

	RASTREABILIDADE DOS INSTRUMENTOS/SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	NORMA N.º NIT-SEGEL-006	REV. N.º 01
		PUBLICADO EM SET/2023	PÁGINA 1/9

SUMÁRIO

- 1 **Objetivo**
- 2 **Campo de aplicação**
- 3 **Responsabilidade**
- 4 **Documentos de referência**
- 5 **Documentos complementares**
- 6 **Siglas**
- 7 **Termos e definições**
- 8 **Condições gerais**
- 9 **Instrumentos/sistemas utilizados para calibração/verificação**
- 10 **Método utilizado para calibração/verificação**
- 11 **Procedimentos para calibração/verificação**
- 12 **Registro de medições e certificado de calibração**
- 13 **Critérios de aceitação**
- 14 **Proteção e arquivamento dos registros**
- 15 **Histórico da revisão e quadro de aprovação**

1 OBJETIVO

Esta norma estabelece os procedimentos adotados para a rastreabilidade dos instrumentos/sistemas de medição de energia elétrica na Dimel/Dgtec/Segel, nas Superintendências e nos laboratórios utilizados pelos Órgãos Delegados da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade –Inmetro (RBMLQ-I).

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta norma se aplica à Dimel/Dgtec/Segel, Superintendências e Órgãos Delegados da RBMLQ-I.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela elaboração, revisão e cancelamento desta norma é do Segel.

4 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

JCGM 100:2008 (GUM)	Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição
EA - 4/02	Expressão da Incerteza de Medição (Versão Brasileira do Documento de Referência)
Portaria Inmetro nº 232 de 08/05/2012	Adota no Brasil a 1ª Edição Luso-brasileira do Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM 2012)

(continua)

 INMETRO	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 2/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

NIT-Segel-015	Determinação de Incerteza em Instrumentos/Sistemas de Medição de Energia Elétrica
NIE-Dimel-119	Elaboração de Certificados de Calibração
NIT-Segel-026	Manuseio de itens de ensaio e calibração do laboratório de medidores de energia elétrica do Segel

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

MOD-Dimel-029	Certificado de Calibração
PLAN-Segel-001	Registro de Medições para Rastreabilidade – Segel
PLAN-Segel-002	Deriva temporal para padrões de medição de energia elétrica
PLAN-Segel-003	Critério de aceitação de resultados de calibração/verificação
PLAN-Segel-004	Tabela de correspondência – Padrões x Processos Operacionais Segel
NIE-Dimel-109	Atendimento à solicitação da RBMLQ-I para o serviço de suporte às atividades Delegadas
NIE-Dimel-118	Identificação e controle dos instrumentos de medição da Dimel
NIE-Dimel-117	Verificação Intermediária dos Padrões da Dimel

6 SIGLAS

As siglas das UP/UO do Inmetro podem ser acessadas em: <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/pdf/regimento-interno.pdf>.

φ Ângulo entre tensão elétrica e corrente elétrica tendo a tensão como referência
SEI Sistema Eletrônico de Informações
RBMLQ-I Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro

7 TERMOS E DEFINIÇÕES

7.1 Instrumento de medição de energia elétrica

Dispositivo utilizado para realizar medições de energia elétrica, individualmente ou associado a um ou mais dispositivos suplementares.

7.2 Sistema (Bancada ou Mesa) de medição de energia elétrica

Sistema formado por um ou mais instrumentos de medição, fontes de corrente e de tensão, transformadores isoladores, dispositivos de processamento digital, dentre outros, utilizado para realizar medições de energia elétrica.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 3/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

7.3 Padrão de medição de referência

Instrumento, sistema de medição ou padrão utilizado como referência para a calibração/verificação.

7.4 Calibração interna

Calibração dos instrumentos/sistemas de medição de energia elétrica pertencentes ao laboratório do Segel propriamente dito.

7.5 Calibração externa

Calibração dos instrumentos/sistema de medição de energia elétrica pertencentes à RBMLQ-I.

7.6 Kh (constante de calibração)

Correspondente à relação entre a energia elétrica medida e a quantidade de pulsos emitidos pelo medidor, através do seu dispositivo para verificação/calibração.

7.7 Erro normalizado

Critério estatístico que testa a compatibilidade dos resultados das medições com relação a um valor de referência;

7.8 Aplicabilidade do padrão

Critério que estabelece a aplicabilidade do padrão dentro dos diferentes processos operacionais do setor de forma classificatória.

7.9 Erro corrigido

Valor de erro após correção apresentado no certificado de calibração.

8 CONDIÇÕES GERAIS

8.1 A temperatura ambiente no laboratório deve ser monitorada. Para realizar calibrações/verificações, a temperatura deve ser igual a 25,0 °C, com tolerância de $\pm 5,0$ °C.

8.2 Deverá ser solicitada à Dicol a abertura de processo SEI para os serviços de calibração externa, conforme NIE-Dimel-109, norma que estabelece todos os procedimentos administrativos necessários para a realização de tais atividades.

8.3 Para calibrações internas, a abertura de processo SEI deverá ser solicitada à secretaria da Dgtec. Não é necessária a abertura de processo SEI para verificações intermediárias.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 4/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

8.4 Os manuais de operação de todos os instrumentos/sistemas de medição, assim como dos padrões de referência do laboratório do Segel, estão arquivados no caminho [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.5 Equipamentos\Manuais e catalogos](#).

8.5 A periodicidade entre as calibrações dos padrões do Segel está apresentada na Tabela 1:

Tabela 1 – Intervalo entre calibrações dos padrões de medição de energia elétrica

Instrumento	RD33	MTE-10 posições	PTS400.3	RM10	PWS
Intervalo entre calibrações	2 anos	1 ano	1 ano	1 ano	1 ano

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

8.6 As verificações intermediárias nos padrões de energia são realizadas conforme a NIE-Dimel-117 e os procedimentos técnicos da presente norma, comparando-se o padrão de referência com o instrumento/sistema de medição de energia elétrica a ser calibrado.

8.7 Os pontos da verificação intermediária para energia ativa trifásica (ou monofásica para RM10) estão listados na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontos da verificação intermediária para energia ativa

Tensão (V)	Corrente (A)	$\cos \varphi$
120	1,5	1
120	15	1
120	15	0,5i

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

8.8 Os pontos da verificação intermediária para energia reativa trifásica estão listados na Tabela 3.

Tabela 3 – Pontos da verificação intermediária para energia reativa

Tensão (V)	Corrente (A)	$\sin \varphi$
120	0,25	1
120	2,5	1
120	2,5	0,5i

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

8.9 O trâmite entre a expedição e laboratório e o manuseio dos padrões pertencentes à RBMLQ-I (em caso de calibrações externas), deve seguir o estabelecido nas normas NIT-Segel-026.

9 INSTRUMENTOS/SISTEMAS UTILIZADOS PARA CALIBRAÇÃO/VERIFICAÇÃO

9.1 Para a escolha do padrão de medição de referência, leva-se em consideração o instrumento/sistema a ser calibrado/verificado, os valores de tensão e de corrente, fator de potência e o tipo de energia que se deseja calibrar, assim como sua exatidão, utilizando-se a PLAN-Segel-004 “Tabela de correspondência – Padrões x Processo Operacional Segel” no caminho: [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6 Rastreabilidade medições\ESQUEMA DE RASTREABILIDADE DIGEL](#).

9.2 Em função da escolha realizada, pode haver a necessidade de utilização de acessórios, tais como: divisores de frequência, adaptadores de cabos de pulso, cabos de alimentação, entre outros.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 5/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

10 MÉTODO UTILIZADO PARA CALIBRAÇÃO/VERIFICAÇÃO

10.1 O processo de calibração/verificação de instrumentos/sistemas de medição de energia consiste em comparar a energia medida pelo padrão de medição de referência com a energia medida no instrumento/sistema sob teste, submetendo ambos à mesma tensão, corrente, frequência e fator de potência.

10.2. O tempo mínimo de medição é de 30 segundos e a resolução mínima declarada no registro de medições é de 60 μ Wh/Wh.

10.3 Antes de iniciar a calibração/verificação, os instrumentos/sistemas e os padrões de medição de referência devem ser energizados com tensão e corrente durante o período de tempo especificado pelo fabricante para permitir a estabilização térmica do conjunto.

10.3.1 Caso não exista especificação do fabricante, adota-se o período de 15 minutos.

10.4 São realizadas, no mínimo, três medições para cada condição de tensão, corrente, frequência, fator de potência e tipo de energia.

11 PROCEDIMENTOS PARA CALIBRAÇÃO/VERIFICAÇÃO

11.1 Conectar os circuitos de tensão do instrumento/sistema sob teste e do padrão de medição de referência em paralelo.

11.2 Conectar os circuitos de corrente do instrumento/sistema sob teste e do padrão de medição de referência em série.

11.3 Conectar a entrada/saída de pulsos do instrumento/sistema sob teste na entrada/saída de pulsos do padrão de medição de referência.

11.4 Executar a calibração/verificação em uma das seguintes configurações:

- a) utilizando um instrumento de medição como padrão de medição de referência para calibrar um sistema de medição de energia; e
- b) utilizando um sistema de medição de energia como padrão de medição de referência para calibrar um instrumento de medição.

11.5 Medir a temperatura do laboratório 3 (três) vezes durante o processo de calibração, devendo esta estar de acordo com o estabelecido no item 8.1. Caso contrário, a calibração deve ser interrompida.

11.6 Configurações de calibração/verificação

11.6.1 O instrumento de medição (padrão de medição de referência) deve ser conectado ao sistema de medição de acordo com os itens 11.1 a 11.3.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 6/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

11.6.2 Preparar o plano de teste no sistema de medição com os pontos de calibração/verificação desejados, atentando-se para o tempo de aquecimento e o número de medições.

11.6.3 Executar o plano de teste preparado no sistema de medição.

11.6.4 Exportar os dados contendo os resultados de medição para a respectiva planilha PLAN-Segel-001 nos campos correspondentes da planilha “dados brutos”, arquivada em: \\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6_Rastreabilidade medições\CALIBRACAO INTERNA.

11.6.5 Se o padrão de medição de referência não for aquele que exhibe o erro de medição (configuração do item 11.4 a), os resultados copiados para a planilha PLAN-Segel-001 devem ter o sinal invertido, ou seja, os resultados devem ser multiplicados por (-1). Se se tratar da condição do item 11.4 b), os resultados copiados para a planilha PLAN-Segel-001 mantém o mesmo sinal.

12 REGISTRO DE MEDIÇÕES E CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

12.1 Preencher o cabeçalho da planilha PLAN-Segel-001 com as informações do instrumento/sistema utilizado como padrão de medição de referência e do instrumento/sistema sob teste, temperatura ambiente, número do certificado, assim como o tempo de medição e as fases que estão sendo calibradas em caso de calibrações bifásicas e monofásicas. Ao preencher o cabeçalho da primeira aba da planilha, as demais são preenchidas automaticamente.

12.2 No caso de calibração/verificação dos instrumentos/sistemas de medição do Segel, arquivar este registro na pasta pertinente no caminho \\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6_Rastreabilidade medições\CALIBRACAO INTERNA.

12.3 No caso de calibrações para a RBMLQ-I, arquivar este registro na pasta pertinente no caminho <\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\REGISTROS TECNICOS\CALIBRACAO EXTERNA>.

12.4 Preencher os dados da calibração/verificação nos pontos de medição desejados:

- a) tempo de medição (em segundos);
- b) deriva temporal conforme itens 12.5 e 12.6;
- c) incerteza de calibração do padrão de medição de referência ($U_{(PR)}$);
- d) erro do padrão de medição de referência (Erro.P); e
- e) dados referentes à constante K_h .

12.4.1 Para sistemas de medição cujo K_h é calculado diferentemente do apresentado na planilha PLAN-Segel-001, deve-se preencher para cada ponto de medição o valor do K_h correspondente.

12.4.2 Os dados de incerteza e erro do padrão de medição de referência utilizado devem ser obtidos no certificado de calibração do mesmo, podendo, em alguns casos, ser utilizada interpolação linear para obtenção dos valores de correção intermediários aos pontos do certificado de calibração, desde que utilizada a incerteza de maior valor dentre os dois pontos utilizados na interpolação.

Nota - Os pontos de calibração/verificação mais comumente utilizados, assim como os dados de K_h já se encontram preenchidos na planilha PLAN-Segel-001. Cabe ao técnico avaliar a necessidade de alterações.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 7/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

Para inclusões e exclusões de pontos e alterações nos valores de K_h , a senha de desbloqueio da planilha deve ser solicitada à GQ-Segel.

12.5 Para obtenção do componente de incerteza associada à instabilidade do instrumento ao longo do tempo (conforme NIT-Segel-015), deve-se utilizar a planilha PLAN-Segel-002 “Deriva Temporal”. Cada padrão possui sua planilha e as mesmas estão no caminho [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6_Rastreabilidade medições\DERIVA TEMPORAL](#).

12.6 Os dados contidos na coluna “ u_{DT} ” obtidos da planilha PLAN-Segel-002 conforme NIT-Segel-015, deverão ser transcritos para a coluna D.T.(%) da planilha PLAN-Segel-001.

12.7 Os resultados relativos à calibração de cada ponto serão calculados para os seguintes fatores:

- a) média q (\bar{q});
- b) desvio padrão experimental (s_q);
- c) desvio padrão experimental da média ($s_{\bar{q}}$);
- d) resolução do sistema de medição ($\delta_{res.}$);
- e) incerteza combinada (u_c);
- f) graus de liberdade efetivos (v_{eff});
- g) fator de abrangência (k);
- h) incerteza combinada expandida (U); e
- i) erro corrigido (Erro.Corr.).

12.7.1 Os cálculos listados no item 12.7 são realizados conforme procedimento descrito na NIT-Segel-015.

12.8 Os valores de incerteza combinada expandida (U) e erro corrigido (Erro.Corr.) da planilha PLAN-Segel-001 devem ser transcritos para as colunas correspondentes do certificado de calibração criado no SEI.

12.9 O certificado de calibração deve ser assinado no SEI e submetido a análise crítica.

12.10 Para verificações intermediárias, utiliza-se a planilha de registro de medição PLAN-Segel-001 porém não é emitido certificado.

12.11 Uma vez finalizado o preenchimento da planilha de registro, deve-se salvar uma cópia da planilha PLAN-Segel-001 no formato de arquivo PDF para fins de registro.

13 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

13.1 A análise crítica do certificado de calibração compreende a análise da apresentação dos resultados do certificado propriamente dito assim como a validação destes resultados diante do critério de aceitação pré-estabelecido para o instrumento/sistema de medição dentro do laboratório. Tal análise deve ser executada por um técnico diferente daquele que executou a calibração ou a verificação intermediária, em casos de calibração interna ou verificação intermediária dos instrumentos/sistemas de medição do laboratório do Segel.

 INMETRO	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 8/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

13.2 A análise da apresentação dos resultados deve ser realizada conforme item 9.1 da NIE-Dimel-118 utilizando-se o certificado de calibração devidamente assinado.

13.3 A validação dos resultados segue os critérios de erro normalizado e aplicabilidade do padrão.

13.4 Os critérios de aceitação erro normalizado e aplicabilidade do padrão estão detalhados na PLAN-Dimel-001, em planilhas individuais para cada padrão e disponíveis no caminho [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6 Rastreabilidade medições\CRITERIOS DE ACEITACAO RESULTADOS](#). Tais critérios são os mesmos para calibração e verificação intermediária.

13.5 A planilha PLAN-Segel-003 (Critério de aceitação de resultados de calibração/verificação) deve ser usada para a análise dos resultados de calibração e de verificação intermediária.

13.6 Os valores de incerteza combinada expandida (U) e erro corrigido (E) do certificado de calibração sob análise (ou da PLAN-Segel-001 nos casos de verificação intermediária) devem ser transcritos para as colunas correspondentes da PLAN-Segel-003, referentes ao respectivo ano da calibração. As fórmulas das 2 colunas do erro normalizado e das colunas “aplicabilidade do padrão” devem ser ajustadas de forma a usar somente os valores do certificado de calibração que está sendo analisado e os do ano imediatamente anterior ao mesmo.

13.7 Diante da não aceitação do certificado de calibração ou dos resultados da verificação intermediária, em função de reprovação no critério Erro normalizado ou na inaptidão no critério “aplicabilidade do padrão”, o executor da calibração/verificação deve ser informado para investigação do ocorrido.

13.8 Caso seja gerado um suplemento ou um novo certificado, deve-se proceder novamente os itens 13.5 e 13.6.

13.9 Uma vez mantida a reprovação no Erro normalizado, providências cabíveis devem ser tomadas (manutenção, ajuste, dentre outros).

13.10 Uma vez mantida a “inaptidão” em algum ponto do critério de “aplicabilidade do padrão”, o instrumento deve ser reclassificado na PLAN-Segel-004 disponível no caminho [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6 Rastreabilidade medições\ESQUEMA DE RASTREABILIDADE DIGEL](#).

13.11 Uma vez finalizada a análise do critério de aceitação dos resultados de medição, deve-se salvar uma cópia da PLAN-Segel-003 no formato de arquivo PDF para fins de registro.

13.12 Os dados dos erros corrigidos (Erro.Corr.) do certificado emitido devem então ser transcritos para a PLAN-Segel-002 “Deriva Temporal” na coluna do ano corrente e um novo valor de deriva temporal deve ser gerado para ser usado na próxima calibração/verificação.

13.13 Uma vez finalizado o cálculo da deriva temporal citado no item 13.12, deve-se salvar uma cópia da PLAN-Segel-002 no formato de arquivo PDF para fins de registro.

	NIT-SEGEL-006	REV. 01	PÁGINA 9/9
---	----------------------	--------------------	-----------------------

14 PROTEÇÃO E ARQUIVAMENTO DOS REGISTROS

14.1 As planilhas PLAN-Segel-001, assim como a cópia pdf referida no item 12.11, devem ser arquivadas na respectiva pasta do padrão, no caminho: [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\5.6 Rastreabilidade medições\CALIBRACAO INTERNA](#), ou no caminho: [\\xfile01s\SEGEL\SGQ-DIGEL\REGISTROS TECNICOS\CALIBRACAO EXTERNA](#), na pasta do ano corrente.

14.2 Os arquivos Excel das planilhas PLAN-Segel-002, PLAN-Segel-003 e PLAN-Segel-004 devem ser mantidos arquivados em suas pastas de origem.

14.3 A cópia referida no item 13.11 deve ser arquivada na pasta do padrão nos diretórios de CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO RESULTADOS ou VERIFICAÇÃO INTERMEDIÁRIA, conforme o caso.

14.4 A cópia referida no item 13.13 deve ser arquivada na pasta do padrão no diretório de DERIVA TEMPORAL.

15 HISTÓRICO DA REVISÃO E QUADRO DE APROVAÇÃO

Revisão	Data	Itens Revisados
01	Set/2023	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atualização de caminhos dos arquivos e reescrita; ▪ Numeração dos itens; e ▪ Formatação de acordo com a NIG-Gabin-040 rev 02

Quadro de aprovação		
Responsabilidade	Nome	Atribuição
Elaborado por:	José Henrique de Melo Luna	Técnico em Metrologia e Qualidade
Verificado por:	Paulo Cesar Ramalho Brandão	Pesquisador Tecnologista em Metrologia e Qualidade
Aprovado por:	Rodrigo Otavio Ozanan de Oliveira	Chefe do Segel