

- ABNT, Guia para a expressão da incerteza de medição. Segunda edição. SERIFA editores. Rio de Janeiro. 1998.
- Baker D. Cooling Tower Performance. 1a edição. Chemical Publishing Co. New York. 1984.
- Bell S., Stevens M. The NPL standard humidity generator: an analysis of uncertainty by validation of individual component performance. Meas. Sci. Technol. 3 (1992) 943-952. Inglaterra.
- Carpenter K., et al. Final report. Georgia Institute of Technology, EE.UU. 2002
- Chapman G. D. Propagation of variance in dew point and psychrometer humidity gauges. Metrologia 29 (1992) 379-387. Francia.
- Doebelin E. O. Measurement Systems. Edição Revisada. McGraw-Hill. New York. 1985.
- Egolf P., et al. Thermodynamics of moisture air: contribution to error estimates. Applied Thermal Engineering 20 (2000) 1-19.
- Ecker E., Goldstein R. Measurements in heat transfer. 2th edition. Edit. McGraw Hill. Washington, 1976.
- Hasegawa. S. National basis of accuracy in humidity measurements. ISA Transactions 25 (3), 1986.
- Hemp, R. Psychrometry. Chapter 18. Environmental Engineering in South African Mines. Mine Ventilation Society of South Africa. Pp.435-463. 1982.
- I.M.A. An introduction to higrimetry. www.ima.co.uk .2003.
- Incropera F., DeWitt D. Fundamentals of heat and mass transfer. 5a edição, Edit. John Wiley&Sons. New York. 2003.
- Jones W.P. Air conditioning engineering. Second Edition. Edit. Edward Arnold. Inglaterra. 1980.
- Kays W.M., Crawford M.E. Convective heat and mass transfer. Second edition. McGraw-Hill. EE.UU.1980.
- Kirkup L, Sutherland J. Curve Stripping and non-linear fitting of polyexponential functions to data using a microcomputer. Computer in Physics. Nov/dec. (1988) 64-68. U.K.
- Kirkup, L. Principles and applications of non-linear least squares: an introduction for physical scientists using Excel's solver. Draft version. Sydney. 2003.
- Lion K. S. Instrumentation in Scientific Research. Edit. McGraw-Hill. EE.UU. 1959.

- McPherson M., Subsurface Ventilation and Environmental Engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University Press., EE.UU. 2002.
- Nielsen J, et al. Uncertainty in the generation of humidity. Reporte técnico. 2003.
- Scott. M, et al. NPL. A guide to the measurement of humidity. Inglaterra, 1996.
- Schooley J. Thermometry. 1st edition. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 1986.
- Simões-Moreira J. R. A thermodynamic formulation of the psychrometer constant. Meas. Sci. Technol. 10 (1999) 302-311. Inglaterra.
- Szumowski J. Universal Psychrometric Tables. A draft proposal for a novel system. Metrologia 18 (1982) 13-16. Francia.
- Threlkeld J.L. Thermal environmental engineering. Second edition. Edit. Prentice-Hall. EE. UU. 1970.
- Tételin A., et al. Fast response humidity sensors for a medical microsystem. Sensors and Actuators B 91 (2003) 211-218.
- Van Wylen G., et al. Fundamentos da termodinâmica. Sexta edição. Edit. Edgard Blücher. São Paulo. 2003.
- Visscher, G. Standard psychrometers: a matter of (p)references. Meas. Sci. Technol. 6 (1995) 1451-1461. Inglaterra.
- Visscher G. J. W. Standard psychrometers: a matter of (p)references. Meas.Sci. Meas. Sci. Technol. 10 (1999) 302-311. Inglaterra.
- Visscher. G. Humidity and Moisture Measurement. www.engnetbase.com. 2000.
- Wesler A. Vapor Pressure Formulation for Ice. Journal of Research of the National Bureau of Standards. Physics-chemistry. 81A (1977) 5 – 20. EE. UU.
- Zvizdic D. Modelling of surface temperature measurement errors in vertical natural convection cooled channels. Measurement 16 (1995) 247-255. Inglaterra.
- Zvizdic D. Modelling of surface temperatura measurements erros in vertical natural convection cooled channels. Measurement 16 (1995) 247-255.

ANEXO A

- Tabelas com os resultados para as constantes nos diferentes modelos de ajuste obtidos pelo método dos mínimos quadrados.
- Curvas experimentais do bulbo úmido do psicrômetro utilizando termômetro PT-100 e Termopar.

Tabela 21. Resumo de constantes calculadas para medições feitas com PT-100

Modelo lineal	vel. (m/s)	0,72	1,44	1,43	1,43	1,44	2,11	2,14	2,14	2,10	2,16	2,19	2,85	2,85	2,84	2,83	2,82	2,81
	u.r.(%)	55,18	22,29	22,91	93,70	96,24	13,66	88,96	92,66	94,75	95,35	99,37	38,82	23,62	90,93	91,83	98,08	100,00
	a	-0,15	-0,07	0,32	0,17	0,10	0,03	-0,18	-0,25	-0,34	-1,24	0,07	0,18	-0,27	0,02	-0,18	0,16	0,22
	b	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,04
	t	124,95	71,68	42,17	46,59	50,21	54,54	63,35	66,09	68,64	190,07	37,79	38,38	55,76	43,63	50,86	37,21	26,72
	SSR	2,72	0,92	1,46	0,29	1,50	0,28	0,84	2,56	3,56	26,45	0,22	0,16	3,32	0,07	1,99	1,13	0,32
	AIC	48,02	-2,68	17,02	-56,27	33,61	-34,74	2,28	28,55	35,19	64,96	-46,24	-51,77	44,38	-119,75	26,66	9,89	-18,10
	# ítems	42	100	29	50	68	32	21	24	23	18	34	31	32	48	30	33	21
Modelo exp	Yo	11,94	10,80	10,80	13,58	14,49	10,08	12,30	12,61	13,17	14,17	15,13	10,81	12,28	13,18	12,88	13,57	15,57
	Ao	8,32	13,18	13,18	9,61	8,19	12,57	9,93	9,76	8,88	7,35	6,42	11,02	10,04	9,10	8,97	7,88	5,82
	T	98,54	54,00	54,00	53,18	50,61	52,98	51,38	50,00	48,54	45,53	39,14	43,18	44,23	42,70	43,37	40,55	30,87
	SSR	7,42	11,12	1,53	0,41	0,59	0,79	0,45	0,86	0,78	0,52	0,28	1,19	0,49	0,53	0,33	0,20	0,29
	AIC	142,29	328,76	26,33	-54,38	-47,63	-7,06	-28,52	-0,87	-5,18	-18,20	-66,42	17,73	-33,64	-46,03	-71,50	-89,95	-52,31
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
Modelo suma de exp.	Yo	11,17	8,77	8,93	14,21	4,01	-18,43	-53,26	-72,77	-58,61	13,51	14,01	9,77	0,82	11,59	-12,08	12,26	14,70
	A1	6,13	12,47	13,18	10,17	8,17	12,44	9,79	9,64	8,73	7,14	6,42	11,02	9,99	9,10	8,96	7,88	5,82
	T1	56,02	65,98	54,00	57,14	50,28	51,91	49,90	48,86	48,86	41,64	39,14	43,18	43,47	42,70	43,10	40,55	30,88
	A2	3,57	1,87	1,87	-1,25	10,51	28,66	65,74	85,52	72,01	0,97	1,12	1,03	11,53	1,60	24,98	1,31	0,87
	T2	303,80	6,05E+34	6,05E+34	369,55	81894,36	46618,6	92990,2	1,4E+05	9,7E+04	782,42	2,0E+30	1,2E+70	5,3E+04	3,5E+15	2,6E+05	5,1E+20	1,0E+30
	SSR	0,25	2,10	1,53	0,34	0,59	0,76	0,43	0,89	1,64	0,19	0,28	1,19	0,44	0,53	0,30	0,20	-0,29
	AIC	-85,19	109,16	30,33	-63,06	-43,83	-5,15	-25,84	4,85	31,84	-52,24	-62,42	21,73	-34,71	-42,03	-72,28		-85,95
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00

Modelo Racional	vel. (m/s)	0,72	1,44	1,43	1,43	1,44	2,11	2,14	2,14	2,10	2,16	2,19	2,85	2,85	2,84	2,83	2,82	2,81
	u.r.(%)	55,18	22,29	22,91	93,70	96,24	13,66	88,96	92,66	94,75	95,35	99,37	38,82	23,62	90,93	91,83	98,08	100,00
	a	0,01	23,23	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
	b	21,09	131672,6	24,60	23,66	23,17	23,41	23,41	23,45	23,14	22,48	22,17	22,89	23,78	23,37	23,03	22,24	21,84
	c	0,16	11035,73	0,18	0,01	0,35	0,20	0,37	0,39	0,46	0,54	0,62	0,33	0,50	0,53	0,54	0,49	0,75
	SSR	0,02	3,41	12,16	5,18	5,41	10,01	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,06	0,05	0,08	0,02	0,01
	AIC	-259,32	170,21	125,89	117,84	178,14	132,72	-133,47	-139,78	-142,75	-140,88	-224,07	-183,59	-150,85	-247,59	-170,62	-226,81	-202,76
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
	A	20,77	20,95	23,70	20,77	20,77	22,53	22,18	22,18	22,02	20,95	21,42	21,47	22,19	22,16	21,64	21,34	21,23
	B1	-0,11	-0,11	-0,21	-0,11	-0,11	-0,22	-0,18	-0,18	-0,17	-0,11	-0,14	-0,20	-0,21	-0,19	-0,18	-0,17	-0,15
	B2	6,6E-04	7,5E-04	1,4E-03	6,6E-04	6,6E-04	1,6E-03	1,5E-03	1,5E-03	1,5E-03	7,5E-04	1,4E-03	1,1E-03	1,9E-03	1,8E-03	1,5E-03	1,6E-03	1,6E-03
	B3	-2,2E-06	-2,4E-06	-4,4E-06	-2,2E-06	-2,2E-06	-5,1E-06	-7,1E-06	-7,1E-06	-7,2E-06	-2,4E-06	-6,6E-06	4,5E-06	-9,0E-06	-9,3E-06	-6,8E-06	-7,4E-06	-5,6E-06
	B4	3,8E-09	4,1E-09	5,4E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,1E-09	1,8E-08	1,8E-08	1,9E-08	4,1E-09	1,7E-08	-7,0E-08	2,4E-08	2,7E-08	1,6E-08	1,3E-08	-1,2E-08
	B5	-3,2E-12	-3,5E-12			-3,2E-12	1,9E-11	-2,5E-11	-2,5E-11	-2,7E-11	-3,5E-12	-1,9E-11	2,7E-10	-3,2E-11	-4,0E-11	-2,0E-11	7,2E-12	1,3E-10
	B6	1,0E-15	1,2E-15			1,0E-15	-3,2E-14	1,4E-14	1,4E-14	1,5E-14	1,2E-15	5,0E-15	-3,5E-13	1,8E-14	2,5E-14	1,0E-14	-3,6E-14	-2,4E-13
	SSR	5,8E-04	1,1E+01	1,0E+00	4,7E-01	7,9E-01	1,2E-02	2,1E-02	1,7E-02	1,5E-02	1,4E-02	3,9E-03	1,9E-02	1,4E-01	1,7E-02	5,3E-01	1,1E-02	7,6E-04
	AIC	-492,39	334,28	16,04	-37,70	-10,64	-228,40	-152,68	-173,21	-170,28	-144,49	-302,04	-248,89	-93,03	-323,58	-29,97	-254,16	-323,43
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
Modelo exp + lin	A	7,41	30,26	14,03	9,86	8,17	12,36	9,82	9,75	8,74	7,23	6,50	11,51	10,01	9,15	8,98	7,95	6,03
	B	69,56	61,98	58,85	55,03	50,28	50,42	50,17	49,84	45,13	42,87	40,59	46,95	43,07	42,59	42,67	40,89	33,49
	C	13,30	11,16	9,87	13,31	14,52	10,40	12,44	12,63	13,43	14,37	15,01	10,21	12,37	13,16	12,92	13,52	15,30
	D	-2,9E-03	-1,2E-03	3,9E-03	1,1E-03	-1,3E-04	-1,2E-03	-5,5E-04	-7,3E-05	-8,5E-04	-6,5E-04	5,1E-04	2,7E-03	-2,7E-04	9,7E-05	-1,3E-04	2,8E-04	1,5E-03
	SSR	9,8E-04	7,6E-03	2,2E-03	7,6E-04	5,9E-01	1,9E-03	4,3E-01	8,6E-01	1,4E-03	8,6E-04	2,4E-01	9,0E-01	1,2E-03	1,3E-03	8,6E-04	5,0E-04	5,1E-04
	AIC	-456,86	-639,72	-279,76	0,00	-39,83	-330,22	-22,65	7,11	-275,79	-247,12	-66,85	6,89	-356,06	-536,59	-473,26	-434,81	-342,01
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00

Tabela 22. Resumo de constantes calculadas para medições feitas com Termopares.

Modelo lineal	vel. m/s	0,73	1,43	1,42	1,44	1,44	2,14	2,11	2,13	2,13	2,06	2,17	2,84	2,87	2,84	2,83	2,84	2,81
	u.r. (%)	55,18	22,29	22,91	93,70	96,24	13,66	88,96	92,66	94,75	95,35	99,37	38,82	23,62	90,93	91,83	98,08	100,00
	a	0,02	-1,20	0,25	-0,53	-1,27	0,14	0,31	-0,02	0,10	0,08	-0,47	-0,19	-0,50	-0,65	-0,14	-0,36	0,15
	b	-0,04	-0,01	-0,06	-0,03	-0,02	-0,05	-0,07	-0,06	-0,07	-0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,03	-0,05	-0,05	-0,08
	t	28,28	87,34	17,25	28,77	52,32	18,59	13,49	16,58	13,78	12,67	21,15	20,57	23,40	28,71	20,41	22,08	12,62
	SSR	0,23	9,59	0,33	1,67	8,17	0,29	0,16	0,07	0,34	0,19	2,25	0,36	2,08	3,32	0,42	0,76	0,20
	AIC	-55,98	232,12	-26,40	31,60	148,87	-33,85	-32,78	-59,59	-19,04	-23,49	33,63	-26,05	29,48	63,60	-20,35	-2,84	-28,28
Modelo exp	# pontos	42,00	100,00	29,00	50,00	68,00	32,00	21,00	24,00	23,00	18,00	34,00	31,00	32,00	48,00	30,00	33,00	21,00
	Yo	11,57	10,69	10,59	13,46	14,45	9,96	11,83	12,44	13,05	14,11	14,99	10,42	12,20	12,82	12,82	13,54	15,62
	Ao	8,95	13,02	13,54	9,02	7,00	13,09	11,00	9,39	7,95	6,86	6,43	11,16	9,93	8,84	9,19	7,58	5,53
	T	27,33	22,73	19,74	18,55	17,27	19,30	16,21	15,83	14,56	13,42	15,08	16,85	15,80	17,39	17,38	16,31	13,65
	SSR	0,27	8,65	3,35	0,51	0,71	3,40	3,02	0,26	0,10	0,09	0,25	1,14	0,42	0,37	3,27	0,12	0,08
	AIC	-82,33	295,09	64,01	-39,67	-28,32	73,26	53,50	-55,32	-95,07	-82,66	-72,91	14,81	-42,31	-77,63	87,69	-119,58	-
	# pontos	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
Modelo Soma de exp.	Yo	11,54	10,14	8,36	13,39	14,34	8,24	11,91	12,42	13,04	14,10	14,71	10,38	12,12	12,76	11,78	13,46	15,62
	A1	7,24	12,42	13,54	6,36	6,56	13,09	12,35	1,06	7,76	6,69	6,41	11,00	9,80	8,15	9,19	7,24	5,53
	T1	24,44	18,48	19,74	13,44	14,34	19,30	13,96	26,80	14,97	13,83	14,95	16,42	15,35	15,36	17,38	15,09	13,65
	A2	1,79	1,60	2,23	2,95	0,74	1,72	0,52	8,40	0,32	0,29	0,30	0,23	0,24	0,87	1,04	0,48	0,00
	T2	42,04	214,77	5,4E+55	32,91	85,72	1,1E+54	5,41	14,76	1,54	0,14	1223,68	66,99	100,61	49,24	444938,21	61,28	13,65
	SSR	0,25	1,98	3,35	0,12	0,04	3,40	9,13	0,25	0,07	0,06	0,25	1,12	0,39	0,17	3,27	0,05	0,08
	AIC	-85,19	101,85	68,01	-133,59	-330,88	77,26	105,11	-53,51	-107,99	-95,78	-69,36	17,68	-41,56	-139,43	91,70	-	162,31
	# pontos	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00

Modelo Racional	vel. (m/s)	0,72	1,44	1,43	1,43	1,44	2,11	2,14	2,14	2,10	2,16	2,19	2,85	2,85	2,84	2,83	2,82	2,81
	u.r.(%)	55,18	22,29	22,91	93,70	96,24	13,66	88,96	92,66	94,75	95,35	99,37	38,82	23,62	90,93	91,83	98,08	100,00
	a	0,01	23,23	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
	b	21,09	131672,6	24,60	23,66	23,17	23,41	23,41	23,45	23,14	22,48	22,17	22,89	23,78	23,37	23,03	22,24	21,84
	c	0,16	11035,73	0,18	0,01	0,35	0,20	0,37	0,39	0,46	0,54	0,62	0,33	0,50	0,53	0,54	0,49	0,75
	SSR	0,02	3,41	12,16	5,18	5,41	10,01	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,06	0,05	0,08	0,02	0,01
	AIC	-259,32	170,21	125,89	117,84	178,14	132,72	-133,47	-139,78	-142,75	-140,88	-224,07	-183,59	-150,85	-247,59	-170,62	-226,81	-202,76
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
	A	20,77	20,95	23,70	20,77	20,77	22,53	22,18	22,18	22,02	20,95	21,42	21,47	22,19	22,16	21,64	21,34	21,23
	B1	-0,11	-0,11	-0,21	-0,11	-0,11	-0,22	-0,18	-0,18	-0,17	-0,11	-0,14	-0,20	-0,21	-0,19	-0,18	-0,17	-0,15
	B2	6,6E-04	7,5E-04	1,4E-03	6,6E-04	6,6E-04	1,6E-03	1,5E-03	1,5E-03	1,5E-03	7,5E-04	1,4E-03	1,1E-03	1,9E-03	1,8E-03	1,5E-03	1,6E-03	1,6E-03
	B3	-2,2E-06	-2,4E-06	-4,4E-06	-2,2E-06	-2,2E-06	-5,1E-06	-7,1E-06	-7,1E-06	-7,2E-06	-2,4E-06	-6,6E-06	4,5E-06	-9,0E-06	-9,3E-06	-6,8E-06	-7,4E-06	-5,6E-06
	B4	3,8E-09	4,1E-09	5,4E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,1E-09	1,8E-08	1,8E-08	1,9E-08	4,1E-09	1,7E-08	-7,0E-08	2,4E-08	2,7E-08	1,6E-08	1,3E-08	-1,2E-08
	B5	-3,2E-12	-3,5E-12			-3,2E-12	1,9E-11	-2,5E-11	-2,5E-11	-2,7E-11	-3,5E-12	-1,9E-11	2,7E-10	-3,2E-11	-4,0E-11	-2,0E-11	7,2E-12	1,3E-10
	B6	1,0E-15	1,2E-15			1,0E-15	-3,2E-14	1,4E-14	1,4E-14	1,5E-14	1,2E-15	5,0E-15	-3,5E-13	1,8E-14	2,5E-14	1,0E-14	-3,6E-14	-2,4E-13
	SSR	5,8E-04	1,1E+01	1,0E+00	4,7E-01	7,9E-01	1,2E-02	2,1E-02	1,7E-02	1,5E-02	1,4E-02	3,9E-03	1,9E-02	1,4E-01	1,7E-02	5,3E-01	1,1E-02	7,6E-04
	AIC	-492,39	334,28	16,04	-37,70	-10,64	-228,40	-152,68	-173,21	-170,28	-144,49	-302,04	-248,89	-93,03	-323,58	-29,97	-254,16	-323,43
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00
Modelo exp + lin	A	7,41	30,26	14,03	9,86	8,17	12,36	9,82	9,75	8,74	7,23	6,50	11,51	10,01	9,15	8,98	7,95	6,03
	B	69,56	61,98	58,85	55,03	50,28	50,42	50,17	49,84	45,13	42,87	40,59	46,95	43,07	42,59	42,67	40,89	33,49
	C	13,30	11,16	9,87	13,31	14,52	10,40	12,44	12,63	13,43	14,37	15,01	10,21	12,37	13,16	12,92	13,52	15,30
	D	-2,9E-03	-1,2E-03	3,9E-03	1,1E-03	-1,3E-04	-1,2E-03	-5,5E-04	-7,3E-05	-8,5E-04	-6,5E-04	5,1E-04	2,7E-03	-2,7E-04	9,7E-05	-1,3E-04	2,8E-04	1,5E-03
	SSR	9,8E-04	7,6E-03	2,2E-03	7,6E-04	5,9E-01	1,9E-03	4,3E-01	8,6E-01	1,4E-03	8,6E-04	2,4E-01	9,0E-01	1,2E-03	1,3E-03	8,6E-04	5,0E-04	5,1E-04
	AIC	-456,86	-639,72	-279,76	0,00	-39,83	-330,22	-22,65	7,11	-275,79	-247,12	-66,85	6,89	-356,06	-536,59	-473,26	-434,81	-342,01
	# ítems	68,00	134,00	48,00	68,00	102,00	55,00	43,00	46,00	44,00	37,00	57,00	66,00	55,00	83,00	69,00	59,00	47,00

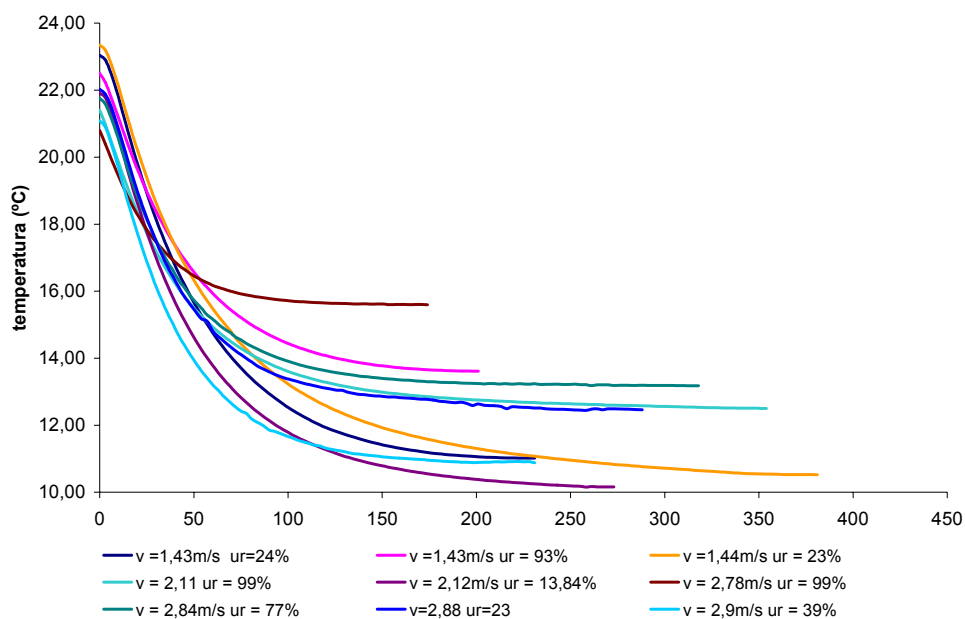


Figura 20. Curvas experimentais do bulbo úmido utilizando termômetros PT-100.

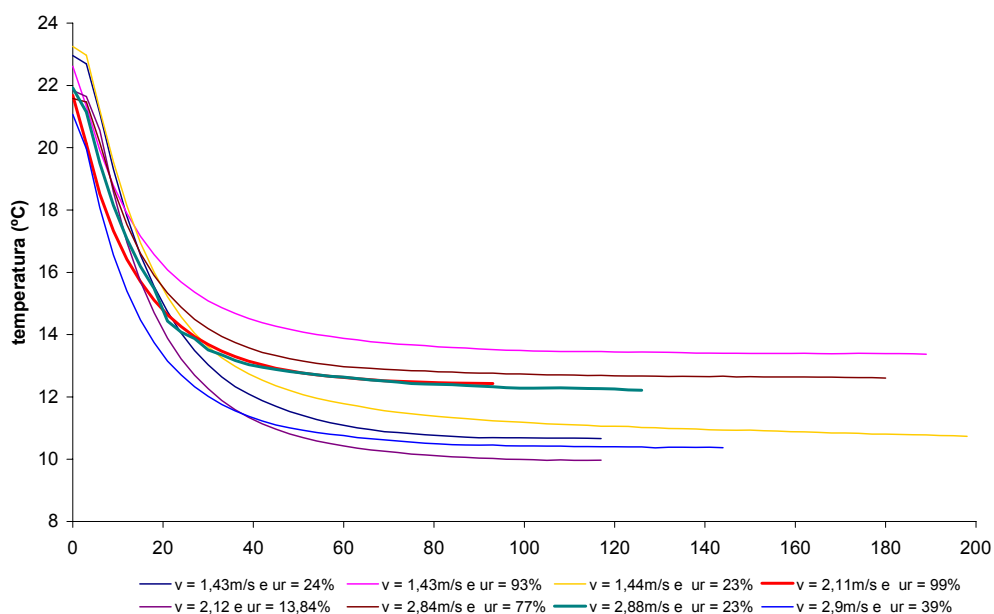


Figura 21. Curvas experimentais do bulbo úmido utilizando termômetros Termopar.