresentação dos Resultados

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 abaixo foram adequados para quatro casas decimais em conformidade com a resolução da balança.

Tabela 1 – Resultados do Teste de Erros de Indicação

	Ponto	VR (g)	Vml (g)	E (g)	U (g)	k	Veff
<b>Cálculo Manual</b>	1	0,0200	0,0200	0,0000	0,0001	2,03	75,16
	2	50,0002	50,0011	0,0009	0,0002	2,00	$\infty$
	3	100,0001	100,0012	0,0011	0,0004	2,00	$\infty$
	4	150,0003	150,0012	0,0009	0,0005	2,00	$\infty$
	5	200,0001	199,9998	-0,0003	0,0004	2,00	$\infty$
<b>Cálculo Eletrônico</b>	1	0,0200	0,0200	0,0000	0,0001	2,06	44,43
	2	50,0002	50,0011	0,0009	0,0002	2,00	$\infty$
	3	100,0002	100,0012	0,0010	0,0003	2,00	$\infty$
	4	150,0003	150,0012	0,0009	0,0005	2,00	$\infty$
	5	200,0001	199,9998	-0,0003	0,0004	2,00	$\infty$

Tabela 2 – Resultados do Teste de Excentricidade e do Teste de Repetibilidade

	uEX (g)	uR (g)
<b>Cálculo Manual</b>	0,0000	0,0000
<b>Cálculo Eletrônico</b>	0,0000	0,0000

#### 5 CONCLUSÃO

Conforme análise dos resultados, eu Caio, atesto que os mesmos são válidos já os valores encontrados eletronicamente são praticamente iguais aos encontrados manualmente. Pequenas diferenças podem ser atribuídas a diferentes formas de arredondamento ou quantidade de casas decimais. Então considero a metodologia da instrução técnica IT.LAB.002 Rev04 verificada e o cálculo eletrônico do formulário FR.LAB.002 Rev03 válido, portanto, disponíveis para uso.

#### 6 REVISÃO

20/03/19 - Primeira versão da validação de cálculo para instrumentos de pesagem, elaborada por Caio Taranto.



Caio Taranto

Data da Emissão: 20/03/2019

## CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N° 000-BL/2019

### 1. DADOS DO CLIENTE

Solicitante: A Tonal Indústria Química Ltda.  
 Endereço: Av. Alberto Pulicano, 4130  
 Cidade/UF: Franca/SP

CNPJ: 03.317.563/0003-68  
 Telefone: (16) 3713-5000  
 Unidade: Matriz

### 2. DADOS DO INSTRUMENTO

Fabricante: Shimadzu  
 Modelo: AUY220  
 N° de série: D305320258  
 Cadastro: BL-58  
 Setor/Local: Laboratório de Cosmético

Tipo de Instrumento: Balança  
 Classe de Exatidão: I  
 Capacidade: 220,0000 g  
 Divisão: 0,0001 / 0,001 g

### 3. INFORMAÇÕES SOBRE O PROCEDIMENTO

Condições Ambientais				
MÉDIA		MÉDIA		MÉDIA
Umidade:	60,2 %ur	Pressão:	912,6 hPa	Temperatura: 27,7 °C
Unidade de massa utilizada:		Calibração: Antes do Ajuste		

### 4. RASTREABILIDADE DOS PADRÓES DE REFERÊNCIA

Identificação	Descrição	Nº Certificado	Validade	Acreditação
TU-003	Termohigrômetro e Barômetro	E104602A-18 e E104602B-18	24/10/20 e 26/10/20	CAL 0439
CM01	Conjunto de Massa	MA 321_12_18	17/12/2020	CAL 0291
CM02	Conjunto de Massa	MA 322_12_18	17/12/2020	CAL 0291
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----

### 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

#### 5.1. Teste de Erros de Indicação

Carga [VN]*	[VR]**	[Vm]	[E] Erro	[U] Incerteza Expandida (g)	[k] Fator de Abrangência	[Veff] Graus de Liberdade Efetivo
Média das Leituras (g)	(g)	(g)	(g)			
0,0200	0,0200	0,0200	0,0000	± 0,0001	2,06	44,43
50,0000	50,0002	50,0011	+ 0,0009	± 0,0002	2,00	∞
100,0000	100,0002	100,0012	+ 0,0010	± 0,0003	2,00	∞
150,0000	150,0003	150,0012	+ 0,0009	± 0,0005	2,00	∞
200,0000	200,0001	199,9998	- 0,0003	± 0,0004	2,00	∞

\*VN = Valor Nominal    \*\*VR = Valor de Referência

### 5.2. Teste de Excentricidade

Carga (g): 100,0002 (Valor de Referência)	[E] Erro (g)	[uEX] Incerteza (g)	Tipo de Plataforma
P1	-0,0002		
P2	0,0002		
P3	0,0000	0,0000	
P4	-0,0004		
P5	-0,0003		Plataforma Circular

### 5.3. Teste de Repetibilidade

Carga (g): 100,0002 (Valor de Referência)	[Li] Leituras (g)	[uR] Incerteza (g)
L1	100,0012	
L2	100,0012	
L3	100,0013	0,0000
L4	100,0012	
L5	100,0012	

### 6. OBSERVAÇÕES

- A calibração foi realizada através do método de comparação direta de massa, descrito na Instrução Técnica IT.LAB.001 Rev 04;
- O presente certificado atende aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025:2017 e é válido somente para o instrumento de medição acima mencionado, não sendo extensivo a quaisquer outros instrumentos ainda que similares, e enquanto o mesmo se encontrar no exato local de sua calibração, citado acima;
- O Inmetro é signatário do acordo bilateral de reconhecimento mútuo com a EA - European Co-operation for Accreditation;
- Uma cópia deste certificado é arquivada durante 5 (cinco) anos;
- A Incerteza Expandida relatada é declarada como a Incerteza Padrão multiplicada pelo fator de abrangência ( $k$ ), que para uma distribuição normal corresponde a um nível de confiança de 95,45%;
- O serviço de ajuste não compõe o escopo da acreditação;
- Os pontos de medição, foram acordados com o cliente;
- Tempo de Aclimatização dos Padrões: 20 minutos;

DATA CALIBRAÇÃO:

22/01/2019

DATA EMISSÃO:

22/03/2019

Técnico Executante



CAIO TARANTO

Técnico Responsável



CAIO TARANTO

Certificado gerado:

000-BL/2019

Cliente: <u>A TONAL</u>				Data: <u>22/01/2019</u>	O.S.: <u>0000</u>
Fabricante: <u>SHIMADZU</u>	Modelo: <u>AVY220</u>	Nº de série: <u>D305320258</u>	Cadastro: <u>BL-58</u>	Tipo de Instrumento: <u>BALANÇA</u>	
Classe: <u>I</u>	Capacidade: <u>220,0000</u>	Divisão: <u>0,0001/0001</u>	Estratégia: <u>1/1</u>	Faixa de Trabalho: <u>0,0200 A 200,0000</u>	
Setor/Local da Calibração: <u>LABORATÓRIO DE COSMÉTICO</u>			Responsável: <u>DANILO</u>		

Unidade:

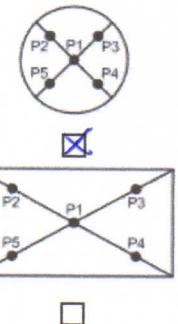
Condições Ambientais:						
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
<u>g</u>	<u>60,0</u> %UR	<u>60,5</u> %UR	<u>910,0</u> hPa	<u>910,0</u> hPa	<u>28,3</u> °C	<u>27,8</u> °C

**1. Teste de Erros de Indicação:**

Pontos de Ensaio: (Valor Nominal)	Leitura Preliminar	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Leitura 4	Leitura 5
1 <u>0,0200</u>		<u>0,0199</u>	<u>0,0200</u>	<u>0,0200</u>	<u>0,0200</u>	<u>0,0199</u>
2 <u>50,0000</u>		<u>50,0011</u>	<u>50,0012</u>	<u>50,0011</u>	<u>50,0011</u>	<u>50,0012</u>
3 <u>100,0000</u>		<u>100,0012</u>	<u>100,0013</u>	<u>100,0012</u>	<u>100,0012</u>	<u>100,0013</u>
4 <u>150,0000</u>		<u>150,0012</u>	<u>150,0011</u>	<u>150,0011</u>	<u>150,0012</u>	<u>150,0013</u>
5 <u>200,0000</u>		<u>199,9997</u>	<u>199,9998</u>	<u>199,9998</u>	<u>199,9998</u>	<u>199,9999</u>

**2. Teste de Excentricidade:**

Carga: (Valor Nominal)	100,0000	(Retorno a zero)*	(Leituras)
P1		<u>100,0000</u>	
P2		<u>100,0004</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
P3		<u>100,0002</u>	
P4		<u>99,9998</u>	
P5		<u>99,9999</u>	<input type="checkbox"/>

**Avaliação das Condições:**

- Vibrações excessivas?  Sim  Não
- Temperatura e/ou umidade extrema?  Sim  Não
- Correntes de ar excessivas?  Sim  Não
- Descrição do instrumento conforme contratado?  Sim  Não

**ATENÇÃO!**

- ✓ Tempo de climatização e aquecimento do instrumento: 20 min;
- ✓ Atenção a não linearidades entre as leituras;
- ✓ Aguardar a estabilização completa da balança;

**Observações:**Cliente aceitou as Condições Avaliadas?  Sim  Não  N/A

Assinatura Responsável pelo aceite:

CAIO TARANTO

Executante

 Antes do Ajuste ( ) Após o Ajuste

Verificado Por