

Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos

XII Semana Integrada do Instituto de
Física de São Carlos

Livro de Resumos

São Carlos
2022

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos

SIFSC 12

Coordenadores

Prof. Dr. Osvaldo Novais de Oliveira Junior

Diretor do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Javier Alcides Ellena

Presidente da Comissão de Pós Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Tereza Cristina da Rocha Mendes

Presidente da Comissão de Graduação do Instituto de Física de São Carlos – Universidade de São Paulo

Comissão Organizadora

Adonai Hilario

Arthur Deponte Zutião

Elisa Goettems

Gabriel dos Santos Araujo Pinto

Henrique Castro Rodrigues

Jeffer Santiago Mares

João Victor Pimenta

Julia Martins Simão

Letícia Martinelli

Lorany Vitoria dos Santos Barbosa

Lucas Rafael Oliveira Santos Eugênio

Natasha Mezzacappo

Paulina Ferreira

Vinícius Pereira Pinto

Willian dos Santos Ribela

Normalização e revisão – SBI/IFSC

Ana Mara Marques da Cunha Prado

Maria Cristina Cavarette Dziabas

Maria Neusa de Aguiar Azevedo

Sabrina di Salvo Mastrantonio

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Informação do IFSC

Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos
(12: 10 out. - 14 out. : 2022: São Carlos, SP.)
Livro de resumos da XII Semana Integrada do Instituto de Física de São Carlos/ Organizado por Adonai Hilario [et al.]. São Carlos: IFSC, 2022.

446 p.

Texto em português.

1. Física. I. Hilario, Adonai, org. II. Título

ISBN: 978-65-993449-5-4

CDD: 530

PG85

Estudo teórico do fenômeno de cavitação acústica no tecido biológico para otimização da Terapia Sonodinâmica (SDT)

ANTUNES, Camila Aparecida; PRATAVIEIRA, Sebastião

camila.antunes@ifsc.usp.br

A Terapia Sonodinâmica (SDT) é um procedimento não invasivo que pode ser utilizado na remoção de células cancerígenas. Para isso, a SDT se utiliza da combinação de ultrassom (US), uma droga sensível ao US, chamada de sonossensibilizador (SS) e oxigênio molecular (O_2). Essa combinação resulta na produção de espécies reativas de oxigênio que interagem com as células e levam à morte celular. Uma vantagem da utilização de terapias com US consiste na fácil penetração do mesmo no tecido biológico devido a sua baixa atenuação, o que permite que a SDT atinja tumores profundos. Além disso, o US pode ser altamente focado em pequenas áreas permitindo maior controle do tratamento. (1) Um dos efeitos causados pela propagação do US no tecido é a nucleação, ou seja, a formação de bolhas de gás e vapor no meio. (2) Quando tais bolhas começam a crescer e oscilar, diz-se que elas estão cavitando. (3) A dinâmica de cavitação da bolha e sua possível implosão pode ser classificada como inercial ou não inercial e resulta em efeitos para o organismo, incluindo danos celulares e teciduais. Esses fatores tornam fundamental o entendimento dos fenômenos envolvidos na cavitação acústica visando potencializar suas aplicações. Apesar disso, os modelos teóricos utilizados para descrever a cavitação não são capazes de equacionar com precisão o comportamento deste fenômeno no tecido biológico. Assim, o objetivo deste trabalho consiste em compreender os mecanismos que descrevem a nucleação e a cavitação acústica no tecido biológico, partindo da análise dos fenômenos em meios aproximadamente homogêneos. O estudo das pressões mínimas necessárias para ocorrência de nucleação e cavitação em água e no tecido biológico, e a estimativa de possíveis ajustes nos parâmetros e equações teóricas utilizadas para descrever a cavitação também serão realizados, para que tais modelos possam prever mais precisamente a interação do US com o tecido, objetivando a elaboração de um protocolo eficiente e seguro para a aplicação da SDT no tratamento do câncer de pele. Para isso, foi realizada a análise dos modelos teóricos da dinâmica de nucleação/cavitação descritos na literatura, além de simulações considerando-se parâmetros de meios aquosos e teciduais nos softwares Wolfram Mathematica e MATLAB, e testes computacionais com possíveis ajustes nos modelos analisados. A partir dos resultados obtidos com as simulações computacionais, verificou-se que a tensão superficial do meio é de grande importância para a ocorrência de nucleação e apenas a partir de ajustes em tal tensão é possível determinar com precisão os valores energéticos necessários para a formação de bolhas no tecido. Além disso, a presença de heterogeneidades no meio é capaz de reduzir significativamente a energia mínima necessária para a ocorrência de cavitação. Ademais, com pequenos acréscimos de energia, bolhas nucleadas podem implodir gerando aumentos significativos de temperatura nas proximidades e causar danos ao tecido. Desse modo, é necessário ajustar as equações teóricas para que seja possível o melhor entendimento dos parâmetros envolvidos nos processos de nucleação e cavitação de modo a se elaborar um protocolo seguro para aplicação do US no tratamento do câncer de pele.

Palavras-chave: Terapia sonodinâmica. Nucleação. Cavitação acústica no tecido biológico.

Agência de fomento: CAPES (88887.601493/2021-00)

Referências:

- 1 NENE, L. C. *et al.* Effect of ultrasonic frequency and power on the sonodynamic therapy activity of cationic Zn (II) phthalocyanines. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 217, p. 111397-1-111397-12, Apr. 2021. DOI: 10.1016/j.jinorgbio.2021.111397.
- 2 VLAISAVLJEVICH, E. *et al.* Effects of ultrasound frequency and tissue stiffness on the histotripsy intrinsic threshold for cavitation. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 41, n. 6, p. 1651-1667, 2015.
- 3 BRUJAN, E.-A. **Cavitation in non-Newtonian fluids:** with biomedical and bioengineering applications. Heidelberg: Springer, 2011.