

Sumário

Prefácio	V
Capítulo 1	
Incerteza de Medição GUM – JCGM 100	1
1.1 Incerteza e Erro de Medição	1
1.2 Definição do Mensurando	5
1.3 Identificação das Grandezas de Influência	8
1.3.1 Variações nas observações repetidas do mensurando sob condições aparentemente idênticas	10
1.3.2 Amostragem não representativa	13
1.3.3 Conhecimento inadequado dos efeitos das condições ambientais sobre a medição ou medição imperfeita das mesmas	16
1.3.4 Erro de tendência pessoal na leitura de instrumentos analógicos	17
1.3.5 Resolução finita do instrumento ou limiar de mobilidade	18
1.3.6 Valores inexatos dos padrões de medição e materiais de referência.	19
1.3.7 Valores inexatos de constantes e de outros parâmetros obtidos de fontes externas	20
1.3.8 Aproximações e suposições incorporadas ao método e procedimento de medição	21

1.3.9	Considerações finais sobre as grandezas de influência	22
1.4	Obtenção do Modelo Matemático	22
1.5	Avaliação da Incerteza-Padrão	27
1.5.1	Avaliação do Tipo A da incerteza-padrão	27
1.5.2	Avaliação do Tipo B da incerteza-padrão	29
1.6	Avaliação da Incerteza-Padrão Combinada	35
1.6.1	Avaliação da correlação entre as variáveis de entrada	36
1.6.2	Cálculo dos coeficientes de sensibilidade	39
1.7	Avaliação da Incerteza Expandida	40
1.7.1	Cálculo das componentes de incerteza	41
1.7.2	Cálculo dos graus de liberdade efetivos	42
1.7.3	Determinação do fator de abrangência	43
1.8	Apresentação do Resultado de Medição	45
	Exercícios Propostos	46

Capítulo 2

	Avaliação da Incerteza de Medição Utilizando o Método GUM – JCGM 100	49
2.1	Avaliação da Incerteza na Medição com Régua	50
2.1.1	Identificação das variáveis ou fatores de influência na medição com régua	52
2.1.2	Definição do modelo matemático na medição com régua	53
2.1.3	Aplicação da lei de propagação de incertezas no modelo matemático da medição com régua	53
2.1.4	Determinação da incerteza-padrão associada às variáveis de entrada na medição com régua	54
2.1.5	Cálculo das derivadas parciais na medição com régua	55

2.1.6	Cálculo da incerteza-padrão combinada associada à medição com régua	56
2.1.7	Cálculo dos graus de liberdades efetivos da medição com régua	56
2.1.8	Determinação do fator de abrangência na medição com régua	56
2.1.9	Cálculo da incerteza expandida na medição com régua	57
2.1.10	Elaboração da tabela com os dados da avaliação da incerteza de medição com régua	57
2.1.11	Cálculo da contribuição de cada variável de entrada na incerteza final da medição com régua	58
2.1.12	Apresentação do resultado da medição com régua	59
2.2	Avaliação da Incerteza na Medição do Diâmetro Externo com Paquímetro Digital	59
2.2.1	Identificação das variáveis ou fatores de influência na medição do diâmetro externo com paquímetro	64
2.2.2	Definição do modelo matemático da medição do diâmetro externo com paquímetro	64
2.2.3	Aplicação da lei de propagação de incertezas no modelo matemático da medição do diâmetro externo com paquímetro	66
2.2.4	Determinação da incerteza-padrão associada às variáveis de entrada na medição do diâmetro externo com paquímetro	66
2.2.5	Cálculo das derivadas parciais na medição do diâmetro externo com paquímetro	67
2.2.6	Cálculo da incerteza-padrão combinada associada à medição do diâmetro externo com paquímetro	68

2.2.7	Cálculo dos graus de liberdades efetivos na medição do diâmetro externo com paquímetro	68
2.2.8	Determinação do fator de abrangência na medição do diâmetro externo com paquímetro	69
2.2.9	Cálculo da incerteza expandida na medição do diâmetro externo com paquímetro	69
2.2.10	Elaboração da tabela com os dados da avaliação da incerteza de medição do diâmetro externo com paquímetro	69
2.2.11	Cálculo da contribuição de cada variável de entrada na incerteza final da medição com paquímetro	70
2.2.12	Apresentação do resultado da medição do diâmetro externo com paquímetro	71
2.2.13	Considerações finais sobre a medição com paquímetro	71
2.3	Avaliação da Incerteza na Medição com Micrômetro para Dimensões Externas	76
2.3.1	Identificação das variáveis ou fatores de influência na medição da altura por meio do micrômetro	78
2.3.2	Definição do modelo matemático na medição da altura por meio do micrômetro	79
2.3.3	Aplicação da lei de propagação de incertezas no modelo matemático da medição da altura por meio do micrômetro	80
2.3.4	Determinação da incerteza-padrão associada às variáveis de entrada na medição da altura por meio do micrômetro	80
2.3.5	Cálculo das derivadas parciais na medição da altura por meio do micrômetro	86
2.3.6	Cálculo da incerteza-padrão combinada na medição da altura por meio do micrômetro	87

2.3.7	Cálculo dos graus de liberdades efetivos na medição da altura com micrômetro	88
2.3.8	Determinação do fator de abrangência na medição da altura com micrômetro	88
2.3.9	Cálculo da incerteza expandida na medição da altura com micrômetro	88
2.3.10	Elaboração da tabela com os dados da avaliação da incerteza de medição da altura com micrômetro	88
2.3.11	Cálculo da contribuição de cada variável de entrada na incerteza final da medição com micrômetro	89
2.3.12	Apresentação do resultado da medição da altura com micrômetro	91
2.4	Avaliação da Incerteza na Medição de Comprimentos por Meio de um Projetor de Perfil	91
2.5	Avaliação da Incerteza na Medição de Ângulos por Meio do Projetor de Perfil.	96
2.6	Avaliação da Incerteza na Medição de Microdureza.	100
2.7	Avaliação da Incerteza na Medição de Comprimentos a partir de Fotografias	109
2.8	Avaliação da Incerteza na Medição de Áreas a partir de Fotografias	116
2.9	Avaliação da Incerteza na Calibração de um Micrômetro para Medições Externas	123
	Exercícios Propostos	133
Capítulo 3		
	Aplicação Prática da Avaliação da Incerteza de Medição	135
3.1	Interpretação de Resultados no Controle Dimensional de Peças	138
3.2	Interpretação de Resultados no Controle Geométrico de Peças.	142

3.3	Interpretação de Resultados no Diagnóstico de Doenças	148
3.4	Comparação de Resultados	157
	Exercícios Propostos	159
Capítulo 4		
	Implementação em Matlab dos Roteiros de Cálculo Via Método GUM	161
4.1	Avaliação da Incerteza na Medição de Comprimento com Régua via GUM – Matlab	162
4.2	Avaliação da Incerteza na Medição do Diâmetro Externo com Paquímetro, via GUM – Matlab	168
4.3	Avaliação da Incerteza na Medição da Altura com Micrômetro via GUM – Matlab	177
	Exercícios Propostos	186
Capítulo 5		
	Limitações do GUM – JCGM 100	187
	Exercícios Propostos.	201
Capítulo 6		
	Método de Monte Carlo – JCGM 101	203
	Exercícios Propostos	208
Capítulo 7		
	Avaliação da Incerteza de Medição via Método de Monte Carlo – JCGM 101	209
7.1	Avaliação da Incerteza na Medição com Régua de aço via Monte Carlo – Matlab	209

7.1.1	Identificação das variáveis de influência . . .	210
7.1.2	Adoção do tipo de distribuição	211
7.1.3	Definição do modelo matemático	211
7.1.4	Determinação do número de iterações para aplicação do método de Monte Carlo	211
7.1.5	Geração de números aleatórios	212
7.1.6	Obtenção dos valores do mensurando	212
7.1.7	Obtenção da FDP do mensurando.	213
7.1.8	Implementação do roteiro para avaliação da incerteza na medição com régua via Monte Carlo – Matlab	214
7.1.9	Resultados da avaliação da incerteza de medição do comprimento – método de Monte Carlo	217
7.1.10	Considerações finais	218
7.2	Avaliação da Incerteza na Medição do Diâmetro Externo com Paquímetro via Monte Carlo – Matlab .	219
7.2.1	Roteiro para avaliação da incerteza na medição do diâmetro externo com paquímetro via Monte Carlo – Matlab.	221
7.3	Avaliação da Incerteza na Medição da Altura com Micrômetro via Monte Carlo – Matlab	227
7.3.1	Roteiro para avaliação da incerteza na medição da altura com micrômetro via Monte Carlo – Matlab	230
	Exercícios Propostos	238
	Referências	239
	Índice Remissivo	243

