



## **AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA AO VAZAMENTO DE PLASMA EM MEMBRANAS UTILIZADAS EM CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA**

**Waldyr Parolari Novello**

Universidade Estadual de Campinas, Laboratório de Engenharia Biomecânica, Caixa Postal 6131, CEP- 13.083-970, Campinas, SP, Brasil.

**Domingo Marcolino Braile**

Hospital Infante D. Henrique da Sociedade Portuguesa de Beneficência e Hospital de Base da FAMERP de São José do Rio Preto

Av. Juscelino Kubitschek 3101 - 15091-450 - São José do Rio Preto, SP, Brasil.

**Resumo:** *Este trabalho tem como objetivo avaliar, in vitro, a resistência ao vazamento de plasma em oxigenadores de membrana fabricados com dois tipos de fibras ocas. Foram avaliados 10 oxigenadores produzidos com fibras ocas microporosas de polipropileno, sendo 5 fabricados com fibras com diâmetro interno de 305 $\mu$ m, espessura de 28 $\mu$ m, diâmetro médio de poros de 0,065  $\mu$ m e porosidade de 40% (tipo A); e 5 oxigenadores fabricados com fibras com diâmetro interno de 400 $\mu$ m, espessura de 30 $\mu$ m, diâmetro médio de poros de 0,030  $\mu$ m e porosidade de 40% (tipo B). Os oxigenadores fabricados com fibras do tipo A não apresentaram qualquer tipo de vazamento de plasma durante todo o período de testes e 2 oxigenadores fabricados com a fibra tipo B apresentaram o início de vazamento de plasma após 5,5h e 6h após o início do teste. Todos os oxigenadores avaliados apresentaram transferência de oxigênio adequada. Os resultados indicaram que fibras ocas com diâmetro médio de poros de 0,030 $\mu$ m têm menor tendência ao vazamento de plasma através da membrana do que fibras com diâmetro médio de poros de 0,065 $\mu$ m, sem redução da capacidade de oxigenação, sendo portanto mais adequadas para utilização em circulação extracorpórea.*

**Palavras-chave:** *Circulação extracorpórea, Oxigenadores, Trocadores de gases, Vazamento de plasma e Membranas.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O vazamento de plasma entre as câmaras de sangue e de gás em oxigenadores de membrana, utilizados em procedimentos de circulação extracorpórea, pode reduzir a transferência gasosa e dificultar o controle das pressões parciais de oxigênio e dióxido de carbono.

A adsorção de moléculas anfifílicas do plasma, como fosfolípidios, formam uma camada hidrofílica sobre a superfície hidrofóbica da membrana utilizada em oxigenadores, favorecendo o vazamento de plasma com tensões superficiais normais (Montoya *et al.*, 1992).

Algumas drogas utilizadas em circulação extracorpórea podem alterar a tensão superficial e provocar o vazamento de plasma. A principal delas é o diurético manitol, que quando utilizado na solução de preenchimento do circuito (“priming”), não deve ser mantido em contato com a membrana em altas concentrações.

Este trabalho tem como objetivo avaliar *in vitro* a resistência ao vazamento de plasma de oxigenadores de membrana fabricados com dois tipos distintos de fibras ocas microporosas.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Avaliações clínicas em procedimentos de circulação extracorpórea apresentam grande número de variáveis, envolvendo comportamentos diferenciados dos pacientes (Benedetti, 1990 e Edmunds, 1995), por esse motivo foram adotados testes “*in vitro*” realizados de forma comparativa.

Foram avaliados 10 oxigenadores produzidos com fibras ocas microporosas de polipropileno, sendo 5 fabricados com fibras com diâmetro interno de 305µm, espessura de 28µm, diâmetro médio de poros de 0,065 µm e porosidade de 40% (tipo A); e 5 oxigenadores fabricados com fibras com diâmetro interno de 400µm, espessura de 30µm, diâmetro médio de poros de 0,030 µm e porosidade de 40% (tipo B). Os testes foram realizados conforme circuito esquematizado na fig. 1, no qual o sangue é mantido em circulação por uma bomba peristáltica com controle da vazão e a temperatura do sangue é controlada com um circulador/aquecedor de água. O circuito foi preenchido com 1 litro de sangue bovino heparinizado (1 ml de heparina/ litro de sangue) mantido em circulação pelo circuito durante 9 horas. Foram adotadas as condições mais favoráveis à ocorrência de vazamento de plasma, ou seja, fluxo de sangue= 5,0±0,3L/min, temperatura = 37±2°C, Hemoglobina = 12±2g/dl e pressão na linha de entrada de sangue do oxigenador de 250±20mmHg.

Nas peças que apresentaram vazamento foi medido o volume de plasma que atravessou a membrana e calculada a taxa de vazamento de acordo com a Eq. 1.

$$\text{Taxa de vazamento} = \frac{\text{volume de plasma drenado da câmara de gás (ml)}}{\text{tempo de vazamento (horas)}}$$

(1)

Após o teste foi insuflado na câmara de gás ar comprimido a 10L/min, durante 15 minutos, para remoção de eventuais residuais de plasma na câmara de gás.

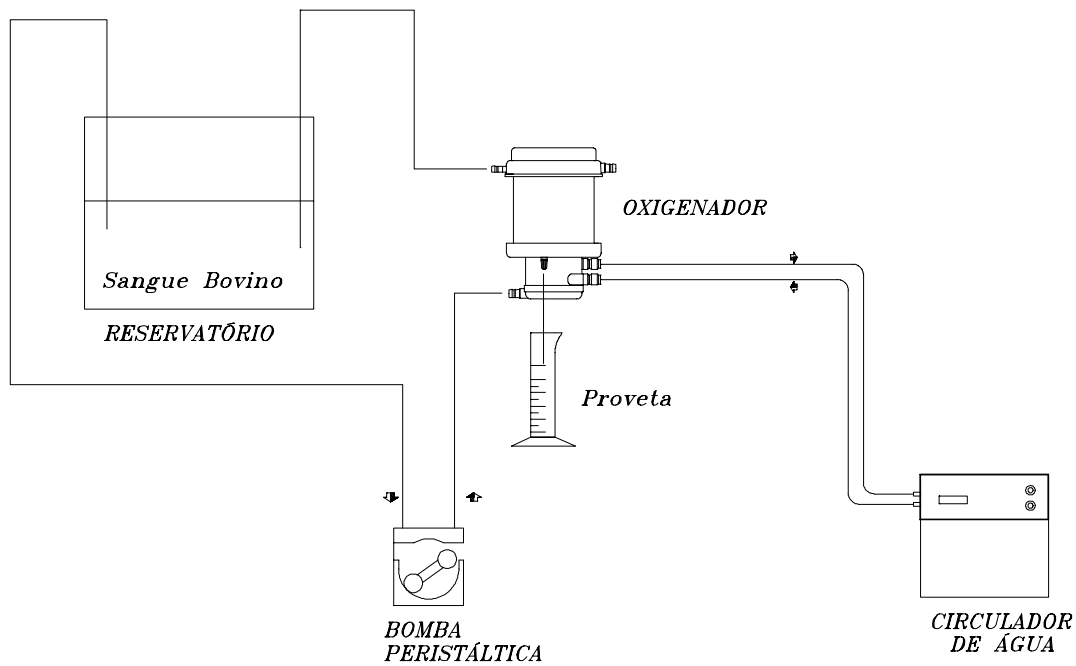


Figura 1 – Circuito de teste.

A estrutura superficial das membranas microporosas pode ser observada pela microscopia eletrônica de varredura (MEV) apresentada na fig. 2 (Hoechst Celanese Corporation - Separations Technologies, 1988).

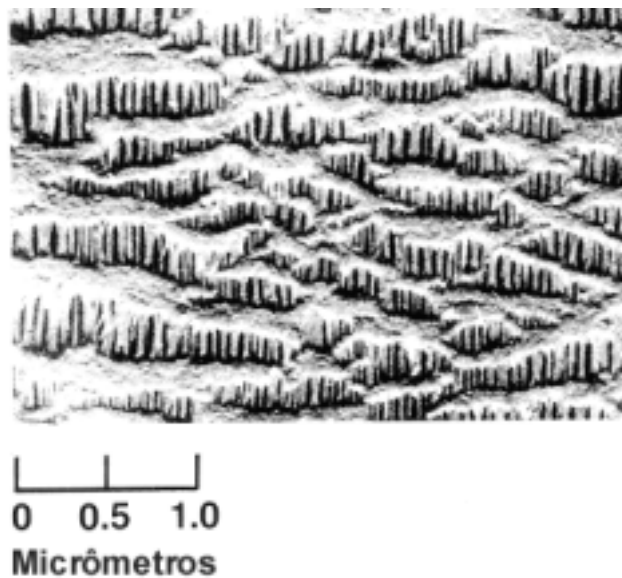


Figura 2 – MEV da membrana microporosa.

### 3. RESULTADOS

A tabela 1 mostra que os oxigenadores fabricados com fibras do tipo A não apresentaram qualquer tipo de vazamento de plasma durante todo o período de testes e que 2 oxigenadores fabricados com a fibra tipo B apresentaram o início de vazamento de plasma após 5,5h e 6h após o início do teste.

Todos os oxigenadores foram avaliados em uma central apropriada para testes “in vitro” (Novello *et al.*, 1997) e apresentaram transferência de oxigênio superior a 58ml de oxigênio/L/min/min.

Tabela 1 – Ocorrência e início de vazamentos em oxigenadores de membrana submetidos a teste de vazamento de plasma.

Oxigenador	Tipo da membrana	Vazamento	Início do vazamento
1	A	Não	-
2	A	Não	-
3	A	Não	-
4	A	Não	-
5	A	Não	-
6	B	Não	-
7	B	Sim	Após 5,5 h
8	B	Não	-
9	B	Não	-
10	B	Sim	Após 6,0 h

Membrana tipo A: diâmetro interno 305  $\mu\text{m}$ ; espessura 28  $\mu\text{m}$ ; diâmetro médio do poro 0,065 $\mu\text{m}$ ; porosidade 40%.

Membrana tipo B: diâmetro interno 400  $\mu\text{m}$ ; espessura 30  $\mu\text{m}$ ; diâmetro médio do poro 0,03 $\mu\text{m}$ ; porosidade 40%.

A tabela 2 fornece o volume e a taxa de vazamento de plasma nos oxigenadores que apresentaram vazamento durante o teste e mostra que a taxa de vazamento é maior para a peça com maior tempo de vazamento.

Tabela 2 – Volume e taxa de vazamento em oxigenadores de membrana submetidos a teste de vazamento do plasma.

Oxigenador	Volume (ml)	Taxa de vazamento(ml/h)
7	13	3,7
10	10	3,3

ml/h: mililitros por hora

O líquido drenado da câmara de oxigenação das peças 7 e 8 apresentaram cor amarela escura indicando a ausência de hemácias e conseqüentemente a ausência de rompimento na membrana.

As peças que não apresentaram vazamentos também não apresentaram resíduos de plasma após passagem de ar comprimido.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que fibras ocas com diâmetro médio de poros de 0,030 $\mu\text{m}$  têm menor tendência ao vazamento de plasma através da membrana microporosa de polipropileno do que fibras com diâmetro médio de poros de 0,065 $\mu\text{m}$ , sem redução da capacidade de oxigenação, sendo portanto mais adequadas para utilização em oxigenadores de sangue para procedimentos de circulação extracorpórea.

## REFERÊNCIAS

- Benedetti, M., De Caterina, Bionda, A, Gardinale, M., Cicardi, M., Maffei, S., Gazzeti, P., Pistolesi, P., Vernazza, F., Michelassi, C., Giordani, R. and Salvatore, L. , 1990, Blood-artificial surface interactions during cardiopulmonary bypass, The international, Journal of Artificial Organs, vol. 13, n. 8, pp. 488-497.
- Edmunds, L.H., 1995, Why Cardiopulmonary Bypass Makes Patients Sick: Strategies to Control the Blood-Synthetic Surface Interface, in Advances in Cardiac Surgery, v. 6, eds. R.B.Karp, H. Laks and A.S.Wechsler, Mosby, Chicago, pp. 131-167.
- Hoechst Celanese Corporation - Separations Technologies, 1988, Membrane technologies and systems tailored to your needs, 8 p.
- Montoya, P., Shanley, C. J. and Merz, S. I., 1992, Plasma leakage through microporous membranes-roles of phospholipids, ASAIO Journal, vol. 38, n. 3, pp.M399-M405.
- Novello, W.P., Ferreira, M.M., Succi, R., Pecorario, J. R. and Braile, D.M., 1997, Estação para avaliação *in vitro* de oxigenadores e permutadores de calor, Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Dezembro 8-12, Bauru, p.351.

## EVALUATION OF PLASMA BREAKTHROUGH TENDENCY IN MEMBRANES FOR CARDIOPULMONARY BYPASS

**Abstract:** *The purpose of this work concerns an "in vitro" evaluation of plasma breakthrough tendency in membrane oxygenators manufactured with two types of hollow fibers. Ten oxygenators produced with microporous polypropylene hollow fibers were evaluated, 5 produced with fibers type A, whose features are: internal diameters = 305 $\mu\text{m}$ , thickness=28  $\mu\text{m}$ , pore medium size = 0.065 $\mu\text{m}$  and porosity = 40%; and 5 oxygenators manufactured with fibers type B whose features are: internal diameter=400 $\mu\text{m}$ , thickness=30 $\mu\text{m}$ , pore medium size = 0.030 $\mu\text{m}$  and porosity=40%. The oxygenators produced with the hollow fiber type A didn't show plasma breakthrough during the period of test and 2 oxygenators produced with the fiber type B showed the plasma breakthrough after 5.5 hours and 6 hours of test. All oxygenators evaluated showed appropriated gas transfer. The results indicate that hollow fibers with medium pore size of 0.030 $\mu\text{m}$  have lower tendency to plasma breakthrough than fibers with medium pore size of 0.065 $\mu\text{m}$ , without decreasing of oxygenation capacity. In conclusion, the fibers type B can be considered more appropriate for use in cardiopulmonary bypass.*

**Key words:** *Cardiopulmonary bypass, Oxygenators, Heat exchangers, Plasma breakthrough and Membranes.*