

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Indústria Brasileira de Gás Natural: Regulação Atual e Desafios Futuros**. Rio de Janeiro, 2001.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE / INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **ANSI / IEEE 1989**: Master Test Guide for Electrical Measurements in Power Circuits. New York, 1989.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME 1997^a**: Performance Test Code on Gas Turbines (PTC22-1997). New York, NY. 1997.

BENEDICT, R. P. **Fundamentals of Temperature, Pressure, and Flow Measurements**. 3rd Edition, John Wiley & Sons, 1984.

COHEN, H.; ROGERS, G. F.C.; SARAVANAMUTTOO, H.I.H. **Gas Turbine Theory**. 4^a Edição, Longman Group Limited, London, 1996.

DELMÉE, G.J. **Manual de Medição de Vazão**. 2^a edição, São Paulo: Edgard Bücher, 1995.

EURACHEM / CITAC GUIDE, 1999. **Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement**. Second edition, draft: June 1999, Eurachem Workshop, Helsinki.

FONTOURA, J.A.R. **Simulação e Análise Termodinâmica de Plantas de Cogeração**. 1990. Tese de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.

FURINI, R. **Confiabilidade de Instrumentos de Medição Utilizados na Indústria do Petróleo: Uma Abordagem Metrológica**. 1998. Tese de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS. **IEEE-519, 1992**: Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System. New York, NY. April 1993.

ISO. **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição**. 2ª edição, Tradução autorizada pela ISO, desenvolvida em parceria entre INMETRO, ABNT e Sociedade Brasileira de Metrologia, Agosto, 1998.

INMETRO. **Padrões e Unidades de Medida: Referências Metrológicas da França e Brasil**, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades – SI**. 6ª edição Brasília, SENAI/DN, 2000.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e gerais de Metrologia**. 2ª edição, 2000.

ISO-2314. **Gas Turbines – Acceptance Tests**. 1973.

KOBE.; KENNETH A.; ASSOCIATES. **Thermochemistry of Petrochemicals, Reprint from Petroleum Refiner, Gulf Publishing Co.** Houston, Texas, Jan 1949 – July 1958.

KOLIN, I. **Atlas of Thermodynamics**, Longman, London, 1971.

LANGE, N. A. **Handbook of Chemistry**. 12th ed, Mc Graw-Hill, New York, 1979.

LI, K.W.; PRIDDY, A.P. **Power Plant System Design**. John Wiley, New York, 1985.

LOURIVAL, J.A.N. **Projeto Preliminar de uma Câmara de Combustão de Microturbina a Gás Operando com Gás Natural e sua Modificação para Gás de Baixo Poder Calorífico**. 2003. 131f. Tese de Mestrado - Universidade Federal de Itajubá.

MAXWELL, J. B. **Data Book on Hydrocarbons**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1950.

PERRY, J. H.; CHILTON, H. **Chemical Engineers Handbook**. 5th ed, McGraw-Hill, New York, 1973.

ROSSINI, FREDERICK D.; ET AL. **Selected Values of Physical and Thermodynamic Properties of Hydrocarbons and Related Compounds**. American Petroleum Institute Research Project 44, 1953 and subsequent years.

SOUTHEAST RESEARCH INSTITUTE, ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY VERIFICATION GREENHOUSE. **Gas Technology Verification Quality Management Plan, Research Triangle Park**. October 1998.

SZARGUT, J.; MORRIS, R.; STEWART, R. **Energy Analysis of Thermal, Chemical and Metallurgical Processes**. Prentice-Hall, New York, 1990.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, NEW YORK STATE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT AUTHORITY. **GHG-SRI-GD-03: Natural Gas-Fired Microturbine Electrical Generators**. Washington, DC, 2002.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, NEW YORK STATE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT AUTHORITY. **GHG-SRI-QAP-27: Combined Heat and Power in a Commercial Supermarket – Capstone 60 kW Microturbine**. Washington, DC, 2002.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Code of federal Regulations, Standards of Performance for Stationary Gas Turbines**. Washington, DC. 1999.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The Emissions and Generation Resource Integrated Database**, www.epa.gov/acidrain/egrid/egrid.html, Washington, DC. January 2000.

VAN WYLEN, G.J.; SONNTAG, R.E.; BORGNAKKE, C. **Fundamentos da Termodinâmica Clássica**. Tradução da 4ª edição americana, Edgard Blucher Ltda, 1995.

VAL, LUIZ GUSTAVO DO, 2001. **Análise Crítica do Desempenho de Plantas de Cogeração**. 2001. 196 f. Tese de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.

VIEIRA, R. M. **A Composição e a Edição de Trabalho Científico**. Dissertações e Teses. São Paulo: Lovise, 1995.

WEAST, ROBERT C. **Handbook of Chemistry and Phisical**. 59th ed, CRC Press, West Palm Beach, Florida, 1979.

Apêndice A

Neste Apêndice, estão representados em forma de tabelas os valores de calibração e as incertezas de medição dos Pt-100-01, Pt-100-02, Pt-100-03, Pt-100-04 e Pt-100-05, realizadas no Laboratório de Pressão e Temperatura da PUC-Rio (LPT-ITUC), nos dias 5 e 6 de julho de 2003.

Tabela 17: Calibração do Pt-100-01

Termômetro Pt-100-01						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
99,9824	0,0016	99,9823	0,0016	1,000001	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9823	0,0016	99,9823	0,0016	1,000000	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9825	0,0016	99,9823	0,0016	1,000002	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9824	0,0016	99,9823	0,0016	1,000001	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9823	0,0016	99,9823	0,0016	1,000000	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9824	0,0016	99,9823	0,0016	1,000001	0,000023	25,5219	0,0004	25,5219	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
107,5899	0,0020	99,9823	0,0016	1,076089	0,000027	27,4919	0,0005	25,5219	0,0004	1,077188	0,000025	19,411	0,006
107,5901	0,0020	99,9823	0,0016	1,076091	0,000027	27,4920	0,0005	25,5219	0,0004	1,077192	0,000025	19,412	0,006
107,5902	0,0020	99,9823	0,0016	1,076092	0,000027	27,4918	0,0005	25,5219	0,0004	1,077184	0,000025	19,410	0,006
107,5897	0,0020	99,9823	0,0016	1,076087	0,000027	27,4920	0,0005	25,5219	0,0004	1,077192	0,000025	19,412	0,006
107,5900	0,0020	99,9823	0,0016	1,076090	0,000027	27,4919	0,0005	25,5219	0,0004	1,077188	0,000025	19,411	0,006
107,5899	0,0020	99,9823	0,0016	1,076089	0,000027	27,4920	0,0005	25,5219	0,0004	1,077192	0,000025	19,412	0,006
116,6332	0,0022	99,9823	0,0016	1,166539	0,000029	29,8413	0,0005	25,5219	0,0004	1,169243	0,000027	42,712	0,007
116,6329	0,0022	99,9823	0,0016	1,166536	0,000029	29,8412	0,0005	25,5219	0,0004	1,169239	0,000027	42,711	0,007
116,6330	0,0022	99,9823	0,0016	1,166537	0,000029	29,8413	0,0005	25,5219	0,0004	1,169243	0,000027	42,712	0,007
116,6325	0,0022	99,9823	0,0016	1,166532	0,000029	29,8411	0,0005	25,5219	0,0004	1,169235	0,000027	42,710	0,007
116,6328	0,0022	99,9823	0,0016	1,166535	0,000029	29,8412	0,0005	25,5219	0,0004	1,169239	0,000027	42,711	0,007
116,6324	0,0022	99,9823	0,0016	1,166531	0,000029	29,8412	0,0005	25,5219	0,0004	1,169239	0,000027	42,711	0,007

Termômetro Pt-100-01						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
119,4537	0,0022	99,9823	0,0016	1,194749	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
119,4536	0,0022	99,9823	0,0016	1,194748	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
119,4535	0,0022	99,9823	0,0016	1,194747	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
119,4538	0,0022	99,9823	0,0016	1,194750	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
119,4537	0,0022	99,9823	0,0016	1,194749	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
119,4538	0,0022	99,9823	0,0016	1,194750	0,000030	30,5731	0,0005	25,5219	0,0004	1,197918	0,000028	50,004	0,007
127,1580	0,0023	99,9823	0,0016	1,271805	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
127,1590	0,0023	99,9823	0,0016	1,271815	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
127,1590	0,0023	99,9823	0,0016	1,271815	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
127,1580	0,0023	99,9823	0,0016	1,271805	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
127,1580	0,0023	99,9823	0,0016	1,271805	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
127,1590	0,0023	99,9823	0,0016	1,271815	0,000031	32,5773	0,0005	25,5219	0,0004	1,276444	0,000029	70,058	0,007
134,7767	0,0024	99,9823	0,0016	1,348005	0,000033	34,5568	0,0005	25,5219	0,0004	1,354007	0,000030	89,988	0,008
134,7767	0,0024	99,9823	0,0016	1,348005	0,000033	34,5569	0,0005	25,5219	0,0004	1,354011	0,000030	89,989	0,008
134,7767	0,0024	99,9823	0,0016	1,348005	0,000033	34,5567	0,0005	25,5219	0,0004	1,354003	0,000030	89,987	0,008
134,7777	0,0024	99,9823	0,0016	1,348015	0,000033	34,5568	0,0005	25,5219	0,0004	1,354007	0,000030	89,988	0,008
134,7767	0,0024	99,9823	0,0016	1,348005	0,000033	34,5567	0,0005	25,5219	0,0004	1,354003	0,000030	89,987	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
138,5050	0,0024	99,9823	0,0016	1,385295	0,000033	35,5317	0,0005	25,5219	0,0004	1,392203	0,000031	99,847	0,008
146,0906	0,0025	99,9823	0,0016	1,461165	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008
146,0916	0,0025	99,9823	0,0016	1,461175	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008

Termômetro Pt-100-01						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
146,0906	0,0025	99,9823	0,0016	1,461165	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008
146,0906	0,0025	99,9823	0,0016	1,461165	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008
146,0916	0,0025	99,9823	0,0016	1,461175	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008
146,0916	0,0025	99,9823	0,0016	1,461175	0,000035	37,5062	0,0006	25,5219	0,0004	1,469570	0,000032	119,911	0,008
153,6431	0,0026	99,9823	0,0016	1,536703	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
153,6421	0,0026	99,9823	0,0016	1,536693	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
153,6431	0,0026	99,9823	0,0016	1,536703	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
153,6431	0,0026	99,9823	0,0016	1,536703	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
153,6431	0,0026	99,9823	0,0016	1,536703	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
153,6431	0,0026	99,9823	0,0016	1,536703	0,000036	39,4660	0,0006	25,5219	0,0004	1,546357	0,000034	139,947	0,009
157,3912	0,0026	99,9823	0,0016	1,574191	0,000037	40,4421	0,0006	25,5219	0,0004	1,584604	0,000035	149,973	0,009
157,3902	0,0026	99,9823	0,0016	1,574181	0,000037	40,4421	0,0006	25,5219	0,0004	1,584604	0,000035	149,973	0,009
157,3922	0,0026	99,9823	0,0016	1,574201	0,000037	40,4420	0,0006	25,5219	0,0004	1,584600	0,000035	149,972	0,009
157,3922	0,0026	99,9823	0,0016	1,574201	0,000037	40,4422	0,0006	25,5219	0,0004	1,584608	0,000035	149,974	0,009
157,3922	0,0026	99,9823	0,0016	1,574201	0,000037	40,4421	0,0006	25,5219	0,0004	1,584604	0,000035	149,973	0,009
157,3912	0,0026	99,9823	0,0016	1,574191	0,000037	40,4421	0,0006	25,5219	0,0004	1,584604	0,000035	149,973	0,009
99,9829	0,0016	99,9823	0,0016	1,000006	0,000023	25,5223	0,0004	25,5219	0,0004	1,000016	0,000023	0,004	0,006
99,9826	0,0016	99,9823	0,0016	1,000003	0,000023	25,5222	0,0004	25,5219	0,0004	1,000012	0,000023	0,003	0,006
99,9831	0,0016	99,9823	0,0016	1,000008	0,000023	25,5222	0,0004	25,5219	0,0004	1,000012	0,000023	0,003	0,006
99,9832	0,0016	99,9823	0,0016	1,000009	0,000023	25,5222	0,0004	25,5219	0,0004	1,000012	0,000023	0,003	0,006
99,9830	0,0016	99,9823	0,0016	1,000007	0,000023	25,5222	0,0004	25,5219	0,0004	1,000012	0,000023	0,003	0,006
99,9832	0,0016	99,9823	0,0016	1,000009	0,000023	25,5222	0,0004	25,5219	0,0004	1,000012	0,000023	0,003	0,006

Tabela 18: Análise das Incertezas do Pt-100-01

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt100-01					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,000	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
19,411	19,448	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4153	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
19,412	19,448	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4153	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
19,410	19,448	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4153	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
19,412	19,447	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4152	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
19,411	19,448	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4153	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
19,412	19,448	1	0,001	0,0031	0,005	0,006	256,4153	0,000013	0,003	0,026	0,027	0,055
42,712	42,730	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4126	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
42,711	42,729	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4125	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
42,712	42,730	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4125	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
42,710	42,728	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4124	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
42,711	42,729	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4125	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
42,711	42,728	1	0,001	0,0035	0,002	0,004	258,4124	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,029	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0451	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,029	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0451	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,028	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0451	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,029	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0452	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,029	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0451	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
50,004	50,029	1	0,002	0,0035	0,002	0,004	259,0452	0,000015	0,004	0,026	0,027	0,054
70,058	70,057	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7969	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-01					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
70,058	70,060	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7971	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054
70,058	70,060	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7971	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054
70,058	70,057	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7969	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054
70,058	70,057	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7969	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054
70,058	70,060	1	0,002	0,0037	0,003	0,005	260,7971	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,054
89,988	89,997	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5647	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
89,989	89,997	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5647	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
89,987	89,997	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5647	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
89,988	89,997	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5647	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
89,988	90,000	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5649	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
89,987	89,997	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	262,5647	0,000016	0,004	0,026	0,027	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
99,847	99,805	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,4429	0,000017	0,004	0,026	0,028	0,055
119,911	119,861	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2574	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
119,911	119,863	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2577	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
119,911	119,861	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2574	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
119,911	119,861	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2574	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
119,911	119,863	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2577	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
119,911	119,863	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,2577	0,000017	0,005	0,026	0,029	0,058
139,947	139,967	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1017	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059
139,947	139,964	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1015	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059
139,947	139,967	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1017	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-01					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
139,947	139,967	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1017	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059
139,947	139,967	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1017	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059
139,947	139,967	1	0,003	0,0045	0,011	0,012	267,1017	0,000018	0,005	0,026	0,029	0,059
149,973	149,997	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0314	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
149,973	149,995	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0312	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
149,972	150,000	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0317	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
149,974	150,000	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0317	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
149,973	150,000	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0317	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
149,973	149,997	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,0314	0,000018	0,005	0,026	0,030	0,060
0,004	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7706	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,003	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7705	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,003	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7706	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,003	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7706	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,003	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7706	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056
0,003	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,7706	0,000012	0,003	0,026	0,028	0,056

Tabela 19: Calibração do Pt-100-02

Termômetro Pt-100-02						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
99,9796	0,0016	99,9796	0,0016	1,000000	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9747	0,0016	99,9796	0,0016	0,999951	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9794	0,0016	99,9796	0,0016	0,999998	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9796	0,0016	99,9796	0,0016	1,000000	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9797	0,0016	99,9796	0,0016	1,000001	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9796	0,0016	99,9796	0,0016	1,000000	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
109,2223	0,0021	99,9796	0,0016	1,092446	0,000027	27,9156	0,0005	25,5209	0,0004	1,093833	0,000025	23,612	0,006
109,2221	0,0021	99,9796	0,0016	1,092444	0,000027	27,9155	0,0005	25,5209	0,0004	1,093829	0,000025	23,611	0,006
109,2227	0,0021	99,9796	0,0016	1,092450	0,000027	27,9154	0,0005	25,5209	0,0004	1,093826	0,000025	23,610	0,006
109,2225	0,0021	99,9796	0,0016	1,092448	0,000027	27,9158	0,0005	25,5209	0,0004	1,093841	0,000025	23,614	0,006
109,2221	0,0021	99,9796	0,0016	1,092444	0,000027	27,9157	0,0005	25,5209	0,0004	1,093837	0,000025	23,613	0,006
109,2227	0,0021	99,9796	0,0016	1,092450	0,000027	27,9156	0,0005	25,5209	0,0004	1,093833	0,000025	23,612	0,006
115,7044	0,0022	99,9796	0,0016	1,157280	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
115,7040	0,0022	99,9796	0,0016	1,157276	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
115,7045	0,0022	99,9796	0,0016	1,157281	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
115,7046	0,0022	99,9796	0,0016	1,157282	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
115,7048	0,0022	99,9796	0,0016	1,157284	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
115,7046	0,0022	99,9796	0,0016	1,157282	0,000029	29,6020	0,0005	25,5209	0,0004	1,159912	0,000027	40,342	0,007
123,9969	0,0023	99,9796	0,0016	1,240222	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007
123,9979	0,0023	99,9796	0,0016	1,240232	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007
123,9959	0,0023	99,9796	0,0016	1,240212	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007
123,9959	0,0023	99,9796	0,0016	1,240212	0,000031	31,7637	0,0005	25,5209	0,0004	1,244616	0,000029	61,915	0,007
123,9959	0,0023	99,9796	0,0016	1,240212	0,000031	31,7635	0,0005	25,5209	0,0004	1,244609	0,000029	61,913	0,007
123,9969	0,0023	99,9796	0,0016	1,240222	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007

Termômetro Pt-100-02						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
130,8673	0,0023	99,9796	0,0016	1,308940	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
130,8663	0,0023	99,9796	0,0016	1,308930	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
130,8673	0,0023	99,9796	0,0016	1,308940	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
130,8663	0,0023	99,9796	0,0016	1,308930	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
130,8673	0,0023	99,9796	0,0016	1,308940	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
130,8663	0,0023	99,9796	0,0016	1,308930	0,000032	33,5543	0,0005	25,5209	0,0004	1,314779	0,000029	79,893	0,008
138,4149	0,0024	99,9796	0,0016	1,384432	0,000033	35,5170	0,0005	25,5209	0,0004	1,391682	0,000031	99,713	0,008
138,4139	0,0024	99,9796	0,0016	1,384422	0,000033	35,5170	0,0005	25,5209	0,0004	1,391682	0,000031	99,713	0,008
138,4159	0,0024	99,9796	0,0016	1,384442	0,000033	35,5170	0,0005	25,5209	0,0004	1,391682	0,000031	99,713	0,008
138,4149	0,0024	99,9796	0,0016	1,384432	0,000033	35,5170	0,0005	25,5209	0,0004	1,391682	0,000031	99,713	0,008
138,4159	0,0024	99,9796	0,0016	1,384442	0,000033	35,5170	0,0005	25,5209	0,0004	1,391682	0,000031	99,713	0,008
142,3443	0,0025	99,9796	0,0016	1,423734	0,000034	36,5398	0,0005	25,5209	0,0004	1,431760	0,000032	110,090	0,008
142,3453	0,0025	99,9796	0,0016	1,423744	0,000034	36,5398	0,0005	25,5209	0,0004	1,431760	0,000032	110,090	0,008
142,3433	0,0025	99,9796	0,0016	1,423724	0,000034	36,5399	0,0005	25,5209	0,0004	1,431764	0,000032	110,091	0,008
142,3443	0,0025	99,9796	0,0016	1,423734	0,000034	36,5397	0,0005	25,5209	0,0004	1,431756	0,000032	110,089	0,008
142,3443	0,0025	99,9796	0,0016	1,423734	0,000034	36,5400	0,0005	25,5209	0,0004	1,431768	0,000032	110,092	0,008
142,3433	0,0025	99,9796	0,0016	1,423724	0,000034	36,5398	0,0005	25,5209	0,0004	1,431760	0,000032	110,090	0,008
146,0386	0,0025	99,9796	0,0016	1,460684	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
146,0396	0,0025	99,9796	0,0016	1,460694	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
146,0386	0,0025	99,9796	0,0016	1,460684	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
146,0386	0,0025	99,9796	0,0016	1,460684	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
146,0396	0,0025	99,9796	0,0016	1,460694	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
146,0396	0,0025	99,9796	0,0016	1,460694	0,000035	37,5028	0,0006	25,5209	0,0004	1,469495	0,000032	119,891	0,008
149,9450	0,0025	99,9796	0,0016	1,499756	0,000036	38,5166	0,0006	25,5209	0,0004	1,509220	0,000033	130,241	0,009
149,9450	0,0025	99,9796	0,0016	1,499756	0,000036	38,5166	0,0006	25,5209	0,0004	1,509220	0,000033	130,241	0,009

Termômetro Pt-100-02						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
149,9460	0,0025	99,9796	0,0016	1,499766	0,000036	38,5167	0,0006	25,5209	0,0004	1,509224	0,000033	130,242	0,009
149,9450	0,0025	99,9796	0,0016	1,499756	0,000036	38,5167	0,0006	25,5209	0,0004	1,509224	0,000033	130,242	0,009
149,9450	0,0025	99,9796	0,0016	1,499756	0,000036	38,5166	0,0006	25,5209	0,0004	1,509220	0,000033	130,241	0,009
149,9470	0,0025	99,9796	0,0016	1,499776	0,000036	38,5167	0,0006	25,5209	0,0004	1,509224	0,000033	130,242	0,009
157,3552	0,0026	99,9796	0,0016	1,573873	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
157,3542	0,0026	99,9796	0,0016	1,573863	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
157,3552	0,0026	99,9796	0,0016	1,573873	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
157,3552	0,0026	99,9796	0,0016	1,573873	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
157,3552	0,0026	99,9796	0,0016	1,573873	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
157,3562	0,0026	99,9796	0,0016	1,573883	0,000037	40,4457	0,0006	25,5209	0,0004	1,584807	0,000035	150,027	0,009
99,9793	0,0016	99,9796	0,0016	0,999997	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9793	0,0016	99,9796	0,0016	0,999997	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9795	0,0016	99,9796	0,0016	0,999999	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9795	0,0016	99,9796	0,0016	0,999999	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9796	0,0016	99,9796	0,0016	1,000000	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9794	0,0016	99,9796	0,0016	0,999998	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006

Tabela 20: Análise das Incertezas do Pt-100-02

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-02					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
-0,001	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166703	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
-0,001	-0,013	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,165676	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
-0,001	-0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166661	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166703	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
-0,001	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166724	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166703	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067
23,612	23,679	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126715	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
23,611	23,679	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126672	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
23,610	23,680	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126801	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
23,614	23,680	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126758	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
23,613	23,679	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126672	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
23,612	23,680	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,126801	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,066
40,342	40,395	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528574	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
40,342	40,394	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528487	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
40,342	40,396	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528596	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
40,342	40,396	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528618	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
40,342	40,396	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528662	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
40,342	40,396	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,528618	0,000014	0,004	0,032	0,033	0,065
61,914	61,914	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,355847	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
61,914	61,916	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,356069	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
61,914	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,355624	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
61,915	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,355624	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
61,913	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,355624	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
61,914	61,914	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,355847	0,000015	0,004	0,032	0,033	0,065
79,893	79,858	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899465	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066
79,893	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899238	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066
79,893	79,858	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899465	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-02					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				U _W	U _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
79,893	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899238	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066
79,893	79,858	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899465	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066
79,893	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,899238	0,000016	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,694	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627302	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,691	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627071	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,697	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627534	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,694	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627302	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,694	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627302	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
99,713	99,697	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,627534	0,000017	0,004	0,032	0,033	0,066
110,090	110,073	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540475	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
110,090	110,076	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540709	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
110,091	110,070	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540242	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
110,089	110,073	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540475	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
110,092	110,073	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540475	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
110,090	110,070	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,540242	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,067
119,891	119,864	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407728	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
119,891	119,866	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407964	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
119,891	119,864	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407728	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
119,891	119,864	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407728	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
119,891	119,866	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407964	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
119,891	119,866	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,407964	0,000017	0,005	0,032	0,034	0,069
130,241	130,252	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334109	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
130,241	130,252	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334109	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
130,242	130,254	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334348	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
130,242	130,252	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334109	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
130,241	130,252	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334109	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
130,242	130,257	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,334586	0,000018	0,005	0,032	0,034	0,069
150,027	150,058	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118400	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070
150,027	150,055	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118157	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)				Incerteza de Medida do Pt-100-02						
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
150,027	150,058	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118400	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070
150,027	150,058	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118400	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070
150,027	150,058	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118400	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070
150,027	150,060	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,118643	0,000018	0,005	0,032	0,035	0,070
0,000	-0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,166640	0,000012	0,003	0,032	0,033	0,067

Tabela 21: Calibração do Pt-100-03

Termômetro Pt-100-03						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
99,9912	0,0016	99,9912	0,0016	1,000000	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9914	0,0016	99,9912	0,0016	1,000002	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9913	0,0016	99,9912	0,0016	1,000001	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9913	0,0016	99,9912	0,0016	1,000001	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9913	0,0016	99,9912	0,0016	1,000001	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9910	0,0016	99,9912	0,0016	0,999998	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
109,1171	0,0020	99,9912	0,0016	1,091268	0,000027	27,8857	0,0005	25,5208	0,0004	1,092666	0,000025	23,317	0,006
109,1173	0,0020	99,9912	0,0016	1,091270	0,000027	27,8857	0,0005	25,5208	0,0004	1,092666	0,000025	23,317	0,006
109,1170	0,0020	99,9912	0,0016	1,091267	0,000027	27,8856	0,0005	25,5208	0,0004	1,092662	0,000025	23,316	0,006
109,1172	0,0020	99,9912	0,0016	1,091269	0,000027	27,8858	0,0005	25,5208	0,0004	1,092670	0,000025	23,318	0,006
109,1172	0,0020	99,9912	0,0016	1,091269	0,000027	27,8856	0,0005	25,5208	0,0004	1,092662	0,000025	23,316	0,006
109,1174	0,0020	99,9912	0,0016	1,091271	0,000027	27,8857	0,0005	25,5208	0,0004	1,092666	0,000025	23,317	0,006
115,0456	0,0022	99,9912	0,0016	1,150557	0,000029	29,4250	0,0005	25,5208	0,0004	1,152980	0,000027	38,583	0,007
115,0457	0,0022	99,9912	0,0016	1,150558	0,000029	29,4250	0,0005	25,5208	0,0004	1,152980	0,000027	38,583	0,007
115,0459	0,0022	99,9912	0,0016	1,150560	0,000029	29,4251	0,0005	25,5208	0,0004	1,152984	0,000027	38,584	0,007
115,0458	0,0022	99,9912	0,0016	1,150559	0,000029	29,4252	0,0005	25,5208	0,0004	1,152988	0,000027	38,585	0,007
115,0458	0,0022	99,9912	0,0016	1,150559	0,000029	29,4251	0,0005	25,5208	0,0004	1,152984	0,000027	38,584	0,007
115,0457	0,0022	99,9912	0,0016	1,150558	0,000029	29,4252	0,0005	25,5208	0,0004	1,152988	0,000027	38,585	0,007
124,0169	0,0023	99,9912	0,0016	1,240278	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007
124,0179	0,0023	99,9912	0,0016	1,240288	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007
124,0179	0,0023	99,9912	0,0016	1,240288	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007
124,0169	0,0023	99,9912	0,0016	1,240278	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007
124,0169	0,0023	99,9912	0,0016	1,240278	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007
124,0169	0,0023	99,9912	0,0016	1,240278	0,000031	31,7633	0,0005	25,5208	0,0004	1,244606	0,000029	61,912	0,007

Termômetro Pt-100-03						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
130,9193	0,0024	99,9912	0,0016	1,309308	0,000032	33,5607	0,0005	25,5208	0,0004	1,315035	0,000029	79,959	0,008
130,9203	0,0024	99,9912	0,0016	1,309318	0,000032	33,5617	0,0005	25,5208	0,0004	1,315075	0,000029	79,969	0,008
130,9203	0,0024	99,9912	0,0016	1,309318	0,000032	33,5606	0,0005	25,5208	0,0004	1,315031	0,000029	79,958	0,008
130,9193	0,0024	99,9912	0,0016	1,309308	0,000032	33,5607	0,0005	25,5208	0,0004	1,315035	0,000029	79,959	0,008
130,9193	0,0024	99,9912	0,0016	1,309308	0,000032	33,5605	0,0005	25,5208	0,0004	1,315028	0,000029	79,957	0,008
130,9183	0,0024	99,9912	0,0016	1,309298	0,000032	33,5606	0,0005	25,5208	0,0004	1,315031	0,000029	79,958	0,008
138,4269	0,0024	99,9912	0,0016	1,384391	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
138,4279	0,0024	99,9912	0,0016	1,384401	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
138,4279	0,0024	99,9912	0,0016	1,384401	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
138,4269	0,0024	99,9912	0,0016	1,384391	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
138,4269	0,0024	99,9912	0,0016	1,384391	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
138,4269	0,0024	99,9912	0,0016	1,384391	0,000033	35,5138	0,0005	25,5208	0,0004	1,391562	0,000031	99,682	0,008
142,3603	0,0025	99,9912	0,0016	1,423729	0,000034	36,5386	0,0005	25,5208	0,0004	1,431718	0,000032	110,079	0,008
142,3623	0,0025	99,9912	0,0016	1,423749	0,000034	36,5387	0,0005	25,5208	0,0004	1,431722	0,000032	110,080	0,008
142,3623	0,0025	99,9912	0,0016	1,423749	0,000034	36,5386	0,0005	25,5208	0,0004	1,431718	0,000032	110,079	0,008
142,3613	0,0025	99,9912	0,0016	1,423739	0,000034	36,5386	0,0005	25,5208	0,0004	1,431718	0,000032	110,079	0,008
142,3603	0,0025	99,9912	0,0016	1,423729	0,000034	36,5387	0,0005	25,5208	0,0004	1,431722	0,000032	110,080	0,008
142,3623	0,0025	99,9912	0,0016	1,423749	0,000034	36,5386	0,0005	25,5208	0,0004	1,431718	0,000032	110,079	0,008
146,0766	0,0025	99,9912	0,0016	1,460895	0,000035	37,5030	0,0006	25,5208	0,0004	1,469508	0,000032	119,894	0,008
146,0776	0,0025	99,9912	0,0016	1,460905	0,000035	37,5030	0,0006	25,5208	0,0004	1,469508	0,000032	119,894	0,008
146,0776	0,0025	99,9912	0,0016	1,460905	0,000035	37,5030	0,0006	25,5208	0,0004	1,469508	0,000032	119,894	0,008
146,0766	0,0025	99,9912	0,0016	1,460895	0,000035	37,5030	0,0006	25,5208	0,0004	1,469508	0,000032	119,894	0,008
146,0766	0,0025	99,9912	0,0016	1,460895	0,000035	37,5030	0,0006	25,5208	0,0004	1,469508	0,000032	119,894	0,008
149,9750	0,0025	99,9912	0,0016	1,499882	0,000036	38,5172	0,0006	25,5208	0,0004	1,509249	0,000033	130,249	0,009
149,9750	0,0025	99,9912	0,0016	1,499882	0,000036	38,5172	0,0006	25,5208	0,0004	1,509249	0,000033	130,249	0,009

Termômetro Pt-100-03						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
149,9740	0,0025	99,9912	0,0016	1,499872	0,000036	38,5170	0,0006	25,5208	0,0004	1,509241	0,000033	130,247	0,009
149,9760	0,0025	99,9912	0,0016	1,499892	0,000036	38,5171	0,0006	25,5208	0,0004	1,509245	0,000033	130,248	0,009
149,9760	0,0025	99,9912	0,0016	1,499892	0,000036	38,5170	0,0006	25,5208	0,0004	1,509241	0,000033	130,247	0,009
149,9750	0,0025	99,9912	0,0016	1,499882	0,000036	38,5171	0,0006	25,5208	0,0004	1,509245	0,000033	130,248	0,009
157,3912	0,0026	99,9912	0,0016	1,574051	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
157,3912	0,0026	99,9912	0,0016	1,574051	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
157,3912	0,0026	99,9912	0,0016	1,574051	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
157,3912	0,0026	99,9912	0,0016	1,574051	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
157,3912	0,0026	99,9912	0,0016	1,574051	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
157,3902	0,0026	99,9912	0,0016	1,574041	0,000037	40,4466	0,0006	25,5208	0,0004	1,584848	0,000035	150,038	0,009
99,9910	0,0016	99,9912	0,0016	0,999998	0,000023	25,5209	0,0004	25,5208	0,0004	1,000004	0,000023	0,001	0,006
99,9912	0,0016	99,9912	0,0016	1,000000	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9891	0,0016	99,9912	0,0016	0,999979	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9911	0,0016	99,9912	0,0016	0,999999	0,000023	25,5208	0,0004	25,5208	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9911	0,0016	99,9912	0,0016	0,999999	0,000023	25,5209	0,0004	25,5208	0,0004	1,000004	0,000023	0,001	0,006
99,9911	0,0016	99,9912	0,0016	0,999999	0,000023	25,5209	0,0004	25,5208	0,0004	1,000004	0,000023	0,001	0,006

Tabela 22: Análise das Incertezas do Pt-100-03

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-03					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086448	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
0,000	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086490	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086469	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086469	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086469	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
0,000	-0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086406	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
23,317	23,369	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026206	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
23,317	23,370	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026249	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
23,316	23,369	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026185	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
23,318	23,370	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026228	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
23,316	23,370	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026228	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
23,317	23,370	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,026271	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,583	38,646	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310285	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,583	38,646	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310307	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,584	38,647	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310351	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,585	38,647	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310329	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,584	38,647	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310329	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
38,585	38,646	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,310307	0,000014	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290580	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,913	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290804	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,913	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290804	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290580	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290580	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
61,912	61,911	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,290580	0,000015	0,004	0,031	0,031	0,062
79,959	79,932	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845580	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063
79,969	79,935	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845807	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063
79,958	79,935	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845807	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-03					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R _o (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R _o			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R _o	U _W Comb. (°C)			
79,959	79,932	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845580	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063
79,957	79,932	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845580	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063
79,958	79,929	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,845353	0,000016	0,004	0,031	0,031	0,063
99,682	99,657	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,568977	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,659	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,569209	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,659	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,569209	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,657	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,568977	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,657	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,568977	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,657	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,568977	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
99,682	99,657	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,568977	0,000017	0,004	0,031	0,032	0,063
110,079	110,043	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,485588	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
110,080	110,048	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,486056	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
110,079	110,048	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,486056	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
110,079	110,045	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,485822	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
110,080	110,043	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,485588	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
110,079	110,048	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,486056	0,000017	0,005	0,031	0,032	0,064
119,894	119,889	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360457	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
119,894	119,892	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360693	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
119,894	119,886	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360220	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
119,894	119,892	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360693	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
119,894	119,889	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360457	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
119,894	119,889	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,360457	0,000017	0,005	0,031	0,033	0,066
130,249	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287581	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
130,249	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287581	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
130,247	130,250	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287342	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
130,248	130,255	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287820	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
130,247	130,255	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287820	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
130,248	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,287581	0,000018	0,005	0,031	0,033	0,066
150,038	150,069	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078498	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067
150,038	150,069	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078498	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-03					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,086448	0,000012	0,003	0,031	0,032	0,064
150,038	150,069	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078498	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067
150,038	150,069	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078498	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067
150,038	150,069	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078498	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067
150,038	150,066	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,078254	0,000018	0,005	0,031	0,034	0,067

Tabela 23: Calibração do Pt-100-04

Termômetro Pt-100-04						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
100,0167	0,0017	100,0166	0,0017	1,000001	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
100,0166	0,0017	100,0166	0,0017	1,000000	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
100,0168	0,0017	100,0166	0,0017	1,000002	0,000023	25,5210	0,0004	25,5209	0,0004	1,000004	0,000023	0,001	0,006
100,0167	0,0017	100,0166	0,0017	1,000001	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
100,0173	0,0017	100,0166	0,0017	1,000007	0,000023	25,5210	0,0004	25,5209	0,0004	1,000004	0,000023	0,001	0,006
100,0166	0,0017	100,0166	0,0017	1,000000	0,000023	25,5209	0,0004	25,5209	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
109,0766	0,0020	100,0166	0,0017	1,090585	0,000027	27,8693	0,0005	25,5209	0,0004	1,092019	0,000025	23,154	0,006
109,0765	0,0020	100,0166	0,0017	1,090584	0,000027	27,8692	0,0005	25,5209	0,0004	1,092015	0,000025	23,153	0,006
109,0761	0,0020	100,0166	0,0017	1,090580	0,000027	27,8693	0,0005	25,5209	0,0004	1,092019	0,000025	23,154	0,006
109,0762	0,0020	100,0166	0,0017	1,090581	0,000027	27,8693	0,0005	25,5209	0,0004	1,092019	0,000025	23,154	0,006
109,0764	0,0020	100,0166	0,0017	1,090583	0,000027	27,8693	0,0005	25,5209	0,0004	1,092019	0,000025	23,154	0,006
109,0767	0,0020	100,0166	0,0017	1,090586	0,000027	27,8693	0,0005	25,5209	0,0004	1,092019	0,000025	23,154	0,006
115,1608	0,0022	100,0166	0,0017	1,151417	0,000029	29,4513	0,0005	25,5209	0,0004	1,154006	0,000027	38,844	0,007
115,1616	0,0022	100,0166	0,0017	1,151425	0,000029	29,4515	0,0005	25,5209	0,0004	1,154014	0,000027	38,846	0,007
115,1613	0,0022	100,0166	0,0017	1,151422	0,000029	29,4514	0,0005	25,5209	0,0004	1,154010	0,000027	38,845	0,007
115,1615	0,0022	100,0166	0,0017	1,151424	0,000029	29,4515	0,0005	25,5209	0,0004	1,154014	0,000027	38,846	0,007
115,1618	0,0022	100,0166	0,0017	1,151427	0,000029	29,4515	0,0005	25,5209	0,0004	1,154014	0,000027	38,846	0,007
115,1611	0,0022	100,0166	0,0017	1,151420	0,000029	29,4514	0,0005	25,5209	0,0004	1,154010	0,000027	38,845	0,007
124,0299	0,0023	100,0166	0,0017	1,240094	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007
124,0299	0,0023	100,0166	0,0017	1,240094	0,000031	31,7637	0,0005	25,5209	0,0004	1,244616	0,000029	61,915	0,007
124,0289	0,0023	100,0166	0,0017	1,240084	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007
124,0309	0,0023	100,0166	0,0017	1,240104	0,000031	31,7638	0,0005	25,5209	0,0004	1,244620	0,000029	61,916	0,007
124,0309	0,0023	100,0166	0,0017	1,240104	0,000031	31,7637	0,0005	25,5209	0,0004	1,244616	0,000029	61,915	0,007
124,0289	0,0023	100,0166	0,0017	1,240084	0,000031	31,7636	0,0005	25,5209	0,0004	1,244612	0,000029	61,914	0,007

Termômetro Pt-100-04						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
130,8923	0,0024	100,0166	0,0017	1,308706	0,000032	33,5531	0,0005	25,5209	0,0004	1,314732	0,000029	79,881	0,008
130,8923	0,0024	100,0166	0,0017	1,308706	0,000032	33,5531	0,0005	25,5209	0,0004	1,314732	0,000029	79,881	0,008
130,8923	0,0024	100,0166	0,0017	1,308706	0,000032	33,5531	0,0005	25,5209	0,0004	1,314732	0,000029	79,881	0,008
130,8903	0,0024	100,0166	0,0017	1,308686	0,000032	33,5533	0,0005	25,5209	0,0004	1,314740	0,000029	79,883	0,008
130,8933	0,0024	100,0166	0,0017	1,308716	0,000032	33,5531	0,0005	25,5209	0,0004	1,314732	0,000029	79,881	0,008
130,8913	0,0024	100,0166	0,0017	1,308696	0,000032	33,5530	0,0005	25,5209	0,0004	1,314728	0,000029	79,880	0,008
138,4219	0,0024	100,0166	0,0017	1,383990	0,000033	35,5148	0,0005	25,5209	0,0004	1,391595	0,000031	99,690	0,008
138,4209	0,0024	100,0166	0,0017	1,383980	0,000033	35,5148	0,0005	25,5209	0,0004	1,391595	0,000031	99,690	0,008
138,4199	0,0024	100,0166	0,0017	1,383970	0,000033	35,5148	0,0005	25,5209	0,0004	1,391595	0,000031	99,690	0,008
138,4219	0,0024	100,0166	0,0017	1,383990	0,000033	35,5148	0,0005	25,5209	0,0004	1,391595	0,000031	99,690	0,008
138,4209	0,0024	100,0166	0,0017	1,383980	0,000033	35,5147	0,0005	25,5209	0,0004	1,391592	0,000031	99,689	0,008
138,4219	0,0024	100,0166	0,0017	1,383990	0,000033	35,5148	0,0005	25,5209	0,0004	1,391595	0,000031	99,690	0,008
142,3213	0,0025	100,0166	0,0017	1,422977	0,000034	36,5294	0,0005	25,5209	0,0004	1,431352	0,000032	109,984	0,008
142,3223	0,0025	100,0166	0,0017	1,422987	0,000034	36,5293	0,0005	25,5209	0,0004	1,431348	0,000032	109,983	0,008
142,3213	0,0025	100,0166	0,0017	1,422977	0,000034	36,5293	0,0005	25,5209	0,0004	1,431348	0,000032	109,983	0,008
142,3203	0,0025	100,0166	0,0017	1,422967	0,000034	36,5294	0,0005	25,5209	0,0004	1,431352	0,000032	109,984	0,008
142,3213	0,0025	100,0166	0,0017	1,422977	0,000034	36,5292	0,0005	25,5209	0,0004	1,431344	0,000032	109,982	0,008
142,3213	0,0025	100,0166	0,0017	1,422977	0,000034	36,5293	0,0005	25,5209	0,0004	1,431348	0,000032	109,983	0,008
146,0526	0,0025	100,0166	0,0017	1,460284	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
146,0536	0,0025	100,0166	0,0017	1,460294	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
146,0536	0,0025	100,0166	0,0017	1,460294	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
146,0526	0,0025	100,0166	0,0017	1,460284	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
146,0526	0,0025	100,0166	0,0017	1,460284	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
146,0536	0,0025	100,0166	0,0017	1,460294	0,000035	37,5012	0,0006	25,5209	0,0004	1,469432	0,000032	119,875	0,008
149,9600	0,0025	100,0166	0,0017	1,499351	0,000036	38,5168	0,0006	25,5209	0,0004	1,509228	0,000033	130,243	0,009

Termômetro Pt-100-04						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
149,9610	0,0025	100,0166	0,0017	1,499361	0,000036	38,5169	0,0006	25,5209	0,0004	1,509232	0,000033	130,244	0,009
149,9600	0,0025	100,0166	0,0017	1,499351	0,000036	38,5167	0,0006	25,5209	0,0004	1,509224	0,000033	130,242	0,009
149,9600	0,0025	100,0166	0,0017	1,499351	0,000036	38,5168	0,0006	25,5209	0,0004	1,509228	0,000033	130,243	0,009
149,9610	0,0025	100,0166	0,0017	1,499361	0,000036	38,5168	0,0006	25,5209	0,0004	1,509228	0,000033	130,243	0,009
157,3742	0,0026	100,0166	0,0017	1,573481	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
157,3732	0,0026	100,0166	0,0017	1,573471	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
157,3742	0,0026	100,0166	0,0017	1,573481	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
157,3742	0,0026	100,0166	0,0017	1,573481	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
157,3732	0,0026	100,0166	0,0017	1,573471	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
157,3732	0,0026	100,0166	0,0017	1,573471	0,000037	40,4470	0,0006	25,5209	0,0004	1,584858	0,000035	150,040	0,009
100,0171	0,0017	100,0166	0,0017	1,000005	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
100,0172	0,0017	100,0166	0,0017	1,000006	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
100,0172	0,0017	100,0166	0,0017	1,000006	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
100,0173	0,0017	100,0166	0,0017	1,000007	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
100,0172	0,0017	100,0166	0,0017	1,000006	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
100,0171	0,0017	100,0166	0,0017	1,000005	0,000023	25,5208	0,0004	25,5209	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006

Tabela 24: Análise das Incertezas do Pt-100-04

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-04					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320615	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320594	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320637	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320615	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
0,001	0,002	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320743	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
0,000	0,000	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	255,320594	0,000012	0,003	0,034	0,035	0,070
23,154	23,216	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260552	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
23,153	23,216	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260530	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
23,154	23,214	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260443	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
23,154	23,215	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260465	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
23,154	23,215	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260509	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
23,154	23,216	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	257,260574	0,000014	0,004	0,034	0,035	0,069
38,844	38,906	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588424	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
38,846	38,908	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588600	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
38,845	38,907	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588534	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
38,846	38,908	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588578	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
38,846	38,908	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588644	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
38,845	38,907	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,588490	0,000014	0,004	0,034	0,034	0,069
61,914	61,924	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561455	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
61,915	61,924	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561455	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
61,914	61,921	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561229	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
61,916	61,926	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561680	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
61,915	61,926	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561680	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
61,914	61,921	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,561229	0,000015	0,004	0,034	0,035	0,069
79,881	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,119452	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069
79,881	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,119452	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069
79,881	79,855	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,119452	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-04					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				U _W	U _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
79,883	79,849	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,118994	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069
79,881	79,857	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,119681	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069
79,880	79,852	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	262,119223	0,000016	0,004	0,034	0,035	0,069
99,690	99,653	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861511	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
99,690	99,651	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861277	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
99,690	99,648	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861044	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
99,690	99,653	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861511	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
99,689	99,651	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861277	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
99,690	99,653	1	0,002	0,0040	0,005	0,007	263,861511	0,000017	0,004	0,034	0,035	0,070
109,984	109,958	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777430	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
109,983	109,961	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777667	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
109,983	109,958	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777430	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
109,984	109,956	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777194	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
109,982	109,958	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777430	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
109,983	109,958	1	0,002	0,0041	0,008	0,009	264,777430	0,000017	0,005	0,034	0,035	0,071
119,875	119,853	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,662865	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
119,875	119,856	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,663103	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
119,875	119,856	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,663103	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
119,875	119,853	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,662865	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
119,875	119,853	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,662865	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
119,875	119,856	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,663103	0,000017	0,005	0,034	0,036	0,072
130,243	130,250	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599666	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
130,243	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599908	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
130,244	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599908	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
130,242	130,250	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599666	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
130,243	130,250	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599666	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
130,243	130,253	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,599908	0,000018	0,005	0,034	0,036	0,072
150,040	150,080	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404830	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074
150,040	150,077	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404584	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)				Incerteza de Medida do Pt-100-04						
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R _o (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R _o			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R _o	U _W Comb. (°C)			
150,040	150,080	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404830	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074
150,040	150,080	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404830	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074
150,040	150,077	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404584	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074
150,040	150,077	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,404584	0,000018	0,005	0,034	0,037	0,074

Tabela 25: Calibração de Pt-100-05

Termômetro Pt-100-05						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
99,9873	0,0016	99,9871	0,0016	1,000002	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9874	0,0016	99,9871	0,0016	1,000003	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9874	0,0016	99,9871	0,0016	1,000003	0,000023	25,5210	0,0004	25,5210	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9875	0,0016	99,9871	0,0016	1,000004	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9874	0,0016	99,9871	0,0016	1,000003	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9873	0,0016	99,9871	0,0016	1,000002	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
109,1334	0,0020	99,9871	0,0016	1,091475	0,000027	27,8905	0,0005	25,5210	0,0004	1,092846	0,000025	23,362	0,006
109,1331	0,0020	99,9871	0,0016	1,091472	0,000027	27,8907	0,0005	25,5210	0,0004	1,092853	0,000025	23,364	0,006
109,1333	0,0020	99,9871	0,0016	1,091474	0,000027	27,8906	0,0005	25,5210	0,0004	1,092849	0,000025	23,363	0,006
109,1336	0,0020	99,9871	0,0016	1,091477	0,000027	27,8907	0,0005	25,5210	0,0004	1,092853	0,000025	23,364	0,006
109,1335	0,0020	99,9871	0,0016	1,091476	0,000027	27,8907	0,0005	25,5210	0,0004	1,092853	0,000025	23,364	0,006
109,1333	0,0020	99,9871	0,0016	1,091474	0,000027	27,8905	0,0005	25,5210	0,0004	1,092846	0,000025	23,362	0,006
114,3885	0,0021	99,9871	0,0016	1,144033	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
114,3887	0,0021	99,9871	0,0016	1,144035	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
114,3882	0,0021	99,9871	0,0016	1,144030	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
114,3886	0,0021	99,9871	0,0016	1,144034	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
114,3885	0,0021	99,9871	0,0016	1,144033	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
114,3882	0,0021	99,9871	0,0016	1,144030	0,000029	29,2558	0,0005	25,5210	0,0004	1,146341	0,000027	36,900	0,007
123,2877	0,0023	99,9871	0,0016	1,233036	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007
123,2877	0,0023	99,9871	0,0016	1,233036	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007
123,2867	0,0023	99,9871	0,0016	1,233026	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007
123,2887	0,0023	99,9871	0,0016	1,233046	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007
123,2877	0,0023	99,9871	0,0016	1,233036	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007
123,2877	0,0023	99,9871	0,0016	1,233036	0,000030	31,5714	0,0005	25,5210	0,0004	1,237076	0,000028	59,989	0,007

Termômetro Pt-100-05						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
131,0584	0,0024	99,9871	0,0016	1,310753	0,000032	33,5914	0,0005	25,5210	0,0004	1,316228	0,000029	80,265	0,008
131,0574	0,0024	99,9871	0,0016	1,310743	0,000032	33,5914	0,0005	25,5210	0,0004	1,316228	0,000029	80,265	0,008
131,0574	0,0024	99,9871	0,0016	1,310743	0,000032	33,5913	0,0005	25,5210	0,0004	1,316224	0,000029	80,264	0,008
131,0584	0,0024	99,9871	0,0016	1,310753	0,000032	33,5914	0,0005	25,5210	0,0004	1,316228	0,000029	80,265	0,008
131,0594	0,0024	99,9871	0,0016	1,310763	0,000032	33,5913	0,0005	25,5210	0,0004	1,316224	0,000029	80,264	0,008
131,0594	0,0024	99,9871	0,0016	1,310763	0,000032	33,5914	0,0005	25,5210	0,0004	1,316228	0,000029	80,265	0,008
137,3416	0,0024	99,9871	0,0016	1,373593	0,000033	35,2366	0,0005	25,5210	0,0004	1,380693	0,000030	96,873	0,008
137,3446	0,0024	99,9871	0,0016	1,373623	0,000033	35,2368	0,0005	25,5210	0,0004	1,380701	0,000030	96,875	0,008
137,3436	0,0024	99,9871	0,0016	1,373613	0,000033	35,2368	0,0005	25,5210	0,0004	1,380701	0,000030	96,875	0,008
137,3436	0,0024	99,9871	0,0016	1,373613	0,000033	35,2366	0,0005	25,5210	0,0004	1,380693	0,000030	96,873	0,008
137,3416	0,0024	99,9871	0,0016	1,373593	0,000033	35,2368	0,0005	25,5210	0,0004	1,380701	0,000030	96,875	0,008
137,3416	0,0024	99,9871	0,0016	1,373593	0,000033	35,2367	0,0005	25,5210	0,0004	1,380697	0,000030	96,874	0,008
142,1763	0,0025	99,9871	0,0016	1,421946	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
142,1753	0,0025	99,9871	0,0016	1,421936	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
142,1763	0,0025	99,9871	0,0016	1,421946	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
142,1763	0,0025	99,9871	0,0016	1,421946	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
142,1753	0,0025	99,9871	0,0016	1,421936	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
142,1753	0,0025	99,9871	0,0016	1,421936	0,000034	36,4886	0,0005	25,5210	0,0004	1,429748	0,000031	109,568	0,008
146,0526	0,0025	99,9871	0,0016	1,460715	0,000035	37,4987	0,0006	25,5210	0,0004	1,469328	0,000032	119,848	0,008
146,0526	0,0025	99,9871	0,0016	1,460715	0,000035	37,4987	0,0006	25,5210	0,0004	1,469328	0,000032	119,848	0,008
146,0516	0,0025	99,9871	0,0016	1,460705	0,000035	37,4986	0,0006	25,5210	0,0004	1,469324	0,000032	119,847	0,008
146,0516	0,0025	99,9871	0,0016	1,460705	0,000035	37,4988	0,0006	25,5210	0,0004	1,469332	0,000032	119,849	0,008
146,0526	0,0025	99,9871	0,0016	1,460715	0,000035	37,4987	0,0006	25,5210	0,0004	1,469328	0,000032	119,848	0,008
149,8359	0,0025	99,9871	0,0016	1,498553	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009
149,8359	0,0025	99,9871	0,0016	1,498553	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009

Termômetro Pt-100-05						Termômetro de Platina Padrão 25,5 ohm						Temperatura de Referência (°C)	
Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀		Resistência de Referência (ohm)		Resistência de Referência a 0 °C (ohm)		W = R / R ₀			
Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	Corrigido	Incert. (k=2)	t	Incert. (k=2)
149,8359	0,0025	99,9871	0,0016	1,498553	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009
149,8349	0,0025	99,9871	0,0016	1,498543	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009
149,8369	0,0025	99,9871	0,0016	1,498563	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009
149,8359	0,0025	99,9871	0,0016	1,498553	0,000036	38,4823	0,0006	25,5210	0,0004	1,507870	0,000033	129,889	0,009
157,3932	0,0026	99,9871	0,0016	1,574135	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
157,3932	0,0026	99,9871	0,0016	1,574135	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
157,3932	0,0026	99,9871	0,0016	1,574135	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
157,3932	0,0026	99,9871	0,0016	1,574135	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
157,3932	0,0026	99,9871	0,0016	1,574135	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
157,3942	0,0026	99,9871	0,0016	1,574145	0,000037	40,4479	0,0006	25,5210	0,0004	1,584887	0,000035	150,048	0,009
99,9876	0,0016	99,9871	0,0016	1,000005	0,000023	25,5210	0,0004	25,5210	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9876	0,0016	99,9871	0,0016	1,000005	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9874	0,0016	99,9871	0,0016	1,000003	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9877	0,0016	99,9871	0,0016	1,000006	0,000023	25,5210	0,0004	25,5210	0,0004	1,000000	0,000023	0,000	0,006
99,9877	0,0016	99,9871	0,0016	1,000006	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006
99,9875	0,0016	99,9871	0,0016	1,000004	0,000023	25,5209	0,0004	25,5210	0,0004	0,999996	0,000023	-0,001	0,006

Tabela 26: Análise das Incertezas do Pt-100-05

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt100-05					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
-0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942846	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
-0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942867	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
0,000	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942867	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
-0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942889	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
-0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942867	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
-0,001	0,001	1	0,001	0,0029	0,007	0,008	254,942846	0,000012	0,003	0,036	0,037	0,074
23,362	23,411	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,928985	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
23,364	23,411	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,928919	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
23,363	23,411	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,928963	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
23,364	23,412	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,929029	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
23,364	23,412	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,929007	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
23,362	23,411	1	0,001	0,0032	0,004	0,005	256,928963	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,074
36,900	36,946	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091380	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
36,900	36,946	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091424	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
36,900	36,945	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091313	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
36,900	36,946	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091402	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
36,900	36,946	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091380	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
36,900	36,945	1	0,001	0,0034	0,002	0,004	258,091313	0,000014	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,005	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096301	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,005	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096301	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,003	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096073	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,008	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096529	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,005	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096301	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
59,989	60,005	1	0,002	0,0036	0,002	0,005	260,096301	0,000015	0,004	0,036	0,037	0,073
80,265	80,288	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885754	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074
80,265	80,286	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885521	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074
80,264	80,286	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885521	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)					Incerteza de Medida do Pt-100-05					
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R ₀ (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R ₀			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				U _W	U _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R ₀	U _W Comb. (°C)			
80,265	80,288	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885754	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074
80,264	80,291	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885986	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074
80,265	80,291	1	0,002	0,0038	0,003	0,005	261,885986	0,000016	0,004	0,036	0,037	0,074
96,873	96,792	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,359979	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
96,875	96,799	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,360689	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
96,875	96,797	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,360453	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
96,873	96,797	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,360453	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
96,875	96,792	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,359979	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
96,874	96,792	1	0,002	0,0039	0,004	0,006	263,359979	0,000017	0,004	0,036	0,037	0,074
109,568	109,554	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511446	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
109,568	109,551	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511206	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
109,568	109,554	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511446	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
109,568	109,554	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511446	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
109,568	109,551	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511206	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
109,568	109,551	1	0,002	0,0041	0,007	0,009	264,511206	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,075
119,848	119,826	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445658	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
119,848	119,826	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445658	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
119,847	119,824	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445416	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
119,849	119,824	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445416	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
119,848	119,826	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445658	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
119,848	119,826	1	0,002	0,0042	0,010	0,011	265,445658	0,000017	0,005	0,036	0,038	0,076
129,889	129,888	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,367061	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
129,889	129,888	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,367061	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
129,889	129,888	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,367061	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
129,889	129,885	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,366816	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
129,889	129,890	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,367306	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
129,889	129,888	1	0,003	0,0043	0,010	0,011	266,367061	0,000018	0,005	0,036	0,038	0,077
150,048	150,091	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236679	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078
150,048	150,091	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236679	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078

Temperatura (°C)		Incerteza Padronizada do SPR (°C)				Incerteza de Medida do Pt-100-05						
SPR	Pt-100	C _{SPR} Sensibil.	U _{SENSOR} Sensor (°C)	W=R/R _o (°C)		U _{SPR} Comb. (°C)	W=R/R _o			U _{ajuste} (°C)	U _{comb} (°C)	U=2.u (°C)
				u _W	u _{UNIF}		C _{Pt100} Sensibil. (°C)	U _{RES} W=R/R _o	U _W Comb. (°C)			
150,048	150,091	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236679	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078
150,048	150,091	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236679	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078
150,048	150,091	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236679	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078
150,048	150,094	1	0,003	0,0046	0,012	0,013	268,236929	0,000018	0,005	0,036	0,039	0,078

Apêndice B

Neste Apêndice, estão representados em forma de tabelas, os dados de calibração dos instrumentos utilizados para a calibração do medidor de vazão tipo turbina, coletados no Laboratório de Vazão da PUC-rio.

Tabela 27: Dados de Calibração da Balança Alfa

Valor Nominal (kg)	Subida		Descida		Subida		Descida		Subida		Descida	
	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg
75,00	69,262	74,90	69,257	74,86	69,247	74,84	69,275	74,92	69,251	74,86	69,278	74,92
92,00	76,233	92,52	76,046	92,00	76,051	92,02	76,026	91,96	76,038	92,00	76,041	92,00
109,00	82,763	109,00	82,806	109,06	82,777	109,00	82,769	108,98	82,765	108,98	82,766	108,98
126,00	89,516	126,06	89,337	125,58	89,613	128,28	89,502	126,00	89,522	126,06	89,500	126,00
143,00	96,242	143,04	96,215	142,94	96,245	143,02	96,220	142,96	96,245	143,04	96,232	143,00
160,00	102,961	160,02	102,994	160,06	102,979	160,04	102,979	160,04	102,967	160,02	102,964	160,00
177,00	109,696	177,02	109,664	176,92	109,702	177,02	109,671	176,94	109,702	177,04	109,689	177,00
194,00	116,438	194,04	116,051	193,04	116,427	194,00	116,393	193,92	116,434	194,04	116,412	193,98
211,00	123,153	211,00	123,187	211,08	123,156	211,00	123,114	210,90	123,165	211,04	123,153	211,02
228,00	129,885	228,00	129,879	227,98	129,894	228,02	129,870	227,96	129,869	227,98	129,898	228,04
245,00	136,617	245,00	136,652	245,08	136,625	245,02	136,584	244,92	136,603	244,98	136,647	245,10

Tabela 27: Dados de Calibração da Balança Alfa (Continuação)

Valor Nominal (kg)	Subida		Descida		Subida		Descida		Desvio Padrão (mV)
	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg	mV	Kg	
75,00	69,309	75,02	69,289	74,96	69,225	74,96	69,254	74,90	0,0236
92,00	76,057	92,06	76,071	92,08	75,998	92,02	76,055	92,06	0,0634
109,00	82,792	109,06	82,787	109,04	82,728	109,00	82,785	109,06	0,0212
126,00	89,476	125,96	89,525	126,08	89,462	126,00	89,510	126,06	0,0687
143,00	96,204	142,94	96,244	143,04	96,201	143,00	96,246	143,06	0,0180
160,00	102,959	160,02	102,961	160,00	102,932	160,00	102,972	160,04	0,0163
177,00	109,683	177,00	109,141	177,04	109,673	177,00	109,710	177,08	0,1737
194,00	116,414	194,00	116,434	194,04	116,406	194,00	116,421	194,02	0,1174
211,00	123,149	211,02	123,153	211,02	123,142	211,02	123,125	210,96	0,0200
228,00	129,868	228,00	129,898	228,08	129,866	228,00	129,870	228,00	0,0129
245,00	136,609	245,04	136,605	245,00	136,602	245,00	136,603	245,00	0,0212

Tabela 28: Dados de Calibração do Transmissor de Pressão (nº 1)

P _{car} (MPa) g _n	P _{cor} (MPa) g	Primeiro Ciclo (mA)		Segundo Ciclo (mA)		Terceiro Ciclo (mA)		Valor Médio (mA)	Valor Médio (bar)	Desvio Padrão (mA)
		Subida	Descida	Subida	Descida	Subida	Descida			
0,3101	0,3095	5,8840	5,897	5,902	5,902	5,910	5,898	5,90	2,967	0,0086
0,5057	0,5048	7,1390	7,141	7,145	7,149	7,151	7,155	7,15	4,917	0,0061
0,7025	0,7011	8,3950	8,413	8,414	8,410	8,416	8,416	8,41	6,892	0,0080
0,8988	0,8971	9,6640	9,673	9,666	9,675	9,670	9,679	9,67	8,861	0,0056
1,0958	1,0937	10,9220	10,928	10,920	10,930	10,922	10,933	10,93	10,822	0,0052
1,3099	1,3074	12,2840	12,298	12,288	12,301	12,296	12,301	12,29	12,960	0,0071
1,5055	1,5026	13,5290	13,545	13,536	13,550	13,542	13,551	13,54	14,910	0,0085
1,7023	1,6990	14,7860	14,808	14,799	14,815	14,813	14,813	14,81	16,884	0,0112
1,8986	1,8950	16,0420	16,057	16,053	16,067	16,063	16,069	16,06	18,841	0,0101
2,0956	2,0916	17,2910	17,303	17,304	17,317	17,315	17,312	17,31	20,792	0,0097
2,3093	2,3049	18,6480	18,666	18,670	18,676	18,670	18,674	18,67	22,918	0,0101
2,505	2,5001	19,894	19,911	19,918	19,919	19,914	19,919	19,91	24,863	0,0096

Tabela 29: Dados de Calibração do Transmissor de Pressão (nº 3)

P _{car} (MPa) g _n	P _{cor} (MPa) g	Primeiro Ciclo (mA)		Segundo Ciclo (mA)		Terceiro Ciclo (mA)		Valor Médio (mA)	Valor Médio (bar)	Desvio Padrão (mA)
		Subida	Descida	Subida	Descida	Subida	Descida			
0,3101	0,3095	5,9670	6,000	5,952	5,950	5,952	5,941	5,96	3,063	0,0086
0,5057	0,5048	7,2280	7,219	7,229	7,222	7,233	7,230	7,23	5,042	0,0061
0,7025	0,7011	8,5060	8,512	8,507	8,492	8,510	8,486	8,50	7,035	0,0080
0,8988	0,8971	9,7730	9,781	9,773	9,776	9,775	9,780	9,78	9,026	0,0056
1,0958	1,0937	11,0390	11,052	11,046	11,053	11,047	11,050	11,05	11,012	0,0052
1,3099	1,3074	12,4300	12,439	12,431	12,423	12,433	12,438	12,43	13,176	0,0071
1,5055	1,5026	13,7010	13,702	13,696	13,679	13,700	13,704	13,70	15,152	0,0085
1,7023	1,6990	14,9810	14,984	14,982	14,980	14,982	14,983	14,98	17,159	0,0112
1,8986	1,8950	16,2500	16,254	16,255	16,254	16,253	16,255	16,25	19,146	0,0101
2,0956	2,0916	17,5220	17,519	17,521	17,522	17,525	17,520	17,52	21,127	0,0097
2,3093	2,3049	18,9000	18,903	18,903	18,903	18,904	18,904	18,90	23,286	0,0101
2,505	2,5001	20,17	20,169	20,169	20,169	20,168	20,168	20,17	25,264	0,0096

Apêndice C

Neste Apêndice, está representado o esquema elétrico utilizado para a calibração medidor de vazão tipo turbina, realizado no Laboratório de Vazão da PUC-Rio.

Os valores das resistências de referência ligadas em série com os transmissores de pressão número 01 e 03, foram obtidos através de medição feita a 4 fios utilizando-se o multímetro HP-34401A.

Foi feita uma tabela no EXCEL, onde constam os valores de Tensão x Massa, estes valores estão na tabela 26.

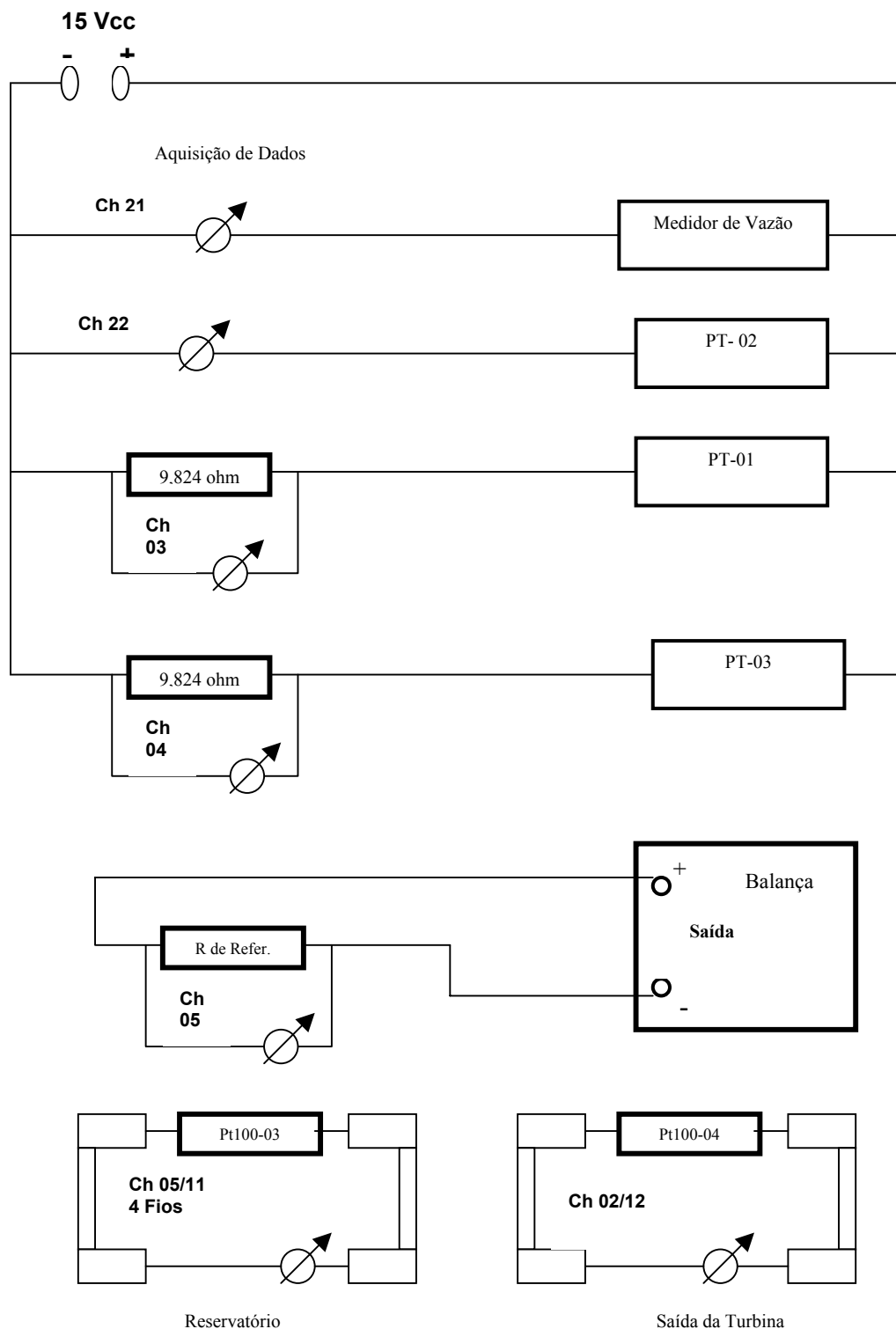


Figura 21: Esquema Elétrico para Calibração do Medidor de Vazão Tipo Turbina

Anexo 1



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)
Laboratório Nacional de Metrologia (LNM)



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate issued by LNM/Brazil

LAPRE 0125/2000
Número do Certificado
Certificate Number

Solicitante do Serviço

Customer

Nome: INSTITUTO TECNOLÓGICO DA PUC – ITC/PUC

Name

Endereço: Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 22.453-900

Address

Identificação do Instrumento de Medição / Padrão Calibrado

Measurement Instrument/Calibrated Standard Identification

Instrumento de Medição/Padrão: Balança de Pressão

Instrument/Standard

Fabricante: XIAN

Manufacturer

Modelo/Tipo: YS-600/Óleo

Model/Type

Número de Série: 951022

Serial Number

Código de Identificação: 007

Identification Code

Informações Administrativas

Administrative Information

Processo INMETRO: 001012/1999

INMETRO Register

Data da Calibração: 10/04/2000

Calibration Date

Laboratório Responsável pela Calibração: Laboratório de Pressão - LAPRE

Laboratory Responsible for the Calibration

28/06/2000

Data da Emissão

do Certificado

Issued on


José Renato Real Siqueira
Chefe da Divisão de Metrologia Mecânica
Head of Division of Mechanical Metrology



O presente certificado de calibração atende aos requisitos da ABNT-ISO/IEC-Guia 25:1993 e é válido apenas para o instrumento de medição/padrão acima caracterizado, não sendo extensivo a quaisquer outros instrumentos de medição, ainda que similares. A calibração realizada baseou-se em medições diretamente rastreadas aos padrões nacionais do Brasil. Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma integral; reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo INMETRO.

This certificate complies with the requirements of ABNT-ISO/IEC-Guide 25:1993 and applies only to the above mentioned measurement instrument/standard and can not be extended to any other measurement instruments, even similar ones. The calibration performed was based upon measurement directly traceable to the Brazilian metrological national standards. This certificate can be reproduced only in full version; partial reproductions require previous consent of INMETRO.

LNM - Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém - Duque de Caxias - RJ - Brasil - CEP: 25250-020
LAPRE - Tel.: (021) 679-1311 - Ramais 9046, 9042 e 9034 - Fax: (021) 679-1505 - e-mail: lapre@lnmetro.gov.br

(Pág 1/4)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

LAPRE 0125/2000
Número do Certificado
Certificate Number

Características do Instrumento de Medição/Padrão
Measurement Instrument/Standard Characterization

Faixa de indicação: 0,3 a 60 MPa
Acessórios: Coleção de massas XIAN

Informações Pertinentes à Calibração
Information Concerning Calibration

Padrão Utilizado: Balança de Pressão DESGRANGES ET HUOT
Modelo: 5303 - S (PISTÃO 1334)
Incerteza de Medição: 30 ppm
Certificado de Calibração: 0068 PTB 99
Temperatura da Calibração: 20 °C ± 1 °C
Fluido Utilizado: Óleo
Massa específica: 873 kg/cm³
Tensão superficial: 0,028 N/m

Procedimento/Método de Calibração
Calibration Method

A área efetiva ($A_{0,20}$) do conjunto pistão-cilindro da balança de pressão, foi determinada a partir da comparação com um padrão do laboratório, rastreado ao PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt).

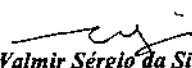
Resultados e Declaração de Incertezas
Results and Uncertainties

De acordo com o método de calibração descrito, os valores característicos determinados para o conjunto pistão-cilindro são apresentados na tabela I.

Tabela I

Identificação do Conjunto Pistão-cilindro	Faixa de Indicação (MPa)	Área Efetiva ($A_{0,20}$) x 10 ⁻⁶ m ²	Desvio Padrão x 10 ⁻⁶ m ²	Coefficiente de Deformação (λ) x 10 ⁻⁶ /MPa
Pistão 007	0,3 a 60	10,0070	0,0010	-4,4

28/06/2000
Data da Emissão
do Certificado
Issued on


Walmir Sérgio da Silva
Técnico do Laboratório de Pressão
Calibration Executor


Paulo R. G. Couto
Chefe do Laboratório de Pressão
Head of Pressure Laboratory

Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma integral; reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo INMETRO.

This certificate can be reproduced only in full version; partial reproductions requires previous consent of INMETRO.

(Pág 2/4)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

LAPRE 0125/2000
Número do Certificado
Certificate Number

A tabela II apresenta os valores das massas corrigidas de cada peso e respectivas indicações de pressão, as quais foram determinadas através da seguinte equação:

$$p = \frac{m(1 - \rho_a/\rho_m) \times g_n}{A_{0,20}} \times 10^{-6} \text{ MPa}$$

Onde:

g_n = aceleração da gravidade normal: $9,80665 \text{ m/s}^2$

ρ_a = massa específica do ar: $1,2 \text{ kg/m}^3$

ρ_m = massa específica dos pesos: 7800 kg/m^3 (aço) e 2700 kg/m^3 (alumínio)

$A_{0,20}$ = área do conjunto pistão - cilindro: $10,0070 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Tabela II

Identificação dos Pesos	Valor Nominal (MPa)	$m(1 - \rho_a/\rho_m)$ (kg)	Pressão (MPa)
Pistão 007	0,3	0,30738	0,31012
951022 1	5	5,08709	4,9852
951022 2	5	5,08878	4,9869
951022 3	5	5,10502	5,0028
951022 4	5	5,09090	4,9890
951022 5	5	5,10538	5,0032
951022 6	5	5,10055	4,9984
951022 7	5	5,10230	5,0002
951022 8	5	5,09971	4,9976
951022 9	5	5,10672	5,0045
951022 10	5	5,09361	4,9916
951022 11	5	5,10776	5,0055
951022 12	1	1,02021	0,9998
951022 13	1	1,02006	0,9996
951022 14	1	1,01977	0,9994
951022 BASE	1	0,92652	0,9080

28/06/2000

Data da Emissão
do Certificado
Issued on

Walmir Sérgio da Silva
Técnico do Laboratório de Pressão
Calibration Executive

Paulo R. G. Couto
Chefe do Laboratório de Pressão
Head of Pressure Laboratory

Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma integral; reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo INMETRO.

This certificate can be reproduced only in full version; partial reproductions requires previous consent of INMETRO.

(Pag 3/4)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Calibration Certificate

LAPRE 0125/2000
Número do Certificado
Certificate Number

Continuação

Identificação dos Pesos	Valor Nominal (MPa)	$m(1 - \rho_s/\rho_m)$ (kg)	Pressão (MPa)
007 N 001*	0,1	0,09946	0,09746
007 N 002*	0,1	0,10017	0,09816
007 N 003*	0,1	0,10019	0,09817
007 N 004*	0,1	0,10025	0,09823
007 N 005*	0,3	0,30092	0,29489
007 N 006	0,5	0,50195	0,49191

A incerteza expandida (U) declarada de medição da balança de pressão, para valores iguais ou superiores a 10% do limite superior da sua faixa de indicação é: $\pm 0,015\%$, para um nível de confiança de 95,45% e $k = 2$, de acordo com ISO GUM 1995 ((International Organization for Standardization, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, Geneva, 1993, revised and reprinted in 1995).

Para medição de pressão fora das condições de referência, os valores apresentados na tabela II deverão ser multiplicados pelo fator:

$$\frac{g}{g_n} \times \frac{1}{1 + (\alpha_c + \alpha_p)(t - 20) + \lambda p_n}$$

Onde:

g = aceleração da gravidade local (m/s^2)

g_n = aceleração da gravidade normal: $9,80665 (m/s^2)$

t = temperatura ($^{\circ}C$) do conjunto pistão-cilindro

α_c, α_p = coeficientes de dilatação térmico linear do cilindro e pistão. ($^{\circ}C^{-1}$)

λ = coeficiente de deformação do conjunto pistão-cilindro (MPa^{-1})

P_n = Pressão nominal (MPa)

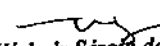
Observações:

Remarks

a) $1 Pa = 1 \times 10^{-6} MPa$ [pascal (Pa) Unidade de Pressão do SI];

b) * Massas em alumínio.

28/06/2000
Data da Emissão
do Certificado
Issued on


Walmir Sérgio da Silva
Técnico do Laboratório de Pressão
Calibration Executor


Paulo R. G. Couto
Chefe do Laboratório de Pressão
Head of Pressure Laboratory

Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido em sua forma integral; reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo INMETRO.

This certificate can be reproduced only in full version; partial reproductions requires previous consent of INMETRO.

(Página 4/4)

Anexo 2

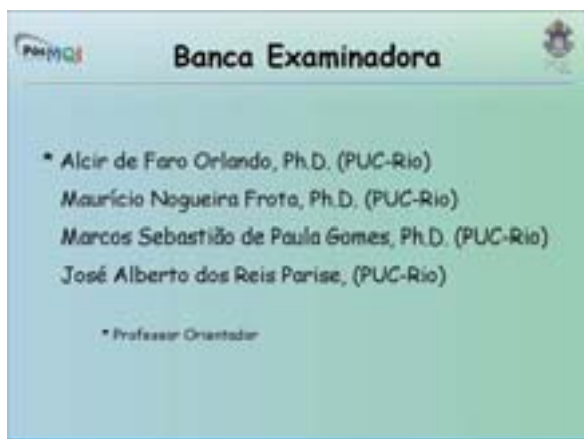
Defesa de tese

Bom dia!

Primeiramente gostaria de agradecer a presença dos membros da banca e em seguida, a meus colegas do mestrado e aos demais presentes que aqui estão para me prestigiarem.



O presente trabalho intitulado..., segue como linha de pesquisa..., sendo pré-requisito para o título de mestre do



A banca examinadora é composta pelos seguintes professores...

Objetivos

- Desenvolver uma metodologia para avaliar o desempenho de microturbinas a gás natural para geração de energia elétrica;
- Desenvolver uma metodologia para calcular a incerteza de medição dos principais parâmetros;
- Analisar criticamente os critérios de comissionamento das microturbinas.

Nosso trabalho teve por objetivos...

Microturbina

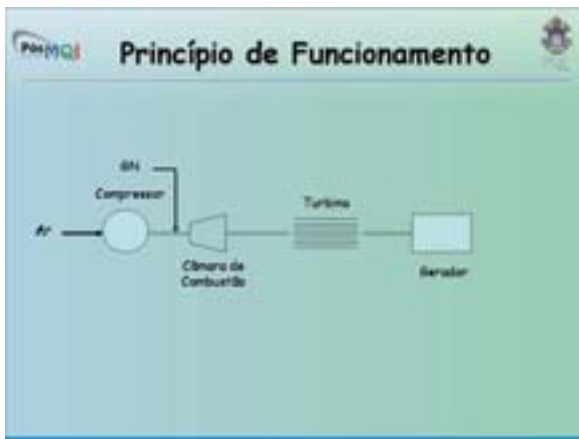


A maioria das microturbinas opera com gás natural a uma pressão de combustível que varia de 3,5 a 8,5 bar. Temos a figura de uma microturbina do fabricante Capstone.

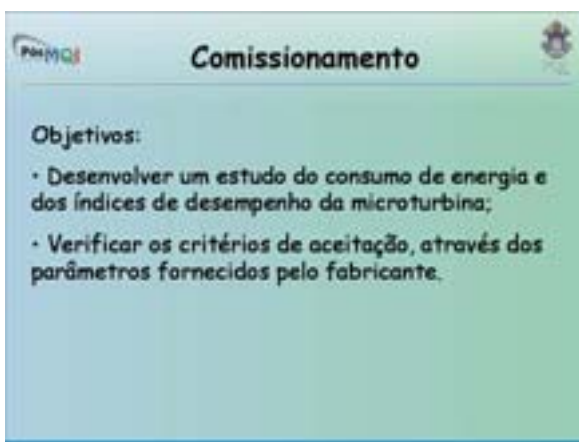
Descrição das Microturbina

Os sistemas de microturbinas são compostos por:

- Compressor
- Câmara de Combustão;
- Turbina;
- Gerador.



O princípio de funcionamento da microturbina pode ser entendido através do fluxograma. O gás natural é misturado com o ar e queimado na câmara de combustão. Os gases de combustão expandem-se pela secção da microturbina executando trabalho e fazendo a turbina girar. Então o gerador produz corrente alternada de alta frequência.



O comissionamento tem por objetivos: ...

Para esse estudo serão feitos teste com intervalos de tempo pré-determinados. Durante cada teste serão executadas 4 leituras ao longo da faixa de medição.



Os parâmetros que deverão ser verificados neste comissionamento são...

Tais parâmetros podem variar e podem depender das condições do ar de entrada.

POM Q3

Condições de Referência

Variável	Valor
Pressão	1,013 bar
Temperatura	288 K
Umidade Relativa	60 %

Para representarmos coerentemente e compará-los com os dados do fabricante, tais resultados devem ser normalizados, para condições de referências estabelecidas em normas internacionais.

POM Q3

Desempenho da Produção de Energia

Parâmetro	Variação Máxima
Produção de energia	2 %
Fator de Potência	2 %
Vazão de GN	2 %
Pressão atm	0,5 %
Temperatura Amb.	0,2 %

Desempenho da produção de energia é uma característica operacional de grande interesse dos usuários. Por isso cada parâmetro deve ter uma variação máxima pré-determinada

POM Q3

Desempenho da Produção de Energia

1º- Produção Média de Energia Elétrica

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$
$$u_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P)^2}{(n-1)}}$$
$$u_P = \left(u_P^2 + u_n^2 \right)^{1/2}$$

... é a média de todos os valores registrados no período de teste...

Logo a incerteza padrão combinada pode ser expressa...

Desempenho da Produção de Energia

2º- Energia Média de Entrada

$$Q = V \cdot PCI$$

• Cálculo do desvio padrão e da incerteza da medição de gás natural

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

$$u_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{(n-1)}}$$

$$u_V = (u_{V'}^2 + u_m^2)^{1/2}$$

... neste caso temos uma medição indireta. Esta pode ser determinada medindo-se a vazão do gás natural e o seu PCI...

Para a medição de vazão do GN, temos uma medição direta onde temos o valor médio das leituras a cada minuto...

Logo, a incerteza padrão combinada pode ser expressa...

Desempenho da Produção de Energia

2º- Energia Média de Entrada (continuação)

$$u_Q = \left[\left(\frac{u_V}{V} \right)^2 + \left(\frac{u_{PCI}}{PCI} \right)^2 \right]^{1/2} \cdot Q$$

$$u_{PCI} = \frac{U_{PCI}}{2}$$

$$u_V = (u_{V'}^2 + u_m^2)^{1/2}$$

... Para o cálculo da incerteza da energia média de entrada temos...

Desempenho da Produção de Energia

3º- Eficiência Elétrica

$$\eta = \frac{P}{Q}$$

$$u_\eta = \left[\left(\frac{u_P}{P} \right)^2 + \left(\frac{u_Q}{Q} \right)^2 \right]^{1/2} \cdot \eta$$

... será calculado em função da produção da energia e da quantidade de energia de entrada...

Para o cálculo da incerteza padrão combinada, temos.

Desempenho da Produção de Energia

4º- Eficiência Térmica

$$\eta_r = K/Q$$

$$u_{\eta_r} = \left[\left(\frac{u_K}{K} \right)^2 + \left(\frac{u_Q}{Q} \right)^2 \right]^{1/2}$$

... também conhecido como rendimento térmico, será calculado em função do calor recuperado (K) e da quantidade de energia média de entrada...

Para o cálculo da incerteza da eficiência térmica, temos...

Desempenho da Qualidade da Energia Elétrica

1º- Frequência Elétrica Média

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n}$$

$$u_{F_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - F)^2}{(n-1)}}$$

$$u_F = (u_{F_i}^2 + u_m^2)^{1/2}$$

... será a média de todos os valores registrados no período de teste...

Logo, a incerteza padrão combinada....

Desempenho da Qualidade da Energia Elétrica

2º- Tensão Elétrica Média

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

$$u_{T_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T)^2}{(n-1)}}$$

$$u_T = (u_{T_i}^2 + u_m^2)^{1/2}$$

... da mesma maneira da frequência elétrica, a tensão e a corrente elétrica é calculado em função do valor médio.

Desempenho da Qualidade da Energia Elétrica

3º- Corrente Elétrica Média

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}$$
$$u_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I - I_i)^2}{(n-1)}}$$
$$u_I = (u_{I_i}^2 + u_{u_{\Delta}}^2)^{1/2}$$

Metas para Aceitação do Desempenho		
Variáveis	Valor	Incert. (%)
Vazão de Combustível	78 Nm³/h	1,0
PCI	771 000 kJ/h	0,2
Entrada de Calor (H-I)	770 800 kJ/h	1,0
Produção de Energia	60 kW	1,5
Produção de Energia	216 360 kJ/h	1,5

Como vimos anteriormente comissionar é verificar os critérios de aceitação, através do desempenho do equipamento com dados fornecidos pelo fabricante...

Metas para Aceitação do Desempenho		
Variáveis	Valor	Incert. (%)
Eficiência Elétrica	28,1 %	1,8
Calor Recuperado	370 000 kJ/h	2,5
Eficiência Térmica	47,9 %	2,2
Recuperação de Energia Total	585 000 kJ/h	1,4
Eficiência Turbina	75,9 %	2,0

PMQ

Poder Calorífico

- É a quantidade de energia liberada pela combustão completa de uma unidade de massa ou de volume de uma substância combustível, estando este nas CNTP.
- Poder Calorífico Superior
- Poder Calorífico Inferior

PMQ

Poder Calorífico

- Poder Calorífico Inferior

$$PCI = \sum x_i PCI_i$$
$$u_{PCI} = \left[\sum (PCI_i \cdot u_{x_i})^2 + \sum (x_i \cdot u_{PCI_i})^2 \right]^{1/2}$$

... pode ser calculado através da composição do PCI de cada componente...

Logo, a incerteza do PCI pode ser calculado propagando-se a incerteza da cada componente.

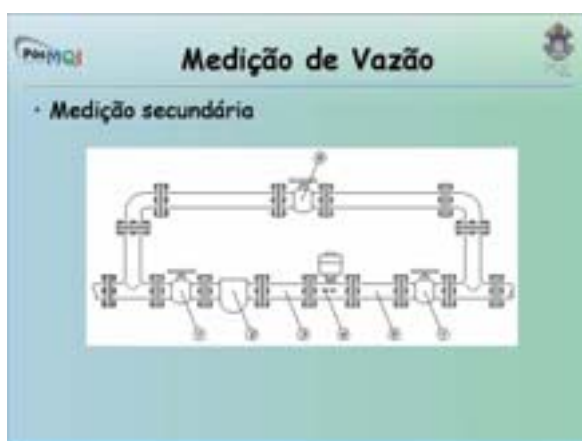
PMQ

Poder Calorífico Inferior

	Máximo	Mínimo	Média	$U_{PCI,i}$
CO_2	-393,38	-393,64	-393,51	0,13
CH_4	-72,30	-75,16	-73,73	1,43
C_2H_6	-85,16	-83,50	-84,33	0,83
C_3H_8	-103,21	-105,20	-104,21	1,00
iC_4H_{10}	-133,57	-136,14	-134,86	1,29
nC_4H_{10}	-124,93	-127,77	-126,35	1,42

Com base nos valores máximos e mínimos do PCI da cada componente, a incerteza do PCI foi calculada considerando uma incerteza do tipo B.

Poder Calorífico Inferior				
	Máximo	Mínimo	Média	U_{PCLJ}
nC_5H_{12}	-145,73	-148,10	-146,92	1,19
iC_5H_{12}	-153,11	-155,34	-154,23	1,12
C_8H_{18}	222,80	-225,40	-224,10	1,30
H_2O	-241,786	-241,866	-241,83	0,04
PCI				1,65



No sistema de medição de vazão, necessitamos de uma medição secundária para pressão e temperatura, pois estas variáveis físicas influenciam diretamente no cálculo da medição de vazão.

Transmissor de Pressão

- Calibrado na faixa de 0 a 10 bar, usando como padrão uma balança de peso morto, com uma incerteza de 0,015 %, para um nível de confiança de 95,45 % ($k=2$).
- Foram gerados valores de pressão no sentido ascendente e descendente, correspondentes aos valores fixados no plano de calibração.
- Foram efetuados três ciclos para determinação da calibração.

O transmissor de pressão instalado no ponto de medição de vazão é do tipo strain-gage isto é trata-se de um sensor de deformação, onde seu valor de resistência varia direta e proporcionalmente à pressão exercida. A saída é um sinal de 4 a 20 mA, que corresponde 0 a 100 % da faixa. Seus dados de calibração...

Resultados Obtidos

- O erro médio nos pontos foram calculados segundo o VIM;
- A função linear foi a que melhor se ajustou a curva de calibração, $u_{Ajuste} = 0,07$ bar;
- A incerteza expandida (U), foi calculada em 1,4 %, para um nível de confiança de 95,45 % (k=2).

Termoresistência (Pt-100)

- Foram calibrados cinco termoresistências na faixa de 0 a 150 °C, tendo como padrão a termoresistência Pt100-06 do LPT da PUC-Rio.
- Foram efetuadas seis medições em cada ponto, num total de dez pontos;
- Um ajuste pelo método dos mínimos quadrados foi usado para se obter a correlação entre os parâmetros R/R_0 , segundo a expressão:

$$R/R_0 = 1 + \alpha \cdot t + \beta \cdot t^2$$

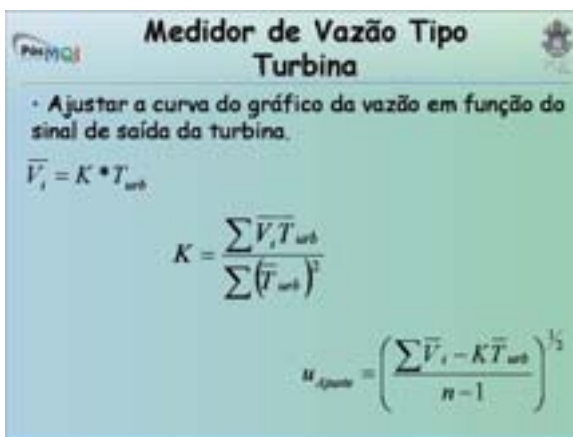
O transmissor de temperatura instalado no ponto de medição de vazão tem como sensor uma termoresistência do tipo Pt-100. O Pt-100 opera baseado no princípio da variação da resistividade elétrica de um metal, em função da temperatura.

Resultados Obtidos

Pt 100	R_0	α (°C ⁻¹)	β (°C ⁻²)	Incert. Máx. (°C)
01	99,9823	0,003925	-6,4733E-07	0,06
02	99,9771	0,003919	-6,3079E-07	0,07
03	99,9823	0,003920	-6,330E-07	0,07
04	99,9823	0,003916	-6,3609E-07	0,07
05	99,9823	0,003922	-6,476E-07	0,08



Observando os gráficos podemos notar que quanto maior o tempo de leitura menor a dispersão, isto porque a incerteza da média é melhor que a incerteza de cada ponto. Com intervalo de 4 s conseguimos uma dispersão menor que 0,005 kg/s.

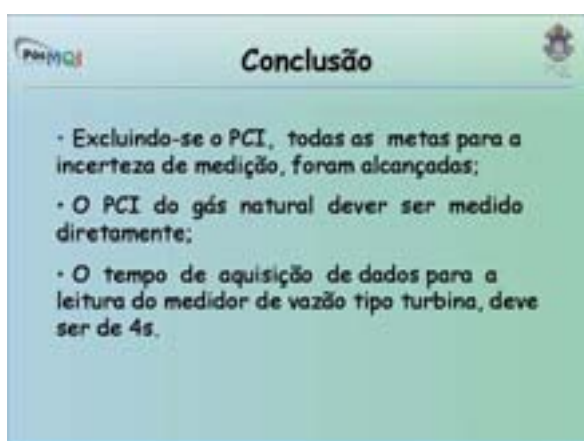
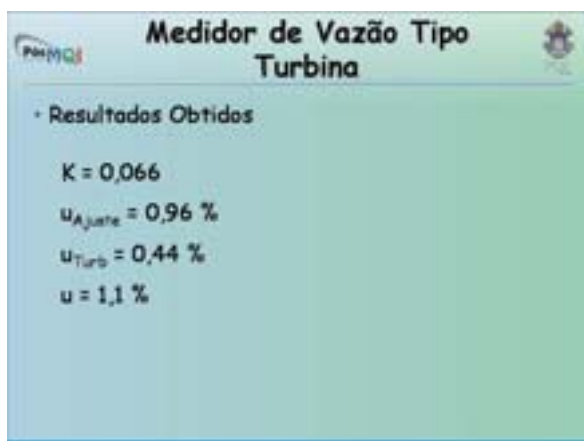


... utilizamos as equações...

Logo temos o seguinte gráfico...

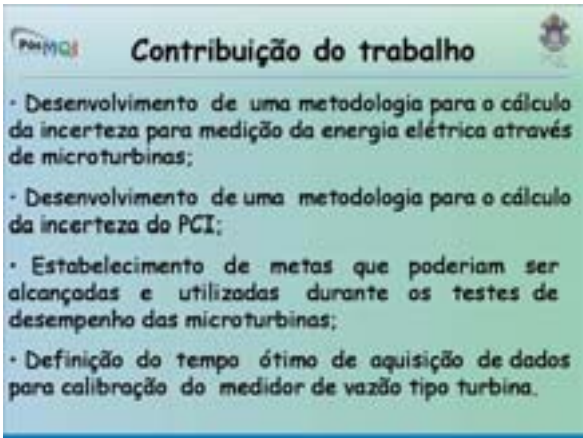


Para o cálculo da incerteza do medidor tipo turbina temos...



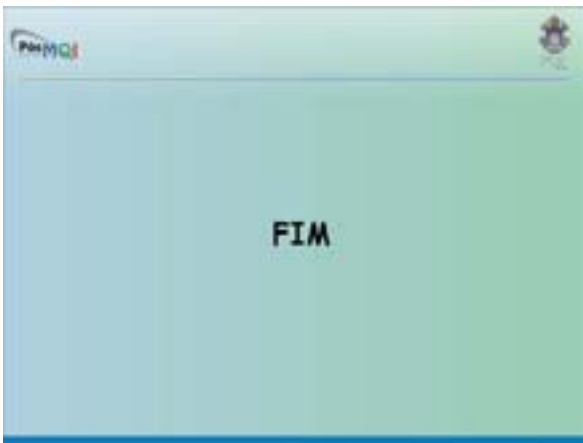
Este trabalho teve como objetivo a apresentação de uma metodologia para a análise da incerteza em geração de energia elétrica através de microturbinas...

Através da metodologia desenvolvida conseguimos atingir todas as metas de incerteza, exceto a do PCI e do parâmetros que dependiam dele.



Contribuição do trabalho

- Desenvolvimento de uma metodologia para o cálculo da incerteza para medição da energia elétrica através de microturbinas;
- Desenvolvimento de uma metodologia para o cálculo da incerteza do PCI;
- Estabelecimento de metas que poderiam ser alcançadas e utilizadas durante os testes de desempenho das microturbinas;
- Definição do tempo ótimo de aquisição de dados para calibração do medidor de vazão tipo turbina.



FIM

Aqui se encerra nossa dissertação de mestrado, mas não o nosso projeto de pesquisa. Este nós vamos dar continuidade, vamos aplicar na prática e pretendemos publicar um paper contendo os resultados experimentais que estão por vir.