

3 **Padrões de massa**

3.1 **Aspectos Gerais**

Este capítulo da dissertação contém as principais características físicas e os requisitos metrológicos para padrões de massa, que são usados:

- na verificação de padrões de massa de uma classe de exatidão inferior; com instrumentos de pesagem.

Os valores nominais da massa dos padrões de massa cobertos pela recomendação R 111 (OIML) abrangem desde 1 mg e valores superiores para cobrir padrões de massa para o ensaio de máquinas de pesagem de alta capacidade.

Esta análise se aplica aos padrões de massa nas seguintes classes de exatidão E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 .

A classe de exatidão mínima dos padrões de massa usados com instrumentos de pesagem.

A classe de exatidão de padrões de massa usados com instrumentos de pesagem deve ser escolhida de acordo com os requisitos da Recomendação da OIML apropriada.

3.1.1

As classes de exatidão da OIML são definidas da seguinte maneira

- Padrões de massa da classe E_1 : padrões de massa destinados a garantir a rastreabilidade entre os padrões nacionais de massa (com valores derivados do Protótipo Internacional do Quilograma) e os padrões de massa da classe E_2 e inferiores. Os padrões de massa da classe E_1 devem satisfazer todas as exigências para os padrões de massa da classe E_1 . Os padrões de massa ou coleções de padrões de massa da classe E_1 devem estar acompanhados de um certificado de calibração .
- Padrões de massa da classe E_2 : padrões de massa destinados a serem usados nas verificações iniciais dos padrões de massa da classe F_1 destinados a serem usados com instrumentos de pesagem de classe de exatidão I. Os padrões de massa ou coleções de padrões de massa de classe E_2 devem estar sempre acompanhados de um certificado de calibração. Eles podem ser usados como padrões de massa de classe E_1 se eles atendem aos requisitos de rugosidade de superfície e susceptibilidade magnética para os padrões de massa da classe E_1 e se seu certificado de calibração dá os dados apropriados .Os padrões de massa da classe E_2 devem atender os requisitos para os padrões de massa da classe E_2 .
- Padrões de massa da classe F_1 : padrões de massa destinados a serem usados nas verificações iniciais de padrões de massa da classe F_2 e destinados a serem usados com instrumentos de pesagem da classe de exatidão I.
- Padrões de massa da classe F_2 : padrões de massa destinados a serem usados nas verificações iniciais de padrões de massa da classe M_1 e, possivelmente, padrões de massa da classe M_2 , destinados a serem usados em importantes transações comerciais (por exemplo, ouro e pedras preciosas) em instrumentos de pesagem de classe de exatidão II e atender todos os requisitos para os padrões de massa da classe F_2 .

(Foto da coleção de padrões de massa F2 – ANEXO 4)

- Padrões de massa da classe M_1 : padrões de massa destinados a serem usados nas verificações iniciais dos padrões de massa da classe M_2 , destinados a serem usados com instrumentos de pesagem de classe de exatidão II e atender a todos os requisitos para os padrões de massa da classe M_1 .
- Padrões de massa da classe M_2 : padrões de massa destinados a serem usados nas verificações iniciais dos padrões de massa da classe M_3 , destinados a serem usados em transações comerciais normais e com instrumentos de pesagem de classe de exatidão III e atender a todos os requisitos para os padrões de massa da classe M_2 .
- Padrões de massa da classe M_3 : padrões de massa destinados a serem usados em instrumentos de pesagem das classes de exatidão III e IIII e atender a todos os requisitos para os padrões de massa da classe M_3 .

3.2

Unidades e valores nominais para os padrões de massa

3.2.1

Unidades

As unidades usadas são:

- para o padrões de massa, o miligrama (mg), o grama (g) e o quilograma (kg);
- para a densidade, o quilograma por metro cúbico (kg/m^3).

3.2.2

Valores nominais

Os valores nominais da massa para padrões de massa ou coleções de padrões de massa devem ser iguais a 1×10^n kg, ou 2×10^n kg ou 5×10^n kg, onde “n” representa um número positivo, negativo ou nulo.

3.3

Seqüência de padrões de massa

A seqüência de uma coleção de padrões de massa deve consistir em uma das seguintes:

(1; 1; 2; 5) $\times 10^n$ kg;

(1; 1; 1; 2; 5) $\times 10^n$ kg;

(1; 2; 2; 5) $\times 10^n$ kg; ou,

(1; 1; 2; 2; 5) $\times 10^n$ kg, onde “n” representa um número inteiro positivo, negativo ou nulo.

Não obstante acima, uma coleção de padrões de massa também pode compreender múltiplos padrões de massa, todos eles tendo o mesmo valor nominal. Por exemplo, 10 peças ou membros da coleção, cada peça ou membro tem uma capacidade nominal de 5×10^n kg.

3.4

Requisitos Metrológicos

3.4.1

Erros máximos admissíveis nas verificações inicial e na periódica

Os erros máximos admissíveis na verificação inicial para cada padrão de massa individual são dados no (ANEXO-2). Estes erros máximos admissíveis relacionam-se à massa convencional.

3.4.2 Incerteza expandida

Para cada padrão de massa, a incerteza expandida U , para $k = 2$ da massa convencional, deve ser inferior ou igual a um terço do erro máximo admissível .

$$U_{(k-2)} \leq 1/3 \delta m \quad (01)$$

3.4.3 Massa convencional

Para cada padrão de massa, a massa convencional m_c (determinada com uma incerteza expandida U) não deve diferir mais do que a diferença do erro máximo admissível δm menos a incerteza expandida, em relação ao valor nominal do peso m_0 :

$$m_0 - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta m - U) \quad (02)$$

Para os padrões de massa das classes E_1 e E_2 , que estão sempre acompanhados de certificados apresentando os dados adequados , o desvio em relação ao valor nominal $m_0 - m_c$ deve ser levado em conta pelo usuário.

3.5 Requisitos Técnicos

Padrões de massa devem ter um forma geométrica simples para facilitar sua manufatura; eles não devem ter bordas ou cantos de modo a impedir sua deterioração; não deve haver concavidades pronunciadas de modo a evitar deposições (por exemplo, poeira) sobre sua superfície.

Padrões de massa de uma determinada coleção de padrões de massa deve ter a mesma forma, exceto os padrões de massa de 1 grama ou menos.

Padrões de massa inferiores a ou igual a 1 grama

Padrões de massa inferiores a 1 grama devem ser folhas planas poligonais ou fios, com formas apropriadas, que permitam o manuseio fácil. As formas devem ser indicadoras do valor nominal dos padrões de massa.

Padrões de massa de 1 grama podem ser folhas planas poligonais ou fios .A forma dos padrões de massa não marcados com seu valor nominal devem estar em conformidade com os valores da Tabela 4.

Tabela - (4) – Forma dos padrões de massa de 1 g ou menos

Valores nominais mg	Lâminas poligonais	Fios
5 – 50 – 500	<i>Pentágono</i>	Pentágono } Quadrado } ou { Triângulo }
2 – 20 – 200	Quadrada	
1 – 10 – 100 - 1000	Triângulo	

Uma coleção de padrões de massa pode compreender mais de uma seqüência de formas, diferindo de uma seqüência para outra. Em uma série de seqüências, no entanto, uma seqüência de padrões de massa de uma forma diferente não deve ser inserida entre duas seqüências de padrões de massa que têm a mesma forma.

Padrões de massa de 1 grama e maiores

Um padrão de massa de 1 grama pode ter ou a forma de múltiplos de padrão de massa de 1 grama ou a forma de submúltiplos de padrões de massa de 1 grama.

Aqueles padrões de massa também podem ter um corpo cilíndrico ou cônico levemente reduzidos.

Além das formas acima, os padrões de massa de 5 kg a 50 kg podem ter uma forma diferente adequada ao seu método de manuseio, em vez de um botão para levantar. Eles podem ter dispositivos rígidos de manuseio incorporados aos padrões de massa, tais como eixos, alças, ou similares.

3.6 Construção

Padrões de massa das classes E_1 e E_2

Os padrões de massa das classes E_1 e E_2 devem ser sólidos e não devem possuir cavidade aberta para a atmosfera. Eles devem ter uma construção única, isto é, consistir em uma peça única de material.

Padrões de massa das classes F_1 e F_2

Os padrões de massa das classes F_1 e F_2 de 1 g a 50kg podem ser manufaturados com uma peça ou muitas peças a partir do mesmo material. Os padrões de massa das classes F_1 e F_2 podem conter uma cavidade de ajuste; no entanto, o volume desta cavidade não deve exceder um quinto do volume total do padrão de massa, e a cavidade deve ser fechada ou por meio de um botão para levantar ou por um outro dispositivo adequado.

3.7 Material

Os padrões de massa devem ser resistentes à corrosão. A qualidade do material deve ser tal que a variação na massa dos padrões de massa deve ser desprezível em relação aos erros máximos permitidos em sua classe de exatidão (ANEXO-2) nas condições normais de uso e propósito para os quais eles estão sendo usados.

Padrões de massa das classes E_1 e E_2

Para os padrões de massa iguais ou maiores do que 1 grama, a dureza deste material e sua resistência ao desgaste devem ser similares a ou melhores do que aquelas do aço inoxidável austenítico.

Padrões de massa das classes F_1 e F_2

Para os padrões de massa iguais ou maiores do que 1 grama, a dureza e a fragilidade dos materiais usados nos padrões de massa das classes F_1 e F_2 devem ser, pelo menos igual àsquelas do bronze fundido.

3.8 Condições da superfície

Nas condições normais de uso, as qualidades da superfície devem ser tais que qualquer alteração da massa dos pesos seja desprezível com relação ao erro máximo permitido. Cada padrão de massa deve ser individualmente avaliado para determinar se é aceitável.

A superfície dos padrões de massa (incluindo a base e as quinas) deve ser suave e as bordas devem ser arredondadas.

A superfície dos padrões de massa das classes E_1 , E_2 , F_1 e F_2 não deve ser porosa e deve apresentar uma aparência polida durante o exame visual.

Um exame visual pode ser suficiente, exceto no caso de dúvida ou disputa. Para esses casos, os valores dados na tabela 8 devem ser usados (é feito o ensaio de rugosidade).

Tabela - (5) – Valores máximos de rugosidade de superfície

Classe	E ₁	E ₂	F ₁	F ₂
R _z (μm)	0,5	1	2	5
R _a (μm)	0,1	0,2	0,4	1

3.9 Ajuste

Um padrão de massa de determinado valor nominal deve ser ajustado de tal modo que o valor convencional do resultado da pesagem deste padrão de massa no ar seja igual ao do valor nominal dado, dentro dos limites dos erros fixados para a classe de exatidão a qual pertence o padrão de massa.

Padrões de massa das classes E₁ e E₂

Os padrões de massa devem ser ajustados pelo desgaste, polimento ou por qualquer outro método apropriado. Os requisitos de superfície devem ser atendidos no fim do processo.

Padrões de massa das classes F₁ e F₂

Padrões de massa sólidos devem ser ajustados por meio do desgaste, polimento ou qualquer outro método apropriado que não altere a superfície. Os padrões de massa com cavidades de ajuste devem ser ajustados com o mesmo material do qual eles foram feitos ou com estanho, molibdênio ou tungstênio.

3.10 Marcação

Padrões de massa de 1 g e múltiplos de um grama devem ser marcadas para indicar claramente o valor nominal deles, desde que a qualidade da superfície e adequação do padrão de massa não está afetada pelas marcações ou pelo processo usado para marcar o padrão de massa.

Os numerais que indicam os valores nominais da massa dos padrões de massa devem representar:

quilograma - para as massas de 1 kg e maiores

grama - para as massas de 1 g a 500 g.

Duplicar ou triplicar padrões de massa em uma coleção deve ser diferenciada claramente por meio de um número ou um ou dois asteriscos ou pontos no centro da superfície, exceto os padrões de massa de arame, que devem ser diferenciados por meio de um ou dois ganchos.

Tabela - (6) – Valores máximos aceitáveis das marcações dos usuários

Classe	Valor nominal	Tamanho das letras	Número máximo de sinais, numerais ou letras
E ₁	≥ 1 g	2	3
E ₂	≥ 1 g	3	4
de F ₁ a M ₂	1 g a 100 g	3	5
de F ₁ a M ₂	200 g a 10 kg	5	5
de F ₁ a M ₂	≥ 20 kg	7	5

As marcações do usuário devem consistir em no máximo 3 sinais, números ou letras, tais que não haja confusão com qualquer indicação do valor nominal ou classe possível.

Padrões de massa das classes E_1 e E_2

A classe deve ser indicada na tampa da caixa dos padrões de massa para os padrões de massa das classes E_1 e E_2 . Os padrões de massa das classes E_1 e E_2 não devem ser marcados a menos que a marcação dos padrões de massa tenham que separar o padrão de massa de um outro padrão de massa das classes E_1 e E_2 , e desde que a qualidade da superfície e a estabilidade do padrão de massa não seja afetada pelas marcações ou pelo processo usado para marcar o padrão de massa. Os valores máximos aceitáveis das marcações do usuário são dados na Tabela 9.

A classe deve ser indicada como E_1 , E_2 .

Os padrões de massa da classe E_2 devem portar um ponto fora do centro sobre a superfície superior para distinguí-los dos padrões de massa da classe E_1 .

Padrões de massa das classes F_1 e F_2

Padrões de massa de 1 g a 50 kg devem portar , por meio de polimento ou estampa, a indicação de seus valores nominais expressos .

Padrões de massa da classe F_1 não devem portar qualquer referência da classe.

Padrões de massa da classe F_2 de 1 g a 50 kg devem portar a sua classe de referência na forma “F” junto com a indicação de seu valor nominal.

3.11 Apresentação

Exceto os padrões de massa das classes M_2 e M_3 devem ser apresentados de acordo com os seguintes requisitos.

O tampo dos estojos que contém os pesos devem ser marcados para indicar sua classe na forma E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 .

Os padrões de massa pertencentes à mesma coleção de padrões de massa deve ser da mesma classe de exatidão.

Padrões de massa das classes E_1 , E_2 , F_1 e F_2

Padrões de massa individuais e coleções de padrões de massa devem ser protegidos contra a deterioração ou dano, devido ao choque ou à vibração. Eles devem estar contidos em estojos feitos de madeira, plástico ou qualquer material adequado que possua cavidades individuais.

Meios de manuseio de padrões de massa das classes E_1 , E_2 , F_1 e F_2 devem ser de uma construção tal que os meios de manuseio não arranhem a superfície do padrão de massa.

3.12 Controles metrológicos

Em um país onde os padrões de massa são sujeitos aos controles metrológicos do Estado, estes controles podem, dependendo da legislação nacional do país, compreender: aprovação de modelo, calibração e verificação, recalibração e reverificação, e/ou verificação inicial, e/ou verificação subsequente para padrões de massa.

A Tabela 7 orienta quanto à determinação de quais ensaios devem ser executados durante qual estágio da apreciação técnica.

Tabela (7) – Guia para a determinação de que ensaios devem ser realizados na aprovação de modelo e ensaios sugeridos nas verificações inicial e subsequente.

Padrões de massa ou coleções a serem ensaiadas	Ensaio	Rugosidade Da Superfície		
		E	F	M
Todos os padrões de massa na coleção	Classe	E	F	M
	PA	Ensaio	Ensaio	Ensaio
	IV	V	V	V
	SV	V	V	V
Amostra dos padrões de massa apenas	Classe	E	F	M
	PA	V	V	V
	IV	V	V	V
	SV	V	V	V

Legenda abaixo:

Legenda: PA: aprovação de modelo

IV: verificação inicial

SV: verificação subsequente

V

Somente inspeção visual– Em caso de disputa é feito o ensaio.

E

Ensaio exigido

3.13

Marcação de controle

As marcas de controle não são exigidas nos padrões de massa quando é emitido um certificado de calibração.

Padrões de massa das classes E_1 e E_2

As marcas de controle podem ser afixadas sobre o estojo.

Um certificado de calibração deve ser dado pelas autoridades metrológicas (por exemplo, serviços ou laboratórios de calibração credenciados) para cada padrão de massa ou coleção de padrões de massa.

Padrões de massa das classes F_1 e F_2

Padrões de massa da classe F_1

Se os padrões de massa são sujeitos aos controles metrológicos, as marcas destes controles devem ser afixadas sobre o estojo contendo os padrões de massa.

Padrões de massa da classe F_2

Se padrões de massa cilíndricos da classe F_2 estão sujeitos aos controles metrológicos, as marcas de controle apropriadas devem ser afixadas no selo da cavidade de ajuste; para os padrões de massa sem uma cavidade de ajuste, as marcas de controle devem ser afixadas em sua base.