

5º Congresso Nacional de Biomecânica • 5th Portuguese Congress on Biomechanics

LIVRO DE RESUMOS - BOOK OF ABSTRACTS

5º Congresso Nacional de Biomecânica • 5th Portuguese Congress on Biomechanics

Fórum de Arte e Cultura de Espinho, Portugal 8 e 9 de Fevereiro | 8th-9th, February | 2013

Comissão Organizadora | Organizing Committee

Renato Natal Jorge

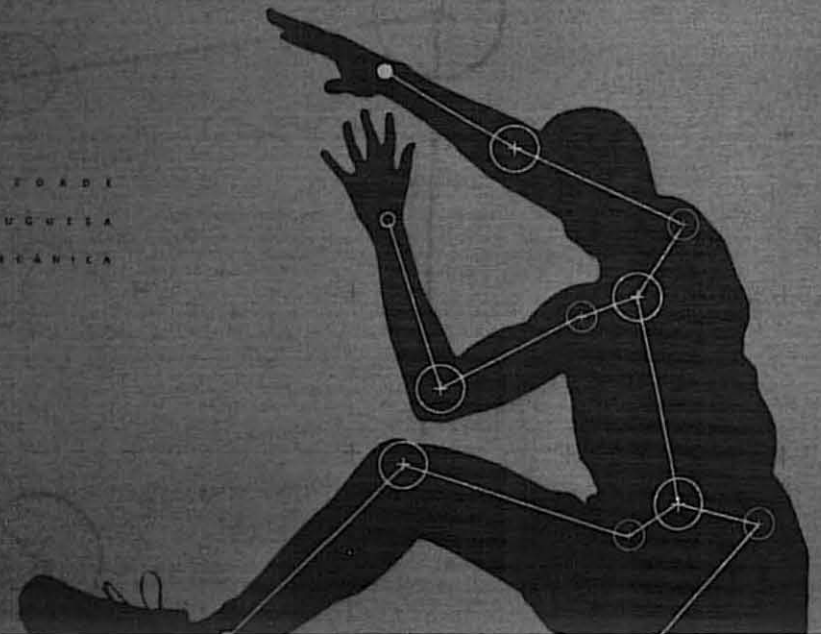
João Manuel R.S. Tavares

Jorge Belinha

Marco Parente

Pedro Martins

INSTITUTO
PORTUGUESA
BIOMECÂNICA



ISBN 978-989-96276-3-5

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

idMEC

inegi

UPORTO

A INFLUÊNCIA DE UM CAMPO MAGNÉTICO ESTÁTICO NO ESCOAMENTO SANGUÍNEO COM NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

N. Pereira¹, M. Mujika², S. Arana², T. Correia^{1,3}, A. M. T. Silva⁴, H. T. Gomes^{1,4}, P. J. Rodrigues¹, R. Lima^{1,5}

¹ Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus Stª Apolónia, 5301-857 Bragança, Portugal; ruime@ipb.pt

² CEIT-IK4 (CIC microGUNE), Paseo de Manuel Lardizábal, N° 15 20.018, Donostia – San Sebastián, Espanha.

³ CIMO, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus Stª Apolónia, 5301-857 Bragança, Portugal;

⁴ LCM – Laboratório de Catálise e Materiais – Laboratório Associado LCM/LSRE, Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto (Portugal);

⁵ CEFT, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal;

Palavras Chave: Nanopartículas magnéticas, Camada de Plasma, Biomicrofluídica, Células sanguíneas.

Resumo: Neste trabalho foram produzidas nanopartículas de óxido de ferro por síntese solvotérmica, posteriormente colocadas em suspensão num fluido fisiológico constituído por eritrócitos de forma a realizar estudos de escoamentos em microcanais. O principal objetivo deste trabalho consistiu em estudar a influência das nanopartículas na espessura da camada de plasma. Verificou-se que as nanopartículas com características magnéticas proporcionaram a diminuição da espessura da camada de plasma, um comportamento contrário ao observado com nanopartículas sem características magnéticas.

1 Introdução

A camada de plasma (CP), ou camada livre de células, é um fenómeno fisiológico que ocorre em microvasos e microcanais, ou seja, que existe em microsistemas *in vivo* e *in vitro*. Este fenómeno deve-se à tendência dos glóbulos vermelhos (GVs) em migrarem para o centro do microvaso/microcanal (migração axial), sendo a CP uma zona com concentração bastante reduzida de células [1-4]. Neste estudo, pretende-se verificar se este fenómeno sofre alguma alteração com a introdução de nanopartículas de óxido de ferro colocadas em suspensão num fluido fisiológico constituído por GVs e soro fisiológico.

2 Materiais e métodos

Numa primeira fase deste estudo foram produzidas, por um método solvotérmico, vários tipos de nanopartículas de óxido de ferro: magnéticas – NP1 e NP6 (Fe₃O₄), NP2 e NP5 (mistura de Fe₃O₄ e γ -Fe₂O₃) – e não magnéticas – NP3 e NP4 (nenhum dos óxidos de ferro formados anteriormente), sendo as diferentes condições de síntese de cada resumidas na Tabela 1.

Tab. 1 – Condições de síntese das nanopartículas

Amostra	FeCl ₃ (mmol)	NaOH (mmol)	Tempo (h)	T (°C)
NP1	5	20	6	180
NP2	2.5	20	6	180
NP3	10	20	6	180
NP4	5	10	6	180
NP5	5	30	6	180
NP6	5	20	6	180

Para comparação foram também utilizadas nos estudos dois tipos de nanopartículas comerciais, NPC (γ -Fe₂O₃) e NPCE (Fe₃O₄ encapsuladas). Posteriormente, realizaram-se os escoamentos em microcanais de vidro em borossilicato com 300 μ m (*Vitrocom*, EUA). Inicialmente estudou-se o comportamento da CP num fluido fisiológico com um hematócrito (Hct) de 5%, misturando-se de seguida vários tipos de nanopartículas (magnéticas – NP6, NPC e NPCE – e não magnéticas – NP4) suspensas em soro e com 1% de concentração. Na Figura 1 pode ser observado o sistema de microscopia utilizado neste estudo. Este sistema de microscopia é constituído por um microscópio invertido (*IX71, Olympus*), uma câmara de alta velocidade (*i-SPEE LT, Olympus*) e uma bomba

de seringa (*Harvard Apparatus PHD ULTRA*). Informação adicional relativa a este sistema de microscopia pode ser consultada em Pereira 2012 [5] e Lima et al. 2012 [6].



Fig. 1 Sistema para a visualização do escoamento no microscópio

3 Resultados e discussão

Na Figura 2, pode-se observar a área demarcada da CP após o tratamento de imagem utilizando o software *Image J*. A Figura 2a corresponde a uma imagem de um fluido fisiológico com 5% Hct, enquanto que a Figura 2b corresponde a uma imagem de um fluido com 5% de Hct e com 1% de concentração de NP4.

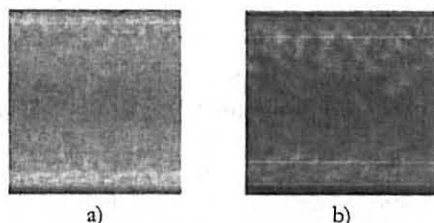


Fig. 2 Sangue com 5% Hct, onde se visualiza a zona correspondente à CP para a) um fluido fisiológico com 5% Hct; b) um fluido com 5% de Hct e com 1% de concentração de NP4.

Na Figura 3 são apresentados os valores correspondentes à espessura da CP do sangue com 5% Hct e deste misturado com as NP4 e as restantes nanopartículas.

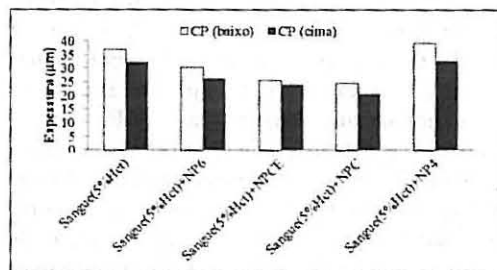


Fig. 3 Espessura da CP para o sangue com 5% Hct e este misturado com 4 tipos distintos de nanopartículas

Os resultados da Figura 3 evidenciam que a presença de nanopartículas magnéticas proporciona a diminuição da espessura da CP, sugerindo que as nanopartículas no plasma diminuem a tendência dos GV em migrarem axialmente. Por outro lado, a presença de nanopartículas não magnéticas (NP4) proporcionou um ligeiro aumento da espessura da CP, podendo dever-se ao facto das NP4 formarem aglomerados de GV e nanopartículas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT, COMPETE, QREN e União Europeia (FEDER) pelo financiamento através dos seguintes projectos: PTDC/SAU-BEB/105650/2008, PTDC/SAU-BEB/108728/2008, PTDC/EME-MFE/099109/2008, PEst-C/EQB/LA0020/2011 e PTDC/SAU-ENB/116929/2010.

Referências

- [1] Lima R., et al., Blood flow behavior in microchannels: advances and future trends, In: Dias et al. (Eds), *Single and two-Phase Flows on Chemical and Biomedical Engineering*, BSP, 513-547 (2012).
- [2] Garcia V., et al., In Vitro Blood Flow Behaviour in Microchannels with Simple and Complex Geometries, *Applied Biological Engineering – Principles and Practice*, Ganesh R. N. (ed.), InTech, 393-416 (2012).
- [3] Lima, R., et al., Radial dispersion of red blood cells in blood flowing through glass capillaries: role of hematocrit and geometry, *Journal of Biomechanics*, 2188-2196, 2008.
- [4] Kim, S., et al., A computer-based method for determination of the cell-free layer width in microcirculation. *Microcirculation*, 199-207 (2006).
- [5] Pereira, N., Desenvolvimento de Nanopartículas Magnéticas para Aplicações Biomédicas, Mestrado Tecnologia Biomédica, IPB, Bragança (2012).
- [6] Lima, R., et al., Micro-flow visualization of magnetic nanoparticles for biomedical applications, In: Dias et al. (Eds), *Single and two-Phase Flows on Chemical and Biomedical Engineering*, BSP, 600-612 (2012).