



Calibração do Viscosímetro Rotativo Microprocessado QUIMIS Q860M21

RESUMO

Matheus Felipe Rodrigues da Costa
matheusfeliperdc@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Fernando da Silva Alves
sojagado@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

David da Silva Simeão
dvsimeao@yahoo.com.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

OBJETIVO: Calibrar o Viscosímetro Rotativo Microprocessado QUIMIS Q860M21 com o intuito de diminuir a quantidade de amostra necessária para os ensaios e aumentar o *range* e a precisão das medidas realizadas. **MÉTODOS:** Através da literatura uma modelagem matemática foi deduzida para descrever a viscosidade obtida em função da nova geometria imposta para o porta amostra. **RESULTADOS:** Foi obtida uma constante de calibração que permite a análise de diversos fluidos com precisão, utilizando um equipamento que antes não seria capaz de realizar tais medidas. **CONCLUSÕES:** A quantidade de amostra necessária para a análise foi reduzida consideravelmente e o *range* de trabalho do aparelho foi aumentado em aproximadamente 10 vezes, realizando medida de fluidos pouco viscosos que antes não seria possível.

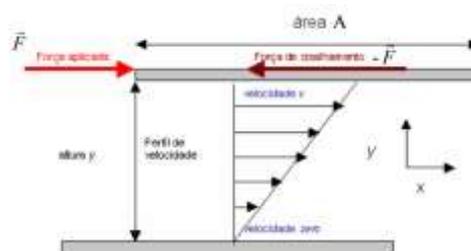
PALAVRAS-CHAVE: Viscosímetro. Calibração. Fluidos.

INTRODUÇÃO

A reologia pode ser definida como a ciência que descreve o escoamento de corpos sob a influência de tensões, ou seja, estuda a deformação e o fluxo de matéria. Este estudo pode ser aplicado em materiais que se encontram no estado líquido, gasoso e até mesmo no estado sólido [1].

Um fator importante para a análise reológica de um material é a sua viscosidade. Por definição, viscosidade é a resistência que uma substância apresenta ao escoamento. O modelo das placas paralelas auxilia da definição matemática da viscosidade. O esquema do experimento pode ser visualizado na Figura 1 [2].

Figura 1: Fluxo entre duas placas paralelas [2].



Partindo disso temos que a tensão de cisalhamento (quociente entre a força aplicada F e a área da placa A) é diretamente proporcional à variação da velocidade ao longo da direção normal às placas (taxa de deformação), como pode ser observado na Equação 2 [2].

$$\tau \propto dv/dy \quad (2)$$

Esta equação pode ser transformada em uma igualdade mediante um constante, obtendo-se assim a Equação 3, sendo a constante de proporcionalidade μ , a viscosidade dinâmica do fluido [2].

$$\tau = \mu dv/dy \quad (3)$$

De acordo com Newton, a curva equivalente a Equação 2 para um líquido ideal seria uma linha reta, com início na origem e uma proporcionalidade entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, assumindo que o mesmo escoamento em regime laminar. Sendo assim, através desta proporcionalidade só haverá um único valor de viscosidade para um determinado valor de pressão e temperatura. Um exemplo de um fluido considerado Newtoniano é a água [1].

Todos os outros fluidos que não exibem esse comportamento de fluxo ideal são chamados de líquidos não-Newtonianos, ou seja, são aqueles que seu comportamento reológico depende da variação da taxa de deformação como Pseudoplásticos, Dilatantes e Plásticos de Bingham. Ainda podemos ter fluidos em que seu comportamento reológico depende do tempo, como é o caso dos fluidos que apresentam Tixotropia ou Reopexia [4].

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a calibração do viscosímetro envolveu duas etapas, sendo elas, a modelagem matemática e medidas de viscosidade de um fluido de calibração que possui viscosidade tabelada.

Modelagem Matemática

A viscosidade dinâmica de um fluido (μ) pode ser definida, rearranjando-se a Equação 3, juntamente com o conceito de tensão de cisalhamento já citada, obtendo-se assim a Equação 4.

$$F/A = \mu \, dv/dy \quad (4)$$

Onde F é a força entre as placas de área A que movimenta-se uma em relação a outra, com um gradiente de velocidade entre as placas de dv/dy , seguindo o modelo das placas paralelas.

O viscosímetro a ser calibrado, tem como resposta o torque, provocado pela força “cisalhante” no spindle cilíndrico, que possui movimento giratório constante (viscosímetro do tipo cilindro coaxial) dada por um RPM fixo (de 1 a 60 RPM). Se considerarmos que a altura h do spindle é muito maior que o seu raio R, podemos aproximar o torque θ sobre o cilindro por (Equação 5):

$$\theta \cong F \times R \quad (5)$$

Em que F é a força cisalhante sobre a superfície do cilindro. Assim rearranjando a Equação (5), temos que (Equação 6):

$$F \cong \theta/R \quad (6)$$

Considerando isso, podemos aproximar a Equação 4 por:

$$\theta/(2\pi h R^2) = \mu \, dv/dy \quad (7)$$

Resolvendo a Equação 7 para a viscosidade temos:

$$\mu = 1/(2\pi h R^2) \times \theta/(dv/dy) \quad (8)$$

A taxa de cisalhamento para um sistema tipo cilindro coaxial, como é o caso deste viscosímetro, pode ser aproximada pela Equação 9 [1].

$$dv/dy \cong R/(R_p - R) \times \omega \quad (9)$$

Em que ω é a velocidade angular dada em s^{-1} $\times \omega = 60 \times \text{RPM}$ e R_p é o raio do porta amostras. Ainda, podemos reescrever a Equação 8 em função da Equação 9, tendo assim:

$$\mu = (R_p - R)/(120\pi h R^3) \times \theta/\text{RPM} \quad (10)$$

Uma variável importante para o prosseguimento é o modo de leitura que o viscosímetro nos dá, uma vez que não fornece o torque gerado de forma direta, tendo como resposta do viscosímetro uma porcentagem deste torque em relação ao torque máximo desenvolvido pela amostra. Logo podemos fazer a seguinte afirmação:

$$\% \theta = \theta/\theta_{\text{máx}} \times 100 \quad (11)$$

Relacionando as considerações da Equação 11 com a Equação 10, chegamos a uma definição matemática para a viscosidade em que:

$$\mu = [\theta_{\text{máx}} / 100 \times ((R_p - R) / (120\pi h R^3))] \times (\% \theta) / \text{RPM} \quad (12)$$

Um fato que segue da Equação (12) é que, com aproximação ou não, a medida do viscosímetro segue uma equação do tipo:

$$\mu = C \times (\% \theta) / \text{RPM} \quad (13)$$

Onde C é uma constante de calibração padrão que depende da geometria do spindle e do porta amostra. Ao mudar o porta amostra, temos uma nova geometria e, conseqüentemente, teremos que considerar uma nova constante de calibração.

Medidas de Viscosidade

A calibração do Viscosímetro Rotativo Microprocessado QUIMIS Q860M21 foi feita para um porta amostras adaptado para pequenos volumes em conjunto com o spindle comercial L1, utilizando-se do fluido de calibração S60 Paragon Scientific Ltd. O esquema de montagem do equipamento pode ser visualizado na Figura 2, em que em conjunto com o viscosímetro se tem acoplado um Banho Ultratermostático QUIMIS Q214M2.

Figura 2: Esquema de montagem do equipamento para calibração.



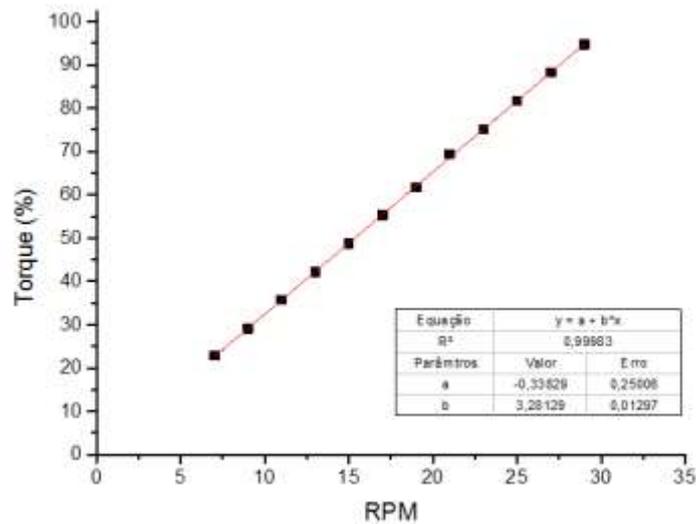
Para as medidas, como o fluido de calibração utilizado possui viscosidade definida em certas temperaturas, a coleta de dados foi feita à 20°C onde o fluido apresenta viscosidade definida de 136,1 cP.

A mola responsável por medir a % θ deforma de 0 á 90°, e o aparelho possui precisão nas medidas de 10° á 80° de deformação sofrida pela mola. Logo, velocidade de rotação do viscosímetro foi variada de 7 à 29 RPM como o objetivo de se manter no intervalo em que a coleta de dados seja precisa, não invadindo a faixa de erro do equipamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se realizar as medidas, foi possível montar a curva de % θ por RPM, mostrada na Figura 3.

Figura 3: Curva obtida na calibração do viscosímetro.



Vemos, a partir da curva, que o R² possui valor muito próximo de 1, mostrando a precisão da análise.

Então, para chegar a constante de calibração do viscosímetro, temos que a inclinação da reta é dada pela Equação 14.

$$b = (\%)/(\text{RPM}) \quad (14)$$

Correlacionando com a Equação 13, temos que:

$$b = \mu / (C) \quad (15)$$

E por fim, resolvendo a Equação 15 para a constante, conseguimos o valor da mesma por:

$$C = \mu / b \quad (16)$$

Resolvendo para os valores da viscosidade do fluido de calibração utilizado e da constante encontrada na inclinação da curva, foi possível chegar a um valor de aproximadamente 41,5 para a constante de calibração envolvendo o spindle L1 e o porta amostra adaptado para pequenos volumes.

CONCLUSÃO

Por fim, foi possível concluir que através da calibração do Viscosímetro Rotativo Microprocessado QUIMIS Q860M21, a quantidade de amostra necessária para a análise foi reduzida de 500ml para menos de 50ml, uma redução significativa de até 10 vezes. Juntamente com a redução da quantidade de amostra necessária para a análise a precisão das medidas com fluidos de baixa viscosidade foi aumentada assim como o range de trabalho para o spindle L1, uma vez que a distância entre a parede do porta amostra e o spindle foi diminuída aumentando a taxa de cisalhamento que o mesmo fornece para a fluido a ser analisado.

O método de calibração utilizado pode ser empregado para quaisquer viscosímetros de baixa capacidade, que possuam os mesmo parâmetros, sendo assim, de grande proveito para a caracterização reológica dos mais diferentes materiais com um equipamento relativamente simples.

Calibration of QUIMIS Q860M21 Microprocessed Rotary Viscometer

ABSTRACT

OBJECTIVE: Calibrate the QUIMIS Q860M21 Microprocessed Rotary Viscometer to reduce the amount of sample needed for testing and to increase the range and accuracy of measurements. **METHODS:** Through the literature a mathematical modeling was deduced to describe the viscosity obtained as a function of the new geometry imposed for the sample port. **RESULTS:** A calibration constant was obtained that allows the analysis of several fluids with precision, using equipment that would not be able to perform such measurements before. **CONCLUSIONS:** The amount of sample required for the analysis was considerably reduced and the working range of the apparatus was increased by approximately 10-fold, by measuring non-viscous fluids which previously would not be possible.

KEYWORDS: Viscometer. Calibration. Fluids.

REFERÊNCIAS

[1] SCHRAMM, Gebhard. Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2006. 232 p. ISBN 8588098342.

[2] ROSALES, Barbará Borges. Análise e modelagem reológica da interação de sistemas poliméricos. Rio Grande do Norte, 2014.

[3] BARRA, Guilherme. Fundamentos de reologia de materiais poliméricos. Disponível em:

<[http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/Fundamentos%20Reologia%20polimeros%20\(1\).pdf](http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/Fundamentos%20Reologia%20polimeros%20(1).pdf)>. Acesso em: 22 jun de 2017.

[4] PEDRO, Ricardo. Reologia e modificadores reológicos. Disponível em:

<http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/hc56/ricardopedro.asp>. Acesso em 2 jul de 2017.

[5] BECHTOLD, Ivan Helmuth. Cristais Líquidos: um sistema complexo de simples aplicação. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.27 no.3 São Paulo July/Sept. 2005.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

COSTA, M F. R. et.al. Calibração do Viscosímetro Rotativo Microprocessado QUIMIS Q860M21 . In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Matheus Felipe Rodrigues da Costa
Avenida dos Pioneiros, 3131, Londrina, Paraná,

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

