ELABORAÇÃO E APLICABILIDADE DE DISPOSITIVO CONSTRUÍDO COM MATERIAL DE BAIXO CUSTO DESTINADO A MEDIR A VISCOSIDADE DE FLUIDOS

Francisco F. Emanoel Almeida[1], Jônatas Souza Barbosa de Morais[2], Tállyson da Silva Santos[2], Sarah Yasmini Costa da Silva[2], Aleckson Souto Silva[3]

[1]Prof. Doutor do IFPB - e-mail: emanoel@ifpb.edu.br
[2]Bacharelandos em Engenharia Elétrica IFPB – e-mail: jonatasbmorais@gmail.com
[3]Licenciatura em Química IFPB

Resumo: O viscosímetro de Saybolt é um aparelho destinado a medir a viscosidade de fluidos e com isso a relação existente entre a temperatura e essa grandeza do fluido. Sabendo da importância das aulas práticas no processo de ensino - aprendizagem, este grupo de pesquisa desenvolveu um viscosímetro de Saybolt. O instrumento foi elaborado com materiais de baixo custo, permitindo que o mesmo ocupe o espaço aberto existente pela falta de recursos na montagem de laboratórios em escolas públicas. Um controlador de temperatura e tempo foi desenvolvido e instalado no viscosímetro, esse instrumento seguiu uma montagem eletrônica a partir de um circuito integrado PIC, que pertence à categoria dos microcontroladores. Variáveis termodinâmicas como a temperatura e o volume foram medidas durante o processo de análise, bem como o tempo de escoamento do fluido pelo capilar do viscosímetro. Os resultados apresentados demonstraram que os valores encontrados para a viscosidade do fluido são bem próximos dos citados na literatura, demonstrando que o sistema digital desenvolvido foi capaz de efetivar os valores de temperatura e que o viscosímetro desenvolvido é bastante confiável para medidas de viscosidade, sendo possível sua aplicabilidade em aulas experimentais.

Palavras–chave: aulas experimentais, fluidos, viscosidade, viscosímetro

1. INTRODUÇÃO

É notório que a realização de atividades experimentais é extremamente importante no processo de ensino – aprendizagem, contribuindo significativamente para o crescimento do ensino e conseqüentemente da ciência.

Ensinar não é simplesmente jogar conhecimento sobre o aluno, esperando que estes, em um piscar de olhos, passe a dominar a matéria. Freire (1998) ressalta que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Ainda segundo Libâneo (1990) a aprendizagem escolar é um processo de assimilação de determinados conhecimentos e modos de ação física e mental, organizados e orientados no processo de ensino.

Francisco Júnior (2008) explica que só é possível explicar um fenômeno a partir do momento em que este seja pessoalmente significativo, a partir do momento em que a curiosidade seja despertada nos estudantes.

No estudo de mecânica dos fluidos, por exemplo, um dos temas abordados é a viscosidade. Ela é uma propriedade física que representa a resistência do fluido ao cisalhamento ou escoamento, uma vez que está diretamente relacionada com o atrito interno das suas moléculas. Essa propriedade é uma característica importante dos óleos lubrificantes utilizados nos motores dos veículos, pois influencia na formação de um filme de óleo o qual reduz o atrito e desgaste das peças dos motores.

Para determinar a viscosidade de um óleo lubrificante, é necessária a utilização de um viscosímetro, o qual é um aparelho específico que pode ser classificado em quatro tipos: capilar, rotativo, de orifício e de esfera. Neste artigo será analisado o funcionamento de um viscosímetro capilar para medir a taxa de escoamento de um determinado volume de fluido através de um pequeno orifício e sua relação com a temperatura, pois a viscosidade altera-se com a temperatura, sendo para líquidos uma relação diretamente proporcional entre as duas grandezas.

ISBN 978-85-62830-10-5

A realização de aulas experimentais para determinar a viscosidade de fluidos é comprometida devido à falta de equipamentos nos laboratórios acadêmicos originada principalmente pelos poucos recursos destinados as escolas públicas. Assim sendo, uma boa alternativa é a utilização de equipamentos construídos com material de baixo custo que possam atender as necessidades dos laboratórios.

A relevância deste artigo justifica-se pela necessidade de criação de novos equipamentos, neste caso um viscosímetro, construído com material de baixo custo que permita medir a viscosidade de determinados fluidos e dessa forma possibilite a sua empregabilidade em atividades de ensino e pesquisa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos mostram que os coeficientes de viscosidade dos fluidos geralmente diminuem com o aumento da temperatura, exceção para os gases à pressão constante.

Para os viscosímetros tipo Saybolt Universal e Furol, Redwood e Engler é recomendada uma fórmula geral prática, para obter a viscosidade cinemática (em centistokes), na forma de uma equação apresentada por:

$$v = A\,\Delta t - B/\Delta t \qquad (1)$$

Onde: Δt é a variação de tempo de escoamento de 60 cm^3 do fluido e A e B são parâmetros que dependem da geometria do viscosímetro.

O viscosímetro adotado para ser desenvolvido foi o Saybolt Universal, que são largamente utilizados na engenharia mecânica, principalmente em estudos da viscosidade de óleos lubrificantes. A tabela 1 mostra alguns valores dos parâmetros A e B para os tipos de viscosímetros mais usuais.

Tabela 1- Parâmetros A e B para os tipos mais usuais de viscosímetros

Viscosímetro	Parâmetro A	Parâmetro B
Saybolt Universal para $\Delta t \leq 100$ segundos	0,226	195
Saybolt Universal para $\Delta t > 100$ segundos	0,220	135
Redwood/Standard	0,260	171
Engler (seg)	0,147	374

Fonte: BASTOS(1983)

O viscosímetro foi elaborado baseando-se no esquema da figura 1. O dispositivo desenvolvido consiste de duas partes, uma estrutural e outra eletrônica, conforme é observado na figura 2. A primeira constituída de uma base de madeira que serve de suporte para dois tubos de PVC de diferentes dimensões e a segunda contém os dispositivos eletrônicos responsáveis pela cronometragem do tempo e controle da temperatura. O cilindro de PVC de menor dimensão comportou o fluido a ser analisado (SAE 40). O tubo maior armazenou água aquecida para manter, através de troca de calor, a temperatura constante do fluido em observação.

Os materiais utilizados na parte estrutural foram os seguintes:

- Base de madeira;
- Tubo de PVC 100 mm;
- Tubo de PVC 40 mm;
- Capilar de diâmetro 1,2 mm;

A seção eletrônica teve um sistema digital desenvolvido a partir de um circuito integrado PIC pertencente à categoria dos microcontroladores. Os materiais utilizados na parte estrutural foram os seguintes:

- Display LCD 16x2;
- Microcontrolador PIC18F4520;
- LM35 (sensor de temperatura);

- Aquecedor;
- Acionadores;
- Triac;
- Resistores

O controle da temperatura foi de extrema importância na obtenção dos resultados do experimento, uma vez que a viscosidade dos fluidos é dependente da temperatura. Logo, foi necessário que o fluido permanecesse em uma temperatura inalterada dentro do valor em estudo. A seção eletrônica foi projetada para garantir que essa grandeza termodinâmica não sofresse alteração, para isso um sensor LM 35 e o aquecedor foram introduzidos na água presente no tubo. À medida que o fluido analisado sofreu redução de temperatura, o circuito eletrônico acionou o aquecedor até que a temperatura estabilizasse no valor de analise.

O volume de sessenta mililitros do SAE 40 em temperatura constante foi escoado por um capilar e depositado em um béquer. O tempo de escoamento teve seu valor medido e aplicado na equação (1).

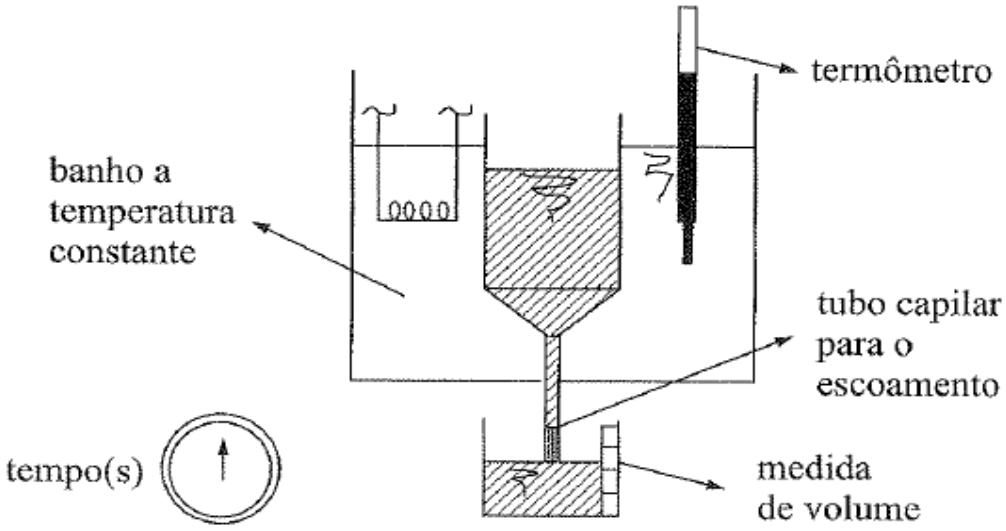

Figura 1- Representação do viscosímetro (BRUNETTI, 2008)

Devido ao valor da temperatura ambiente, os ensaios a 22º C e 27º C foram realizados usando apenas o controle do ar condicionado. Para os ensaios a 40º C e 45º C, foi utilizado o dispositivo desenvolvido para controle de temperatura.

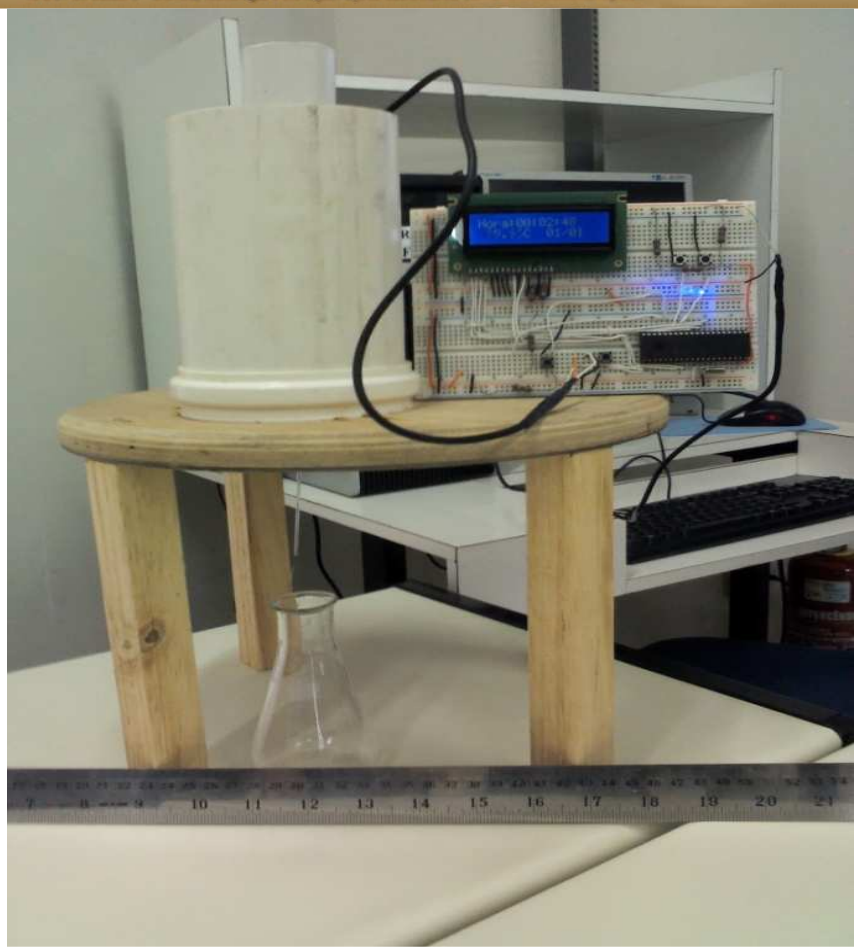

Figura 2 – Vista frontal do viscosímetro

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos foram realizados para quatro valores de temperatura. A tabela (2) mostra os intervalos de tempo para cada um dos ensaios.

Tabela 2 - Intervalos de tempo de escoamento do óleo SAE 40 para 4 valores de temperatura

Experimento	Temperatura (ºC)	Tempo (s)
1	22	2230
2	27	1540
3	40	708
4	45	529

Os intervalos de tempo obtidos nos ensaios foram utilizados para realização dos cálculos da viscosidade cinemática. Os valores de tempo foram substituídos na equação (1) e os parâmetros A e B são 0,220 e 135, respectivamente. A tabela 3 mostra os valores obtidos para a grandeza em estudo.

Tabela 3 - Valores de viscosidade em centistokes do óleo SAE-40, para os experimentos com base na equação (2).

Experimento	1	2	3	4
Temp (ºC)	22	27	40	45
ν (cSt)	490,54	338,71	155,57	116,12

A figura 3 apresenta o gráfico produzido pela ASTM e a tabela 4 mostra os valores da viscosidade extraídos do gráfico.

Tabela 4 – Valores estimados da viscosidade de acordo com o gráfico padrão de viscosidade temperatura A. S. T. M. Standard Viscosity – Temperature Chart for Liquid Petroleum (D 341-43) Saybolt Universal Viscosity

Temperatura º C	22	27	40	45
ν (cSt)	475,0	349,0	155,0	121,0

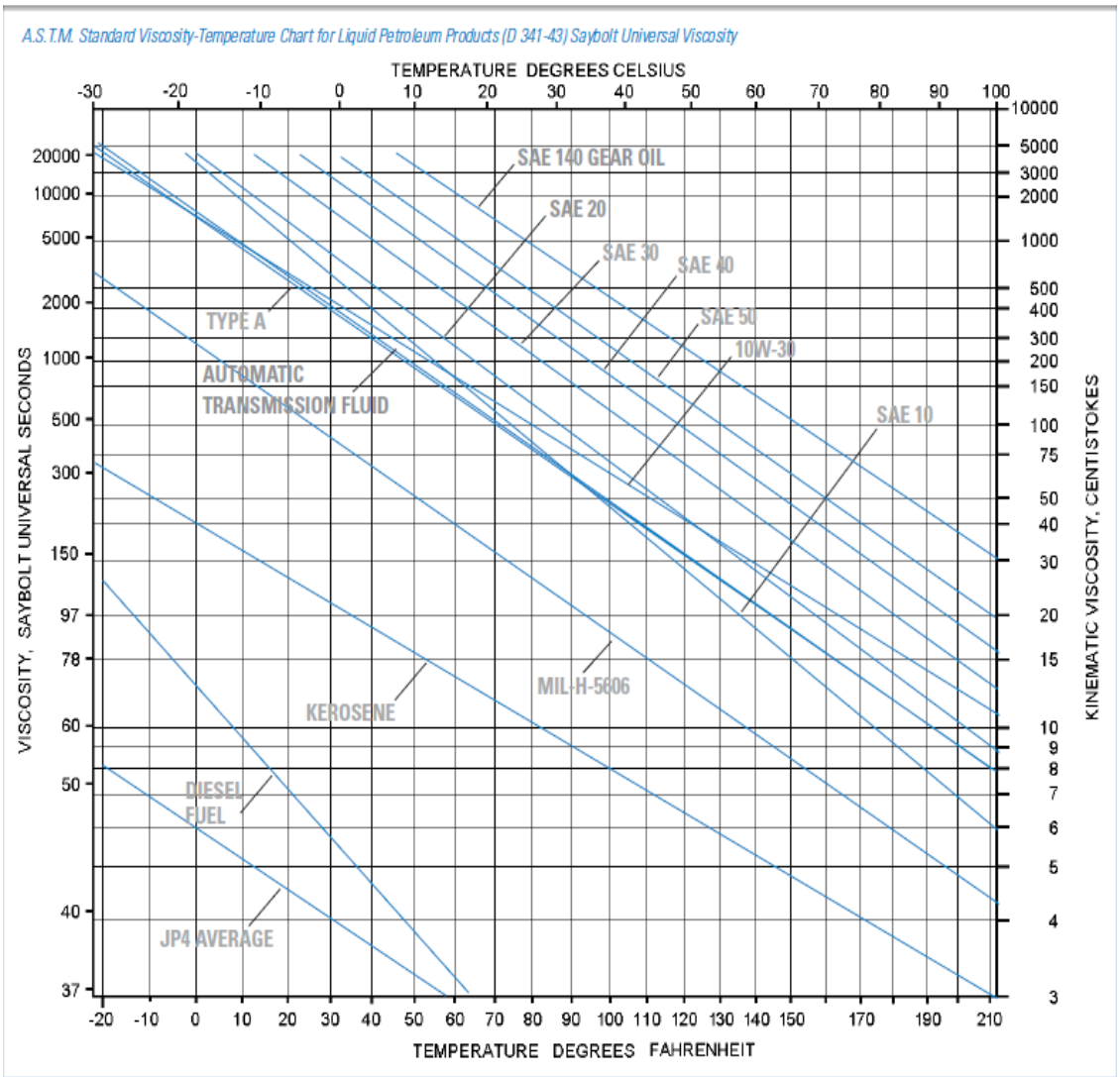

Figura 3 - Gráfico padrão de relação viscosidade - temperatura A. S. T. M. Standard Viscosity – Temperature Chart for Liquid Petroleum (D 341 -43) Saybolt Universal Viscosity. Fonte: www.donaldson.com/en/ih/support/000721.pdf

Comparando os valores da tabela 3 com os da tabela 4, é possível observar que o dispositivo forneceu valores da viscosidade cinemática bem próximos dos existentes na literatura.

O gráfico apresentado na figura 4 mostra o efeito do tempo de escoamento do fluido em relação à temperatura do processo. É possível constatar que o aumento da temperatura diminui o tempo de escoamento. Através da figura 5 verifica-se que o aumento da temperatura acarretou a

diminuição dos valores da viscosidade cinemática do fluido em estudo. Comportamentos semelhantes foram encontrados por Ferreira et al (2008) e também confirmam o gráfico da figura 3.

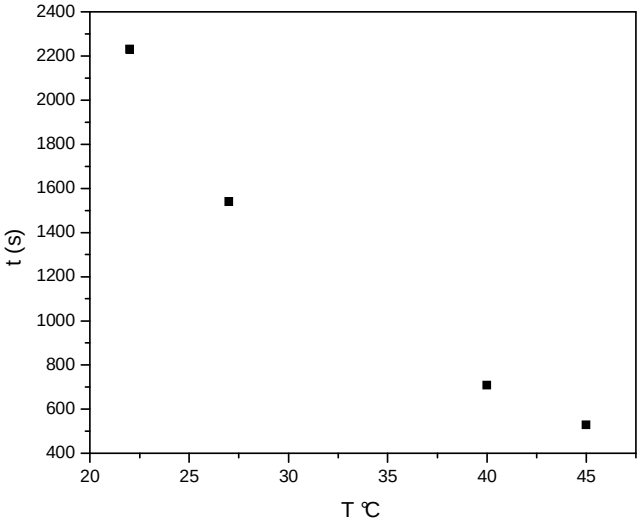

Figura 4 - Gráfico do intervalo de tempo(s) necessário para escoamento de 60 ml do SAE-40 em função da temperatura (ºC).

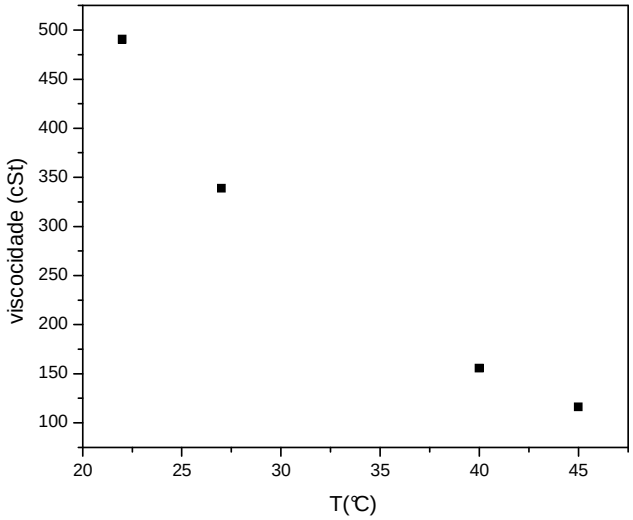

Figura 5 - Gráfico do comportamento da viscosidade cinemática(cSt) do óleo SAE-40 em função da temperatura(ºC).

4. CONCLUSÃO

Através do desenvolvimento deste trabalho foi possível concluir que:

- Os valores obtidos através do dispositivo para a viscosidade cinemática, em diferentes temperaturas, encontram-se dentro da faixa de valores encontrados na literatura;
- O comportamento da grandeza viscosidade com a temperatura foi aceitável quando comparado com os dados existentes.
- É possível construir e aplicar dispositivos elaborados com material de baixo custo para observar fenômenos químicos e físicos, como no caso da viscosidade.

5. AGRADECIMENTOS

Ao PIBICT IFPB, campus João Pessoa, pelo financiamento do projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. S. T. M. **Standard Viscosity** – Temperature Chart for Liquid Petroleum (D 341 -43) Saybolt Universal Viscosity. Disponível em <www.donaldson.com/en/ih/support/000721.pdf> Acesso em: 17 jul 2012.

BRUNETTI, F. **Mecânica dos fluidos** / Franco Brunetti. - 2. ed. rev. - São Paulo ; Pearson Prentice Hall, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia de Oprimido.** 17. ed. São Paulo. Editora Paz e Terra, P.107,1994.

FERREIRA, J. C. **Construção e Caracterização de um viscosímetro didático para utilização em aulas de mecânica dos fluidos.** Disponível em: <http://bt.fatecsp.br/system/articles/728/original/009.pdf> Acesso em: 15 mai 2012.

LIBÂNEO, J. C. Didática. **Coleção magistério.** Série formação do professor. 28. Ed. São Paulo (SP): Editora Cortez, 2008, pg. 51-102.