



**Margareth Nunes Silva**

**Avaliação Metrológica de Procedimentos de Qualificação e  
Aceitação de Baterias para Sistemas Fotovoltaicos**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação da PUC-Rio.

**Orientador: Prof. Alcir de Faro Orlando**

**Rio de Janeiro**

**Abril de 2006**



**Margareth Nunes Silva**

**Avaliação metrológica de procedimentos de qualificação e  
aceitação de baterias para sistemas fotovoltaicos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora e homologada pela Coordenação Setorial de Pós-Graduação, formalizado pelas respectivas assinaturas.

**Comissão Examinadora:**

**Prof. Dr. Alcir de Faro Orlando**

Orientador

Departamento de Engenharia Mecânica

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Prof. Dra. Paula Medeiros Proença de Gouvêa**

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Prof. Dr. Mauro Speranza Neto**

Departamento de Engenharia Mecânica

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Prof. Dr. Carlos Roberto Hall Barbosa**

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Coordenação Setorial de Pós-Graduação:**

**Prof. José Eugênio Leal**

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do

Centro Técnico Científico (PUC-Rio)

Rio de Janeiro, 17 de abril de 2006.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Margareth Nunes Silva**

Graduou-se em Engenharia Elétrica – Eletrotécnica na Universidade Federal do Maranhão em São Luis, Maranhão, Brasil. Licenciou-se como Professora de Física na Universidade Cândido Mendes no Rio de Janeiro, Brasil (1987).

#### Ficha Catalográfica

Silva, Margareth Nunes

Avaliação metrológica de procedimentos de qualificação e aceitação de baterias para sistemas fotovoltaicos / Margareth Nunes Silva ; orientador: Alcir de Faro Orlando. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação, 2006.

159 f. : il.(col.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia – Teses. 2. Bateria. 3. Bateria chumbo-ácido. 4. Energia. 5. Medição. 6. Procedimentos de qualificação. 7. Sistema Fotovoltaico. I. Orlando, Alcir de Faro. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação. III. Título.

CDD: 389.1

Para Heitor Hugo Silva Pereira, meu filho, pela compreensão, motivação e paciência com que suportou minha ausência em momentos tão importantes de sua vida.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Alcir de Faro Orlando, pela orientação durante o mestrado.

A PUC-Rio pela oportunidade de realização do meu maior sonho, a continuidade de minha aprendizagem.

À FAETEC pela liberação do convênio sem o qual este trabalho não teria sido realizado

Aos Professores do curso de Metrologia para a Qualidade e Inovação.

Ao Professor Carlos Hall, pela ajuda na utilização do software MATLAB e outros assuntos que muito facilitou o meu trabalho.

A todo o pessoal administrativo do Programa e do Instituto.

À minha amiga Mônica Ari (PUC), João Peixe (PUC) e aos meus amigos da FAETEC, meus agradecimentos pelo apoio neste trabalho.

Ao Sr. Evêmero (PUC), responsável pela criação e montagem da bancada experimental e realização dos ensaios no laboratório.

Ao Sr. José Antônio, representante da Moura, pelas dúvidas dirimidas ao longo deste trabalho.

A meus pais, que proporcionaram os meios físicos e morais para realização deste sonho.

A meu filho, Heitor Hugo, obrigado pela compreensão de minha ausência e todo o apoio recebido.

## Resumo

Silva, Margareth Nunes; Orlando, Alcir de Faro. **Avaliação Metrológica de Procedimentos de Qualificação e Aceitação de Baterias para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 2006. 159p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Metrologia para Qualidade Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho visa a analisar criticamente os procedimentos disponíveis para ensaios de baterias e sugerir modificações que os aperfeiçoem no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), de modo a fornecer elementos que permitam avaliar o desempenho de Sistemas Fotovoltaicos para geração de energia elétrica em uma gama variada de situações. Para cada um dos procedimentos avaliados utilizou-se uma bateria com características elétricas semelhantes, porém, de fabricantes diferentes. Os resultados foram posteriormente processados utilizando-se o programa MATLAB. Com base na incerteza de medição estimada da capacidade da bateria, foram estabelecidos critérios para qualificação e aceitação do seu desempenho. Como ponto crítico dos ensaios, foi observado que a temperatura de teste e o nível de tensão de carga devem ser cuidadosamente estabelecidos para que os resultados sejam representativos do desempenho da bateria. Foi concluído que a temperatura e a corrente de descarga são as variáveis de maior influência na medição da capacidade da bateria, e que a eficácia dos critérios para qualificação e aceitação do desempenho da bateria fica comprometida sem a utilização de sua incerteza de medição.

## Palavras-chave

Bateria; Bateria chumbo-ácido; Energia; Medição; Metrologia; Procedimentos de Qualificação; Sistema Fotovoltaico.

## Abstract

Silva, Margareth Nunes; Orlando, Alcir de Faro (Advisor). **Metrological Evaluation of procedures for Qualification and Acceptance of Batteries for Photovoltaic Systems**. Rio de Janeiro, 2006. 159p. MSc. Dissertation - Departamento de Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The purpose of this work is to critically analyze the available procedures to test batteries and to suggest modifications that improve them in the context of the Brazilian Labeling Program (PBE), in order to provide elements to evaluate the performance of Photovoltaic Systems for electric energy generation under different operating conditions. Different types of batteries were used for each of the two testing procedures, from different manufactures. The results were processed using a MATLAB software. The uncertainty of measurement of the measured battery load was used to establish a criterium for qualifications and acceptance of its performance. As a critical point, it is observed that test temperature was a key factor and must be carefully taken into account so that the results be representative of the battery performance. Finally it was concluded that temperature and the discharge current have a larger contribution to measuring its load, and that the qualification and acceptance criterium is not complete if the uncertainty of measurement is not taken into account.

## Keywords

Battery; Battery lead-acid; Energy; Measurement; Metrology; Procedures of Qualification; Photovoltaic System.

# Sumário

1	Introdução	24
2	Fundamentos Teóricos	27
2.1.	Retrospectiva Energética Brasileira	27
2.2.	Fonte de energia – O Sol	31
2.3.	Sistema Fotovoltaico (FV)	32
2.3.1.	Tipos de arranjos fotovoltaicos	32
2.4.	Acumuladores Eletroquímicos	35
2.4.1.	Estrutura física	35
2.5.	Baterias de Chumbo-Ácido	37
2.5.1.	Carga da bateria chumbo-ácido	39
2.5.2.	Descarga da bateria chumbo-ácido	40
2.6.	Incerteza de medição	41
2.6.1.	Determinação numérica da incerteza	41
2.6.2.	O mensurando	42
2.6.3.	As fontes de incertezas do mensurando, diagrama de ISHIKAWA.	43
2.6.4.	Quantificação das fontes de incerteza	43
2.6.4.1.	Quantificação das fontes de incerteza tipo A	44
2.6.4.2.	Quantificação das fontes de incerteza tipo B	45
2.6.5.	Incerteza combinada	46
2.6.6.	Quantificação da Incerteza Combinada	46
2.6.7.	Método por combinação de incertezas absolutas e relativas	46
2.6.8.	Medição direta e indireta	47
2.6.9.	Combinação das incertezas das fontes de incertezas	47
2.6.10.	Número de graus de liberdade efetivo	47
2.6.10.	Quantificação da incerteza expandida	48
3	Procedimento Experimental	49

3.1. Processamento dos sinais	49
3.1.1. O programa	50
3.1.2. Simulação de sinais em MATLAB usando a função PSD	50
3.1.3. Modelagem da curva de descarga por uma função matemática.	51
3.2. Carga	51
3.2.1 Carga com Corrente Constante	52
3.2.2. Carga com Tensão Constante	53
3.3. Análise das fontes de incertezas da Capacidade Obtida (CO).	55
3.3.1. Corrente de descarga.	56
3.3.2. Temperatura da bateria.	59
3.3.3. Tensão de corte.	62
3.3.4. Tempo de descarga.	62
3.3.5. Autodescarga.	62
3.3.6. Idade da bateria.	63
3.3.7. Incerteza de medição do mensurando sem redução da frequência de aquisição (faq.).	63
3.3.7. Correção da capacidade da bateria	63
3.3.8. Circuito equivalente da bateria	64
3.4. Procedimentos preliminares	65
3.5. Ensaio da bateria A.	69
3.5.1. Tratamento Prévio.	69
3.5.1.1. Procedimentos da descarga.	69
3.5.1.2. Procedimento de carga.	70
3.5.2. Ensaio de Capacidade.	70
3.5.3. Ensaio de Durabilidade	71
3.6. Ensaio da bateria B.	72
3.6.1. Tratamento prévio.	72
3.6.1.1. Procedimentos da descarga.	72
3.6.1.2. Procedimento de carga.	73
3.6.2. Ensaio de Capacidade.	73
3.6.3. Ensaio de Durabilidade	74

4 Resultados	76
4.1. Resultados obtidos nos ensaios de Capacidade Obtida.	76
4.1.1. Cálculo da correção da capacidade no ensaio de Capacidade Obtida.	84
4.1.2. Análise das fontes de incerteza da Capacidade Obtida - Bateria A.	90
4.1.2.1. Contribuição de incerteza da componente corrente de descarga.	90
4.1.2.2. Contribuição de incerteza da componente temperatura da bateria.	93
4.1.2.3. Contribuição de incerteza da componente tensão de corte.	94
4.1.2.4. Contribuição de incerteza da componente tempo da descarga.	94
4.1.2.5. Contribuição de incerteza da componente idade da bateria.	95
4.1.2.6. Contribuição de incerteza da componente autodescarga.	95
4.1.2.7. Incerteza de medição do mensurando sem redução freqüência de aquisição.	95
4.1.2.8. Incerteza de medição do mensurando com redução freqüência de aquisição.	96
4.1.2.10. Análise dos resultados obtidos no ensaio da bateria A	97
4.1.3. Análise das fontes de incerteza da Capacidade Obtida - Bateria B.	101
4.1.3.1. Contribuição de incerteza da componente corrente de descarga.	101
4.1.3.2. Contribuição de incerteza da componente temperatura da bateria.	104
4.1.3.3. Contribuição de incerteza da componente tensão de corte.	106
4.1.3.4. Contribuição de incerteza da componente tempo da descarga	106
4.1.3.5. Contribuição de incerteza da componente idade da bateria	106
4.1.3.6. Contribuição de incerteza da componente autodescarga	106
4.1.3.7. Incerteza de medição do mensurando sem redução da	

freqüência de aquisição.	106
4.1.3.8. Incerteza de medição do mensurando com redução da freqüência de aquisição.	107
4.1.3.9. Análise dos resultados da Bateria B.	109
4.1.4. Resultados dos ensaios de Capacidade Obtida no ciclo extra (15,6V).	109
4.1.4.1. Ensaio da bateria A com tensão 15,6V.	109
4.1.4.2. Ensaio da bateria B com tensão 15,6V.	109
4.1.4.3. Análise das fontes de incerteza sem redução da freqüência de aquisição.	110
4.1.4.4. Incerteza de medição do mensurando sem redução da freqüência de aquisição.	111
4.1.4.5. Análise das fontes de incerteza com redução da freqüência de aquisição.	111
4.1.4.6. Incerteza de medição do mensurando com redução da freqüência de aquisição.	112
4.1.4.7. Análise dos resultados do ciclo extra (15,6V).	113
4.2. Resultados obtidos nos ensaios de Tratamento Prévio – Bateria A.	114
4.2.1. Correção da Capacidade no 4º ciclo do Tratamento Prévio - bateria A	114
4.3. Resultados obtidos nos ensaios de Tratamento Prévio – Bateria B.	116
4.3.1. Correção da Capacidade no 4º ciclo do Tratamento Prévio – bateria B.	118
4.4. Ensaio de durabilidade.	119
4.4.1. Resultados do ensaio de durabilidade da bateria B.	120
4.4.1.1. Resultados do pré-ensaio da durabilidade.	120
4.4.1.2. Ensaio de durabilidade – Fase A.	121
4.2.1.3. Análise do ensaio de Durabilidade - Fase A.	124
4.2.1.4. Ensaio de Durabilidade - Fase B.	124
5 Conclusões e sugestões	125

5.1. Conclusões	125
5.2. Sugestões	130
Referências Bibliográficas	132
Anexos	135
Anexo A Certificado de Calibração da Termoresistência PT100	135
Anexo B Agilent 34970 A	136
Anexo C Procedimentos de Ensaio de Baterias do PBE – Bateria A.	137
Anexo D Procedimentos de Ensaio de Baterias do PBE – Bateria B.	143
Anexo E Terminologia	149

## Lista de figuras

Figura 1-Consumo Final por fonte de Energia (%) [4].	28
Figura 2-Modelos de aplicação do selo PROCEL de eficiência energética [5].	29
Figura 3-Modelos de aplicação do selo PROCEL INMETRO de desempenho [ 5].	30
Figura 4-Modelo da etiqueta para Baterias [5].	30
Figura 5-Comunidade assistida pelo programa luz para todos [6].	30
Figura 6-Erupções solares (áreas mais claras) [7].	31
Figura 7-Sistema fotovoltaico isolado.	33
Figura 8-Sistema fotovoltaico híbrido.	34
Figura 9-Sistema fotovoltaico conectado à rede.	35
Figura 10-Detalhamento da bateria (Catálogo Moura) [8].	37
Figura 11-Bateria carregada [9].	39
Figura 12-Circuito elétrico da bateria recebendo carga	40
Figura 13-Circuito elétrico da bateria gerando carga	41
Figura 14-Diagrama Espinha de Peixe.	43
Figura15-Carga com corrente constante-estágio único (adaptado) [17].	52
Figura16-Carga com corrente constante-dois estágios (adaptado)[17].	52
Figura 17-Carga com corrente constante – bateria A.	53
Figura 18-Carga com tensão constante [17].	54
Figura 19-Carga com Tensão Constante – Bateria A.	54
Figura 20-Diagrama de causa e efeito.	55
Figura 21-Circuito equivalente da bateria	64
Figura 22-Foto da bancada.	65
Figura 23- Esquema da bancada	66
Figura 24- Etiqueta de identificação da bateria.	67
Figura 25-Bateria dentro do banho termostaticado.	67
Figura 26-Controlador de temperatura TH2131P – THERMA.	68

Figura 27-Resistência de referência compatível com o regime de descarga do ensaio.	68
Figura 28-Resistência de referência compatível com o regime de carga do ensaio.	68
Figura 29-Multímetro AGILENT 34970A -Data Acquisition/Switch Unit.	69
Figura 30-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria A, sem redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ ).	77
Figura 31-Curva de descarga da bateria A obtida no ensaio de capacidade, sem redução da frequência de aquisição.	77
Figura 32-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria B, sem redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ ).	78
Figura 33-Curva de descarga da bateria B obtida no ensaio de capacidade da bateria, sem redução da frequência de aquisição.	78
Figura 34-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria B (ciclo extra), sem redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ ).	79
Figura 35-Curva de descarga da bateria B obtida no ensaio de capacidade da bateria, sem redução da frequência de aquisição.	79
Figura 36-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria A, com redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ ).	81
Figura 37-Curva de descarga da bateria A obtida no ensaio de capacidade da bateria, com redução da frequência de aquisição.	81
Figura 38-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria B, com redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ ).	82
Figura 39-Curva de descarga da bateria A obtida no ensaio de capacidade da bateria, com redução da frequência de aquisição.	82
Figura 40-Curva da variação da resistência do termômetro PT100 obtida no ensaio de capacidade da bateria B (ciclo extra), com	

redução da frequência de aquisição ( $0,01^{\circ}\text{C} \cong 0,04\Omega$ )..	83
Figura 41-Curva de descarga da bateria A obtida no ensaio de capacidade da bateria, com redução da frequência de aquisição.	83
Figura 42-Modelagem da curva de descarga sem redução da frequência de aquisição no ensaio de capacidade obtida da bateria A.	87
Figura 43-Modelagem da curva de descarga com redução da frequência de aquisição no ensaio de capacidade obtida da bateria A.	87
Figura 44-Modelagem da curva de descarga sem redução da frequência de aquisição do ensaio de capacidade obtida da bateria B.	89
Figura 45-Modelagem da curva de descarga com redução da frequência de aquisição do ensaio de capacidade obtida da bateria B.	89
Figura 46-Gráfico de taxa de autodescarga da bateria A [22].	95

## Lista de tabelas

Tabela 1-Nível de confiança e desvio padrão.	<b>Erro! Indicador não definido</b>
Tabela 2-Fator de abrangência em função do grau de liberdade efetivo.	48
Tabela 3-Resultados dos ensaios de Capacidade Obtida, sem redução da frequência de aquisição.	76
Tabela 4-Resultados dos ensaios de Capacidade Obtida, com redução da frequência de aquisição.	80
Tabela 6-Diferença (%) entre valores obtidos na modelagem - Bateria B	88
Tabela 7-Contribuição de incerteza da resref. para $I_{desc}$ sem redução da frequência de aquisição – Bateria A	91
Tabela 8-Contribuição de incerteza da tenref. para $I_{desc}$ sem redução da frequência de aquisição – Bateria A	92
Tabela 9-Contribuição de incerteza da $I_{desc}$ sem redução da frequência de aquisição – Bateria A.	92
Tabela 10-Contribuição de incerteza da temperatura para o mensurando sem redução da frequência de aquisição – Bateria A.	94
Tabela 11-Incerteza de medição do mensurando sem redução da frequência de aquisição – Bateria A	95
Tabela 12-Contribuição de incerteza da ResRef. para $I_{desc}$ . com redução da frequência de aquisição. – Bateria A	96
Tabela 13-Contribuição de incerteza da tenref. para $I_{desc}$ . com redução da frequência de aquisição – Bateria A	96
Tabela 14-Contribuição de incerteza da $I_{desc}$ para o mensurando com redução da frequência de aquisição – Bateria A	96
Tabela 15-Contribuição de incerteza da temperatura para o mensurando com redução da frequência de aquisição – Bateria A	97
Tabela 17-Contribuição de incerteza da resref. para $I_{desc}$ . sem redução da frequência de aquisição-Bateria B	102

Tabela 18-Contribuição de incerteza da tenref. para $I_{desc}$ . sem redução da freqüência de aquisição.-Bateria B	103
Tabela 19-Contribuição de incerteza da $I_{desc}$ sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B	103
Tabela 20-Contribuição de incerteza da temperatura para o mensurando sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B.	105
Tabela 21-Incerteza do mensurando sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B	107
Tabela 22-Contribuição de incerteza da resref para $I_{desc}$ com redução da freqüência de aquisição-Bateria B	107
Tabela 23-Contribuição de incerteza da tenref para $I_{desc}$ com redução da freqüência de aquisição-Bateria B.	107
Tabela 24-Contribuição de incerteza da $I_{desc}$ para o mensurando com redução da freqüência de aquisição -Bateria B.	108
Tabela 25-Contribuição de incerteza da temperatura para o mensurando com redução da faq.-Bateria B	108
Tabela 26-Incerteza do mensurando com redução da freqüência de aquisição - bateria B	108
Tabela 28-Contribuição de incerteza da resref para $I_{desc}$ sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B (ciclo extra)	110
Tabela 29-Contribuição de incerteza da tenref para $I_{desc}$ sem redução da freqüência de aquisição -Bateria B (ciclo extra)	110
Tabela 30-Contribuição da temperatura para o mensurando sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B (ciclo extra)	110
Tabela 31-Contribuição da $I_{desc}$ para o mensurando sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B (ciclo extra)	110
Tabela 32-Incerteza do mensurando sem redução da freqüência de aquisição-Bateria B - (ciclo extra)	111
Tabela 33-Contribuição de incerteza da resref para $I_{desc}$ com redução freqüência de aquisição - Bateria B (ciclo extra)	111
Tabela 34-Contribuição de incerteza da tentef para $I_{desc}$ com redução freqüência de aquisição - Bateria B (ciclo extra)	111
Tabela 35-Contribuição de incerteza da temperatura para o mensurando com redução freqüência de aquisição - Bateria B	

(ciclo extra)	112
Tabela 36-Contribuição da $I_{desc}$ para o mensurando com redução da frequência de aquisição-Bateria B (ciclo extra)	112
Tabela 37-Incerteza do mensurando com redução da frequência de aquisição-Bateria B - (ciclo extra)	112
Tabela 38-Resultados dos ensaios “Tratamento Prévio” na Bateria A, sem redução da frequência de aquisição.	115
Tabela 39-Resultados dos ensaios “Tratamento Prévio” na Bateria A, com redução da frequência de aquisição.	116
Tabela 40-Resultados do ensaio “Tratamento Prévio” na Bateria B, sem redução da frequência de aquisição.	117
Tabela 41-Resultados do ensaio “Tratamento Prévio” na Bateria B, com redução da frequência de aquisição.	118
Tabela 42-Resultados do ensaio de durabilidade (pré-ensaio) sem redução da frequência de aquisição – bateria B	120
Tabela 43-Resultados do ensaio de durabilidade (Fase A) sem redução da frequência de aquisição – bateria B	121
Tabela 44-Resultados do ensaio de durabilidade (Fase A) sem redução da frequência de aquisição – bateria B (continuação).	122
Tabela 45-Resultados do ensaio de durabilidade (Fase A) com redução da frequência de aquisição – bateria B	123
Tabela 46-Resultados do ensaio de durabilidade (Fase A) com redução da frequência de aquisição – bateria B (continuação).	124

## Abreviaturas

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CO	Capacidade obtida
COfq	Capacidade obtida com redução da frequência de aquisição
CRESESB	Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
CT-ENERG	Fundo Setorial de Energia
IEC	International Electrotechnical Commission
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETM	Erro total de medida do medidor
FAETEC	Fundação de Apoio à Escola Técnica

FV	Fotovoltaico
GUM	Guia para a Expressão da Incerteza de Medição
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MME	Ministério de Minas e Energia
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
PSD	Densidade Spectral de Potência
PTC	Coefficiente Positivo de Temperatura
resref	Resistência de Referência
Re	Repetitividade
tenref	Tensão de Referência
tenbat	Tensão nos terminais da bateria
VIM	Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia.

## Lista de Símbolos

A	Ampère
Ah	Ampères-hora
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Continua
h	Horas
$i_{\text{carga}}$	Corrente de carga.
$I_{\text{desc}}$	Corrente de descarga
v	volts
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
$C_{20}$	Taxa de descarga em 20 horas
$C_{10}$	Taxa de descarga em 10 horas
Faq.	Frequência de aquisição
Icm	Erro de medida do medidor
$P(t)$	Tensão nos terminais da bateria

t	Tempo da descarga.
r	resistência interna da bateria
U	Incerteza expandida
$U_{ab}$	Tensão entre os terminais da bateria
$u(\text{autodesc})$	Incerteza combinada da autodescarga
uc	Incerteza padrão combinada
$u(CO)$	Incerteza padrão combinada do mensurando capacidade
$u(I_{desc})$	Incerteza padrão combinada da corrente de descarga
$u(\text{Incalib})$	Incerteza combinada do certificado de calibração do PT100 em °C.
$u(I_{cm})$	Incerteza padrão combinada do medidor
$u(\text{idade})$	Incerteza padrão combinada da idade da bateria
$u(\text{resref})$	Incerteza padrão combinada da resref
u (Re)	Incerteza padrão combinada da repetitividade
u (Re;Icm)	Incerteza padrão combinada da temperatura média, devido à repetitividade e ao medidor
u(tenref)	Incerteza padrão combinada da tenref
$u(\text{temp})$	Incerteza padrão combinada da temperatura

$u(\Delta t)$	Incerteza padrão combinada da variação do tempo
$\frac{u_{x_i}}{x_i}$	Desvio padrão relativo
$x_M$	Valor médio da grandeza
K	Fator de abrangência
$\varepsilon$	Força eletromotriz
$\nu$	Graus de liberdade
$\nu_{ef}$	Grau de liberdade efetivo
$\sigma$	Desvio padrão
$\Omega$	Ohms