

# FLANGES CEGOS PARA VÁCUO OBTIDOS POR IMPRESSÃO 3D UTILIZANDO PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL

Henrique Chaves Gulino

Fatec São Paulo – EPUSP - henriquemg550@gmail.com

Francisco Tadeu Degasperi

Fatec São Paulo

Ricardo Cardoso Rangel

Fatec São Paulo – EPUSP - rrangel@lsi.usp.br

## 1. Introdução

A tecnologia do vácuo é utilizada em muitas etapas de fabricação e transformação de diversos produtos e também é utilizada intensamente na área de pesquisa [1].

Alguns exemplos de aplicações, de destacada importância econômica, são a fabricação de fármacos e semicondutores. Apesar da grande importância, o ensino de tecnologia do vácuo é deficiente no país. Em parte, este problema deve-se ao acesso a sistemas de vácuo serem limitados por causa dos custos econômicos [2].

Este trabalho apresenta uma alternativa de baixo custo, baseada em impressão 3D utilizando PLA (ácido polilático), que é um plástico biodegradável, para obtenção de componentes de vácuo. O PLA foi escolhido por ter baixo custo e baixo impacto ambiental.

Para o desenvolvimento foram testados flanges cegos do tipo *KF-25(Kwick Flange)*, por serem componentes simples e amplamente utilizados em aplicações de pré-vácuo (até  $10^{-1}$  mbar).

## 2. Metodologia e Materiais

Para a fabricação dos flanges cegos, foi utilizada uma impressora 3D, da tecnologia de Fabricação de Filamento Fundido (FFF), onde o filamento é aquecido até atingir a temperatura de fundição do material e posteriormente ocorrer a sua deposição através do bico de precisão.

Uma impressora 3D do tipo FFF funciona aquecendo um filamento de plástico, como PLA ou ABS, e depositando-o em camadas finas sobre uma plataforma. A plataforma desce gradualmente enquanto a cabeça de impressão se move em coordenadas X, Y e Z, depositando o material derretido em padrões predefinidos. À medida que as camadas se acumulam, o objeto 3D é formado. Esse processo é repetido até a conclusão da impressão.

Para a idealização do modelo tridimensional do flange, foi utilizado o *software* Autodesk Inventor, posteriormente é gerado um arquivo *STL*, onde o mesmo será configurado em um *software* de fatiamento de objetos para serem interpretados pela impressora 3D, durante o seu funcionamento, após este processo, temos o resultado final da peça projetada.

A seguir, na Figura 1, será apresentado o fluxograma de todas as etapas descritas anteriormente.

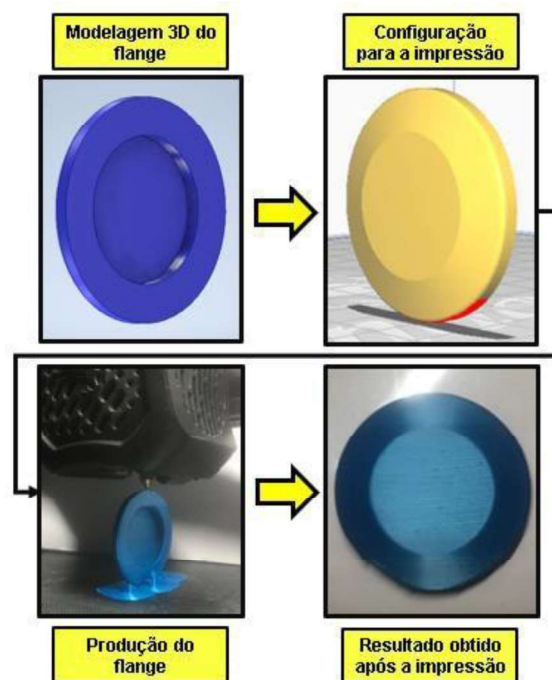


Figura 1- Diagrama esquemático das etapas seguidas, para a construção do flange.

Para a realização dos testes em ambiente de vácuo, foi retirado um flange de alumínio (que é utilizado por possuir uma excelente estanqueidade) da evaporadora *Edwards 306*, do Laboratório de Sistemas Integráveis – LSI- EPUSP e adicionado o flange construído em PLA, e feito vácuo.

Este equipamento é composto por uma bomba mecânica de palhetas de duplo estágio, uma bomba difusora, dois medidores Pirani, um medidor Penning e a câmara de vácuo.

## 3. Resultados

Durante a elaboração deste trabalho, foi perceptível a grande diferença macroestrutural entre os flanges trançado e o unidirecional. Nas Figuras 2 e 3, são expostas as micrografias dos flanges produzidos. Quando analisamos, de maneira individual, o flange trançado é possível notar a alta densidade de poros, entre cada camada depositada pela impressora 3D.

Mas, quando o flange unidirecional, foi submetido a uma análise microscópica, com resolução de  $1\mu\text{m}$ , não foi detectado a presença de poros, apenas finas linhas de

adesão de camada sobre camada. Podendo assim, reduzir significativamente a pressão, quando comparado ao flange trançado.

Ainda, com perspectivas de melhorar o desempenho do flange unidirecional, o mesmo foi submetido a um polimento mecânico na extremidade externa, onde o anel de vedação e o anel de centragem são acomodados quando acoplados a um sistema. Na Figura 4, temos o antes e depois, do polimento mecânico do flange, que colaborou significativamente para a redução da pressão no sistema.

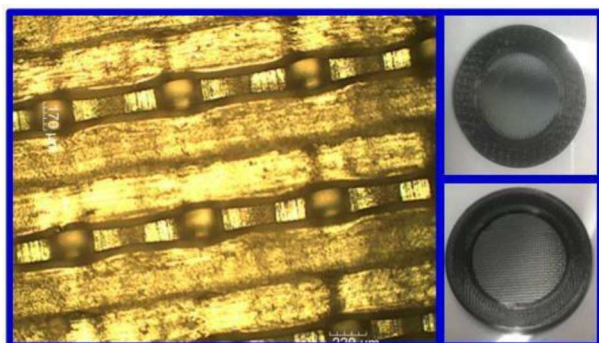


Figura 2 – Imagens da análise microscópica e também, do flange trançado.

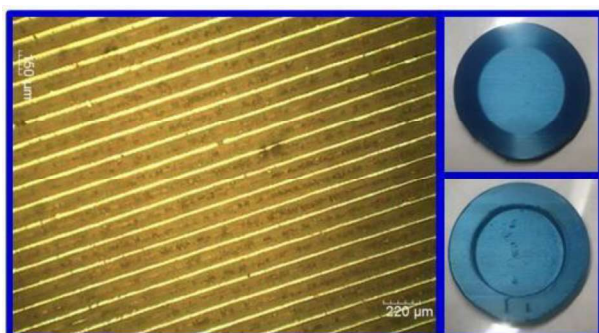


Figura 3 - Imagens da análise microscópica e também, do flange unidirecional.

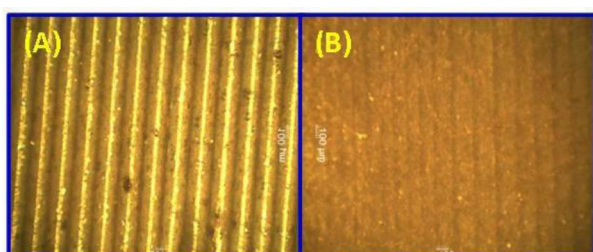


Figura 4 – (A) Flange antes do polimento mecânico, e suaves linhas aparentes; (B) Flange após o polimento mecânico, linhas quase imperceptíveis.

Após, o desenvolvimento do atual trabalho, todos os flanges mencionados neste artigo foram submetidos ao teste de pressão. No gráfico da Figura 5, são expostos os resultados obtidos, sendo o flange unidirecional, o melhor resultado, comparado ao flange trançado, houve uma redução de 10 vezes na pressão final.

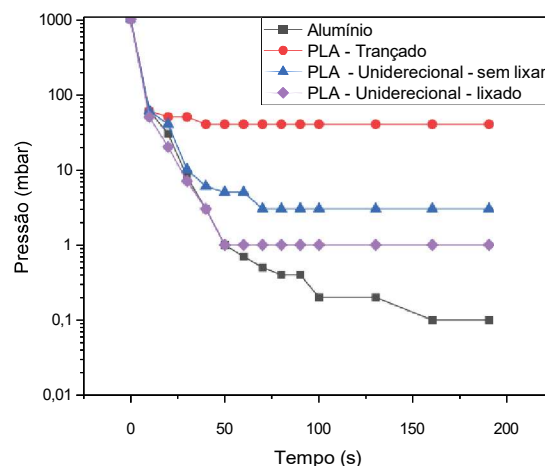


Figura 5 – Resultados de Pressão em função do Tempo para os flanges testados.

#### 4. Conclusões

Após a série de evoluções, tanto no método de obtenção do flange, como no pós-tratamento, foi possível notar a evolução da pressão final, de todos os flanges testados.

Sendo o melhor resultado, o flange unidirecional lixado, chegando a reduzir a pressão final 10 vezes mais do que o flange trançado. Com base, nos atuais resultados, é promissor o uso da técnica para a construção de novas peças.

#### 5. Referências

- [1] F.T. Degasperi – Contribuições para análise, cálculo e modelagem de sistemas de vácuo – DOI: 10.47749/UNICAMP.2006.399705
- [2] M. Lubitz, et. al. Cost-Effective Systems for Atomic layer Deposition. J. Chem. Educ. 2014,91, 1022-1027.

#### Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida, e ao Laboratório de Sistemas Integráveis – LSI-EPUSP.

<sup>1</sup> Aluno de IC do CNPq.