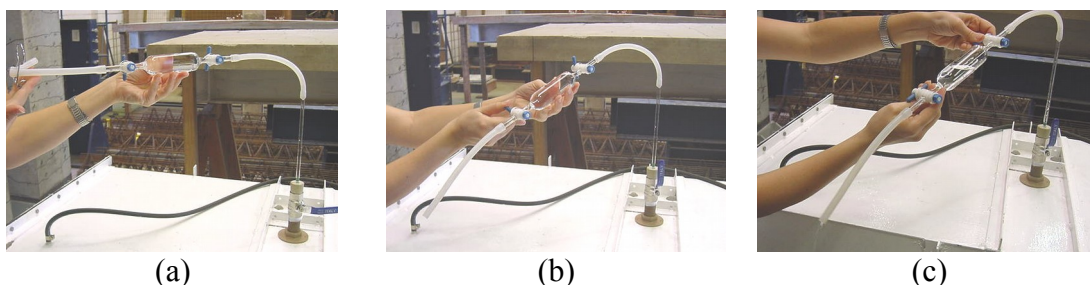


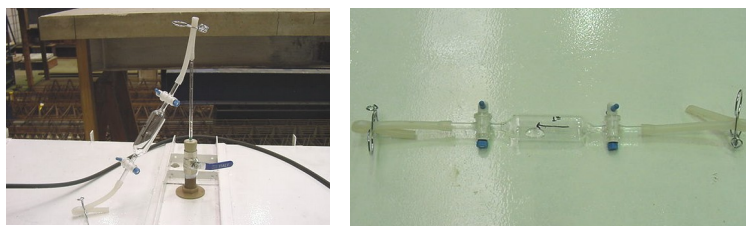
### C.3 - Calibração da câmara de carbonatação acelerada

A calibração da câmara de carbonatação seguiu os procedimentos abaixo:

- ✚ No registro de saída da câmara de carbonatação foi conectado um aspirador de pó;
- Objetivando trocar a atmosfera interna da câmara de carbonatação foi ligado o aspirador de pó e, simultaneamente, abriu-se o manômetro do cilindro de dióxido de carbono. Manualmente, abrindo e fechando o registro de saída de  $\text{CO}_2$  da câmara, manteve a pressão em aproximadamente 0,0  $\text{mmH}_2\text{O}$ , medida pelo pressostato;
- Após a troca da atmosfera foi inserido dióxido de carbono na câmara até uma pressão de 50  $\text{mmH}_2\text{O}$ ;
- Foi utilizado um frasco coletor de gás para retirar amostras do  $\text{CO}_2$  presente no interior da câmara. Esse frasco foi totalmente preenchido com água de forma que não ficassem bolhas de ar;
- O frasco coletor de gás foi conectado ao registro de saída da câmara que se encontrava fechado, figura C.3 (a). Em seguida abriu-se o registro da câmara e as duas torneiras do frasco coletor de gás, figura C.3 (b). Uma vez que a câmara estava sob pressão, a água do frasco foi expulsa e o volume preenchido pela água passou a ser preenchido pela atmosfera interna da câmara, figura C.3 (c);
- Após a saída de toda a água presente no coletor foram fechadas com presilha uma das extremidades da mangueira; as duas torneiras do coletor; a outra extremidade da mangueira; o registro da câmara e foi desconectado o frasco coletor de amostras, figura C.4. Em seguida marcou-se a direção do fluxo de entrada, para retirar a amostra a ser ensaiada desta região, figura C.4;



**Figura C.3** – Coleta da amostra da atmosfera interna da câmara de carbonatação.



**Figura C.4** – Amostra da atmosfera interna da câmara de carbonatação.

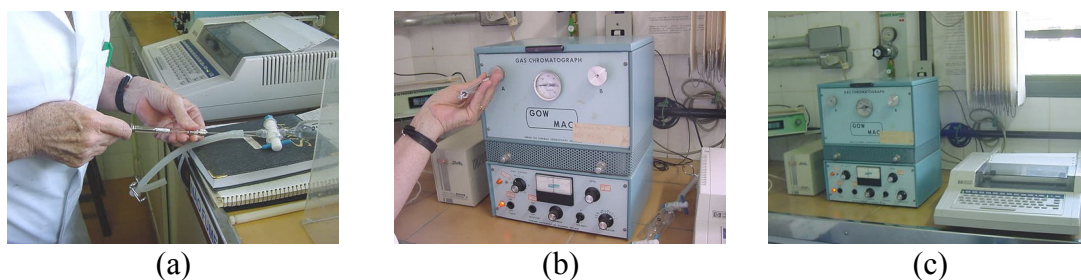
- Com o auxílio de uma seringa foi retirada uma amostra de 1 ml do coletor e através do cromatógrafo GOW MAC foi determinada a concentração de dióxido de carbono presente na câmara de carbonatação, figura C.5;

Esse cromatógrafo foi aferido para analisar amostras de dióxido de carbono e a equação C.1 é a sua curva de calibração com  $R^2 = 0,9993$ .

$$Y = 857423 \cdot X \quad (C.1)$$

Sendo: Y = área líquida;

X = volume de  $CO_2$  (ml).



**Figura C.5** – Ensaio para determinar a concentração de dióxido de carbono<sup>1</sup>.

- Com a utilização de um cromatógrafo realizou-se o ensaio de concentração, obtendo-se um valor médio de 50% em volume;

Vale salientar que a concentração de dióxido de carbono obtido no interior da câmara de carbonatação foi proporcionada pela troca da atmosfera: foi aspirado o ar existente e foi inserido dióxido de carbono.

#### **C.4. Calibração da câmara de carbonatação com menores dimensões**

As vigas em escala reduzida foram submetidas à atmosfera agressiva em uma câmara de carbonatação de menores dimensões desenvolvida por Silva (2002), a qual possui um volume de  $1,24 \text{ m}^3$  e as seguintes dimensões:  $1,15 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}$ , figura C.6. Essa câmara foi utilizada objetivando reduzir o consumo de dióxido de carbono.

<sup>1</sup> Ensaio realizado na Escola de Engenharia de São Carlos, no Departamento de Hidráulica e Saneamento.



**Figura C.6** – Câmara de carbonatação acelerada com menores dimensões.

O pressostato eletrônico programável, a solenóide e o transdutor diferencial foram instalados nessa câmara para manter automática a entrada do dióxido de carbono. O mesmo procedimento de calibração realizado na câmara com volume de  $2,63 \text{ m}^3$  foi realizado nessa câmara. A concentração de dióxido de carbono foi de 50%, umidade relativa de  $65 \pm 5\%$  e temperatura ambiente.

A mesma câmara de carbonatação foi utilizada para ensaiar apenas corpos-de-prova submetidos à concentrações de 1%. Vale ressaltar que a única diferença para obter estas concentrações foi o tempo de troca da atmosfera.

Foto da câmara

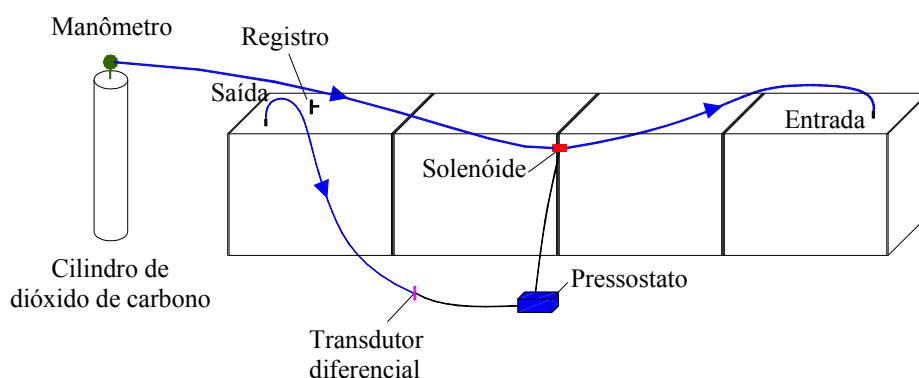
## **7. CÂMARA DE CARBONATAÇÃO ACELERADA.**

A câmara de carbonatação acelerada, construída para inserir a viga em escala natural possui um volume de  $2,63 \text{ m}^3$  e as seguintes dimensões:  $0,9 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 4,88 \text{ m}$ . Em sua confecção foi utilizada chapa de aço com  $3,0 \text{ m}$  de comprimento,  $1,22 \text{ m}$  de largura e  $3,0 \text{ mm}$  de espessura. Essa chapa foi dobrada com  $0,9 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 1,22 \text{ m}$ , formando uma seção retangular, a qual foi reforçada com cantoneiras de  $2,5 \text{ cm}$  nas duas extremidades e a cada  $0,4 \text{ m}$  ao longo do comprimento, figura 5.16. Para se obter um tamanho suficiente para inserir uma viga de três metros de comprimento, foram construídas quatro seções semelhantes. Essas seções retangulares foram unidas com parafusos e, na junção, foi utilizado massa de calafetar e silicone para realizar a vedação. Também foram confeccionadas duas tampas para as extremidades que foram parafusadas nas cantoneiras de reforço, figura 5.16. Um desenho esquemático da câmara pode ser observado na figura 5.17.

Na região interna da câmara têm-se trilhos para o deslocamento de carrinho, facilitando a entrada e a saída da viga.

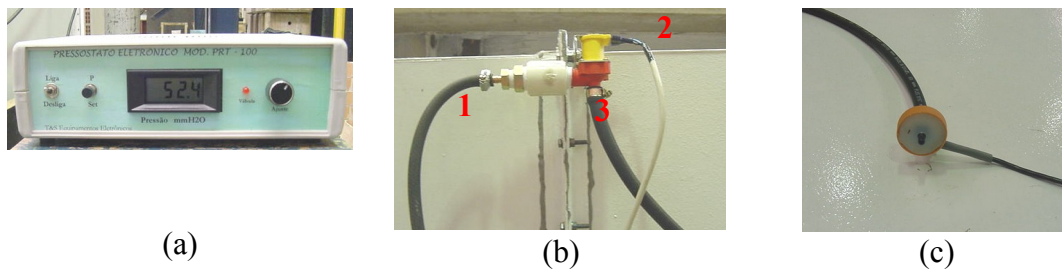


**Figura 5.16** – Câmara de carbonatação acelerada.



**Figura 5.17** – Desenho esquemático da câmara de carbonatação acelerada.

A umidade relativa no interior da câmara foi de  $65\% \pm 5\%$ , controlada por recipientes com água que foram colocados ao longo da câmara e por um desumidificador elétrico automático, o qual manteve a umidade constante. A câmara foi calibrada para manter uma concentração de 50% de dióxido de carbono. Para garantir essa concentração foi utilizado um pressostato eletrônico programável, um solenóide e um transdutor diferencial, figuras 5.17 e 5.18. O pressostato possui uma pressão máxima de trabalho de 100 mmH<sub>2</sub>O, precisão de  $\pm 5\%$ , display de cristal líquido e painel tipo bancada.



**Figura 5.18** – Detalhe dos dispositivos para controle da quantidade de CO<sub>2</sub> na câmara de carbonatação - **(a)** Pressostato eletrônico programável, **(b)** solenóide, **(c)** transdutor diferencial.

A montagem da câmara de carbonatação foi realizada como segue:

- A saída de CO<sub>2</sub> do manômetro foi ligada ao solenóide, figura 5.18 (b-1);
- A saída de CO<sub>2</sub> do solenóide estava ligada à entrada da câmara de carbonatação, figura 5.18 (b-3);
- O solenóide estava ligado ao pressostato, controlando a passagem do dióxido de carbono do solenóide para o interior da câmara, figura 5.18 (b-2);
- Em uma das extremidades da câmara de carbonatação foi conectado um transdutor diferencial, o qual estava ligado ao pressostato. Esse transdutor fornecia a pressão interna da câmara, figuras 5.17 e 5.18(c);
- O pressostato foi programado para manter o interior da câmara de carbonatação com uma pressão de 50 mmH<sub>2</sub>O. Quando a pressão interna da câmara de carbonatação diminuía o solenóide era acionado, abrindo a entrada do dióxido de carbono para o interior da câmara e quando a pressão pré-estabelecida era atingida o solenóide fechava automaticamente a entrada do CO<sub>2</sub>. Esse procedimento garantia que a pressão interna da câmara permanecesse constante.