

AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE AR EM RELAÇÃO À PRESSÃO NO DESEMPENHO DO MANÔMETRO DE UMA BANCADA DE REFRIGERAÇÃO

Eduardo Goncalves de Oliveira¹

Caio Cezar Neves Pimenta²

RESUMO

A essência primordial desse artigo é conhecer e fazer a aplicação de um dos aparelhos mais importantes que interferem na medição de condições específicas em diferentes processos, o manômetro. Utilizar instrumentos medidores de pressão tais como manômetro é necessário na era recente, seja o uso em indústrias, construções ou para estudos científicos. Tem equipamentos de vários tipos como: manômetro piezométrico, tubo em U, mecânico ou elétrico, manômetro de Bourdon e barômetro aneróide. Os manômetros e os pressostatos são os instrumentos usados com maior frequência em uma fábrica. No entanto, por causa da grande quantidade a atenção à manutenção e à compatibilidade pode ser comprometida. Por isso, não é difícil ver em fábricas velhas alguns manômetros e pressostatos parados. Isso porque se uma fábrica funciona com um pressostato se o mesmo for defeituoso a segurança da fábrica pode ser falha. Por outro lado, se uma fábrica pode funcionar com segurança enquanto um manômetro estiver defeituoso isso afirma que o manômetro nunca foi necessário. Então, um dos propósitos de um ótimo projeto de instrumentação é instalar uma menor quantidade de manômetros e pressostatos, mas que sejam mais vantajosos e de maior confiabilidade. O conhecimento sobre os tipos de manômetros se faz necessário para melhor aplicação deste devido suas limitações. Neste trabalho, estudou-se a forma de vazão de ar em relação à pressão no desempenho do manômetro de uma bancada de refrigeração dos acadêmicos da UniRV.

Palavras-chave: Cálculo de pressão, Manômetro, Pressão

¹ Graduando de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Mecânica

² Orientador, Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde – UNIRV

1. INTRODUÇÃO

Os manômetros, surgiram pela primeira vez na ciência em meados de 1849, com Eugene Bourdon, três anos mais tarde em 1852, a patente foi vendida à Edward Ashcroft, que teve um papel importante na adoção da energia a vapor nos Estados (ALONSO, NUNES e ROSAS, 2016).

Na bancada de refrigeração, são utilizados manômetros redondos, manômetros para medir a baixa pressão, com muita qualidade, grande precisão e resistência, o primeiro manômetro foi inventado por Varignon, em 1705 e este tinha como finalidade à medição da pressão dos gases no local fechado. O manômetro, é o aparelho utilizado na mecânica dos fluidos para descobrir a medição da pressão, no setor de indústrias existem diversos tipos e aplicações para os manômetros (RADOMSKI, GONZALEZ e FIAUX, 2012).

Para a realização desse trabalho, é necessário conhecer os estudos sobre manometria, relatar a pressão, talvez seja a principal das grandezas a se considerar. Definida pela física, como sendo proporcional a uma determinada força que é aplicada sobre a área correspondente, quanto menor for à área de ação desta força, maior será a pressão (ROSCANI, MATSUBARA e MATSUBARA, 2010).

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1 Geral.

O estudo tem o objetivo de melhorar o desempenho de um manômetro de baixa pressão para uma bancada de refrigeração didática, e avaliar a forma de vazão de ar em relação à pressão no desempenho do manômetro de uma bancada de refrigeração.

1.2.2 Específicos.

- Verificar a necessidade real de alteração, do projeto inicial da bancada de refrigeração para melhorias na parte dos manômetros;
- Identificar à vazão de ar no evaporador, tanto na entrada como na saída;

- Utilizar os parâmetros estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como base para o cálculo de pressão;
- Apresentar uma proposta, que satisfaça à necessidade de alteração do projeto inicial, para atingir valores mais exatos nesse desempenho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO.

Neste capítulo, serão revisados os métodos disponíveis na literatura para análise de desempenho do manômetro do evaporador *frost-free*, através de vários métodos e tudo sobre os mesmos.

Em algumas grandezas hidrostáticas, como da mecânica, muitas vezes, o que é importante é a mudança dela, a diferença entre o valor da grandeza com dois pontos diferentes e não o valor da grandeza em si. Considerando que a energia potencial de um corpo é: $E_p = m.g.h.$, que também ocorre com a pressão, em muitos fenômenos o que realmente interessa é a diferença entre os valores, da pressão dos dois pontos e não o valor real de cada ponto. Por isso, obtivemos o conceito de pressão absoluta e pressão manométrica. (YOUNG e FREEDMAN, 2008).

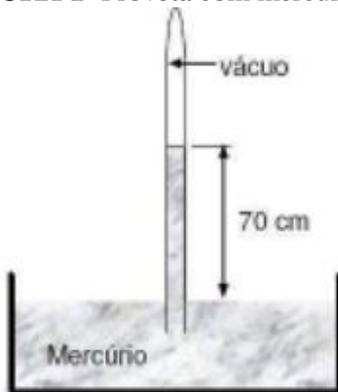
Temos conhecimento que a instrumentação é a ciência que se ocupa em progredir e utilizar técnicas de medições, indicação, registro e controle no processo de transformação, tendo em mente o melhorar na eficiência dos mesmos. Essas técnicas são suportadas teoricamente em fundamentos físicos ou físico-químicos, utilizando as mais avançadas tecnologias de fabricação, para tornar viáveis os diversos tipos de possível não só sua monitoração e controle, como também de outras variáveis como: nível, vazão e densidade. (TRIPLER, 1995).

2.1 Manometria.

Pressões são grandezas físicas de muita importância no trabalho com fluidos, tendo a equação fundamental da estática, que é mostrada quando temos pressões e forças.

No século XVII, Torriceli fez sua famosa experiência no nível do mar, que ao despejar um copo uma proveta cheia de mercúrio em uma cuba, o líquido derramou do copo para a cuba, ficando apenas uma coluna de 762 milímetros de altura. (RADOMSKI, GONZALEZ e FIAUX, 2012).

FIGURA 1- Proveta com mercúrio.



Fonte: Radomski, Gonzalez e Fiaux, (2012).

Na figura 1 demonstra que a dedução mais certa era, de que se o ar atmosférico tinha peso, por consequência faria pressão, e esta medida ao nível do mar, representava uma coluna de mercúrio de 762 mm de altura. Este valor de pressão foi nomeado, de uma atmosfera física (RADOMSKI, GONZALEZ e FIAUX, 2012).

2.2 Tipos de medidores de pressão.

Existem muitos modelos de medidores de pressão, para vários tipos de medidas e maneiras de utilização, sendo que os que mais aparecem são os a seguir.

FIGURA 2 – Manômetros padrão.

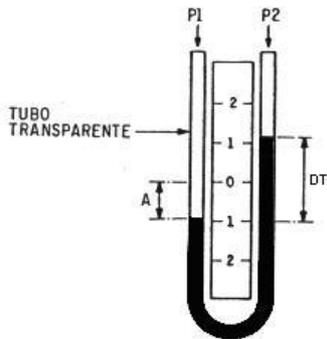


Fonte: Bistafa (2010).

Na figura 2 mostra um manômetro padrão, ele é o instrumento de calibre que é mais usado, é montado em uma bomba comparadora pneumática ou hidráulica é utilizada como padrão para o manômetro para à calibração.

Os manômetros padrão possui alta precisão, pois, é utilizado como padrão para a calibração de manômetros de indústrias (BISTAFA, 2010).

FIGURA 3 – Manômetro tipo coluna em "U".



Fonte: (mecânica dos fluidos 2010).

Na figura 3 é representada um manômetro tipo coluna em "U", utilizado com o intuito de determinar o calibre de medidores de pressão pequeno, a utilização da coluna líquida para a medição, é estabelecida da base ao princípio que uma pressão exercida aguenta uma coluna líquida contra gravidade. Quanto mais forte a pressão, maior a coluna líquida tolera (BISTAFA, 2010).

FIGURA 4 – Manômetro tipo Peso morto.



Fonte: Bistafa (2010).

Esse manômetro, atua para suportar um peso, uma força conhecida sobre uma pressão, atuando em cima de um local conhecido. Isso explica a definição de um padrão explicado em tempo, comprimento e massa.

FIGURA 5 – Manômetro mecânico.

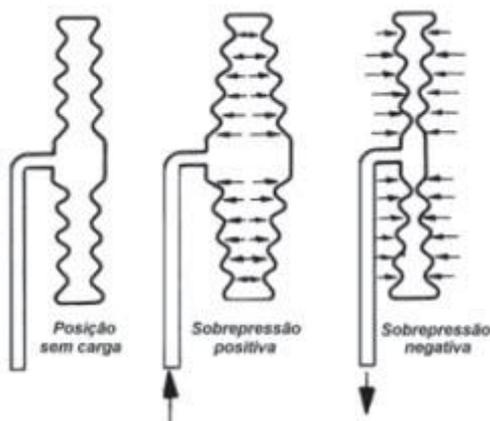


Fonte: Bistafa (2010).

Na figura 5 demonstra um manômetro mecânico à pressão é mostrada por um movimento de um sensor, contra uma força sem conhecimento. Isto tem como ser feito por outra pressão (pressão de balanço) ou força (força de balanço).

Os sensores a balanço de força mais utilizados, são aqueles que possuem deformação elástica. Os sensores a balanço de maior conhecimento são o Manômetro de Coluna Líquida e o Detector de Peso Morto (BISTAFA, 2010).

FIGURA 6 – Manômetro tipo Diafragma.

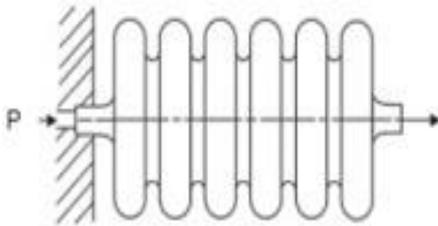


Fonte: Bistafa (2010).

Na figura 6 representa um diafragma é um disco redondo, utilizado para tirar medida das pressões, na maioria dos casos de pequenas áreas. É uma fina membrana que possui um material elástico, metálico ou não, que fica sempre no oposto de uma mola.

Ao aplicar a pressão no manômetro tipo diafragma, resulta em um movimento de deslocamento no manômetro, até certo ponto onde a força da mola se equilibra com a força elástica do manômetro. Esse deslocamento que resulta tem uma transição para um ponteiro que mostra a medição efetuada (BISTAFA, 2010).

FIGURA 7 – Manômetro tipo Fole.



Fonte: Bistafa (2010).

A figura 7 representa um manômetro tipo Fole que é um aparelho que possui rugas no círculo de dentro que, aplicando pressões no eixo ele se expande ou se contrai. As desvantagens do fole e sua dependência das variações da temperatura ambiente e o mesmo é muito frágil em ambientes pesados de trabalho.

Como a cápsula do diafragma, o fole tem como ser usado para medir pressões absolutas, relativas e em sistemas de balanço dos movimentos ou de forças eixo. Como a resistência à pressão não é ilimitada, é utilizada para baixa pressão (BISTAFA, 2010).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar o comportamento do evaporador uma bancada de refrigeração com um túnel de vento, foi construída tendo como base MDF e madeira, o túnel de vento feito com acrílico e chapa de aço, para a base do evaporador. O aparato experimental possui seis pontos de medição de temperaturas, dois pontos de medição de umidade relativa do ar e quatro pontos de medição de pressão interna do fluido refrigerante. Foram utilizados os seguintes materiais para a obtenção dos dados: dois manômetros, dois sensores de temperatura, dois sensores de umidade relativa do ar, um medidor de velocidade do ar e um arduino uno para fazer as leituras dos sensores. Os seguintes equipamentos podem ser visualizados nas figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

FIGURA 8 – Manômetro de baixa pressão



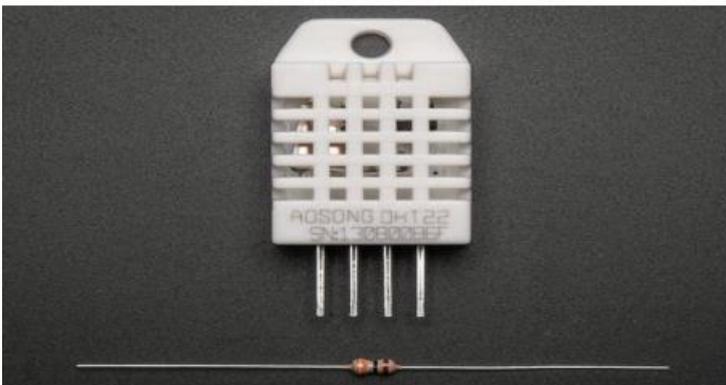
Fonte: BORTOLI 2015.

FIGURA 9 – Sensor de temperatura DS18B2



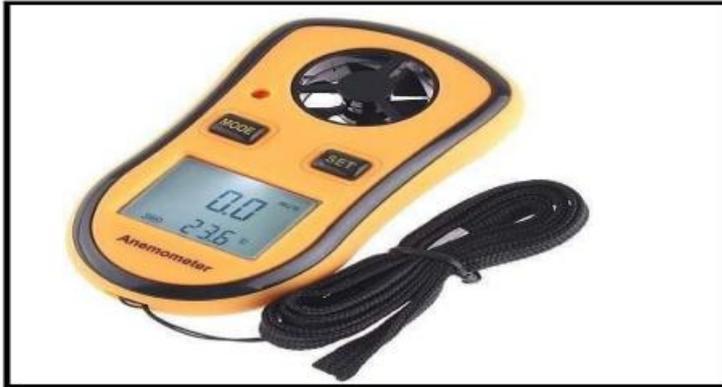
Fonte: BORTOLI 2015.

FIGURA 10 – Sensor de umidade relativa e temperatura DHT22 e um transistor



Fonte: BORTOLI 2015.

FIGURA 11 – Medidor de velocidade do ar anemômetro.



Fonte: Acadêmicos UniRV (2016).

FIGURA 12 – BORTOLI 2015.



Fonte: Acadêmicos UniRV (2016).

Foram usados também os seguintes componentes para o funcionamento do ciclo de refrigeração: um compressor, um evaporador, um condensador e quatro coolers para a circulação do ar dentro do túnel de vento, mostrado nas figuras 13, 14, 15 e 16.

FIGURA 13 – Compressor.

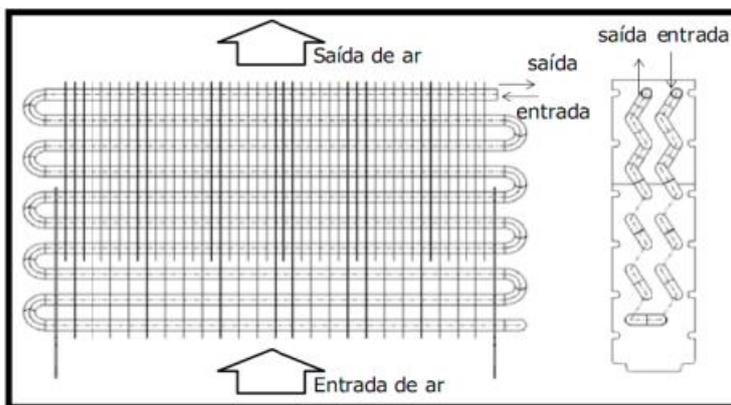


Fonte: BORTOLI 2015.

As características do compressor são:

- Modelo: TSA1374YGS
- Fluido refrigerante: R-134a, R-410a, R401B
- Potência do compressor (HP): 1/5
- Capacidade de refrigeração (BTU/H): 680
- Deslocamento (cm³): 5,65
- Relação de eficiência energética (BTU/H): 4,89

FIGURA 14 – Evaporador.



Fonte: (MELO, et al. 2006).

As características do evaporador são:

- Tipo: (Standart);
- Diâmetro do tubo: 0.00794 m;
- Fila de tubos: 2;
- Número de aletas: 24 (grande);
- Número de aletas: 23 (pequena);
- Área da fase: 0.02083 m²
- Fator de aleitamento: 5.263.

FIGURA 15 – Condensador



Fonte: BORTOLI 2015.

FIGURA 16 – Coolers.



Fonte: Acadêmicos UniRV (2016)

FIGURA 17 – BORTOLI 2015.



Fonte: BORTOLI 2015.

Para obtenção dos resultados foi analisado o desempenho de um evaporador de tubo aletado tipo standard, através de uma bancada com um túnel de vento, construída

especialmente para este fim. As propriedades medidas e analisadas serão: pressões do refrigerante, por meio de manômetros.

Os dados para análise serão retirados das seguintes localidades: as temperaturas do ar, na entrada e na saída do túnel de vento, as temperaturas do fluido refrigerante na entrada e na saída do evaporador, às pressões do fluido do refrigerante na entrada e na saída do evaporador, as umidades relativas do ar na entrada e na saída do túnel de vento e a velocidade ao longo do túnel de vento.

Os resultados serão expressos através de gráficos e tabelas mostrando às diferenças entre as variáveis obtidas.

Serão feitas análises e a discussão dos resultados obtidos através de testes realizados, em uma bancada de refrigeração com um túnel de vento, para realizar a análise do desempenho no funcionamento controlado de um evaporador tipo tubo aletado frost-free.

FIGURA 18- Sensor de temperatura instalado no evaporador.



Fonte: BORTOLI 2015.

Figura 19 - Sensor de temperatura e umidade relativa instalado no túnel de vento.



Fonte: BORTOLI 2015.

FIGURA 20 – Manômetros instalados na entrada e na saída do evaporador.

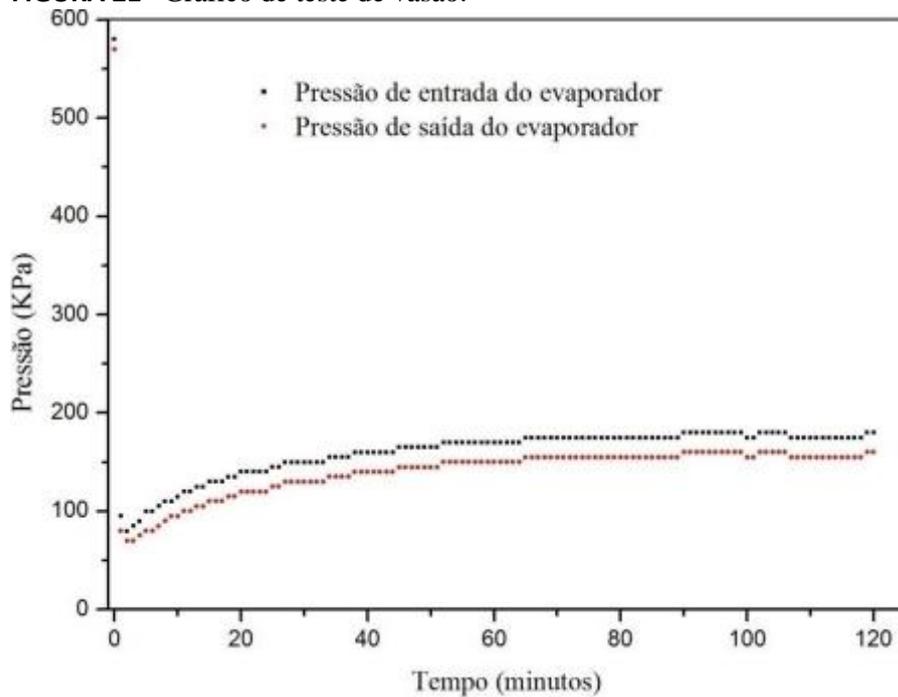


Fonte: BORTOLI 2015.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado um levantamento de informações sobre medidores de pressões uma análise, sobre a pressão e tempo de operação que evaporador está funcionando, sobre o quanto a pressão varia em relação ao tempo que o evaporador permanece em operação.

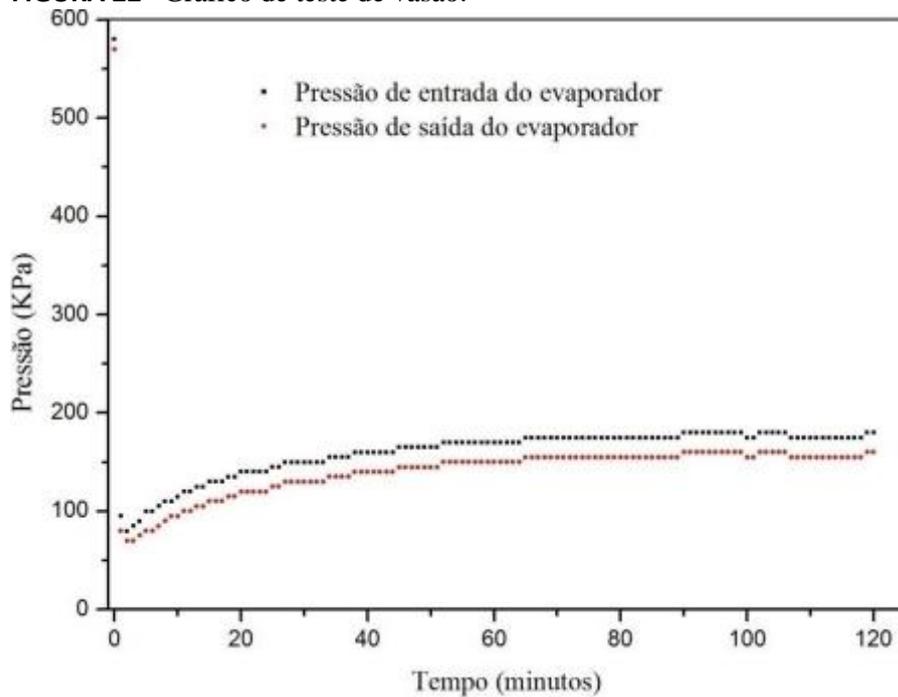
FIGURA 21– Gráfico de teste de vazão.



Fonte: BORTOLI 2015.

A vazão de ar neste caso é adotada como $0,0168 \frac{m^3}{s}$ com a figura acima. É fácil notar que a pressão de ar na entrada do evaporador é 180 kPa, e de 160 kPa na saída do mesmo, então houve uma diferença de pressão, que analisando o gráfico e fazendo uma ΔP , nos diz que a $\Delta P = P_e - P_s$, nos diz que a $\Delta P = 20$ kPa, essa variação de pressão é dada devido à alguns casos ocorridos durante o escoamento do fluido pela serpentina do evaporador, então é causada a partir de percas de cargas, atrito do fluido com a parede interna do tubo.

FIGURA 22– Gráfico de teste de vasão.



Fonte: BORTOLI 2015.

A vazão de ar neste caso é adotada como $0,0273 \frac{m^3}{s}$ (figura acima). É fácil notar que como no primeiro caso, a variação de pressão foi a mesma, pressão na entrada do evaporador é 180 kPa, e de 160 kPa e na saída do mesmo, então houve uma diferença de pressão que analisando o gráfico e fazendo uma ΔP , nos diz que a $\Delta P = P_e - P_s$, nos diz que a $\Delta P = 20$ kPa, essa variação de pressão é dada devido a alguns casos ocorridos durante o escoamento do fluido pela serpentina do evaporador, então é causada a partir de percas de cargas, atrito do fluido com a parede interna do tubo.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, estudou-se a forma de vazão de ar em relação à pressão no desempenho do manômetro de uma bancada de refrigeração dos acadêmicos da UniRV. Nota-se que a diferença de pressão o ΔP do evaporador, não mudou em relação ao escoamento da vazão máxima de ar no evaporador, porém, se aumentarmos o escoamento da vazão de ar a temperatura do ar irá abaixar, então é interessante mantermos uma vazão adequada para não suprir a realidade do evaporador porque se aumentarmos a vazão de ar a temperatura do mesmo na saída do evaporador não estaria sendo a melhor prevista para o uso

do equipamento, por isso que é necessário um controlador de velocidade do ar, onde coolers ventilam e força o ar a trocar calor com as serpentinas do evaporador que neste caso, se trata de uma convecção forçada onde nada mais é que o ar forçado a escoar sobre o evaporador.

Então para melhorar o desempenho do evaporador é necessário:

- Aumentar a capacidade de refrigeração, manter a velocidade de escoamento de ar pequena e constante;
- Manter a velocidade do escoamento de ar pequena e a capacidade de refrigeração;
- Aumentar a capacidade de refrigeração e à velocidade do escoamento de ar gradativamente em relação ao evaporador;
- Diminuir a velocidade do escoamento do ar e mantendo a capacidade de refrigeração;
- Aumentar a capacidade de refrigeração e manter velocidade de escoamento.

Tomando por base os imprevistos que apareceram ao longo do avanço deste trabalho.

Aconselham-se para trabalhos futuros os seguintes ajustes:

- Uso de registros de pressão mais certos e sofisticados, como transdutores de pressão.
- O uso de diferentes vazões de ar com um evaporador maior e não o de geladeira.
- O uso de diferentes tipos de refrigerantes com vazões de ar pequenas e grandes.

EVALUATION OF THE AIR FLOW IN RELATION TO THE PRESSURE IN THE PERFORMANCE OF THE MANOT METRO OF A REFRIGERATION BENCH

ABSTRACT

The essential essence of this article is to know and apply one of the most important devices that interfere with the measurement of specific conditions in different processes, the manometer. Using pressure gauges such as pressure gauges is necessary in the recent era, be it in industries, buildings or scientific studies. It has equipment of various types as: piezometric manometer, U-tube, mechanical or electric, Bourdon manometer and aneroid barometer. Pressure gauges and pressure gauges are the most frequently used instruments in a factory. However, because of the large amount of attention to maintenance and compatibility can be compromised. Therefore, it is not difficult to see in old factories some pressure gauges and pressure switches. This is because if a factory operates with a pressure switch if it is defective the factory safety may be faulty. On the other hand, if a factory can run safely while a pressure gauge is defective this asserts that the pressure gauge was never needed. So, one of the purposes of a great instrumentation project is to install a smaller number of manometers and pressure switches, but that they are more advantageous and more reliable. The knowledge about the types of manometers is necessary for better application of this one due to its limitations. In this work, we studied the form of air flow in relation to the pressure in the performance of the manometer of a bench of refrigeration of the UniRV academics.

Key words: Pressure calculation, Pressure gauge, Pressure

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Lineu Rodrigues; NUNEZ, Manuel Lorenzo Fernandez; ROSAS, Carlos Eduardo. **Manômetro digital: avanço e segurança.** Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_154_n_64.pdf> Acessado em: 20 mar 2016.

BISTAFA, Sylvio R. **Mecânica dos fluidos: noções e aplicações.** 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

BORTOLI, **Avaliação experimental do desempenho de um evaporador frost-free:** 2015.

RADOMSKI, Bianca Montes; GONZALEZ, Wilma de Araújo; FIAUX, Sorele Batista. Tratamento da biomassa lignocelulósica da cadeia produtiva de dendê (*Elaeis guineensis*) para produção de glicose por hidrólise ácida. **RQI Art. Técnico**, fev 2012. Disponível em: < <http://www.abq.org.br/rqi/2012/734/RQI-734-pagina19-Artigo-Tecnico.pdf>> Acessado em: 30 abr 2016.

ROSCANI, Meliza Goi; MATSUBARA, Luiz Shiguero; MATSUBARA, Beatriz Bojikian. Insuficiência cardíaca com fração de ejeção normal. **Arq. Bras. Cardiol.** São Paulo, v.94, n.5, mai 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2010000500019> Acessado em: 30 abr. 2016.

TRIPLER, P. A. **Física: para cientistas e engenheiros.** 3.ed. Livros Técnicos e Científicos Ed. S. A., 1995. Disponível em: < https://www.livrariadafisica.com.br/detalhe_produto.aspx?id=45499> Acessado em 25 mai 2016.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física mecânica.** 12.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.