

Referências bibliográficas

ASHRAE. **Industrial Refrigeration Handbook**, Ashrae Standard, USA, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 12863**: Câmaras de ensaios para refrigeradores, congeladores, combinados e aparelhos similares de uso doméstico – Construção e controle. Rio de Janeiro, 1993.

BEJAN, ADRIAN; **Heat transfer, 2ª edição**, J. Wiley & Sons, USA, 1994.

BENEDICT; **Pressure, flow and temperature measurements**, 1990.

C. O. R. NEGRÃO, "**Simulação Dinâmica do Comportamento de Instalações de Climatização**", UFSC, Fevereiro 1992.

CARRINGTON, P. BANNISTER, LIU Q., **Performance analysis of a dehumidifier using HFC134a**, **International Journal of Refrigeration** , Volume 18, Issue 7, Pages 477-485, September 1995.

CECCHINI AND MARCHAL, **A simulation model of refrigerating and air-conditioning equipment based on experimental data**. ASHRAE Transactions 97 2 (1991), pp. 388-393.

CHARLIE D COLLINS, WILLIAM DUNN, **Experimental Study of Mobile Air Conditioning System Transient Behavior**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, July 1996.

CHRIST, ROY CRAWFORD, **Two-Zone Modeling of a Mobile Air Conditioning Plate-Fin Evaporator**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, October 1991.

CLEVELAND JOHNSTON, NORM MILLER, WILLIAM DUNN, **Refrigerant Charge Loss Detection for a Mobile Air Conditioning System**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, July 1997.

COULTER W.H., C.W. BULLARD, **An experimental analysis of cycling losses in domestic refrigerator-freezers**, ASHRAE Transactions 103 (1) (1997) 587596.

CREDER; **Instalações de Condicionador de ar**, 1985.

DAVID ZIETLOW, CURTIS PEDERSEN, **A Physically Based Computer Model for Mobile Air Conditioning Condensers Using Ozone-Safe Refrigerants**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, April 1992.

DAVID ZIETLOW, JOEL VANDERZEE, CURTIS PEDERSEN, **Mobile Air Conditioning System Design Study**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, September 1993.

DAVIS GL, CHIANESE JR. F, SCOTT TC. **Computer simulation of automotive air conditioning components, system, and vehicle**. Society of Automotive Engineers, 1972 (paper 720077).

DOMANSKI AND M.O. MCLINDEN, **A simplified cycle simulation model for the performance rating of refrigerants and refrigerant mixtures**. Int. J. Refrig 15 (1992), pp. 81-88.

DONGSOO JUNG, BONGJIN PARK AND HYUNCHUL LEE, **Evaluation of supplementary/retrofit refrigerants for automobile air-conditioners charged with CFC12**, vol 22 Issue 7, Pages 558-568, November 1999.

DUFFY, JAMES E.,- **Modern Automotive Technology**, Goodheart Willcox

ERIC RATTI AND STEVEN BROWN, **An experimental analysis of cycling in an automotive air conditioning system**, Applied Thermal Engineering vol 20, issue 11, Pages 1039-1058, 1 August 2000.

FIAT, **Conditioning System of Air, Assistencial training.**

G.H.LEE, J.Y. YOO, **Performance analysis and simulation of automobile air conditioning system**, International Journal of Refrigeration 23(2000) 243-254

GIULIANI, N. HEWITT, MARCHESI DONATI AND POLONARA, **Composition shift in liquid-recirculation refrigerating systems an experimental investigation for the pure fluid R134a and the mixture R32/134a**,a Dipartimento di Energetica, Università di Ancona, via Breccie Bianche, 60100 Ancona, Italy 1999.

HOLMAN; **Heat transfer**, 1981.

INCROPERA DE WITT; **Fundamentals heat transfer**, J. Wyley & Sons, USA, 1994.

JAPANESE INDUSTRIAL SATANDARD. **JIS C 9607**: Household electric refrigerators, refrigerator-freezers and freezers. 1993.

JONATHAN CHAPPELL, JAMES DROZDEK, CRIS CUSANO, PREDRAG S. HRNJAK, NORM MILLER, TY A. Newell, **Measurement of the Relationship Between Oil Circulation and Compressor Lubrication in a Mobile A/C System**: Part Two Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, July 2000.

JONES; **Engenharia de Condicionador de ar**, 1980.

JOSE RUBIO-QUERO, WILLIAM E. DUNN, NORM MILLER, **A Facility for Transient Testing of Mobile Air Conditioning Systems**, Department of Mechanical

and Industrial Engineering, , Univ. Illinois, July 1995.

JOSEPH DARR, ROY CRAWFORD, **Modeling of an Automotive Air Conditioning Compressor Based on Experimental Data**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, February 1992.

K. L. CARTER AND G. G. Haselden, **Reducing running costs in air conditioning**, International Journal of Refrigeration, Volume 22, Issue 5, Pages 442-451, August 1999.

LISA KNOBLOCH, ROY CRAWFORD, **Dynamic Modeling of a Mobile Air Conditioning Compressor and Condenser From Actual Performance Data**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, January 1992.

M. A. KEDZIERSKI, **The effect of lubricant concentration, miscibility, and viscosity on R134a pool boiling**, International Journal of Refrigeration. Vol 24 Jun 2001 Pages 348-366.

MENDES LUIZ MAGNO; **Refrigeração e condicionador de ar**, 1984

MICHAEL J. KEMPIAK, ROY CRAWFORD, **Three-Zone Modeling of a Mobile Air Conditioning Condenser**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, April 1991.

MICHAEL WHITCHURCH, WILLIAM E. DUNN, **Norm R. Miller, Humidity Effects in Mobile Air-Conditioning Systems**, , Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, August 1997.

MOTOHIRO KITADA, HIDEO ASANO, MASAHIRO KANBARA, SHIGERU AKAIKE, **Development of automotive air-conditioning system basic performance simulator: CFD technique development**, JSAE Review 21 (2000) 91-96

OHARA T, TAKAHASHI T. **High performance evaporator development**. Society of Automotive Engineers, 1988 (paper 880047).

OLE FANGER D.SC., **Human requirements in future air-conditioned environments**, *International Journal of Refrigeration*, Volume 24, Issue 2, Pages 148-153, March 2001.

P. G. JOLLY, TSO, WONG AND S. M. NG , **Simulation and measurement on the full-load performance of a refrigeration system in a shipping container**, *International Journal of Refrigeration*, Volume 23, Issue 2, Pages 112-126, March 2000.

PARISE, JOSÉ. **Refrigeração avançada**, PUC-Rio, 1999.

PARISE, JOSÉ. **Simulação em sistemas de Refrigeração**, PUC-Rio, 1999.

PARK Y.C., R. MCENANEY, D. BOEWE, J.M. YIN, HRNJAK, **Steady state and cycling performance of a typical R134a mobile A/C system**, SAE Tech. Paper 1999-01-1190, SAE Congress Proceeding, 1999.

ROBERT J. WEBER, CURTIS O. PEDERSEN, **Development of an Experimental Facility to Evaluate the Performance of Air-Cooled Automotive and Household Refrigerator Condensers Utilizing Ozone-Safe Refrigerants**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, October 1991.

ROY R. CRAWFORD, **The Effects of Oil on the Thermodynamic Properties of Di-chlorodifluoromethane (R-12) and Tetrafluoroethane (R-134a)**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, February 1992.

RUBAS AND W. BULLARD, **Factors contributing to refrigerator cycling losses**, Elsevier Science, Int. J. Refrig. Vol 18 USA, 1995.

SEAN A. SMITH, CURT O. PEDERSEN, **Semi-Theoretical Steady State and Transient Modeling of an Automotive Air Conditioning Evaporator**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, May 1993.

STOECKER WILBERT; **Refrigeração e condicionador de ar**, 1985.

SUGIHARA A, LUKAS HG. **Performance of parallel flow condensers in vehicular applications. Society of Automotive Engineers**, 1990 (paper 900597).

TARA L. HEMAMI, WILLIAM E. DUNN, **Development of a Transient System Model of Mobile Air-Conditioning Systems**, Department of Mechanical and Industrial Engineering, Univ. Illinois, September 1998.

WILLATZEN, L. PETTIT AND L. PLOUGSORENSEN, **A general dynamic simulation model for evaporators and condensers in refrigeration**. Part I: moving-boundary formulation of two-phase flows with heat exchange, International Journal of Refrigeration, Volume 21, Issue 5, Pages 398-403, August 1998.

WILLIAM H. CROUSE, DONALD L. ANGLIN, **Automotive air conditioning**, McGraw-Hill Book Company.

APÊNDICE A

ANÁLISE DAS INCERTEZAS

No cálculo das incertezas associadas aos parâmetros de interesse, foi utilizado o critério de Kline e McClintock, o qual baseia-se na análise de incerteza das variáveis dependentes e independentes. O critério para a expressão definida por eles para determinar a incerteza das variáveis dependentes e independentes é descrito a seguir:

Seja

$$K = f(k_1, k_2, \dots, k_n)$$

A incerteza ΔK associada a K é dada por:

$$\Delta K^2 = \left(\frac{\partial K}{\partial b_1}\right)(\Delta b_1)^2 + \left(\frac{\partial K}{\partial b_2}\right)(\Delta b_2)^2 + \dots + \left(\frac{\partial K}{\partial b_n}\right)(\Delta b_n)^2$$

Onde:

K é a grandeza a ser avaliada

b_i são as variáveis independentes

Δb_i é a incerteza das variáveis independentes para $i=1,2,3,\dots$

INCERTEZA DE MEDIÇÃO DAS TEMPERATURAS (Sensores RTD)

Para a Câmara (1) e (2):

$$RTD = f(s_{RTD}, II)$$

$$\partial(RTD)^2 = (\partial s_{RTD})^2 + (\partial II)^2$$

Onde:

RTD= Sensor

S = Sensor de Temperatura

II= Instrumento de leitura

(∂s_{RTD}) = Incerteza do sensor de umidade

(∂II) = Incerteza do instrumento de leitura

O sensor de temperatura e o instrumento de leitura têm incertezas fornecidas pelo fabricante do equipamento.

$$(\partial s) = 0,12\%$$

$$(\partial I) = 0,01\%$$

$$\text{então } \partial(RTD)^2 = (0,12\%)^2 + (0,01\%)^2$$

$$\partial(RTD) = 0,12\%$$

INCERTEZA DA UMIDADE

Para a Câmara (1):

$$RH = f(s, I)$$

$$\partial(RH)^2 = (\partial s)^2 + (\partial I)^2$$

Onde:

RH= Umidade Relativa

S = Sensor de Umidade

I= Instrumento de leitura

(∂s) = Incerteza do sensor de umidade

(∂I) = Incerteza do instrumento de leitura

O sensor de umidade e o instrumento de leitura têm incertezas fornecidas pelo fabricante do equipamento.

$$(\partial s) = 2\%$$

$$(\partial I) = 0,001\%$$

$$\text{então } \partial(RH)^2 = (2\%)^2 + (0,001\%)^2$$

$$\partial(RH) = 2\%$$

Para a Câmara (2):

$$RH = f(s, C, I)$$

$$\partial(RH)^2 = (\partial s)^2 + (\partial C)^2 + (\partial I)^2$$

Onde:

RH= Umidade Relativa

S = Sensor de Umidade

II= Instrumento de leitura

(∂s) = Incerteza do sensor de umidade

(∂II) = Incerteza do instrumento de leitura

C= Controlador

O sensor de umidade, controlador e o instrumento de leitura têm incertezas fornecidas pelo fabricante do equipamento.

$(\partial s) = 2\%$

$(\partial II) = 0,01\%$

$(\partial C) = 1\%$

então $\partial(RH)^2 = (2\%)^2 + (0,01\%)^2 + (0,001\%)^2$

$\partial(RH) = 2\%$

CALIBRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

São apresentadas curvas de calibração, tabelas e incertezas.

CALIBRAÇÃO DO CILINDRO DOSIFICADOR

A seguir são apresentadas as curvas de calibração e as tabelas com os pontos experimentais, com refrigerante R-134a, para $T=25,32\text{ }^\circ\text{C}$ e $P=92\text{ Psig}$.

A equação referente à curva de calibração do cilindro dosificador é a seguinte:

$$CD = M1 \cdot B - M2$$

Onde:

CD= posição no visor de nível [cm]

B= peso refrigerante R-134a [g]

M1= 0,0627

M2= 1E-14

$\partial(CD) = 1\%$

Tabela A.1. Calibração do cilindro dosificador

Posição [cm]	Peso Refrigerante medido CD Peso (g)	Peso Refrigerante calculado B com R2 = 1	ERRO
1	15.95	15.95	0.01
2	31.90	31.90	0.01
3	47.85	47.85	0.01
4	63.80	63.80	0.01
5	79.75	79.74	0.01
6	95.70	95.69	0.01
7	111.65	111.64	0.01
8	127.60	127.59	0.01
9	143.55	143.54	0.01
10	159.50	159.49	0.01
11	175.45	175.44	0.01
12	191.40	191.39	0.01
13	207.35	207.34	0.01
14	223.30	223.29	0.01
15	239.25	239.23	0.01
16	255.20	255.18	0.01
17	271.15	271.13	0.01
18	287.10	287.08	0.01
19	303.05	303.03	0.01
20	319.00	318.98	0.01
21	334.95	334.93	0.01
22	350.90	350.88	0.01
23	366.85	366.83	0.01
24	382.80	382.78	0.01
25	398.75	398.72	0.01
26	414.70	414.67	0.01
27	430.65	430.62	0.01
28	446.60	446.57	0.01
29	462.55	462.52	0.01
30	478.50	478.47	0.01
31	494.45	494.42	0.01
32	510.40	510.37	0.01
33	526.35	526.32	0.01
34	542.30	542.26	0.01
35	558.25	558.21	0.01
36	574.20	574.16	0.01
37	590.15	590.11	0.01
38	606.10	606.06	0.01

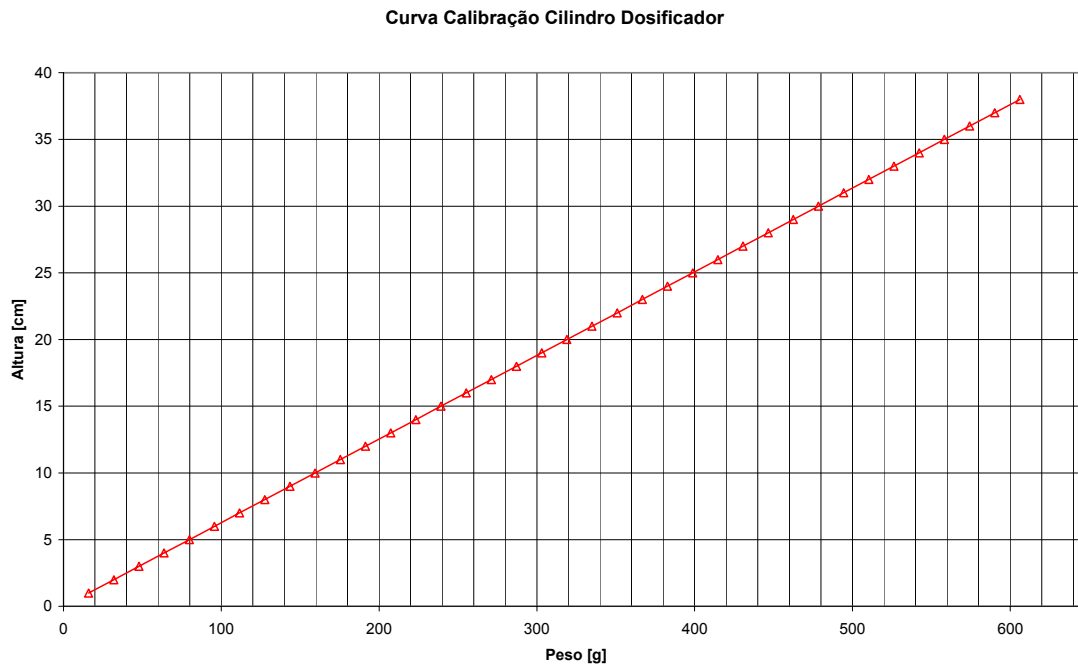


Figura A.1. Curva Cilindro Dosificador a $T=25,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P=92\text{ PSIG}$.

CALIBRAÇÃO DOS TERMOPARES

Os termopares utilizados na bancada foram de dos tipos K e T, tendo ambos sido calibrados, as tabelas seguintes mostram o número, tipo de termopar e a faixa de calibração por termopar, com os pontos experimentais, os calculados em função de ajuste.

(1) IDENTIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO CALIBRADO

Termômetro : canal 4com termopar tipo t slot 3
 Cliente : eng. Mec.
 Escala : 0 a 65 oC
 Fabricante : HP
 Valor de uma Divisão : 0.1 oC
 Número de casas decimais p/leitura do objeto: 2
 Interpolação dos Valores Corrigidos do Objeto
 Intervalo de Temperatura 0.5 oC
 Limite Inferior de Temperatura 30 oC
 Limite Superior de Temperatura 70 oC
 Identificação : canal 4 slot 3 com termopar tipo t
 N/Ordem de Serviço : 57
 Data de Calibração : 37361
 Número de Pontos 10

(2) IDENTIFICAÇÃO DOS PADRÕES UTILIZADOS

Temperatura : Termômetro de Resistência de Platina, Identificação Pt100-02, Certificado de Calibração LPT / ITUC no 0349/99 de 01/10/99
 Resistência : Multimetro Digital HP34401-A, Identificação 3146A2662, Certificado de Calibração IFM no X7A419/2 de 18/01/00, Corrente de Operação 1mA.

(3) RESULTADOS : DADOS DE LABORATÓRIO

Identificação : canal 4 slot 3 com termopar tipo t
 N/Ordem de Serviço : 57
 Data de Calibração : 37361

(4) RESULTADOS : VALORES DE INCERTEZA COMBINADA DO OBJETO

	unidade	oC	Ponto de Calibração do Termômetro					Ponto de Calibração do Termômetro				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura do Padrão	up	oC	0.034419	0.034594	0.034758	0.034977	0.035149	0.035347	0.035578	0.035875	0.036172	0.036772
Temperatura Indicada do Objeto	uind	oC	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868	0.028868
Uniformidade do Banho de Calibração	uunif	oC	0.017488	0.015878	0.014362	0.012338	0.010748	0.008916	0.007762	0.008732	0.009704	0.011666
Temperatura do Objeto	uobj	oC	0.048206	0.047772	0.04741	0.046999	0.046737	0.0465	0.046469	0.046868	0.047286	0.048183

(5) RESULTADOS : COEFICIENTES DA MATRIZ MÍNIMOS QUADRADOS

Identificação : canal 4 slot 3 com termopar tipo t
 N/Ordem de Serviço : 57
 Data de Calibração : 37361

	1	2	3	4	5	
1	10	457.5	22289.51	1151190	62587667	462.0885
2	457.5	22289.51	1151190	62587667	3.55E+09	22547.39
3	22289.51	1151190	62587667	3.55E+09	2.09E+11	1166296
4	1151190	62587667	3.55E+09	2.09E+11	1.27E+13	63499838
5	62587667	3.55E+09	2.09E+11	1.27E+13	7.85E+14	3.61E+09

(6) RESULTADOS : COEFICIENTES DO POLINÔMIO DE INTERPOLAÇÃO $T_{real} = C_1 + C_2.T_{cor} + C_3.T_{cor}^2 + C_4.T_{cor}^3 + C_5.T_{cor}^4$

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
C1	-1.155674	1.606811	8.754015	20.28979
C2	1.03529	0.913632	0.437637	-0.598261
C3		0.001258	0.011381	0.045233
C4			-6.89E-05	-0.000546
C5				2.46E-06

(7) RESULTADOS : TEMPERATURA AJUSTADA DO OBJETO POR INTERPOLAÇÃO

Ponto	Indicada	Ajustada				Real
		Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	
1	29.5	29.38538	29.65347	29.79926	29.8372	29.86759
2	32.9	32.90537	33.02666	33.01678	32.98632	32.9195
3	35.8	35.90771	35.92676	35.84539	35.8073	35.79247
4	39.5	39.73828	39.65761	39.55009	39.53602	39.62916
5	42.5	42.84415	42.7079	42.61946	42.63191	42.64345
6	45.9	46.36414	46.19227	46.15388	46.18744	46.11632
7	49.6	50.19471	50.01712	50.04924	50.08394	50.09436
8	54.3	55.06057	54.92537	55.03906	55.03997	55.03937
9	59	59.92644	59.88919	60.03559	59.98371	59.99386
10	68.5	69.76169	70.0921	69.97971	69.99464	69.99237

(8) RESULTADOS : DESVIO MÉDIO QUADRÁTICO DO AJUSTE

Indicada Ajustada Real

Um ajuste pelo método dos mínimos quadrados pode ser usado para interpolação dos valores indicados pelo objeto e resulta :

$$T_{real} = C1 + C2.T_{ind} + C3.T_{ind}^2 + C4.T_{ind}^3 + C5.T_{ind}^4$$

onde,

$$\begin{aligned} C1 &= 20.28979 \\ C2 &= -0.598261 \\ C3 &= 0.045233 \\ C4 &= -0.000546 \\ C5 &= 2.46E-06 \end{aligned}$$

Tabela 2 : Interpolação dos Valores Indicados de Temperatura

Temperatura (oC)		Temperatura (oC)		Temperatura (oC)		Temperatura (oC)	
Indicada	Real	Indicada	Real	Indicada	Real	Indicada	Real
30.0	30.29	30.5	30.74	31.00	31.20	31.5	31.67
32.0	32.13	32.5	32.61	33.0	33.08	33.5	33.56
34.0	34.04	34.5	34.53	35.0	35.02	35.5	35.51
36.0	36.01	36.5	36.50	37.0	37.00	37.5	37.51
38.0	38.01	38.5	38.52	39.0	39.03	39.5	39.54
40.0	40.05	40.5	40.56	41.0	41.08	41.5	41.59
42.0	42.11	42.5	42.63	43.0	43.15	43.5	43.67
44.0	44.20	44.5	44.72	45.0	45.24	45.5	45.77
46.0	46.29	46.5	46.82	47.0	47.34	47.5	47.87
48.0	48.40	48.5	48.92	49.0	49.45	49.5	49.98
50.0	50.51	50.5	51.03	51.0	51.56	51.5	52.09
52.0	52.62	52.5	53.14	53.0	53.67	53.5	54.20
54.0	54.72	54.5	55.25	55.0	55.78	55.5	56.30
56.0	56.83	56.5	57.36	57.0	57.88	57.5	58.41
58.0	58.93	58.5	59.46	59.0	59.98	59.5	60.51
60.0	61.03	60.5	61.56	61.0	62.08	61.5	62.61
62.0	63.13	62.5	63.66	63.0	64.19	63.5	64.71
64.0	65.24	64.5	65.76	65.0	66.29	65.5	66.82
66.0	67.35	66.5	67.87	67.0	68.40	67.5	68.93
68.0	69.46	68.5	69.99	69.0	70.53	69.5	71.06
70.0	71.60						

Tabela 1 : Calibração de Termômetro com Indicação Direta em oC

Identificação : canal 4 slot 3 com termopar tipo t
 N/Ordem de Serviço : 57
 Data de Calibração : 37361

Indicado oC	Correção oC	Incerteza oC
29.5	0.37	0.10
32.9	0.02	0.10
35.8	-0.01	0.10
39.5	0.13	0.10
42.5	0.14	0.10
45.9	0.22	0.10
49.6	0.49	0.10
54.3	0.74	0.10
59.0	0.99	0.10
68.5	1.49	0.10

CALIBRAÇÃO DOS TRANSDUTORES DE PRESSÃO

Para avaliar os parâmetros principais nos pontos do ciclo de refrigeração automotivo foram utilizados cinco transdutores de pressão localizados nas linhas do ciclo, esses transdutores foram calibrados de acordo com um manômetro padrão, estando ambos ligados a um sistema de aquisição de dados HP34970A. A seguir são apresentadas as curvas de calibração e as tabelas com os pontos experimentais, os calculados pela função de ajuste.

Transdutores de Pressão P1.

Marca: WIKA

0-25 Bar

4 - 20 mA

S# 3242825

P# 8430336

Tabela A.2. Calibração do transdutor de pressão P1 em carga e descarga.

Amp.	kgf/cm ²					
	C	D	C	D	C	D
0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.006	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
0.008	6.300	6.300	6.300	6.300	6.300	6.300
0.010	9.400	9.400	9.400	9.400	9.400	9.400
0.012	12.700	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600
0.014	15.800	15.800	15.800	15.800	15.800	15.800
0.015	17.400	17.500	17.500	17.500	17.500	17.500
0.016	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000
0.018	22.300	22.400	22.400	22.400	22.400	22.400
0.020	25.600	25.600	25.600	25.600	25.600	25.600

Tabela A.3. Calibração do transdutor de pressão P1.

mA	Pressão de referencia Medida [kgf/cm ²]	Pressão de referencia Calculada [kgf/cm ²]
4	0.000	0.00
6	3.100	4.93
8	6.300	9.86
10	9.400	14.80
12	12.600	19.73
14	15.800	24.66
15	17.500	27.13
16	19.000	29.59
18	22.400	34.52
20	25.600	39.46

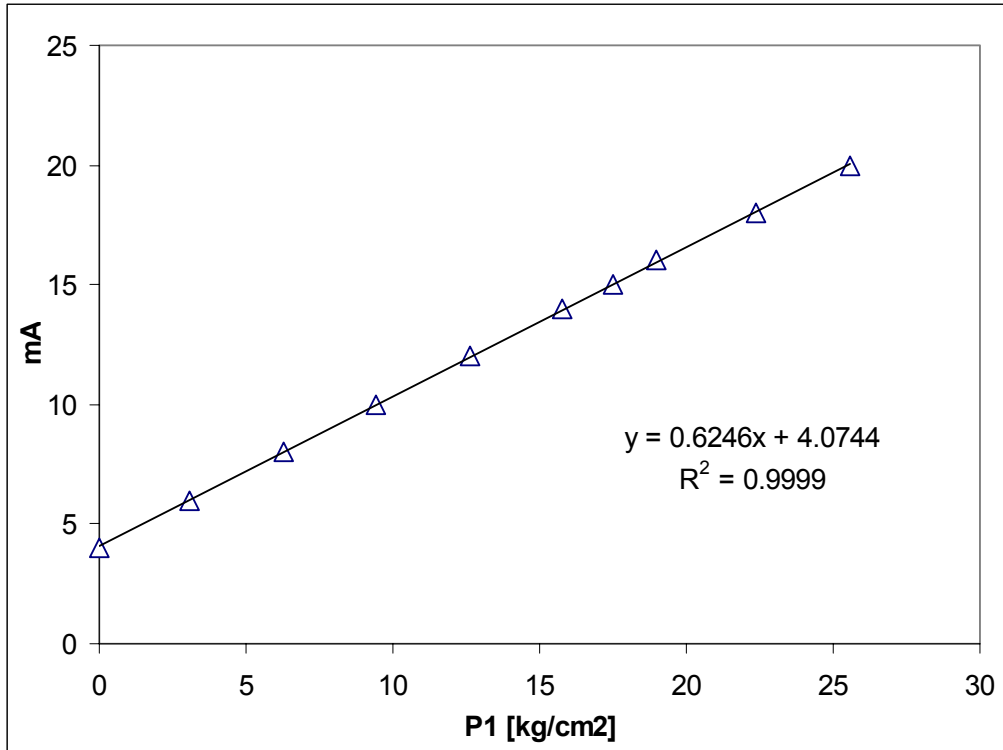


Figura A.2. Curva de calibração P1.

Transdutores de Pressão P2.

Dados Calibração Transdutores de Pressão.

Marca: WIKA

0-40 Bar

4 - 20 mA

S# 3315916

P# 8430356

Tabela A.4. Calibração do transdutor de pressão P2 em carga e descarga.

Amp.	kgf/cm2					
	C	D	C	D	C	D
0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.006	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
0.008	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300
0.010	14.500	14.500	14.500	14.500	14.500	14.500
0.012	19.100	19.100	19.100	19.100	19.100	19.100
0.014	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300	24.300
0.015	27.500	27.500	27.500	27.500	27.500	27.500
0.016	31.600	31.600	31.600	31.600	31.600	31.600
0.018	35.500	35.500	35.500	35.500	35.500	35.500
0.020	41.100	41.100	41.100	41.100	41.100	41.100

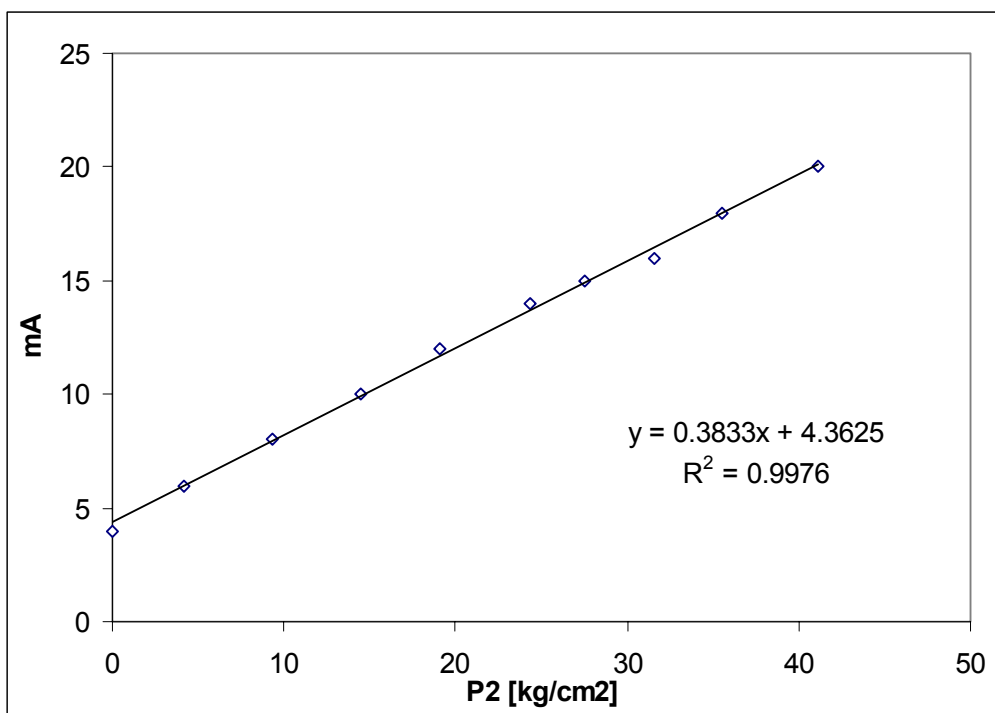


Figura A.3. Curva de calibração P2.

Transdutores de Pressão P3.

Dados Calibração Transdutores de Pressão

Marca: OMEGA

0 - 500 Psi

4 - 20 mA

L0333440

0 - 100 mV

Tabela A.5. Calibração do transdutor de pressão P3 em carga e descarga.

voltios	kgf/cm ²					
	C	D	C	D	C	D
0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.010	3.500	2.900	3.300	3.200	3.400	3.000
0.020	6.600	6.500	6.600	6.300	6.600	6.300
0.030	10.000	10.000	9.900	10.000	10.000	10.000
0.040	13.000	13.100	13.100	13.400	13.000	13.300
0.050	16.400	16.400	16.300	16.500	16.300	16.400
0.060	19.700	19.900	19.800	20.000	19.800	20.000
0.070	23.000	23.300	23.100	23.300	23.000	23.300
0.080	26.400	26.600	26.400	26.500	26.400	26.400
0.090	29.700	30.100	30.000	30.100	29.800	30.100
0.100	33.100	33.100	33.200	33.100	33.200	33.100

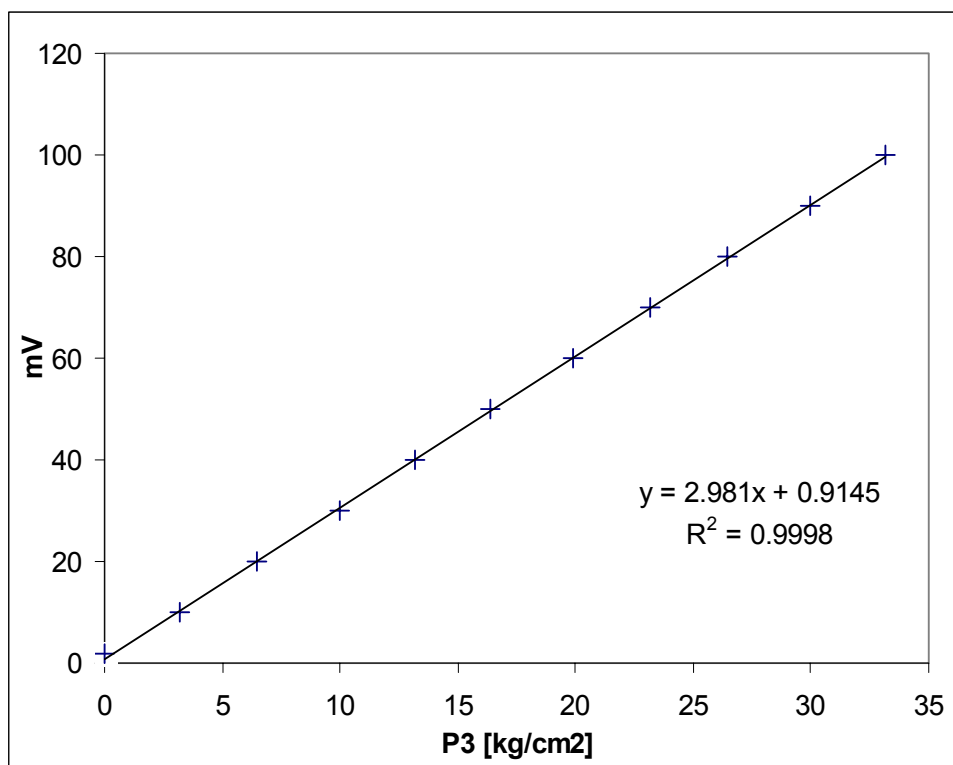


Figura A.4. Curva de calibração P3.

Transdutores de Pressão P4.

Dados Calibração Transdutores de Pressão.

Marca: WIKA

0-40 Bar

4 - 20 mA

S# 3315917

P# 8430356

Tabela A.6.- Calibração do transdutor de pressão P4 em carga e descarga

Amp.	kgf/cm2					
	C	D	C	D	C	D
0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.006	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100
0.008	10.200	10.200	10.200	10.200	10.200	10.200
0.010	15.200	15.200	15.200	15.200	15.200	15.200
0.012	20.300	20.300	20.300	20.300	20.300	20.300
0.014	25.500	25.500	25.500	25.500	25.500	25.500
0.015	28.100	28.100	28.100	28.100	28.100	28.100
0.016	30.700	30.700	30.700	30.700	30.700	30.700
0.018	35.900	35.900	35.900	35.900	35.900	35.500
0.020	41.200	41.200	41.200	41.200	41.200	41.200

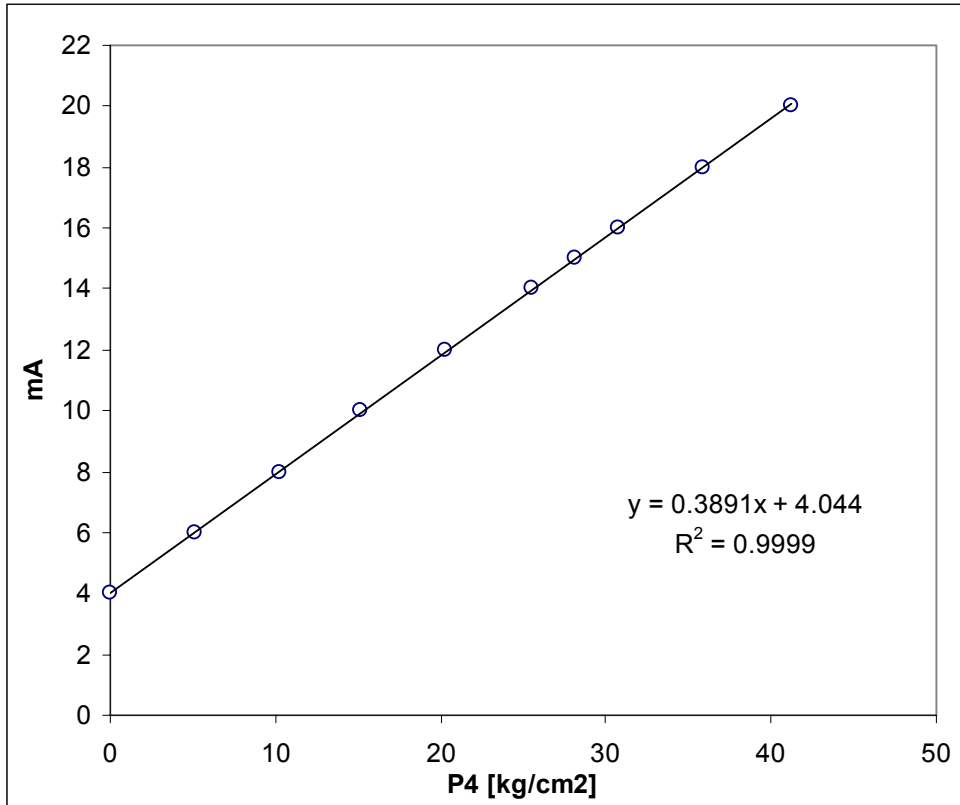


Figura A.5. Curva de calibração P4.

Transdutores de Pressão P5.

Dados Calibração Transdutores de Pressão.

Marca: OMEGA

0 - 300 Psi

0 - 100 mV

R053787

Tabela A.7.- Calibração do transdutor de pressão P5 em carga e descarga.

mV	kgf/cm2					
	C	D	C	D	C	D
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.000	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900	1.900
20.000	3.900	3.900	3.900	3.900	3.900	3.900
30.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
40.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
50.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
60.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
70.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
80.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
90.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
100.000	20.100	20.100	20.100	20.100	20.100	20.100

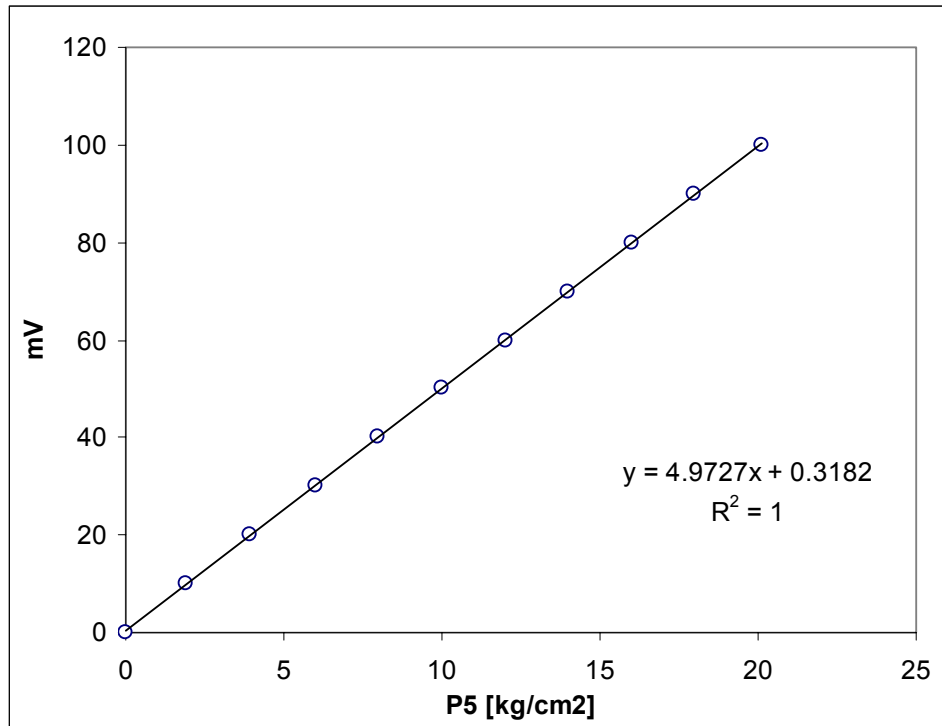


Figura A.6. Curva de calibração P5.