

SISTEMA METROLÓGICO DE PRESSÃO POR MEDIÇÃO ÓPTICA

Caio Pereira Marujo

caio.marujo@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP – CEETEPS São Paulo – SP

Francisco Tadeu Degasperi

ftd@fatec.sp.br

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP – CEETEPS São Paulo – SP

Eduardo Acedo Barbosa

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP – CEETEPS São Paulo – SP

Marcelo Bariatto Andrade Fontes

Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP – CEETEPS São Paulo – SP

Ruy Marcelo de Oliveira Pauletti

Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia do vácuo tem sido cada vez mais usada tanto em setores comuns quanto estratégicos, como a fabricação de componentes microeletrônicos. Por isso, a demanda para uma medição cada vez mais precisa vem se mostrando necessária.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver, testar e habilitar um sistema metrológico de pressão baseado na deflexão de uma membrana que, com medição óptica, tenha a qualidade de um sensor absoluto, isto é, determinado a partir de primeiros princípios.

2. METODOLOGIA

O projeto começou com a montagem da câmara de vácuo onde uma membrana defletora circular feita de aço inox 304L com um pequeno espelho localizado em seu centro foi instalada na câmara, dividindo-a em duas seções.

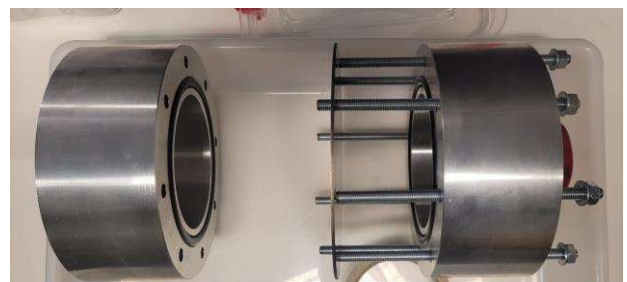


Figura 01 – Câmara de vácuo com membrana desmontada.

Após isso, a placa foi instalada em um suporte feito de PLA (*Polylactic Acid* - Ácido Polilático) e em uma de suas saídas foi acoplada a tubulação para um cilindro ligado à bomba mecânica de palhetas de vácuo que é responsável pela deformação da placa criando a diferença de pressão entre as seções.

Em seguida, foi montado o arranjo de um interferômetro, sendo esse baseado no Interferômetro de Michelson [1], para a medição dessa deformação, onde o laser é refletido por uma sequência de prismas até um espelho despolido em que as ondas convergem e formam ondas, que são capturadas por uma câmera.

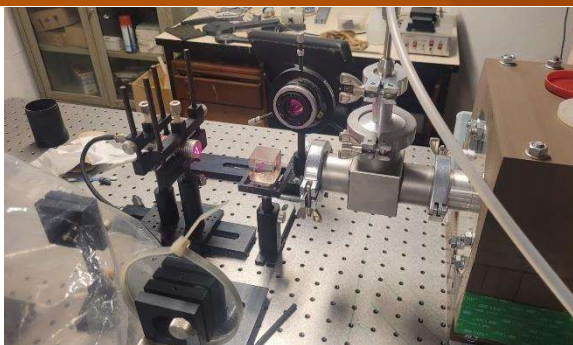


Figura 02 – Arranjo experimental total - óptica e vácuo.

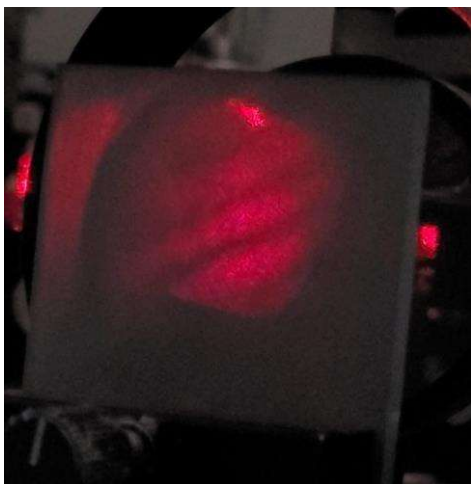


Figura 03 – Franjas sendo refletidas no espelho despolido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram feitas 4 medições no interferômetro, sendo duas a cada 50mbar e duas a cada 25mbar. Após essas medidas, foram efetuados gráficos de Pressão (mbar) x Franjas e posteriormente um gráfico de Deslocamento (μm) x Pressão (mbar)

O deslocamento foi calculado pela fórmula (1), onde λ tem um valor constante de 0,6553 e Δ_f representa o número de franjas.

$$\Delta_x = \frac{\Delta_f \times \lambda}{2} \quad (1)$$

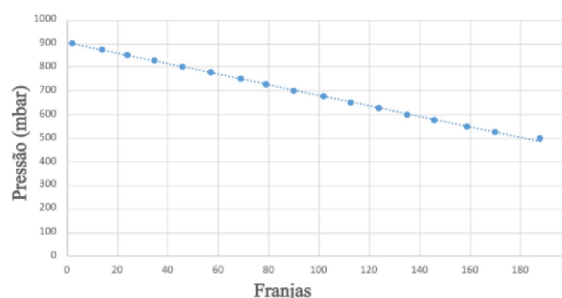


Figura 04 – Curva da variação de pressão.

Fonte: Marujo, C. (2025).

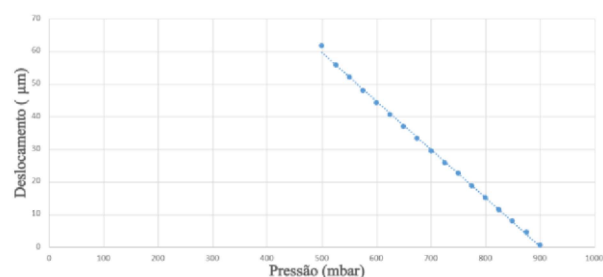


Figura 05 – Curva do deslocamento da placa defletora.

Fonte: Marujo, C. (2025).

Tabela 01 – Medidas dos gráficos anteriores.

Franjas	Pressão (mbar)	Deslocamento (μm)
2	900	0,6553
14	875	4,5871
24	850	7,8636
35	825	11,46775
46	800	15,0719
57	775	18,67605
69	750	22,60785
79	725	25,88435
90	700	29,4885
102	675	33,4203
113	650	37,02445
124	625	40,6286
135	600	44,23275
146	575	47,8369
159	550	52,09635
170	525	55,7005
188	500	61,5982

Fonte: Marujo, C. (2025).

Sabendo que a pressão muda a concentração de moléculas do ar, que por sua vez diminui seu índice de refração, a comparação entre os dois feixes (um em pressão atmosfera e outro exposto a uma pressão variando de 900mbar a 500/400mbar) gerou a informação de uma deflexão de, na média entre as 4 medições de 0,15075 $\mu\text{m}/\text{mbar}$.

4. CONCLUSÕES

Embora os resultados ainda sejam preliminares, os dados obtidos até o momento mostraram-se promissores e coerentes com as expectativas iniciais, indicando um elevado potencial para o desenvolvimento e consolidação do sistema metrológico de pressão proposto.

REFERÊNCIAS

[1] HECHT, E. *Optics*. 5. ed. Global Edition. Boston: Pearson Education, p. 424 – 429, 2017.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica, professor Dr. Francisco Tadeu Degasperi e demais professores pela oportunidade e orientação e ao Laboratório de Tecnologia do Vácuo (LTV) e Laboratório de Óptica Aplicada (LOA), ambos da FatecSP pelo empréstimo de equipamentos e do espaço.

¹ Aluno de IC com bolsa Pibic-CNPq.