

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE DOIS NOVOS MODELOS DE MEDIDORES DE VAZÃO, DO TIPO ROTÂMETRO, ATRAVÉS DA MANUFATURA ADITIVA

Rodolfo Ramos Castelo Branco¹; Ketinlly Yasmyne Nascimento Martins²
¹ Universidade Federal de Campina Grande, rodolfo.ramos@outlook.com.br
² Universidade Estadual da Paraíba, yasmynefisio@hotmail.com

Introdução

A partir da inovação tecnológica e o avanço nos processos de fabricação, podemos destacar a Prototipagem Rápida, que segundo Volpato (2007), pode ser definida como um processo de fabricação através da adição de material em forma de camadas planas sucessivas, isto é, baseado no princípio da manufatura por camada. Esta tecnologia permite fabricar componentes físicos em 3 dimensões (3D), com informações obtidas diretamente do modelo geométrico gerado no sistema CAD, de forma rápida, automatizada e totalmente flexível. Hoje, o termo utilizado para este processo de fabricação é Manufatura Aditiva (MA), devido ao fato de não se caracterizar o produto somente como protótipo, e sim como produto final.

Nesta ótica, confere agilidade, versatilidade, eficácia e precisão. Tal tecnologia é totalmente viável na construção de peças essencialmente complexas e extremamente confiáveis, sendo possível atender praticamente todas as necessidades.

No que diz respeito a rotâmetro, Delmée (2003) afirma que este é um medidor de vazão de área variável que resulta do deslocamento de um flutuador num tubo cônico ou de um obturador cônico ou em forma de pistão, que descobre áreas de passagem na sede ou no cilindro, fazendo parte do corpo do medidor.

Tendo como objetivo o desenvolvimento e aplicação de dois novos medidores de vazão do tipo Rotâmetro através da MA. Em específico a análise por meios de testes experimentais, através da eficiência dos Rotâmetros, mediante a vazão volumétrica com auxílio de uma bomba hidráulica do tipo centrífuga radial; e comprovação da eficácia da MA.

Portanto, em relação a essa pesquisa, o mesmo é exposto de forma clara e objetiva, pois apresenta como instrumento o absoluto entendimento do seu conteúdo. Desde já, este documento, está disponível a apreciação crítica do leitor, na certeza de que tal contribuição é indispensável ao aprimoramento do tema..

Metodologia

FASE 1: Desenvolvimento (Modelagem e Dimensionamento)

Para desenvolver os dois novos modelos de medidores de vazão do tipo Rotâmetro (objeto de estudo), primeiro foi realizado o dimensionamento de um Rotâmetro Comercial (denominado desta forma durante o projeto), o qual se encontra a disposição no Laboratório de Máquinas Hidráulicas e Pneumática – UFCG/UAEM (Unidade Acadêmica Engenharia Mecânica). A partir desse dimensionamento foram desenvolvidas as criações de duas novas peças com formatos e dimensões diferentes da convencional, através do Software CAD Autodesk Inventor.

Os novos Rotâmetros foram denominados como sendo Projeto 01 e Projeto 02, para dar início a modelagem CAD, utilizando o Autodesk Inventor, desenvolveu-se o Tubo Central, tendo como o corpo cilíndrico reto na parte externa e um corpo cilíndrico de área variável na parte interna. Foram criadas extensões com roscas cônicas NPT seguindo a NBR12912, no qual, servira para o acoplamento das Tampas de Conexões, ajustando-se em tubos comerciais 3/4pol. Finalizando assim, o Rotâmetro Projeto 01. Para o desenvolvimento do Rotâmetro Projeto

02, utilizou-se o mesmo princípio do Projeto 01, aumentando apenas o seu diâmetro interno do cilindro de área variável. Também foram desenvolvidas as escalas de graduação Rotâmetro Projeto 01: Iniciando-se com 0 L/min, até 10 L/min (de 1 em 1 L/min) e Rotâmetro Projeto 02: Iniciando-se com 0 L/min, até 70 L/min (de 6 em 6 L/min).

FASE 2: Produção (Manufatura Aditiva)

Para o processo de fabricação dos Rotômetros, utilizou-se o processo de MA, no Laboratório de Tecnologias 3D (LT3D) pertencente ao Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde – NUTES da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Primeiramente, após as modelagens das peças, foram realizadas as exportações dos arquivos em .STL através do Software Autodesk Inventor. Posteriormente importado na impressora 3D da Stratasys - Connex 350, no qual, possui um Software embarcado, o Objet Studio, que proporciona a visualização real da Bandeja de Construção da Impressão, onde são colocados os arquivos .STL. O Objet Studio é usado para carregar e manipular (posicionamento) os arquivos necessários na Bandeja de Impressão, permitindo a seleção de materiais e validação do arquivo.

Após esse processo de posicionamento, define-se os tipos de materiais (foto polímero metacrilato) e validações dos arquivos, realizando assim a impressão 3D. O processo de fabricação da Connex 350 ocorre através da deposição do material por jateamento, esse material é uma resina fotocurável, isto é, um polímero em estado líquido que solidifica-se com a luz ultra violeta (UV). Após a conclusão da impressão, a peça é colocada em uma Máquina Pressurizadora, com jato d'água pressurizado retira-se o material Suporte da peça impressa, determinando assim o produto final, o Rotâmetro propriamente dito.

FASE 3: Procedimentos Experimentais

Inicialmente foram feitas todas as ligações do sistema hidráulico com as tubulações e conexões, interligadas junto à bomba hidráulica, esta bomba está acoplada em uma base de madeira e fixada em cima de uma caixa d'água, onde foi feita a escorva da bomba hidráulica.

Com isso, dispôs o Rotâmetro Projeto 01 em posição vertical e na sua entrada instalou-se uma válvula de gaveta que controla o fluído, já na saída conectou-se uma curva e conexão engatada a uma mangueira, onde o fluxo da água é retornado para caixa d'água, também na entrada existe outra válvula de gaveta para reduzir a pressão do fluido. Para validação do Balde Graduado, foram feitas verificações através de uma proveta, e com isso foi checado e comprovado a correta graduação do Balde.

Realizada a instalação do Rotâmetro Projeto 01 e validação do Balde Graduado, ligou-se a bomba hidráulica, regulou-se a válvula de gaveta à posição do Flutuador na marcação de 1L/min. Deixando o Flutuador nesta posição, utilizou-se o Balde Graduado e preencheu-o até atingir 60 segundos, medido com um cronômetro, após isso, retirou a mangueira e verificou a medida do Balde Graduado, assinalando a tabela referente à medida do Balde e do Rotâmetro. Fazendo este mesmo procedimento para os demais pontos (citado na Fase 1) de vazão do Rotâmetro, e repetindo essa sequência em três ciclos de coleta. O mesmo procedimento foi usado para o Rotâmetro Projeto 02 e promovido à verificação e coleta de dados.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos por meios de testes experimentais, nos quais os Rotômetros foram submetidos, foram registrados em tabelas. Realizando assim, três ciclos de medição para os dois Rotômetros, no Projeto 01 cada ciclo representou dez coletas de dados, e no Projeto 02 com 4 coletas cada ciclo. Nas tabelas constam a Medida Graduada (L/min), Medida Rotâmetro (L), Medida Balde Graduado (L) e Erro Percentual.

✓ Rotâmetro Projeto 01

1º Ciclo de Medição: observou-se que a medida do balde graduado ficou muito próxima ou até igual à medida da

escala de graduação do Rotâmetro Projeto 01. Em relação aos erros percentuais, temos uma máxima de 5,00%, considerado muito pouco para medição. Podemos destacar que na medida de 1L/min e 5L/min, obteve 0,00% de erros. Relatando uma média total de erro de 3,10%, considerado muito baixo.

2º Ciclo de Medição: verificou-se que as medidas do balde graduado também não obtiveram diferença muito grande em relação à medida da escala de graduação do Rotâmetro Projeto 01, no qual também ficou bastante parecido com as do 1º ciclo de medição. Em relação aos erros percentuais, notou-se que, com 1L/min, 3L/min e 4L/min, atingindo 0,00% de erro e o máximo de 5,00% de erro para a medida de 2L/min, apresentando média total de 2,42% de erro, isto é, mais baixo que as do 1º ciclo.

3º Ciclo de Medição: revelou-se uma única medida diferente, foi no ponto de 5L/min, pois registrou no 3º ciclo o correspondente a 4,00% de erro e no 2º ciclo de 3,00%, sendo assim uma diferença de 2,00%. Evidenciou-se ainda média total do 3º ciclo de 1,92% de erro.

✓ **Rotâmetro Projeto 02**

Analisando as medições do Rotâmetro Projeto 02, vimos que as medidas foram iguais para os três ciclos de medição, ou seja, nos 1º, 2º e 3º Ciclo de Medição. Mostrou-se que no ponto de 4L/min obteve-se 0,00% de erro, determinando a sua precisa medição. No ponto de 10L/min, notamos que no balde graduado obteve-se 9,0L medidos, e significativa diferença percentual de 10,00% de erro, podendo-se constatar que possivelmente foi em virtude da multiplicação dos segundos do cronometro na hora do procedimento de encher o balde graduado. Os demais pontos, também constatou-se que nas medidas de 16L e 22L, foi obtido 15,0L e 21,0L de medida no balde graduado, uma diferença de 1,0L, com os respectivos erros de 6,25% e 4,54%. Muito embora, mesmo apresentando erros elevados, a média total ficou de 5,20% de erro, podendo-se considerar como baixo.

Conclusões

De acordo com os resultados encontrados, conclui-se que: Os erros relatados foram devido às perdas de cargas nos tubos e conexões; O manuseio de acionamento do cronômetro e enchimento do balde graduado ser um pouco impreciso.

Em relação ao produto final (Rotâmetro Projeto 01 e 02), inferimos que: Apresentaram ótima eficiência de medição; Mostraram ser bastante funcional, podendo ser perfeitamente aplicado em qualquer indústria ou laboratórios de medições.

No que diz respeito à prototipagem rápida para os Rotâmetros Projeto 01 e 02, concluímos que: Mostrou-se a sua comprovação de eficiência e precisão; Possui uma ótima tolerância de medição da peça; Uma perfeita qualidade superficial; Grande facilidade no processo de fabricação de peças; Perfeita utilização da peça como um produto final; Proporciona facilidade na criação de peças complexas, com baixíssimo nível de dificuldade; Pode-se considerar como uma inovação tecnológica; Uma melhor otimização em projetos de produto final; Baixa relação de ruídos em comparação a outros processos de fabricação; Redução de custos em relação à projetos; Sem auxílio de ferramental para desenvolvimento de peças;

Palavras-Chave: Medidor de vazão, Rotâmetro, Manufatura Aditiva, STL.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12912: Rosca NPT para tubos - Dimensões. Rio de Janeiro, 1993.
- DELMÉE, Gerard J. Manual de Medição de Vazão. 3ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2003.
- VOLPATO, Neri (org.). PROTOTIPAGEM RÁPIDA: Tecnologias e Aplicações. São Paulo: Blucher, 2007.