





---

**FICHA TÉCNICA**

---

TÍTULO:

Guia RELACRE 8

DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DA

CALIBRAÇÃO DE MASSAS

EDIÇÃO: RELACRE

DESIGN GRÁFICO: RELACRE

CAPA: Alda Rosa

IMPRESSÃO: Espaço 2 Gráfico

TIRAGEM: 250 exemplares

DEPÓSITO LEGAL: 121456/98

ISBN: 972-96727-7-6

---





Este documento foi elaborado pelo GRUPO DE TRABALHO GT01

**“MECÂNICA (PRESSÃO, FORÇA E MASSA)”**

da COMISSÃO TÉCNICA RELACRE CTR04

**“INCERTEZAS NAS MEDIÇÕES”**

O conteúdo é da responsabilidade dos que colaboraram na sua elaboração.

É intenção da RELACRE proceder à revisão deste documento sempre que se revele oportuno.

Na elaboração da presente edição colaboraram:

António Baptista	LNEC
<i>(coordenador)</i>	
Álvaro Ribeiro	LNEC
Carlos Pinto	ISQ
Garcia Serrudo	DRLVTE
João Costa	ARSENAL DO ALFEITE
João Marmelo	INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL
José Sena	ARSENAL DO ALFEITE
Luis Brito	IPQ
Madalena Teles	FEUP

Direitos de Autor protegidos  
segundo legislação em vigor.  
Proibida cópia total ou parcial sem  
autorização escrita da RELACRE.



---

## ÍNDICE

---

<b>1. OBJECTIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERÊNCIAS</b>	<b>1</b>
<b>3. SÍMBOLOS E DESIGNAÇÕES</b>	<b>2</b>
<b>4. DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE MASSAS</b>	<b>3</b>
4.1 Fontes de Incerteza	3
4.2 Incerteza do Laboratório de Referência	3
4.3 Incerteza Associada ao Sistema de Calibração	4
4.4 Incerteza Associada ao Padrão de Referência	6
4.5 Incerteza Associada à Variação a Longo Prazo do Padrão de Referência	6
4.6 Incerteza Associada ao Condicionamento Ambiental	7
4.7 Incerteza Associada aos Operadores	7
4.7.1 Estudo Experimental para quantificação das incertezas	7
4.7.2 Tratamento dos resultados do estudo experimental	8
4.7.3 Incerteza associada à actuação de um operador em períodos de tempo diferentes	9
4.7.4 Incerteza associada à actuação de diferentes operadores	9
4.7.5 Cálculo da incerteza associada aos operadores	10
4.8 Determinação da Melhor Incerteza de Medição do Laboratório de Calibração de Massas	10
<b>5. DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE MASSAS</b>	<b>11</b>



## 1. OBJECTIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O objectivo do presente documento é o de estabelecer o procedimento a seguir na avaliação da melhor incerteza de um laboratório de metrologia de massa e da incerteza dos resultados da calibração de massas, na calibração de massas a partir de *padrões de referência*. Os *padrões de referência* são *medidas materializadas de massa (pesos)*. Para que estes *pesos* possam ser utilizados como *padrões de referência* para calibração de massas, devem ser de classe de exactidão superior à do objecto para calibração e encontrar-se rastreados a um *Laboratório de Referência* reconhecido, através de um certificado de calibração emitido por este *Laboratório*. Os instrumentos de medição de massa são instrumentos de pesagem (comparadores de massa e balanças) devidamente calibrados.

As definições e os princípios gerais adoptados na formulação da incerteza são os referidos no *Guia para a expressão da incerteza de medição nos laboratórios de calibração*, baseado no EAL R2 (95). O presente documento destina-se a complementar os referidos princípios gerais, na sua aplicação ao caso particular de um laboratório de calibração de massas. Para tal, indicam-se as grandezas intervenientes na avaliação das incertezas calculadas pelo laboratório. Os métodos de cálculo adoptados para a determinação da incerteza associada a cada uma destas grandezas baseiam-se nos documentos EAL R2 (95) e ISO-BIPM *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*.

## 2. REFERÊNCIAS

- *Guia para a expressão da incerteza de medição nos laboratórios de calibração*, IPQ, 1996
- EAL R2 (95) - *Guidelines for the Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibrations*
- *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993
- *OIML R 111- Pesos de classes E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3*.
- *VIM - Vocabulário Internacional de Metrologia - Termos Fundamentais e Gerais*, IPQ, 1996.

### 3. SÍMBOLOS E DESIGNAÇÕES

No âmbito do presente documento adoptam-se os símbolos e designações indicados no Quadro 1.

Quadro 1

SÍMBOLO	UNIDADE	DESIGNAÇÃO
$U_{Lref}$	mg	Incerteza do <i>Laboratório de Referência</i>
$d$	mg	Resolução (menor divisão legível) do indicador do <i>instrumento de medição</i>
$u_{scal}$	mg	Incerteza associada ao sistema de calibração
$u_{dlab}$	mg	Incerteza associada ao desvio entre os valores médios das medições efectuadas no <i>Laboratório de Referência</i> e no <i>laboratório em avaliação</i>
$a_{dlab}$	mg	Desvio entre os valores médios das medições efectuadas no <i>Laboratório de Referência</i> e no <i>laboratório em avaliação</i>
$\bar{X}_{Lref}, \bar{X}_{lav}$	mg	Valores médios das medições efectuadas no <i>Laboratório de Referência</i> e no <i>laboratório em avaliação</i>
$u_{med}$	mg	Incerteza associada à variação da média das medições no <i>laboratório em avaliação</i>
$s_{med}$	mg	Desvio padrão das medições no <i>laboratório em avaliação</i>
$u_{dim}$	mg	Incerteza associada à resolução do <i>instrumento de medição</i>
$u_{scal}$	mg	Incerteza associada ao sistema de calibração
$u_{pref}$	mg	Incerteza associada ao <i>padrão de referência</i>
$a_{plp}$	mg	Variação a longo prazo do <i>padrão de referência</i>
$u_{plp}$	mg	Incerteza associada à variação a longo prazo do <i>padrão de referência</i>
$u_{amb}$	mg	Incerteza associada à influência do condicionamento ambiental
$S_{pc}, S_{pd}$	mg	Incertezas associadas à actuação de um mesmo operador ( $S_{pc}$ ) e de diferentes operadores ( $S_{pd}$ )
$s_p$	mg	Incerteza associada aos operadores
$u_{lab}$	mg	Incerteza de medição padrão do <i>laboratório em avaliação</i>
$U_{lab}$	mg	Incerteza de medição expandida do <i>laboratório em avaliação</i>
$s_{rep}$	mg	Desvio padrão das medições da massa
$u_{rep}$	mg	Incerteza associada à repetibilidade das medições da massa
$u_{mas}$	mg	Incerteza padrão do resultado da calibração de massas
$U_{mas}$	mg	Incerteza expandida do resultado da calibração de massas

## 4. DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE MASSAS

### 4.1 FONTES DE INCERTEZA

O método adoptado no presente documento para a determinação da incerteza de medição do laboratório de calibração de massas, adiante designado por *laboratório em avaliação*, baseia-se na intercomparação dos resultados de calibrações de massas no *laboratório em avaliação* e no *Laboratório de Referência*, a que o *laboratório em avaliação* se encontra rastreado. Estas massas, serão adiante designadas por *massas de transferência*.

Esta intercomparação deve ser efectuada com base nos resultados da calibração, segundo método de comparação - do tipo ABA ou ABBA - que elimine o possível erro de deriva do comparador de massa. Deverá ser aplicada a diferentes valores de massa, representativos de cada uma das gamas de medição do *laboratório em avaliação*.

As fontes de incerteza consideradas são:

- Incerteza global do *Laboratório de Referência*;
- Incerteza associada ao sistema (método) de calibração;
- Incerteza associada ao *padrão de referência*;
- Incerteza associada à variação a longo prazo do *padrão de referência*;
- Incerteza associada ao condicionamento ambiental;
- Incerteza associada aos operadores.

Nas secções seguintes descrevem-se os métodos de cálculo a adoptar para a quantificação destas componentes da incerteza.

### 4.2 INCERTEZA DO LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA

O *Laboratório de Referência*, a que os *padrões de referência* do *laboratório em avaliação* se encontram rastreados, deve ser um Laboratório Acreditado. A incerteza de medição expandida,  $U_{\text{Lref}}$ , deve

constar do respectivo Manual de Qualidade, e ser fornecida ao *laboratório em avaliação* quando por este seja solicitada.

A incerteza padrão do Laboratório de Referência,  $u_{Lref}$ , é calculada através da expressão:

$$u_{Lref} = \frac{U_{Lref}}{k} \quad (1)$$

em que  $k$  representa o factor de expansão utilizado pelo Laboratório de Referência no cálculo de  $U_{Lref}$ .

### 4.3 INCERTEZA ASSOCIADA AO SISTEMA DE CALIBRAÇÃO

**4.3.1** A incerteza associada ao sistema ( método ) de calibração,  $u_{scal}$ , é calculada a partir dos resultados da calibração da *massa de transferência*, com base nas seguintes componentes:

- $u_{dlab}$ , incerteza associada ao desvio entre os valores médios das medições efectuadas no *Laboratório de Referência* e no *laboratório em avaliação*;
- $u_{med}$ , incerteza associada à variação da média das medições no *laboratório em avaliação*;
- $u_{dim}$ , incerteza associada à resolução do instrumento de medição.

**4.3.2** A componente  $u_{dlab}$  é calculada através da expressão (2):

$$u_{dlab}^2 = \frac{(a_{dlab})^2}{24} \quad (2)$$

O desvio  $a_{dlab}$  é calculado para cada valor de massa através da expressão (3):

$$a_{dlab} = \bar{X}_{Lref} - \bar{X}_{Lav} \quad (3)$$

em que  $\bar{X}_{Lref}$  e  $\bar{X}_{Lav}$  representam, respectivamente, os valores médios das medições efectuadas no *Laboratório de Referência* e no *laboratório em avaliação*.

**4.3.3** A componente  $u_{med}$  é calculada através da expressão (4):

$$u_{med}^2 = \frac{1}{n} (s_{med}^2) \quad (4)$$

O desvio padrão experimental das medições,  $s_{med}$ , é calculado, para cada massa representativa de uma gama de medição, através da expressão (5):

$$s_{med}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2 \quad (5)$$

em que  $\bar{q}$  e  $q_j$  representam, respectivamente, a média e os valores de cada uma de  $n$  (com  $n \geq 10$ ) medições efectuadas no laboratório *em avaliação*, com cada *massa de transferência*.

**4.3.4** A componente  $u_{dim}$ , associada à resolução do instrumento de medição, é calculada através da expressão :

$$u_{dim}^2 = \frac{d^2}{12} \quad (6)$$

em que  $d$  representa a resolução do instrumento de medição.

**4.3.5** A incerteza associada ao sistema de calibração,  $u_{scal}$ , é calculada de acordo com a expressão (7):

$$u_{scal} = \sqrt{u_{dlab}^2 + u_{med}^2 + u_{dim}^2} \quad (7)$$

#### 4.4 INCERTEZA ASSOCIADA AO PADRÃO DE REFERÊNCIA

A incerteza expandida associada ao *padrão de referência*,  $U_{pref}$ , é extraída do respectivo certificado de calibração emitido pelo *Laboratório de Referência*.

A incerteza padrão associada ao padrão de referência  $u_{pref}$ , é calculada através da expressão (8):

$$u_{pref} = \frac{U_{pref}}{k} \quad (8)$$

em que  $k$  representa o factor de expansão utilizado pelo Laboratório de Referência no cálculo de  $U_{pref}$

#### 4.5 INCERTEZA ASSOCIADA À VARIACÃO A LONGO PRAZO DO PADRÃO DE REFERÊNCIA

A variação a longo prazo do *padrão de referência*,  $a_{plp}$ , pode ser determinada através da comparação dos resultados de duas calibrações consecutivas efectuadas pelo *Laboratório de Referência* (9):

$$a_{plp} = \bar{X}_{p,2} - \bar{X}_{p,1} \quad (9)$$

em que  $\bar{X}_{p,2}$  e  $\bar{X}_{p,1}$  representam, respectivamente, os valores médios das medições efectuadas no *padrão de referência*, indicados no certificado de calibração mais recente e no certificado de calibração anterior.

A incerteza associada a esta variação,  $u_{plp}$ , é calculada através da expressão (10):

$$u_{plp}^2 = \frac{(a_{plp})^2}{18} \quad (10)$$

No caso de um *padrão de referência* que disponha de uma única calibração, a variação do seu valor pode ser estimado com base na variação dos valores de outros padrões com as mesmas características e utilização semelhante.

#### 4.6 INCERTEZA ASSOCIADA AO CONDICIONAMENTO AMBIENTAL

Em termos de condicionamento ambiental, a temperatura e humidade constituem as principais grandezas que poderão afectar a incerteza das medições. Tal influência, poderá em geral ser desprezada para massas de classe de exactidão inferior ou igual a E2, desde que sejam observadas as recomendações prescritas:

- a calibração deve ser efectuada a uma temperatura estável, a  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , entre  $18^{\circ}\text{C}$  e  $25^{\circ}\text{C}$ ;
- antes de se iniciar a calibração deve-se aguardar um intervalo de tempo suficiente para os instrumentos de medição de massa atingirem uma temperatura estável;
- a calibração deve ser efectuada a uma humidade relativa estável, a  $\pm 5\%$ , entre  $40\%$  e  $60\%$ .

No caso destas recomendações serem respeitadas, poder-se-á considerar que  $u_{amb} = 0$ .

No caso das recomendações referidas não serem respeitadas, o valor de  $u_{amb}$  deverá ser determinado em função dos efeitos da variação da temperatura e humidade sobre as medições efectuadas.

#### 4.7 INCERTEZA ASSOCIADA AOS OPERADORES

##### 4.7.1 Estudo experimental para quantificação das incertezas

A incerteza associada aos operadores constitui uma parcela fixa da incerteza global, cuja quantificação deve ser efectuada através dum estudo experimental prévio, envolvendo todos os operadores autorizados a realizar operações de calibração de massas num dado laboratório. Tal estudo deve permitir quantificar duas componentes diferentes deste tipo de incerteza: a incerteza devida à actuação de um mesmo operador em períodos de tempo diferentes, e a incerteza devida à actuação de diferentes operadores.

No caso de as operações de calibração poderem ser efectuadas por  $n$  operadores, o estudo experimental envolve a realização de  $n$  conjuntos de dois ensaios, um de manhã e outro à tarde, de

pelo menos três massas representativas do conjunto das gamas de medição do laboratório. Cada ensaio é constituído por dez séries de medições para cada massa.

Cada um dos  $n$  conjuntos de ensaios deve ser atribuído a um operador diferente. Os dois ensaios relativos a cada conjunto, de manhã e à tarde, devem ser efectuados pelo mesmo operador. Durante todos os ensaios pretende-se que todas as restantes variáveis que afectam a incerteza global se mantenham constantes. Deste modo, todos os ensaios de cada massa devem ser efectuados com um único padrão de referência e um único instrumento de pesagem.

#### 4.7.2 Tratamento dos resultados do estudo experimental

Com base nos resultados obtidos durante o estudo experimental calculam-se, para cada valor de massa, as variâncias relativas às dez leituras efectuadas em cada ensaio:

$$s^2 = \frac{1}{9} \sum_{j=1}^{10} (X_j - \bar{X}_{srt})^2 \quad (11)$$

em que  $\bar{X}_{srt}$  representa o valor médio das dez leituras efectuadas para cada massa, durante um mesmo ensaio:

$$\bar{X}_{srt} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} X_j \quad (12)$$

As variâncias calculadas para o conjunto dos  $2 \times n$  ensaios serão designadas pelos símbolos  $s_{p1.m}^2$  a  $s_{pn.m}^2$ , no caso dos ensaios efectuados pelos operadores  $1$  a  $n$  durante o período da manhã, e por  $s_{p1.t}^2$  a  $s_{pn.t}^2$ , no caso dos ensaios efectuados durante o período da tarde.

Para cada massa, calculam-se também as variâncias do conjunto das vinte séries de leituras efectuadas por cada operador nas duas operações, nos períodos de manhã e de tarde:

$$s^2 = \frac{1}{19} \sum_{j=1}^{20} (X_j - \bar{X}_{srt})^2 \quad (13)$$

em que  $\overline{X}_{sr}$  representa o valor médio das vinte leituras efectuadas para cada massa durante o conjunto dos dois ensaios efectuados por um mesmo operador. O seu valor é calculado através de uma expressão idêntica à expressão (12). As variâncias calculadas através da expressão (13) serão designadas pelos símbolos  $s_{pI}^2$  a  $s_{pn}^2$ .

Finalmente, calculam-se ainda, para cada massa, as variâncias relativas ao conjunto das leituras efectuadas nos  $n$  ensaios, nos períodos de manhã e nos períodos de tarde:

$$s^2 = \frac{1}{10n-1} \sum_{j=1}^{10n} (X_j - \overline{X}_{sr})^2 \quad (14)$$

em que  $\overline{X}_{sr}$  representa o valor médio das  $10 \times n$  leituras efectuadas para cada massa durante o conjunto dos ensaios efectuados pelos  $n$  operadores num mesmo período, de manhã ou de tarde. O seu valor é calculado através de uma expressão idêntica à expressão (12). Estas variâncias serão designadas pelos símbolos  $s_{p.m}^2$  a  $s_{p.t}^2$ , para os períodos de manhã e de tarde, respectivamente. Apesar de o dispositivo e de os procedimentos de calibração se manterem constantes ao longo deste estudo, deve-se ter em conta o facto de os valores obtidos serem afectados pela incerteza associada à repetibilidade das leituras.

#### 4.7.3 Incerteza associada à actuação de um operador em períodos de tempo diferentes

A componente da incerteza associada à actuação de um determinado operador  $i$ , em períodos de tempo diferentes, é obtida através da expressão (15):

$$s_{pi}^2 = s_{pi}^2 - \min ( s_{pi.m}^2, s_{pi.t}^2 ) \quad (15)$$

em que o termo subtrativo representa o menor valor das variâncias  $s_{pi.m}^2$  e  $s_{pi.t}^2$ .

Admite-se que este termo subtrativo caracteriza a incerteza associada à repetibilidade das leituras, enquanto que o termo  $s_{pi}^2$  inclui a incerteza associada à repetibilidade das leituras e à actuação do operador  $i$  nos dois períodos de tempo diferentes.

Uma vez calculados os valores de  $s_{p1}^2$  a  $s_{pn}^2$ , adopta-se o maior destes valores para a componente da incerteza associada à actuação de um mesmo operador:

$$s_{pc}^2 = \max ( s_{p1}^2, s_{p2}^2, \dots, s_{pn}^2 ) \quad (16)$$

#### 4.7.4 Incerteza associada à actuação de diferentes operadores

A componente da incerteza associada à actuação de diferentes operadores, durante o período da manhã por exemplo, é obtida através da expressão (17):

$$s_{p.m}^2 = s_{p.m}^{2*} - \min ( s_{p1.m}^2, s_{p2.m}^2, \dots, s_{pn.m}^2 ) \quad (17)$$

em que o termo substractivo representa o menor valor das variâncias  $s_{p1.m}^2, s_{p2.m}^2, \dots, s_{pn.m}^2$ .

Admite-se que este termo substractivo caracteriza a incerteza associada à repetibilidade das leituras, enquanto que o termo  $s_{p.m}^{2*}$  inclui a incerteza associada à repetibilidade das leituras e à actuação dos  $n$  operadores durante os períodos da manhã.

A componente da incerteza associada à actuação de diferentes operadores durante os períodos da tarde é obtida de forma idêntica.

Uma vez calculados os valores de  $s_{p.m}^2$  e  $s_{p.t}^2$ , adopta-se o maior destes valores para a componente da incerteza associada à actuação de diferentes operadores:

$$s_{pd}^2 = \max ( s_{p.m}^2, s_{p.t}^2 ) \quad (18)$$

#### 4.7.5 Cálculo da incerteza associada aos operadores

A incerteza associada aos operadores,  $s_p$ , é igual ao maior dos valores  $s_{pw}$ , calculados para cada massa através da expressão (19):

$$s_{pw} = \sqrt{s_{pc}^2 + s_{pd}^2} \quad (19)$$

#### 4.8 DETERMINAÇÃO DA MELHOR INCERTEZA DE MEDIÇÃO DO LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE MASSAS

A incerteza de medição padrão do laboratório de calibração de massas em avaliação,  $u_{lab}$ , é calculada através da lei de propagação das variâncias, de acordo com a expressão (20):

$$u_{lab} = \sqrt{u_{Lref}^2 + u_{scal}^2 + u_{pref}^2 + u_{plp}^2 + u_{amb}^2 + s_p^2} \quad (20)$$

O cálculo das várias componentes da incerteza de medição padrão, intervenientes na expressão (20), é descrito nas secções 4.2 a 4.7.

A incerteza de medição expandida do laboratório de calibração de massas em avaliação,  $U_{lab}$ , correspondente a uma probabilidade de cerca de 95%, é calculada através da expressão (21), com  $k=2$ .

$$U_{lab} = k u_{lab}$$

## 5. DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE MASSAS

### 5.1 FONTES DE INCERTEZA

A calibração de massas deverá ser efectuada através de um método de comparação - do tipo ABA ou ABBA ( OIML R 111 ) - que elimine o possível erro de deriva do comparador de massa.

Tendo, o *padrão de referência* e a massa em calibração, massas específicas (e volumes) aproximadamente iguais, a componente da incerteza devida aos efeitos da impulsão do ar, para massas de classe de exactidão igual ou inferior a E2, é desprezável face às componentes consideradas.

As fontes de incerteza consideradas são:

- Incerteza de medição do laboratório de calibração de massas,  $u_{lab}$ ;
- Incerteza associada à repetibilidade das medições da massa,  $u_{rep}$ .

5.2 A incerteza de medição do laboratório de calibração de massas,  $u_{lab}$ , calculada de acordo com a secção 4. do presente documento-guia, deve constar do respectivo Manual de Qualidade.

5.3 A componente  $u_{rep}$  é calculada a partir da expressão (22):

$$u_{rep}^2 = \frac{1}{n} (s_{rep}^2) \quad (22)$$

O desvio padrão experimental das medições,  $s_{rep}$ , é calculado através da expressão (23):

$$s_{rep}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (q_j - \bar{q})^2 \quad (23)$$

em que  $\bar{q}$  e  $q_j$  representam, respectivamente, a média e os valores de cada uma de n medições efectuadas na calibração da massa.

#### 5.4 INCERTEZA DO RESULTADO DA CALIBRAÇÃO DE MASSAS

A incerteza padrão do resultado da calibração de massas,  $u_{mas}$ , é calculada através da lei de propagação das variâncias, de acordo com a expressão (24):

$$u_{mas} = \sqrt{u_{lab}^2 + u_{rep}^2} \quad (24)$$

A incerteza expandida do resultado da calibração de massas,  $U_{mas}$ , correspondente a uma probabilidade de cerca de 95%, é calculada através da expressão (25), com  $k=2$ .

$$U_{mas} = k u_{mas} \quad (25)$$

O certificado de calibração de massas deve incluir uma nota com o seguinte conteúdo:

*“A incerteza de medição expandida apresentada está expressa pela incerteza de medição padrão, calculada de uma distribuição normal, multiplicada pelo factor de expansão  $k = 2$ , para dar uma probabilidade expandida de aproximadamente 95%. A incerteza de medição foi calculada de acordo com o documento EAL R2 (95). A estabilidade a longo prazo do objecto não foi considerada”.*

## Últimos guias publicados

- 1** CALIBRAÇÃO DE MATERIAL VOLUMÉTRICO  
1995; ISBN 972 - 96727 - 0 - 9
- 2** AUDITORIAS INTERNAS DE LABORATÓRIOS QUÍMICOS  
1995; ISBN 972 - 96727 - 1 - 7
- 3** VALIDAÇÃO DE RESULTADOS EM LABORATÓRIOS QUÍMICOS  
1996; ISBN 972 - 96727 - 2 - 5
- 4** DETERMINAÇÃO DA MELHOR INCERTEZA DE MEDIÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE FORÇAS  
1996; ISBN 972 - 96727 - 3 - 3
- 5** DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DOS RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE FORÇAS  
1996; ISBN 972 - 96727 - 4 - 1
- 6** ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE ENSAIOS MICROBIOLÓGICOS  
1996; ISBN 972 - 96727 - 5 - X
- 7** ENSAIOS INTERLABORATORIAIS EM QUÍMICA  
1996; ISBN 972 - 96727 - 6 - 8
- 8** DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DA CALIBRAÇÃO DE MASSAS  
1997; ISBN 972 - 96727 - 7 - 6



Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal

Rua Filipe Folque, 2, 6º Dto  
1050-113 LISBOA  
Telef. 21 313 98 40  
Fax 21 313 98 41  
relacre@mail.telepac.pt  
www.relacre.pt