

METROLOGIA NA TECNOLOGIA DO VÁCUO A PARTIR DO MÉTODO DA EXPANSÃO ESTÁTICA

Alicia Fernanda Rubio Pinheiro
Fatec São Paulo - alicia.pinheiro@fatec.sp.gov.br

Francisco Tadeu Degasperi
Fatec São Paulo - ftd@fatec.sp.br

1. Introdução

A metrologia é a ciência da medição e suas aplicações, abrangendo todos os aspectos teóricos e práticos, sendo ela crucial para avanços tecnológicos, aprimorando a precisão e confiabilidade dos equipamentos. Este projeto tem como objetivo a criação de um padrão primário de vácuo no Brasil a partir do método da expansão estática. Dessa forma, o projeto realizado atualmente, em parceria com a autarquia Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), tem como objetivo a expansão do gráfico de pressões medidas em relação as pressões calculadas, a partir da coleta de mais dados experimentais, para que a qualidade do arranjo experimental possa ser comprovada com um embasamento científico, alcançando a qualidade de um padrão primário brasileiro.

2. Metodologia

A metodologia utilizada durante a realização deste projeto se baseia no método da expansão estática, onde considera-se um volume de gás ideal, que é conservado durante o processo de expansão.

A partir do modelo de gás ideal e da conservação dos volumes, podemos utilizar a equação de Boyle-Mariotte (1), que deriva da equação dos gases ideais:

$$p_i \cdot V_i = n \cdot R \cdot T \tag{1}$$

Onde neste caso, apenas a pressão, o volume e a temperatura variam durante a expansão de gás, logo estas três variáveis podem ser igualadas em uma única equação:

$$\frac{p_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{p_f \cdot V_f}{T_f} \tag{2}$$

Sendo

p_i , V_i e T_i – Pressão, volume e temperatura iniciais, anterior a expansão.

p_f , V_f e T_f – Pressão, volume e temperatura finais, após a expansão.

Foi utilizado o arranjo experimental montado no laboratório de tecnologia do vácuo (LTV) da FATEC-SP. Nele existem sete câmaras que representam os volumes iniciais, e uma câmara de expansão, que representa o volume final. Durante as expansões, o gás utilizado foi o nitrogênio, que por ser um gás

molecular pode ser aproximado ao modelo do gás ideal. Três medidores foram utilizados para aferir a pressão final, dois deles fornecidos pelo INMETRO, e um terceiro que pertence ao LTV. Todos os volumes utilizados durante os cálculos foram previamente medidos.

3. Resultados e Discussões

Analisando a figura 1 e figura 2, que traz uma média entre os valores aferidos pelos medidores, verifica-se que os pontos apresentam uma boa colinearidade, que pode ser confirmada ao se verificar a equação da reta presente no canto superior esquerdo, onde o valor acompanhado de X deve ser mais próximo de 1, e o valor seguinte deve ser mais próximo de 0, para que a linha de tendencia esteja exatamente a 45°, demonstrando que os pontos experimentais estão próximos dos valores esperados teoricamente.

Figura 1 – Gráfico da curva experimental com o valor médio dos três medidores.

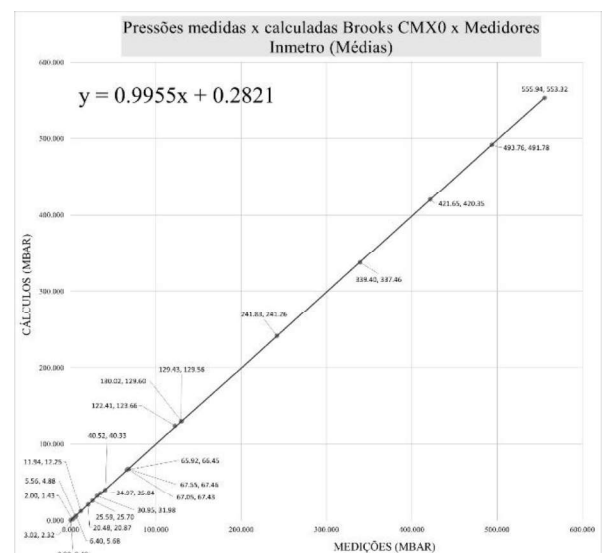


Figura 2 – Gráfico da curva experimental com o valor médio dos três medidores no limite inferior.

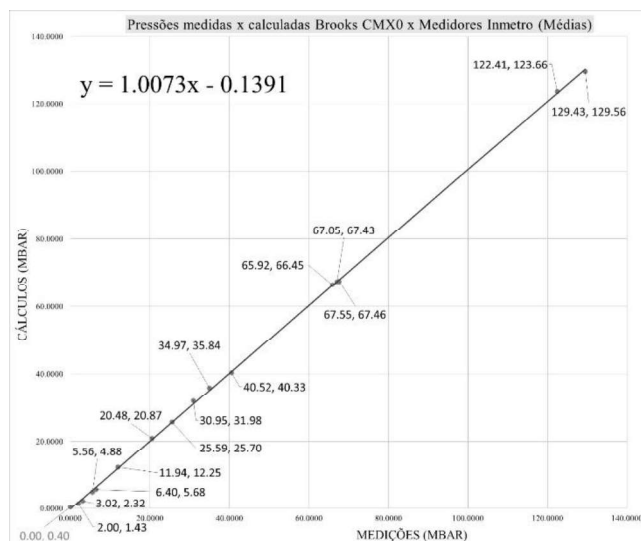
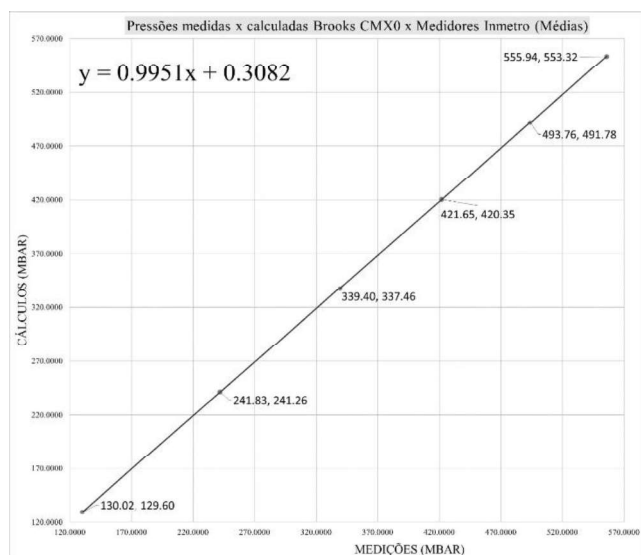


Figura 3 – Gráfico da curva experimental com o valor médio dos três medidores no limite superior.



A tabela 1 indica a média dos valores medidos e calculados das pressões finais.

Tabela 1 – Média das pressões finais

Média das Pressões		
	Medidas (mbar) - Brooks CMX0	Cálculos
C7	67.049	67.432
C6	34.969	35.840
C5	20.484	20.866
C4	11.943	12.252
C3	6.398	5.680
C2	3.022	2.317
C1	2.000	1.430
C5+C3	25.594	25.700
C5+C4	30.953	31.975
C6+C3	40.5230	40.3320
C6 + C5 + C4 + C2	65.9168	66.4496
C7 + C6 + C5 + C4	122.4123	123.6575
Todas as câmaras	129.433	129.5611
Limite Inferior 1	67.5490	67.4611
Limite Inferior 2	5.5573	4.8754
Limite Inferior 3	0.0000	0.4010
Limite Superior 1	130.0167	129.5975
Limite Superior 2	241.8260	241.2556
Limite Superior 3	339.3973	337.4584
Limite Superior 4	421.6533	420.3488
Limite Superior 5	493.7643	491.7762
Limite Superior 6	555.9413	553.3157

4. Conclusões

Os resultados obtidos a partir das novas expansões validaram a qualidade metrológica do arranjo experimental, a partir da Figura 1 e Figura 2, é possível se notar uma grande precisão no resultado obtido, logo que a reta esta proxima dos 45°, se aproximando de uma reta ideal. Foram observadas algumas diferenças entre os medidores do IMNETRO com relação ao do LTV, que possivelmente se deram por algum erro sistemático que deve ser investigado e corrigido.

5. Referências

- [1] ARAKAWA, Rodrigo. CARACTERIZAÇÃO DO PADRÃO PRIMÁRIO DE VÁCUO PELO MÉTODO DE EXPANSÃO ESTÁTICA. Fatec São Paulo, São Paulo, 2013.
- [2] DANTAS, Gabriel; CESAR, Kaio. Criação do padrão primário de Vácuo no Brasil pelo método de Expansão Estática. 2022.– Fatec São Paulo, São Paulo, 2022.

Agradecimentos

À instituição CNPq pela bolsa de iniciação científica e ao Professor Francisco Tadeu Degasperi a todo apoio o que nos possibilitou construir este projeto e a todos os alunos e ex-alunos do Laboratório de Tecnologia do Vácuo.