

CAPÍTULO III

3

Construção da bancada de testes.

3.1.

Descrição

Para a realização deste trabalho foi construída uma bancada de testes com a finalidade de controlar e avaliar a influência dos parâmetros de funcionamento, e da carga de gás refrigerante, no desempenho global do sistema. Com isto, foi possível impor diferentes condições de operação, durante períodos de tempo, ao longo dos quais as variáveis de interesse eram continuamente monitoradas e controladas.

A bancada experimental foi projetada para a sua construção em seis etapas, e basicamente se constitui de duas câmaras instrumentadas, com temperatura e umidade controladas. O sistema de condicionamento de ar a ser avaliado é constituído por componentes originais de um sistema de condicionamento de ar automotivo, o qual foi modificado para propósitos da investigação, simulação e testes dos parâmetros operacionais. Para controle da carga de gás refrigerante no sistema foram utilizados um cilindro dosificador e um jogo de manômetros.

3.2.

Construção na etapa I.

Nesta fase foram construídos os ambientes controlados, para a instalação dos trocadores de calor do sistema de refrigeração automotivo. Para os controles das temperaturas e umidade utilizaram-se, respectivamente, resistências elétricas para utilização em ar e água, para simular cargas térmicas, com aquecimento dos “ambientes interno e externo”, e evaporar água de umidificação. Sensores de

temperatura e de umidade foram instalados para monitorar e controlar todo o sistema.

3.2.1. Câmara de testes

Foram construídas duas câmaras com controles individuais para temperatura e umidade, para abrigar os trocadores de calor de um sistema de condicionamento de ar automotivo. As câmaras de testes são denominadas Câmara (1) que representa a câmara quente e Câmara (2) que representa a câmara fria, cada um contém o condensador e o evaporador, respectivamente.

A Câmara (1), apresentada na Fig. 3.1. é da marca SABROE TUPINIQUIM, de procedência Brasileira com dimensões de 2200 x 2370 x 2030 mm³, respectivamente, de comprimento, largura e altura, com isolamento tipo Poliuretano expandido de espessura 80 mm.

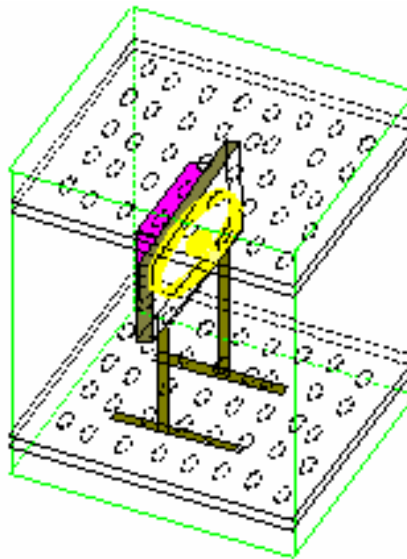


Figura 3.1- Disposição do condensador dentro da câmara de ensaios.

A Câmara (2), que contém o evaporador, foi confeccionada em madeira naval resistente à umidade com dimensões de 1130 x 1130 x 1630 mm³, respectivamente, de comprimento, largura e altura, com isolamento externo de “Styrofoam”, de espessura 25,4 mm. A Fig. 3.2 mostra a câmara contendo o evaporador e os dutos que formam parte do sistema de recirculação do fluxo de ar.

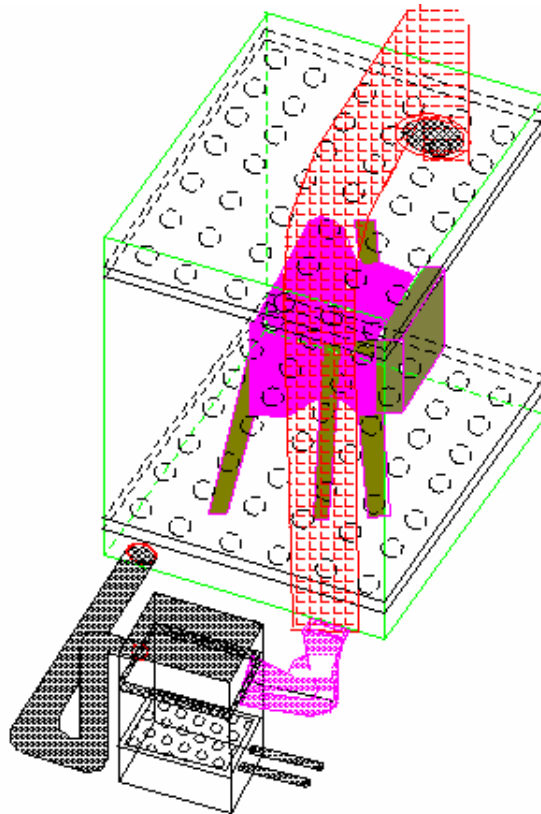


Figura 3.2- Disposição do evaporador dentro da câmara de ensaios.

3.2.1.1. Equipamento das câmaras

Visando facilitar a descrição dos equipamentos instalados nas câmaras, um esquema é apresentado na Fig. 3.3. A câmara onde ficou o evaporador (9) (câmara N.º 2), e que simula o habitáculo de um veículo, possui um volume interno de $2,08\text{m}^3$, e conta com uma recirculação forçada de ar, promovida por um ventilador centrífugo (8). Este conduz o ar através de uma tubulação até a parte superior da câmara onde ingressa para o ambiente de testes, após passar pelo forro do teto falso. Ao deixar a câmara, o ar atravessa também um falso piso. Em ambos os casos, a construção foi executada em madeira naval de 1 cm de espessura, com orifícios de 8,0 mm de diâmetro. Com isto foi possível, face à perda de carga distribuída, uniformizar a velocidade do ar no interior do “habitáculo”. Ao deixar este ambiente, o ar chega ao sistema de condicionamento, passando inicialmente pelo umidificador (6) e em seguida pelas 4 resistências elétricas (7), onde ocorre a geração da carga térmica. Após o condicionamento, retorna à câmara de ensaio,

completando a recirculação. A superfície interna da câmara é de madeira naval resistente à umidade, e as junções vedadas contra fugas de ar e umidade.

Também a porta de acesso fica hermeticamente fechada durante os testes. A superfície externa foi revestida com material isolante “STYROFOAM” de 25,4 mm de espessura.

A câmara onde está instalado o condensador (Câmara N.º 1), simula o ambiente externo. A movimentação do ar é similar à descrita anteriormente é efetuada por outro ventilador centrífugo (4), que insufla o ar para um forro falso formado por placas perfuradas, o que garante uma distribuição uniforme para o ambiente de testes. O ar retorna ao sistema externo de compensação por um piso também falso, de placas perfuradas, em chapas xadrez de alumínio, com espessura de 1/8”, apoiadas em colunas de madeira com altura média de 195 mm e cantoneiras. Os orifícios são de 8,5 mm de diâmetro.

No falso teto foram usadas placas de alumínio, com espessura de 1/16”, encaixadas em vigas do mesmo material, em perfis T e cantoneiras. O forro foi posicionado a 200 mm do teto e os diâmetros dos orifícios fixados também em 8,5 mm. O ar dirige-se para os equipamentos de climatização por tubulações externas à câmara. Passa inicialmente por um sistema de refrigeração (1), é, em seguida, aquecido pela resistência elétrica (2), umidifica-se em (3) e retorna à câmara pelo seu teto, após passar pelo ventilador (4).

As superfícies interna e externa desta câmara são de chapa metálica pintada e as junções vedadas contra fugas de ar e umidade. A porta de acesso fica hermeticamente fechada durante os testes e o interior parede é de material isolante (poliuretano) com 80 mm de espessura, que assegura o isolamento térmico.

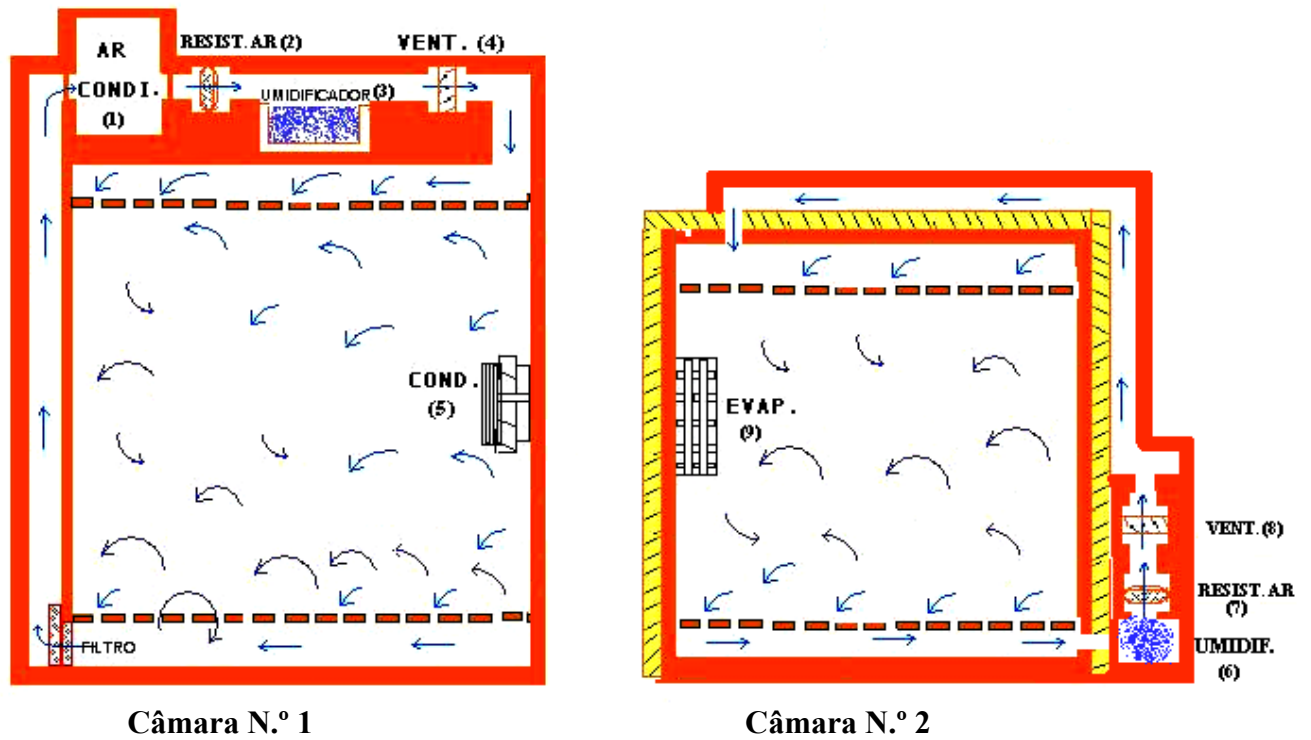


Figura 3.3- Câmaras de ensaios para Condensador e Evaporador

Os sistemas de recirculação do ar em ambas câmaras (1 e 2) são equipadas com sistemas compensadores capazes de manter constantes as condições ambientais. Os pisos e tetos falsos de ambas câmaras, foram instalados com a finalidade de uniformizar o fluxo de ar assegurando que os aparelhos nos seus interiores não sejam atingidos por fluxos de ar com velocidades superiores a 0,25 m/s (conforme indicações NBR 12863 “Câmara de ensaios”).

O posicionamento dos sensores de temperatura (ver Figura 3.4), bem como o cálculo da temperatura média em torno dos aparelhos em ensaio, foram realizados de acordo com as especificações da norma NBR 12863.

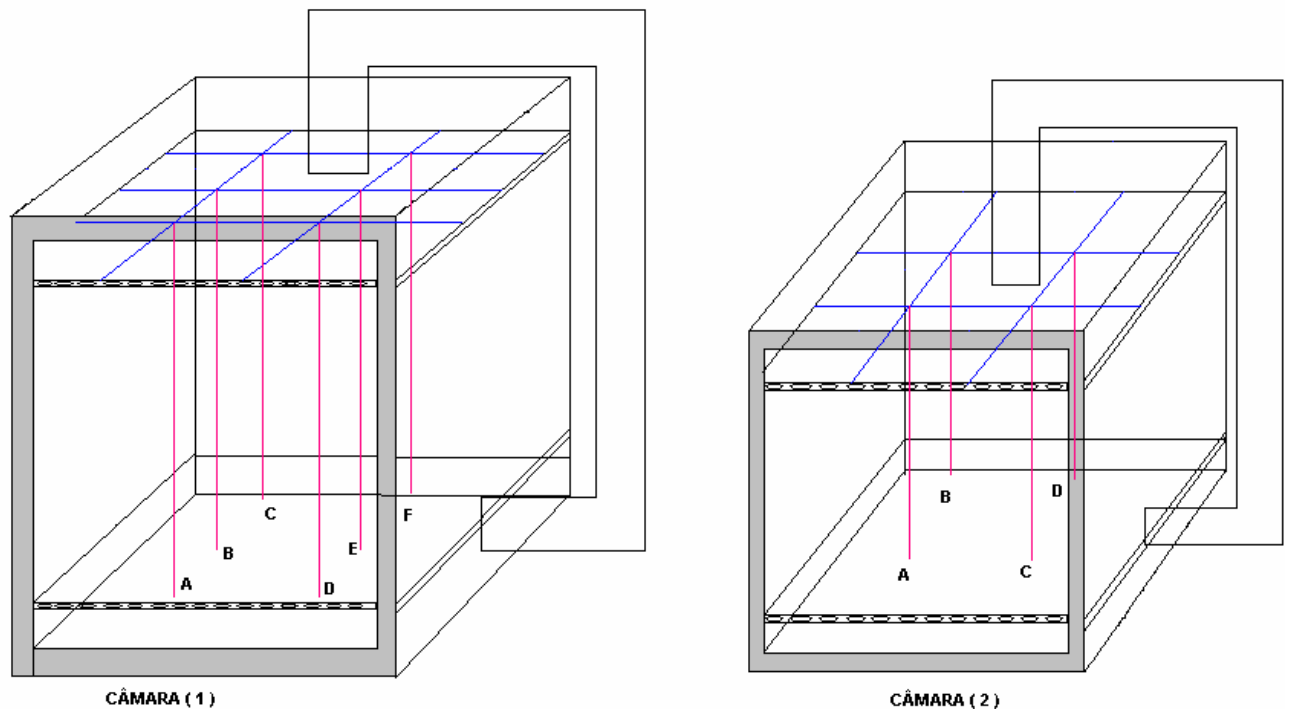


Figura 3.4- Linhas de posicionamento dos sensores de temperatura nas câmaras de ensaios. Condensador (1) - Evaporador (2).

3.2.1.2. Carga térmica

Para a Câmara (1) a carga térmica é constituída por um grupo de seis resistências, na disposição que se apresenta no esquema 3.5.

Foi instalada uma resistência elétrica de água que é parte do umidificador, quatro resistências elétricas de ar de 500W / 2000W (110/220 V) instalados na linha de recirculação do fluxo de ar e uma resistência de ar no piso da câmara de 2000W/220V.

O Sistema todo tem um painel elétrico de controle para os acionamentos das resistências de ar, água, umidificador e ventilador, estes últimos com circuito independente de 220V.

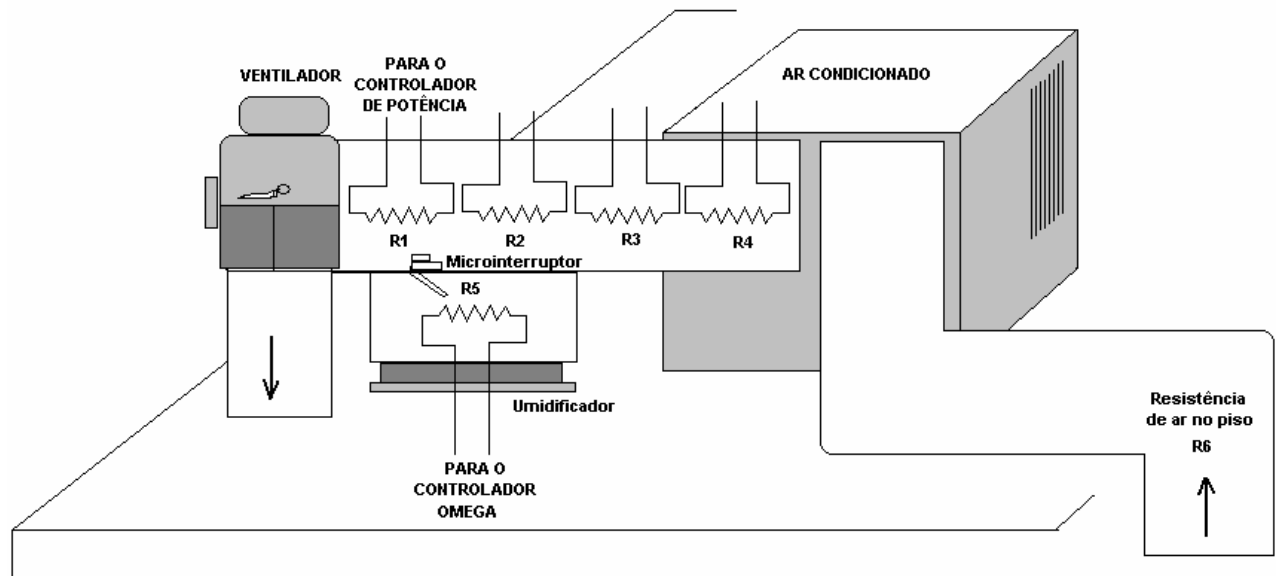


Figura 3.5- Distribuição das resistências que fazem parte da carga térmica da Câmara (1).

Para a Câmara (2) a carga térmica é constituída por um grupo de cinco resistências.

3.2.1.3. O umidificador

Foi construído um conjunto resistências / umidificador que faz parte do sistema de recirculação da Câmara (2) mostrado na Figura 3.6. O fluxo de ar sai da câmara através do duto (7) e entra em um sistema de aquecimento formado por um grupo de resistências (1) de ar de 500W. O ar se mistura com uma massa de vapor que vem do aquecimento da água através da resistência (5). Esta só pode ser ativada se o micro-interruptor (2) estiver ativado, o que garante que o recipiente está cheio de água. Seu nível é garantido pela bóia (4), que controla a válvula de entrada de água, além de ativar o micro-interruptor (2), fornecendo energia à resistência (5), cuja potência é controlada por um controlador de umidade do tipo local (UCM-420A).

O umidificador é da marca TROPICAL TUT com capacidade de 25 litros. Funciona com uma resistência para água de 2000 Watts de potência máxima.

O sistema elétrico é acionado através do micro-interruptor modelo LM-6 CGC de 15A máx. e 220V.

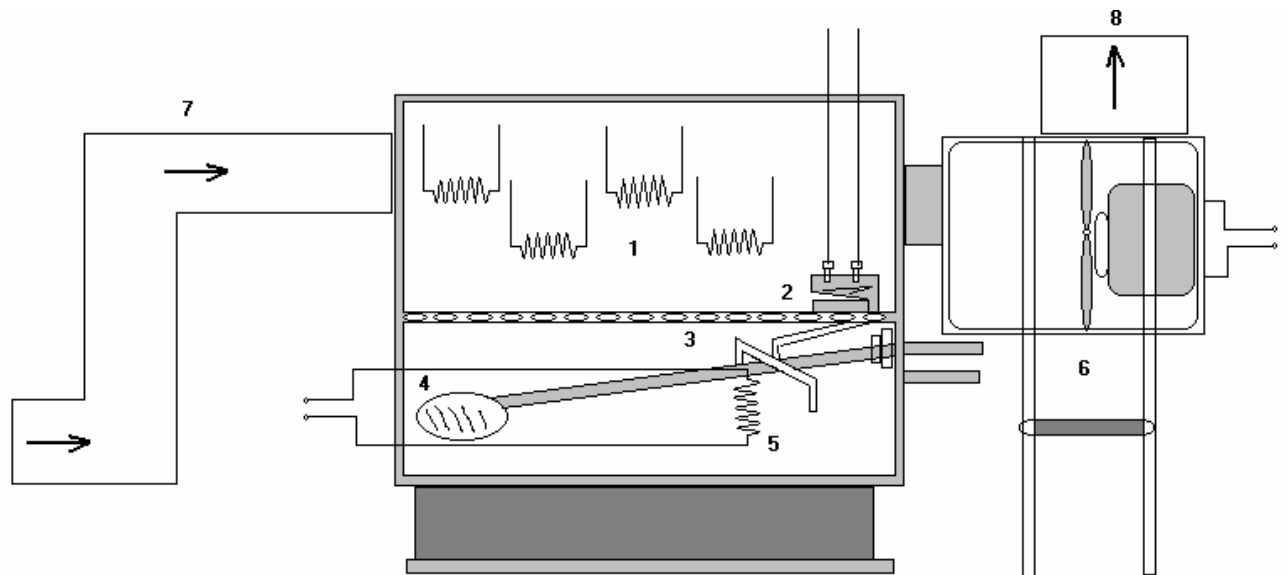


Figura 3.6- Distribuição das resistências que fazem parte da carga térmica da Câmara (2).

3.3. Construção na etapa II.

Nesta etapa construiu-se um sistema de refrigeração com todos os componentes originais de um automóvel. Foram empregados transdutores de temperatura, pressão e vazão mássica, para monitorar os estas variáveis ao longo do ciclo. Para substituir o motor do automóvel, empregou-se um motor elétrico acoplado a um inversor de frequência, responsável pelo controle da rotação do motor. Um medidor de rotação do tipo “encoder” e um sistema de medição de torque foram instalados para monitorar tais variáveis. Estes pontos são descritos em detalhes a seguir.

Na instalação da unidade de refrigeração, instalou-se primeiro o conjunto motor compressor com seu sistema de transmissão por correias. Para a circulação do refrigerante, optou-se por mangueiras, especialmente produzidas para este caso, pois diferem, em tamanho, das do veículo original. Após o compressor, a

primeira peça instalada é o condensador, montado no interior de sua câmara, num painel vertical, com suporte previamente adaptado. Em seguida aparece o filtro secador e o medidor de vazão, aí instalado para leitura da vazão de condensado. O próximo componente é o sistema válvula de expansão/evaporador. Neste caso foi feita uma adaptação especial, com saída para a umidade condensada, em um suporte de dimensões apropriadas para instalação dentro da câmara de teste. As mangueiras foram feitas com adaptações especiais para facilitar a montagem dos transdutores de pressão e temperatura, conforme indicado na Figura 4.2. "O-rings" garantem a perfeita vedação do sistema.

O medidor de vazão.

O sistema de medição de fluxo tipo Coriolis é formado por duas partes: um sensor e um transmissor como ilustrado na Fig. 3.7. O conjunto é da marca Micro Motion (USA), com sensor modelo CMF10, capaz de medir de 0 até 82 kg/h, com saída na faixa de 4 a 20 mA. O transmissor utilizado foi o de modelo RFT9739 .

O medidor vazão mássica tem incerteza em líquido de $\pm 0,10\% \pm [(\text{Zero Stability/flow rate}) * 100]\%$ com interface ao sistema de aquisição de dados. O medidor contém dois tubos sensores. São instalados, em cada lado dos tubos, transdutores que enviarão as informações à unidade eletrônica, onde serão processadas e transformadas em sinal elétrico proporcional à vazão mássica (Micromotion 1998).

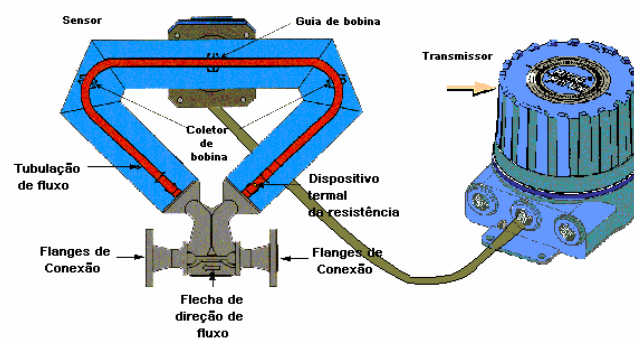


Figura 3.7- Medidor de Vazão Mássica Coriolis.

Sensor e Transmissor Modelo: CMF010/RFT9739 (MICRO MOTION)

Inversor de frequência

O inversor de frequência é um instrumento de controle, digital, podendo ser programado. Sua função é controlar e variar a velocidade de motores de indução trifásicos. Para este projeto optou-se por um inversor de frequência digital, 50/60Hz, 11A, 0-400Hz 8A, modelo: CIMR – V7AU21P5. Uma de suas principais vantagens é o volume pequeno. Suas dimensões são: 14 cm X14 cm por 15 cm de profundidade.

Bomba de vácuo

Para o presente trabalho utilizou-se uma bomba de vácuo, marca MASTERCOOL (USA), modelo 90057 – MC11, com deslocamento volumétrico de 0,2 m³/min (7,0 *cfm*), ideal para sistemas de refrigeração. É um elemento importante para a carga inicial de gás refrigerante, cujo procedimento é descrito a seguir: inicialmente é necessário purgar o sistema para tirar toda a umidade existente. Isto se faz com o compressor desligado, pela sua válvula de sucção, pelo tempo recomendado (neste caso, 2 horas).

3.4. construção na etapa III.

É a etapa de instrumentação das câmaras com sensores de temperatura e transdutores de umidade para testes do processo que monitorarão os campos de temperatura e umidade do sistema.

3.4.1. Instrumentação das câmaras (1) e (2)

Para possibilitar um melhor entendimento, foi dividido em duas partes:

3.4.1. 1. Medidas de temperatura

Os sensores de temperatura, constituídos por termopares tipo T (Cobre–Constantan) e K (Cromel-Alumel) são utilizados para as leituras das temperaturas. Estes foram inseridos em cilindros de cobre a uma profundidade de 7,6 mm com

diâmetros de 15,2 mm e altura também de 15,2 mm conforme especificações das Normas Brasileiras (NBR 12863).

Para o presente trabalho empregaram-se oito termopares tipo T e tipo K na Câmara (2) e doze na Câmara (1), todos da Marca Omega.

3.4.1.2.

Posicionamento dos sensores de temperatura no compartimento do condensador e evaporador.

Para efetuar a aquisição de dados de temperatura na câmara de testes no habitáculo do Condensador (Câmara 1), foram utilizados Termopares tipo “T” e “K” isolados com fita isolante, com a junção no centro de um cilindro de cobre conforme Normas Brasileiras (NBR 12863). Dentro da câmara de ensaios foram posicionados 12 termopares, que forneciam as temperaturas do ambiente, como indica a Tabela 3.A.1 que relaciona as posições dos termopares aos canais utilizados pelo sistema de aquisição.

Tabela 3.A.1- Canais e parâmetros registrados pelo HP lado
Condensador Câmara(1)

CANAL CH-300	TIPO SENSOR	UNID.	DESCRIÇÃO DA POSIÇÃO CÂMARA (1)
01	Termopar tipo K	° C	Sob a linha A da figura 3.4 a 70 cm do teto Temperatura no interior da câmara
02	Termopar tipo K	° C	Sob a linha A da figura 3.4 a 70 cm do piso Temperatura no interior da câmara
03	Termopar tipo K	° C	Sob a linha B da figura 3.4 a 70 cm do teto Temperatura no interior da câmara
04	Termopar tipo K	° C	Sob a linha B da figura 3.4 a 70 cm do piso Temperatura no interior da câmara
05	Termopar tipo K	° C	Sob a linha C da figura 3.4 a 70 cm do piso Temperatura no interior da câmara
06	Termopar tipo K	° C	Sob a linha C da figura 3.4 a 70cm do teto Temperatura no interior da câmara
07	Termopar tipo K	° C	Sob a linha D da figura 3.4 a 70 cm do piso

			Temperatura no interior da câmara
08	Termopar tipo K	° C	Sob a linha D da figura 3.4 a 70 cm do teto Temperatura no interior da câmara
9	Termopar tipo T	° C	Sob a linha E da figura 3.4 a 70 cm do teto Temperatura no interior da câmara
10	Termopar tipo T	° C	Sob a linha E da figura 3.4 a 70 cm do piso Temperatura no interior da câmara
11	Termopar tipo T	° C	Sob a linha F da figura 3.4 a 70 cm do teto Temperatura no interior da câmara
12	Termopar tipo T	° C	Sob a linha F da figura 3.4 a 70 cm do piso Temperatura no interior da câmara
13	Sensor OMEGA	%	Sinal de Umidade relativa no interior da câmara que vai ao controlador OMEGA
14	Sensor OMEGA	° C	Sinal de temperatura no interior da câmara que vai ao controlador OMEGA
15	Transmissor OMEGA	° C	Sinal de temperatura no interior da câmara que vai ao Sistema de Aquisição

Uma segunda unidade, Câmara (2), que contém o Evaporador é acoplada ao mesmo sistema, permitindo efetuar as medições de temperatura dentro da câmara de testes. Aqui foram empregados oito canais, igualmente tendo o sensor posicionado no centro de um cilindro de cobre conforme Normas Brasileiras e canais para as medições de pressão, temperatura e umidade relativa.

O sistema construído, através do grupo de termopares, permite obter dados mostrados na Tabela 3.A.2 que relaciona as posições dos termopares aos canais utilizados pelo sistema de aquisição de dados na quantidade e frequência prescritos, totalizando a quantidade de dados a serem registrados pelo operador.

Tabela 3.A.2 Canais e parâmetros registrados pelo HP lado evaporador, Câmara(2)

CANAL CH-100	TIPO SENSOR	UNID.	DESCRIÇÃO DA POSIÇÃO CÂMARA (2)
06	PT-100	° C	Sinal de temperatura no interior da câmara que vai ao controlador de Potência
07	Termopar tipo T	° C	Sob a linha A da figura 3.4 a 45 cm do teto Temperatura no interior da câmara
08	Termopar tipo T	° C	Sob a linha A da figura 3.4a 45 cm do piso Temperatura no interior da câmara
09	Termopar tipo T	° C	Sob a linha B da figura 3.4 a 45 cm do teto Temperatura no interior da câmara
10	Termopar tipo T	° C	Sob a linha B da figura 3.4 a 45cm do piso Temperatura no interior da câmara
11	Termopar tipo T	° C	Sob a linha C da figura 3.4 a 45 cm do piso Temperatura no interior da câmara
12	Termopar tipo K	° C	Sob a linha C da figura 3.4 a 45 cm do teto Temperatura no interior da câmara
13	Termopar tipo K	° C	Sob a linha D da figura 3.4 a 45 cm do teto Temperatura no interior da câmara
14	Termopar tipo K	° C	Sob a linha D da figura 3.4 a 45 cm do piso Temperatura no interior da câmara
18	Sensor OMEGA	%	Umidade relativa no interior da câmara

Nas seguintes Tabelas 3.A.3 e Tabela 3.A.4 se apresentam os canais destinados para obter dados dos sensores destinados no ciclo de refrigeração, permitindo obter pressão, temperatura e vazão mássica.

Tabela 3.A.3. Canais e parâmetros registrados pelo HP do Ciclo de Refrigeração.

CANAL CH-100	TIPO SENSOR	UNID.	PARAMETROS CICLO REFRIGERAÇÃO CÂMARA (2)
15	Termopar tipo T	° C	[T1] Lado Sucção do Compressor
16	Termopar tipo T	° C	[T6] Equipo de teste (Evaporador)
17	Termopar tipo T	° C	[T2] Lado Descarga do Compressor
CH-01 slot-300	Termopar tipo K	° C	[T5] Saída do Evaporador
19	Termopar tipo K	° C	[T3] Entrada no Condensador
20	Termopar tipo K	° C	[T4] Saída do condensador (depois do medidor de Vazão)
01	Transdutor de pressão	psig	[P3] Entrada do Condensador
02	Transdutor de pressão	psig	[P5] Saída do Evaporador
21	Transdutor de pressão	psig	[P1] Lado de Baixa Pressão no Compressor
22	Transdutor de pressão	psig	[P2] Lado de Alta Pressão no Compressor

Tabela 3.A.4. Canais e parâmetros existentes no Ciclo de Refrigeração.

CANAL CH-300	TIPO SENSOR	UNID.	DESCRIÇÃO DA POSIÇÃO NA CÂMARA (2)
21	Coriolis	mA	Fluxo de massa no sistema
22	Transdutor de pressão	psig	[P4] Lado saída do Medidor de Vazão

Tabela 3.A.5. Canais e parâmetros existentes no Ciclo de Refrigeração. Slot 34907-A

CANAL			DISPOSIÇÃO
CH-200	TIPO SENSOR	UNID.	
4 - GND	Controle	mV	Controle Câmara (1)
5 - GND	Controle	mV	Controle Câmara (2)

3.5. Construção na etapa IV.

Nesta etapa construiu-se um cilindro dosador que facilita visualizar e quantificar a massa de refrigerante a ser introduzida no sistema de condicionamento de ar.

3.5.1. Cilindro dosador

Um cilindro dosador foi implementado com a finalidade de variar a carga de gás refrigerante no sistema. Isto era possível a partir da transferência de refrigerante deste para o sistema e vice-versa. Sua construção em vidro graduado permitia o controle da operação.

A fig. 3.8 mostra o cilindro dosificador (1), construído de um tubo de vidro de borossilicato, com comprimento de 400mm, ϕ int. 37,6mm ϕ ext. 44mm, parede de 3,2mm, reforçada para resistir altas pressões. Com graduação de 1 em 1mm, foi instalado em um suporte (2) instrumentado com um manômetro e um transdutor de temperatura tipo K. Carregado com refrigerante R-134a (5) e conectado através de mangueira à linha central do “manifold” (3), pode-se efetuar as respectivas cargas de gás ao sistema.

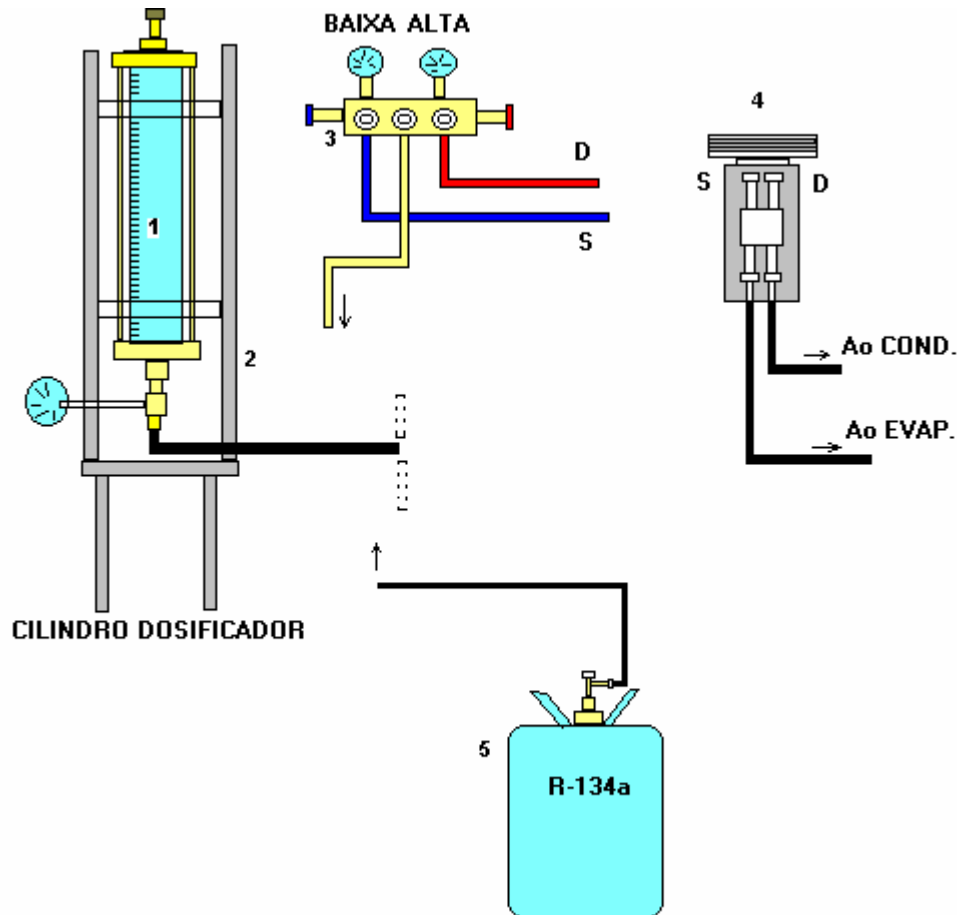


Figura 3.8- Conjunto equipe dosificador para efetuar cargas de gás ao sistema.

Construiu-se a curva de calibração do cilindro dosificador para estabelecer a relação altura[cm] e peso[g] utilizando uma balança eletrônica do laboratório de refrigeração e aquecimento visualizando a altura do cilindro dosificador para as condições de $T=25,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P=92\text{ psig}$. A curva de calibração resultante é apresentada na Figura 3.9.

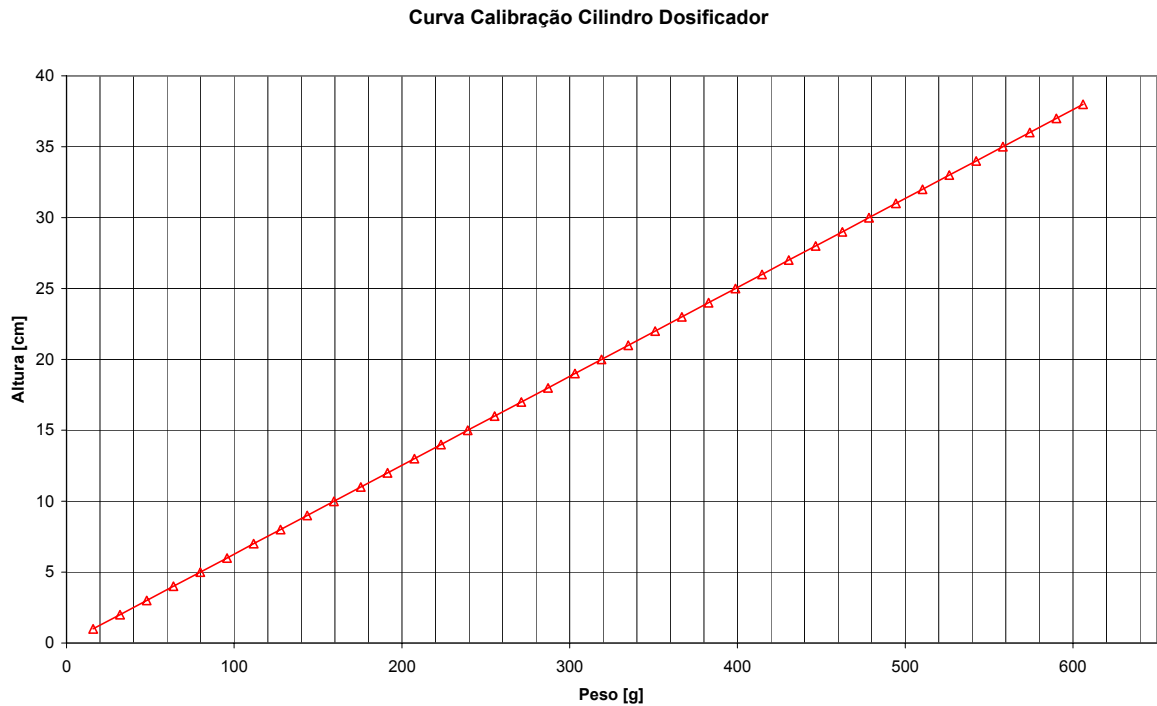


Figura 3.9- Curva Cilindro Dosificador a $T=25,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $P=92\text{ Psig}$.

3.5.2.

Determinação da carga de gás

Para este trabalho usou-se o equipamento conjunto Cilindro dosador/Manifold para se transferir o fluido R-134a ao sistema. O último equipamento possui manômetros de alta e baixa pressão com mangueiras (HIGH e LOW) que foram conectadas nas válvulas indicadas na Figura 3.10.

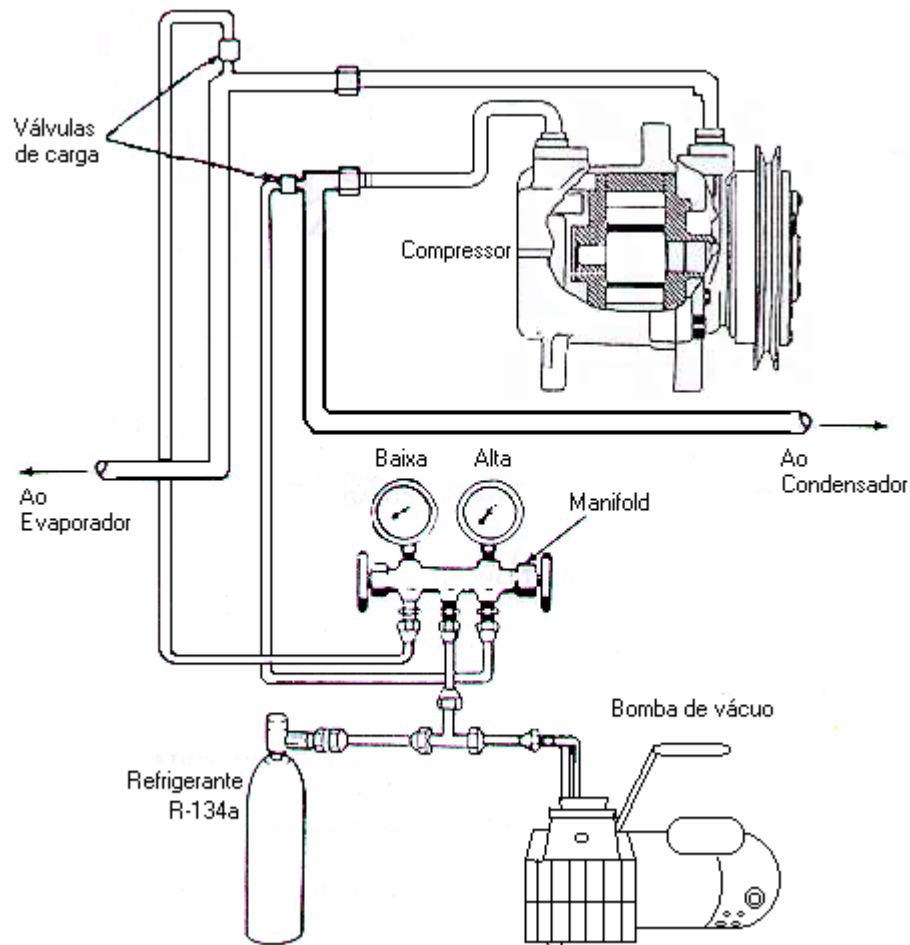


Figura 3.10- Esquema Carga de Gás ao Sistema

3.6. Construção na etapa V.

Nesta fase se efetua a montagem dos controladores de temperatura e umidade para as câmaras (1) e (2).

3.6.1. Controlador de temperatura

Montaram-se dois controladores de temperatura para as Câmaras (1) e (2). Na câmara de teste que contém o evaporador foi utilizado um sistema de aquisição de dados e controle Marca Agilent HP 34970, com módulo 34907A classificados na disposição da tabela 3.A.5, para controlar a temperatura da câmara (2) através de um PT-100 (canal 6), instalado conjuntamente com um

controlador de potência série Mini Monofásico de sinal de controle de 0/10Vdc e um programa feito no LABview.

Na câmara de teste que contem ao Condensador foi utilizado um sistema de controle de HP 34970, Marca Agilent através do módulo 34907A distribuídos seguindo a classificação na Tabela 3.A.5, para controlar a temperatura da câmara (1) através de um PT-100 (canal 18), instalado conjuntamente a um controlador de potência série Mini Monofásico de sinal de controle de 0/10Vdc e um programa feito no LABview.

3.6.2. Controlador de umidade

Na câmara de teste do condensador foi utilizado um microcontrolador com duas entradas de temperatura e umidade, marca METRON, modelo OMEGA CN3003, Pot. Máx 1,2 kVA e que é responsável pelo acionamento da resistência elétrica de água que fica montado no tanque umidificador do mesmo aparelho experimental. Esse dispositivo liga ou desliga as resistências conforme o sinal colhido pelos sensores que fornecem as leituras da umidade desejada que é programada. A incerteza do controlador é de 0,2%.

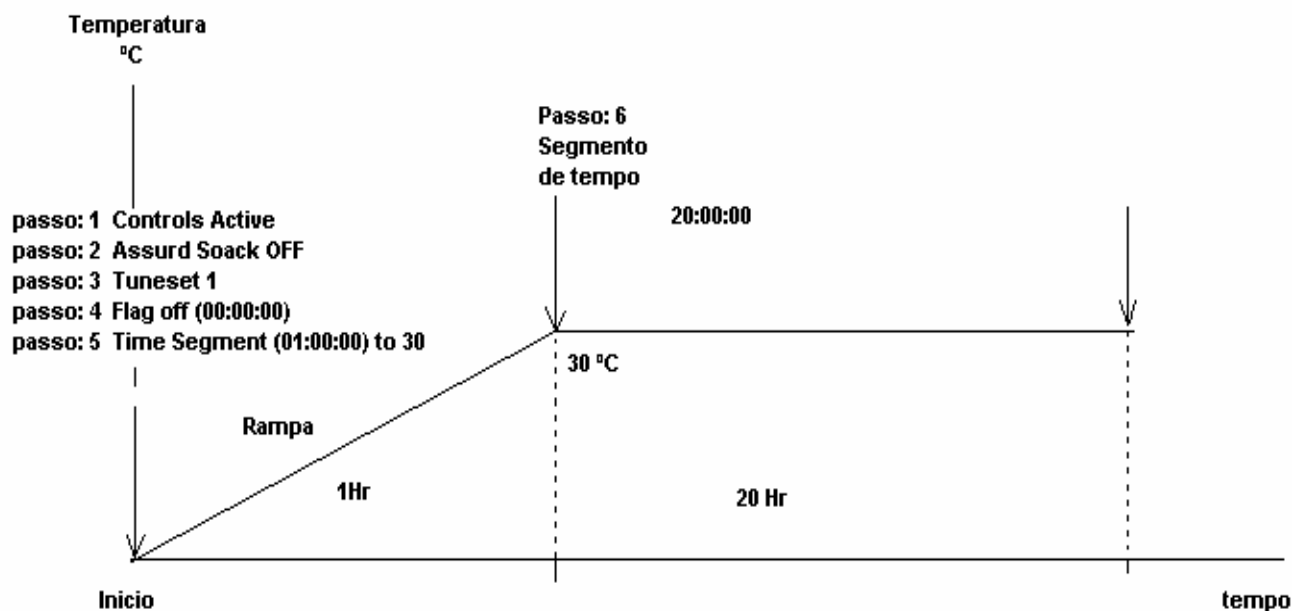


Figura 3.11- Seqüência dos passos para a programação do controlador

Omega

Na câmara de teste do evaporador foi utilizado um controlador Marca: Kele, Modelo: UCM 420A que é um controlador Proporcional / Integral que pode ser usado em várias aplicações de controle. Todo ajuste é realizado através de chaves DIP e "jumpers". Os "Setpoints" podem ser locais ou remotos. A saída pode ser de ação direta ou reversa. (ENCON comercial de controles).

O controlador de potência recebe um sinal de controle de 4/20mA.

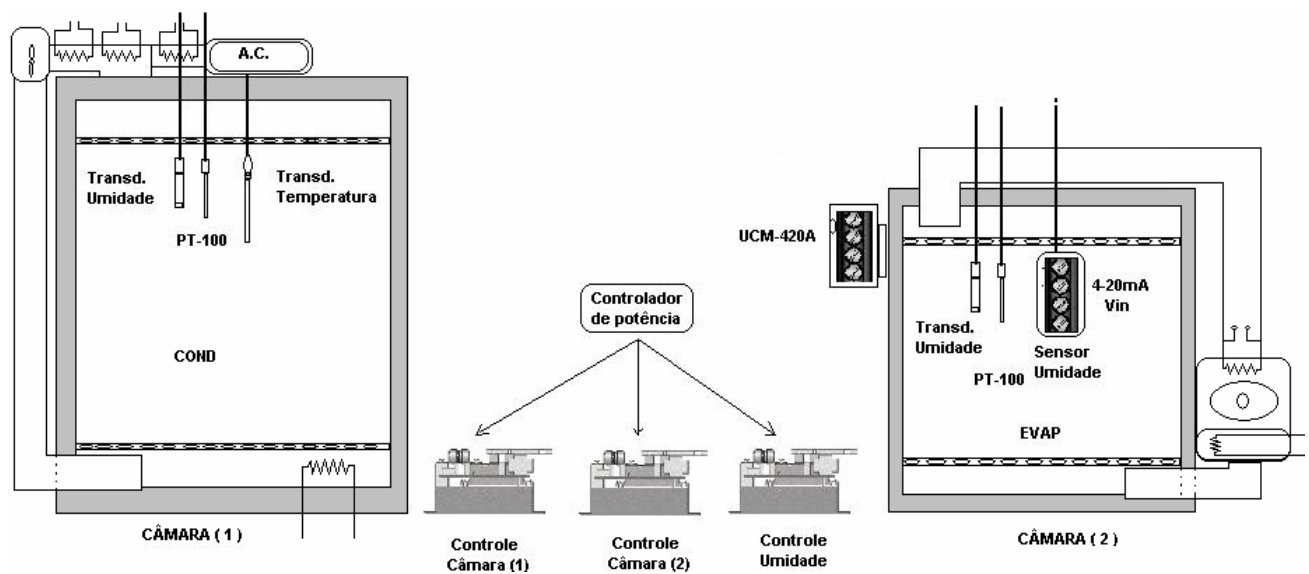


Figura 3.12- Esquema do Controle da Temperatura e Umidade nas Câmaras.

3.6.3. Controlador de potência

Os controladores de potência que foram usados no presente trabalho são da marca LOTI, com código de encomenda LTCP770 . M 1 2 4 2 TP F. 020, que corresponde às seguintes características:

- Circuito monofásico, tensão/carga 110 V, controle 4-20mA/0-10Vdc, comando 110 V, disparo trem de pulso TPF, proteção com fusível ultra-rápido e corrente máxima de 20 A.
- Este equipamento permite fazer as variações da carga térmica no interior do habitáculo automotivo, e está conectado às resistências elétricas instaladas no circuito de recirculação.

3.6.4. Sistema de aquisição de dados (DAS)

Para o presente trabalho a instrumentação da bancada é gerenciada por um sistema de aquisição de dados e controle Agilent 34970, Marca Agilent, com dois módulos 34901A de 20 canais cada um para adquirir dados de pressão, temperatura, umidade, vazão nas câmaras (1), (2) e no ciclo de refrigeração.

3.7. Construção na etapa VI.

Esta etapa trata, basicamente, da implementação do sistema de medição de rotação e torque do sistema Motor/Compressor apresentado na Figura 3.13.

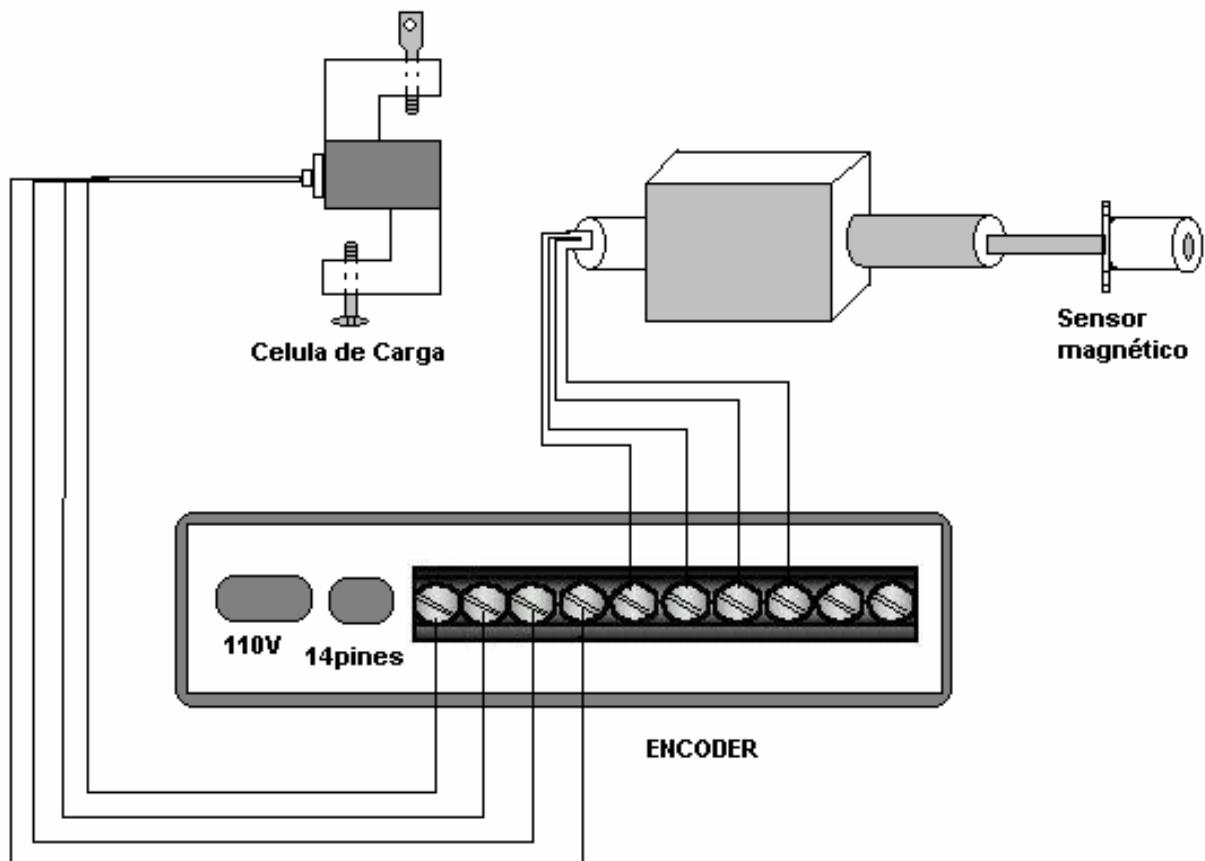


Figura 3.13- Esquema ENCODER.

O “encoder” trabalha com um software aplicativo desenvolvido em Delphi e as interfaces que usa com o usuário são mostradas na Figura 3.14.

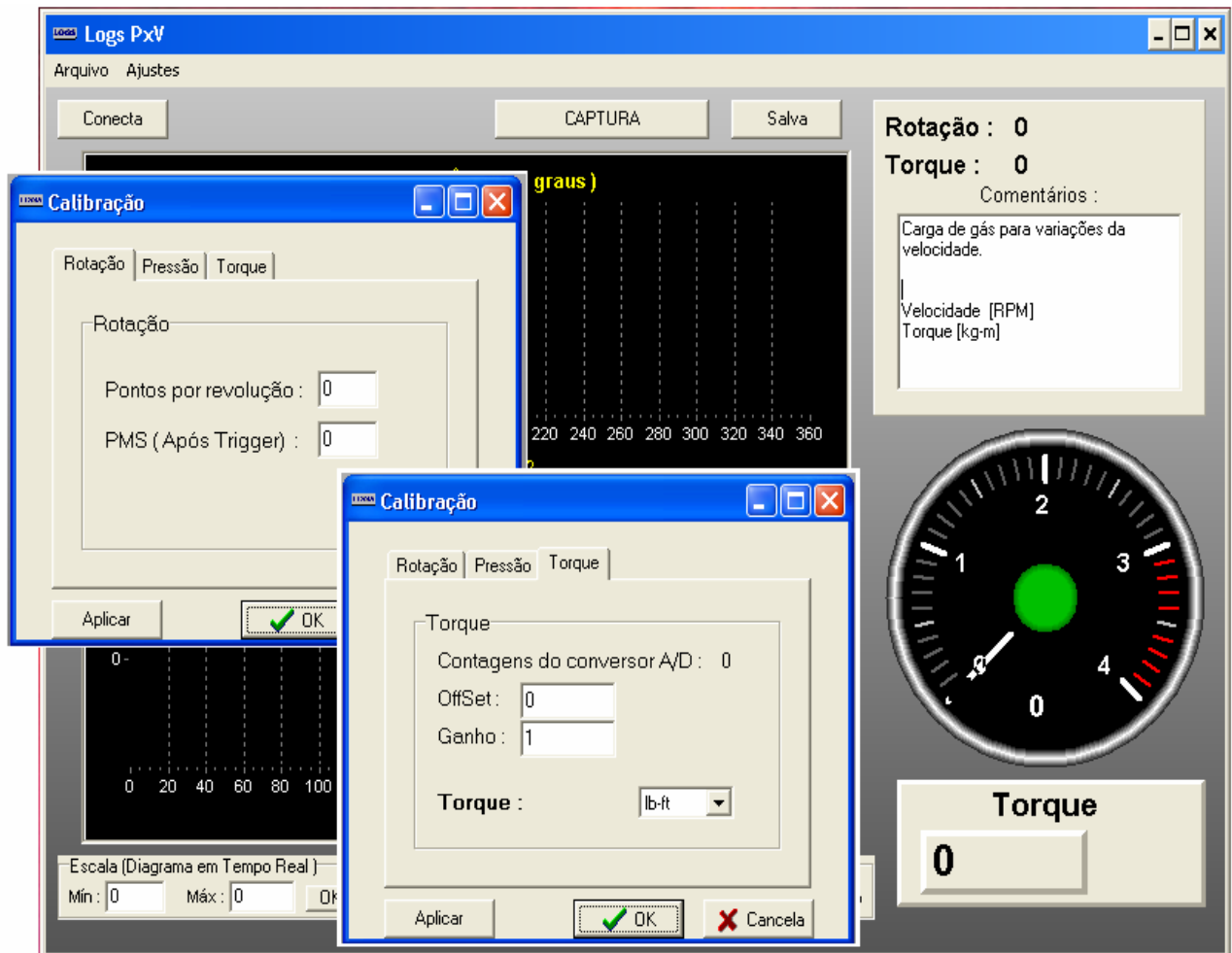


Figura 3.14- Interface de comunicação ENCODER.

O motor utilizado é do tipo indução gaiola de 3.7kW(5HP), 3485RPM, alimentação 220/230/440V que corresponde a 13,1/7,58/6,55A respectivamente. O sistema de transmissão é por correia e o compressor da marca Denso tipo 6P148A, HFC-134 com faixa de pressão de 3,53MPa e 1,67MPa do lado de alta e baixa respectivamente.

Um sensor magnético contabiliza as voltas do compressor, permitindo desta forma a leitura da rotação. O torque, em kg-m, se mede através de uma célula de carga, de capacidade máxima 20kg, acoplada a um braço fixo à carcaça do motor, especialmente adaptada para este fim.

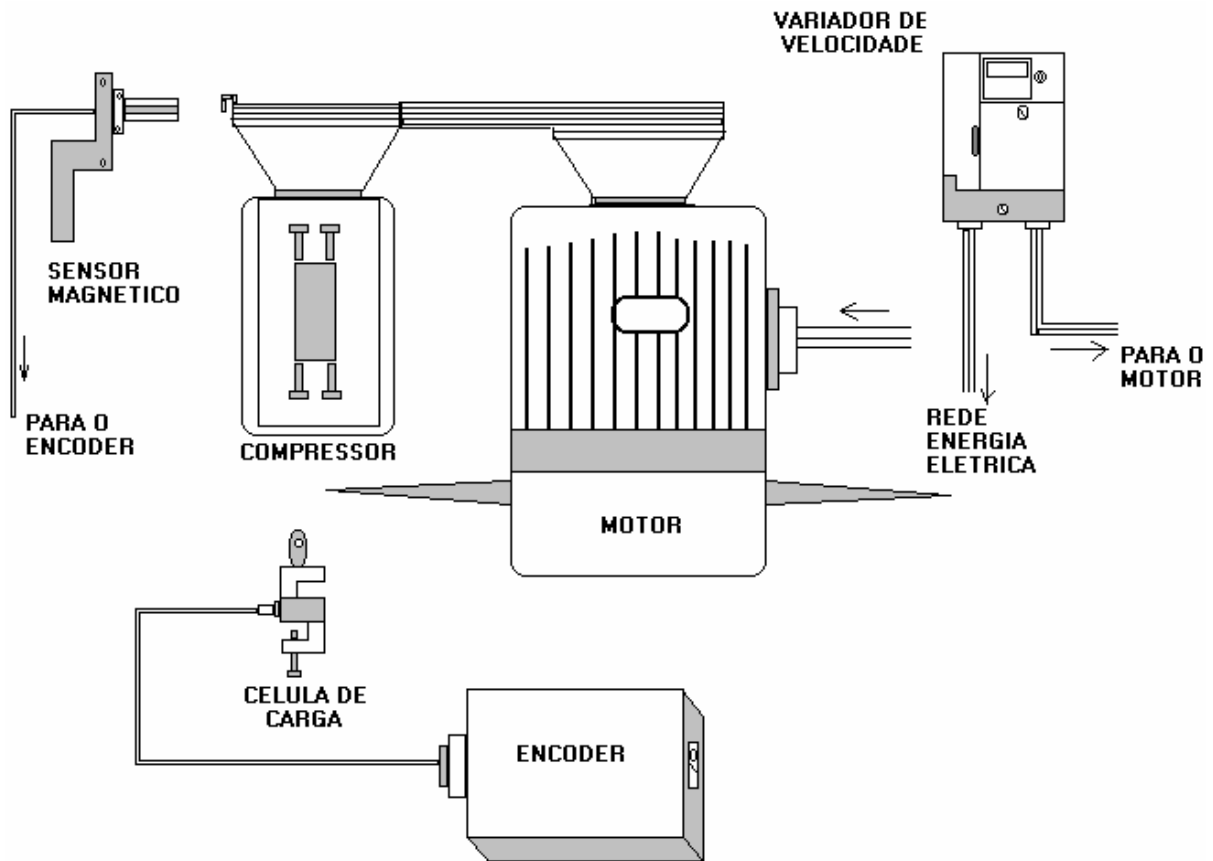


Figura 3.15.- Esquema do Monitoramento de Torque e rotação no Compressor.

3.8. Implementação do controle

Se fez a implementação de um programa em LabView, onde as interfaces de comunicação entre usuário e o software se apresentam nas figuras seguintes:

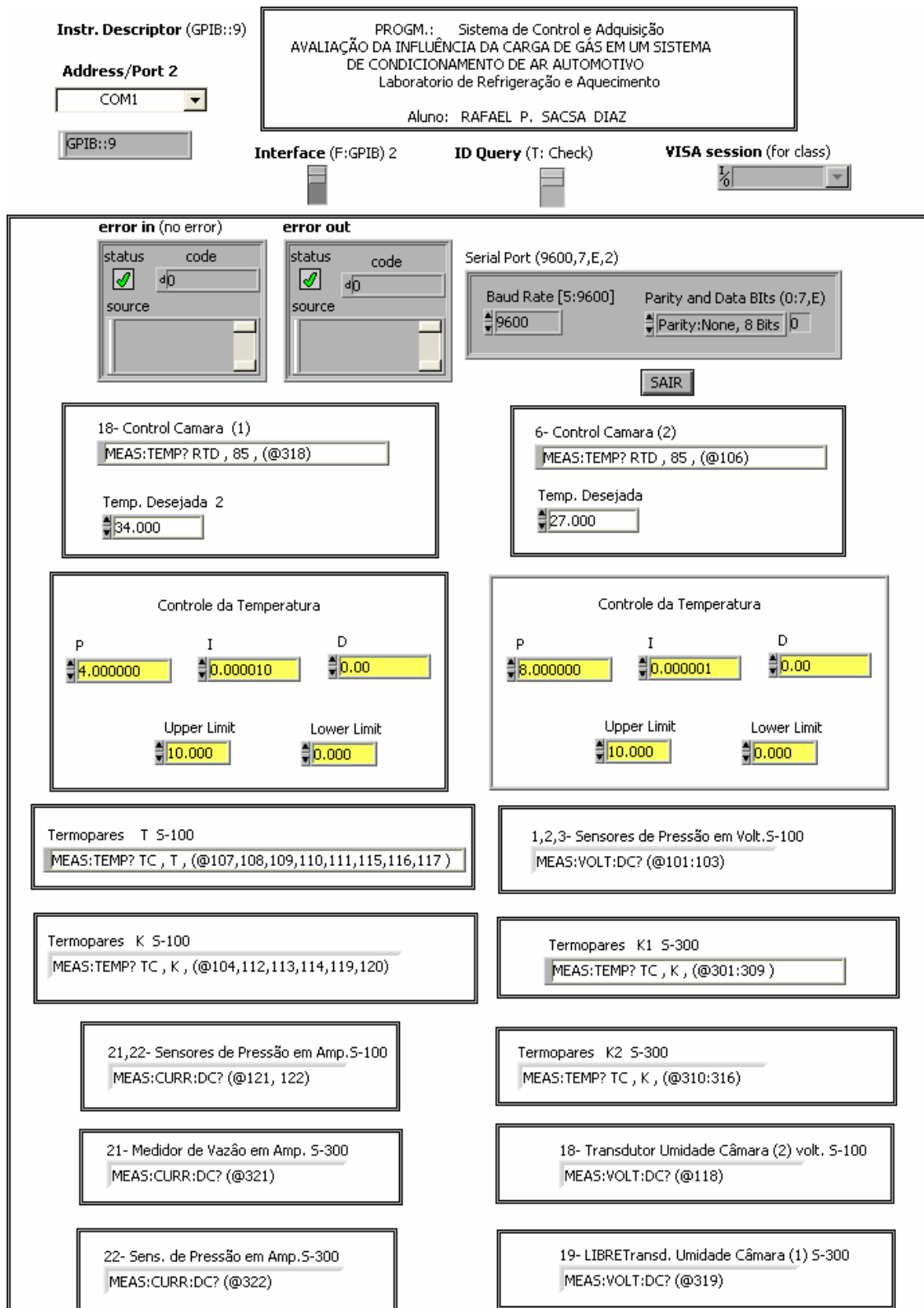


Figura 3.16- Interface principal de comunicação com o usuário feito no LabView.

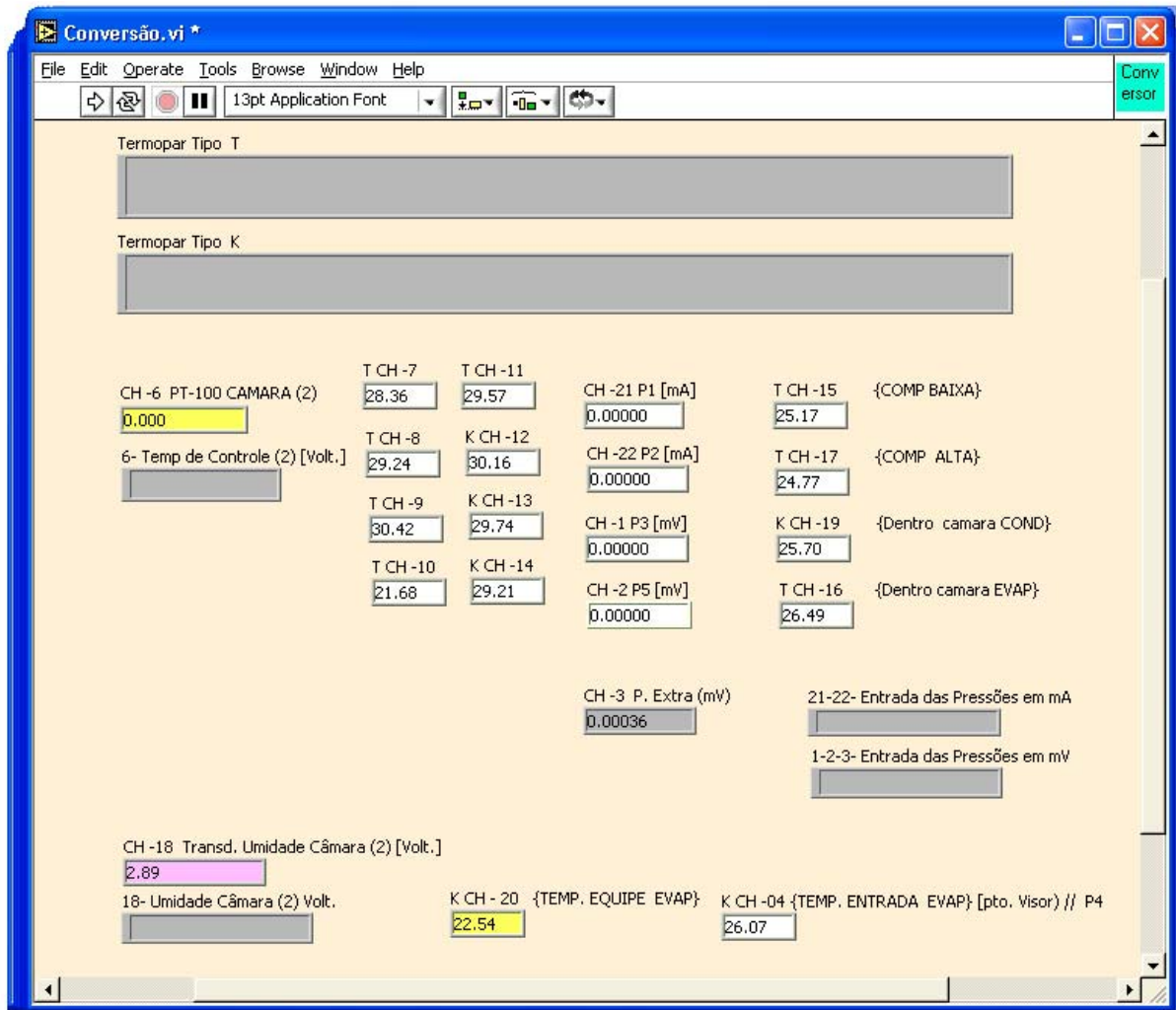


Figura 3.17- Interface de comunicação Conversão Câmara (2).

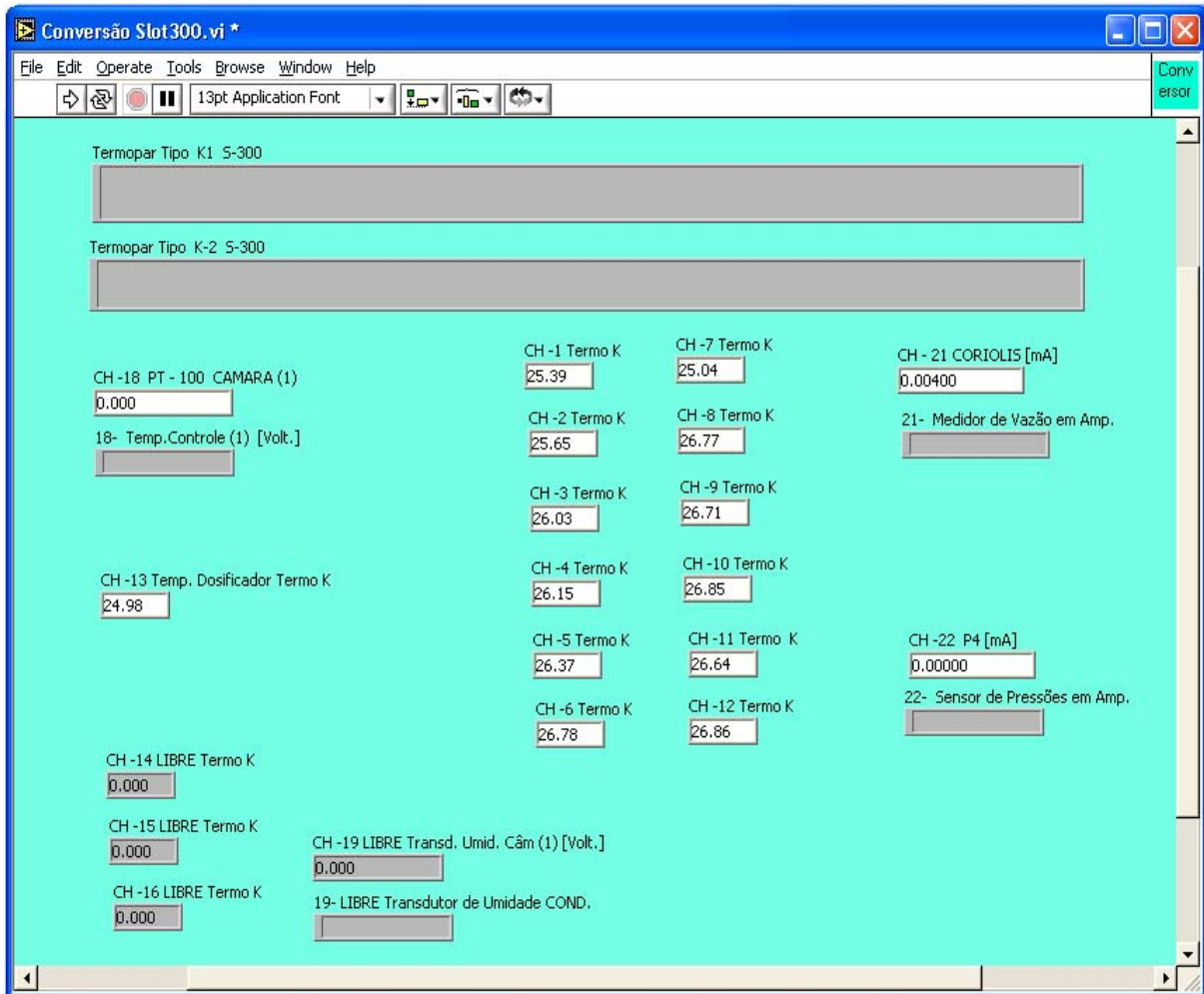


Figura 3.18- Interface de comunicação Conversão Slot300.vi Câmara (2).