



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
30 de Agosto – 3 de Setembro, 2004

Paper CRE04-TF32

Padrões do Escoamento Bifásico da Mistura Óleo-Refrigerante R134a ao Longo de um Tubo de Pequeno Diâmetro

Wanderson Partelini Conti¹, Héryca Olenir Sousa Castro² e José Luiz Gasche³

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,
Departamento de Engenharia Mecânica, Av. Brasil Centro 56, Ilha Solteira-SP, 15385-000

¹conti@dem.feis.unesp.br, ²herycas@dem.feis.unesp.br, ³gasche@dem.feis.unesp.br

Do ponto de vista do ciclo de refrigeração, uma boa miscibilidade entre o óleo lubrificante e o refrigerante é requerida para facilitar o retorno do óleo para o compressor. Entretanto, do ponto de vista do compressor, esta miscibilidade modifica consideravelmente os vazamentos de gás através das folgas assim como a lubrificação das partes móveis e o funcionamento dos mancais. Isto ocorre devido à redução da solubilidade do refrigerante no óleo quando a mistura formada escoar para uma região de menor pressão ou de maior temperatura, produzindo uma grande formação de bolhas de gás refrigerante. Esta formação de bolhas dá origem a um escoamento bifásico da mistura através dos diversos tipos de canais do compressor. O comportamento deste escoamento é muito diferente daquele dos escoamentos bifásicos convencionais quando a fração de vazio alcança valores em torno de 0,7, onde o escoamento de uma espuma é observado. Portanto, a compreensão do escoamento da mistura óleo-refrigerante com formação de espuma em canais de pequenas dimensões é muito importante para o projeto e otimização dos compressores utilizados em sistemas de refrigeração. Este trabalho apresenta uma investigação experimental dos padrões de escoamento da mistura óleo éster-refrigerante R134a com formação de espuma através de um tubo de 3,2 mm de diâmetro e 6 m de comprimento. Os testes foram realizados para diferentes vazões, várias concentrações de refrigerante e temperaturas da mistura de 30 e 40°C na entrada do escoamento.

Uma bancada experimental foi projetada para produzir escoamentos em regime permanente da mistura óleo-refrigerante através de dois tubos horizontais de 6 m de comprimento, de tal forma que três padrões de escoamento pudessem ser observados: um escoamento monofásico da mistura na entrada do tubo, uma região intermediária de escoamento bifásico com pequeno número de bolhas e um escoamento de espuma numa região próxima ao final do tubo. Um tubo metálico foi instrumentado com transdutores de pressão e termopares para permitir a medição das distribuições de pressão e de temperatura ao longo do escoamento. Um tubo de vidro foi usado para permitir a visualização dos padrões de escoamento. A Fig. 1 apresenta a montagem experimental utilizada, onde detalhes do procedimento experimental e os princípios de funcionamento da bancada experimental assim como sua validação podem ser vistos em Poiate Jr. e Gasche (2002).

As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados da visualização de um teste realizado numa pressão de entrada de 4,0 bar, temperatura de entrada de 27,5°C e concentração de 35%. A Fig. 2 mostra os padrões de escoamento visualizados na região de $z = 3,004$ a $3,130$ m. Como pode ser visto, vários padrões de escoamentos são encontrados nessa região. A primeira fotografia mostra pequenas bolhas escoando em linha, enquanto que a segunda e a terceira apresentam dois tipos de configurações: algumas regiões contendo muitas bolhas agrupadas e outras regiões apresentando bolhas alongadas. Pode ser observado que as bolhas escoam principalmente na porção superior do tubo devido ao empuxo. A Fig. 3 mostra que no final do tubo, $z = 5,73$ a $5,83$ m, à medida que o número de bolhas aumenta, o padrão de escoamento em espuma é bastante evidente. Neste caso, a fase vapor ocupa toda a região da seção transversal do tubo.

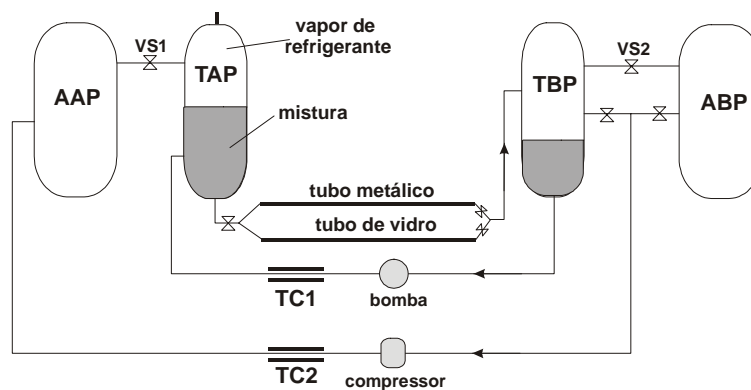


Figura 1- Esquema de montagem da bancada experimental.

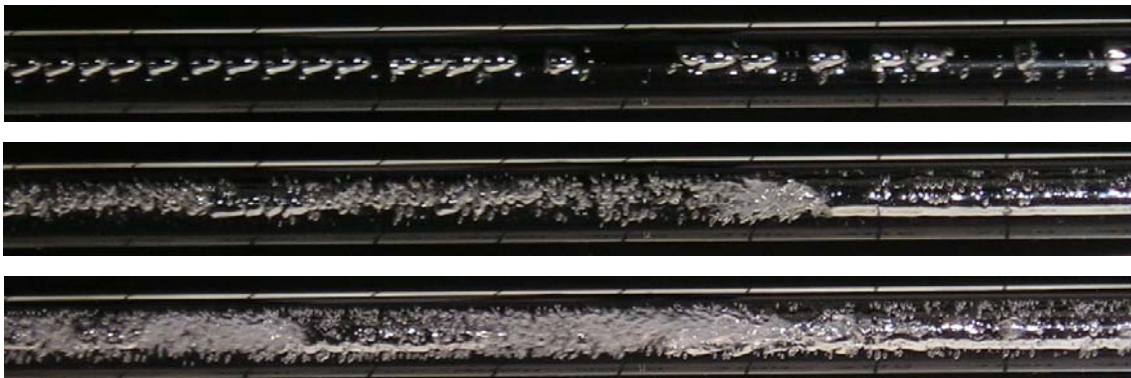


Figura 2: Padrões do escoamento na região de $z = 3,004$ a $3,130$.

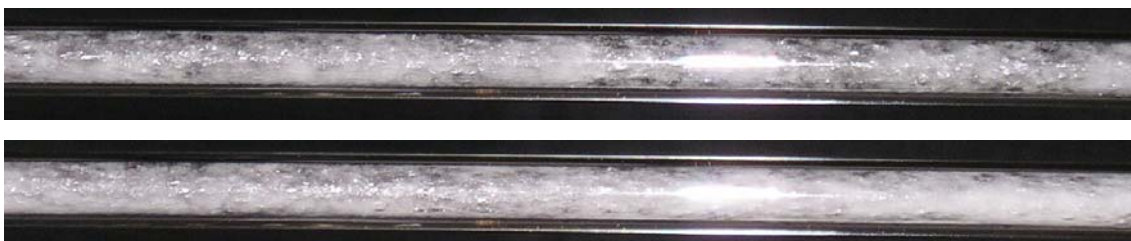


Figura 3: Padrões do escoamento na região de $z = 5,730$ a $5,830$ m.

Os resultados mostram a existência de três regiões características no escoamento. Uma região na entrada do tubo com a predominância de escoamento monofásico da mistura, uma região intermediária de escoamento bifásico apresentando vários padrões de escoamentos e uma região na saída do tubo com a predominância de escoamento de espuma. Além disso, notou-se a característica intermitente do escoamento, expressa pelos vários padrões de escoamento em uma mesma posição ao longo do tubo, com exceção do padrão de escoamento em espuma observado no final do tubo, que se apresentou mais estável.

REFERÊNCIAS

- [1] Poiate Jr., E. e Gasche, J.L., 2002, Distribuição de Pressão e Temperatura e Visualização do Escoamento Bifásico da Mistura Óleo Mineral-Refrigerante R12, Brazilian Congress of Thermal Engineering and Science, Código CIT02-0843.