

LIVRO DE RESUMOS

I ENCONTRO DE INOVAÇÃO
E TECNOLOGIAS APLICADAS
À SAÚDE

2023



Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos
Grupo de Óptica “Prof. Dr. Milton Ferreira de Souza”

Comissão Organizadora

Dra. Michelle Barreto Requena

Dra. Thaila Quatrini Corrêa

Prof. Dr. Sebastião Pratavieira

**Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos**

**I ENCONTRO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS
APLICADAS À SAÚDE**

Livro de Resumos

São Carlos

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do IFSC

Encontro de Inovação e tecnologias aplicadas à saúde do Instituto de Física de São Carlos (março 2023 São Carlos, SP.)

Livro de resumos do I Encontro de Inovação e Tecnologias Aplicadas à Saúde do Instituto de Física de São Carlos; organizado por Michelle Barreto Requena; Thaila Quatrini Corrêa; Sebastião Pratavieira. São Carlos: IFSC, 2023.

72p.

Texto em português.

1. Inovações tecnológicas. 2. Saúde. I. Requena, M. B., org. II. Corrêa, T. Q., org. III. Pratavieira, S., org. IV. Título.

ISBN:978-65-993449-6-1

CDD: 658.4062

Apresentação

Entre os dias 6 e 8 do mês de março, o Laboratório de Apoio à Inovação e ao Empreendedorismo em Tecnologias Fotônicas (USP Fóton), pertencente ao Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (Sisfóton) – iniciativa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) – , realizou o “1º Encontro de Inovação e Tecnologias Aplicadas à Saúde”.

O evento teve como objetivo apresentar pesquisas e projetos aplicados à saúde, mostrando a importância da física como aliada no desenvolvimento de novas tecnologias para a saúde. Além disso, o evento possibilitou a apresentação da infraestrutura disponível na “Rede USP Fóton” com foco na promoção de ambiente adequado para pesquisa, desenvolvimento e inovação, além de atrair novos interessados nessa área de pesquisa.

O IFSC/USP, que abriga a “Rede USP Fóton”, sempre se preocupou em ampliar as aplicações da física para a saúde, até porque a saúde global é de extrema importância não só para os seres humanos, mas também para os animais, o meio ambiente e a agricultura. A física tem se mostrado extremamente importante como aliada no desenvolvimento das tecnologias e é fundamental, por exemplo, para a realização de exames médicos e diagnósticos precisos.

As pesquisas em óptica e fotônica, parte importante ligada às ciências da vida, têm sido pioneiras em muitas coisas. Recentemente, o Grupo de Óptica do IFSC/USP submeteu sua centésima patente e já teve 20 concedidas, em um período de pouco mais de 20 anos, o que mostra o vigor do grupo com relação à atuação na área da inovação tecnológica. A Unidade Embrapii, presente no local, também contribui para a interação entre empresas, universidades e institutos de ciência e tecnologia, fomentando o desenvolvimento de projetos e cooperações. A unidade já teve mais de 60 projetos aprovados e recebeu mais de 30 milhões em recursos para o desenvolvimento de tecnologias em óptica.

Além dos diversos pesquisadores apresentando seus desenvolvimentos, o encontro teve as palestras especiais do Prof. Dr. Sebastião Pratavieira, mostrando a infraestrutura disponível a entidades públicas e privadas do Brasil, do Prof. Dr. Daniel Varela Magalhães, que informou mais sobre a unidade Embrapii do IFSC, e do Dr. Felipe Bellucci, do MCTI, bem como

dos Drs. Marcelo Botolini e Marcelo Camargo, da FINEP, mostrando diversas iniciativas de apoio à pesquisa e inovação no Brasil.

A organização do evento ficou a cargo do integrantes do Grupo de Óptica “Prof. Dr. Milton Ferreira de Souza” do IFSC/USP, em especial, Dra. Michelle Barreto Requena, Dra. Thaila Quatrini Corrêa e Prof. Dr. Sebastião Pratavieira, que agradecem a participação e colaboração de todos.

O evento teve mais de 70 trabalhos apresentados e visualizações por centenas de pessoas, o que demonstra a relevância do tema para a comunidade.

Para assistir as apresentações, acesse o *QR code* abaixo:



APOIO

- Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica – CePOF (um CePID – Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP); Processos: 2013/07276-1 (CePOF), 2014/50857-8 (INCT), 2009/54035-4 (EMU).
- Instituto Nacional de Óptica Básica e Aplicada às Ciências da Vida (programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia – INCT do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), intermediado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq); Processos: 465360/2014-9, 306919/2019-2, 305072/2022-6.
- Laboratório de Apoio à Inovação e ao Empreendedorismo em Tecnologias Fotônicas (USP Fóton), do Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (SISFOTON), parte da Iniciativa Brasileira Fotônica (IBFOTON) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Processo: 440237/2021-1.
- Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial EMBRAPPII – IFSC/USP Biofotônica e Instrumentação.



PROGRAMAÇÃO

| 6 de março de 2023 | | |
|--------------------|---|--|
| Horário | Título da palestra | Palestrante |
| 09:00 - 09:45 | Abertura USP Fóton | Prof. Vanderlei S. Bagnato & Prof. Sebastião Pratavieira |
| 09:45 - 10:00 | Efeitos estruturais da inativação sonofotodinâmica em biofilme de <i>Staphylococcus aureus</i> | Fernanda Alves |
| 10:00 - 10:15 | Medição da geração de oxigênio singlete e radical hidroxila durante a atividade sonofotodinâmica | Erika Toneth Ponce Ayala |
| 10:15 - 10:30 | Estudo teórico das condições para nucleação e cavitação acústicas no tecido biológico para otimização da terapia sonodinâmica | Camila Aparecida Antunes |
| 10:30 - 10:45 | Caracterização e controle do perfil de dano anatômico e histológico da terapia sonodinâmica em modelo animal | Iago Silva e Carvalho |
| 10:45 - 11:00 | Análises da inativação fotodinâmica, sonodinâmica e sonofotodinâmica para a inativação de biofilmes de <i>Candida albicans</i> | Gabriela Gomes Guimarães |
| 11:00 - 11:15 | Análise teórica das condições sobre a nucleação e cavitação acústicas em meios heterogêneos | Alejandra Ayulo Cumpalli |
| 11:15 - 11:30 | Determinação de espécies reativas produzidas em reações sonodinâmicas | Murilo de Oliveira Souza |
| 12:00 - 14:00 | Intervalo | |
| 14:00 - 14:15 | Imagens estereográficas para o monitoramento e caracterização morfológica de lesões de pele | Otávio Perez Palamoni |
| 14:15 - 14:30 | Implementação de tomografia de coerência óptica e <i>machine learning</i> | Claudia Patricia Barrera Patiño |
| 14:30 - 14:45 | Desenvolvimento de dispositivo analítico baseado em papel com detecção dupla para detectar biomarcadores salivares em locais de atendimento | Lucas Rodrigues de Sousa |
| 14:45 - 15:00 | Modelo de interação humano-exoesqueleto dirigido por sinais eletromiográficos para flexão e extensão de joelho | Luca Borgonovi |
| 15:00 - 15:15 | Considerações sobre o uso de espectroscopia infravermelho e <i>machine learning</i> para diagnóstico de doenças | Cicero Cena |
| 15:15 - 15:30 | Sensores de gases químico-resistivos a base de heteroestruturas óxidos-sulfetos obtidas por tratamento hidrotermal de materiais semente | Martin Schwellberger Barbosa |

| | | |
|---------------|--|------------------------------|
| 15:30 - 15:45 | Simulações computacionais no campo da reabilitação robótica: uma comparação entre os métodos tracking e predictive | Denis Mosconi |
| 15:45 - 16:00 | Algoritmo baseado em dinâmica direta para simulação de interação humano-exoesqueleto de membros inferiores | Denis Mosconi |
| 16:00 - 16:15 | Nanopartículas de fuligem isoladas agindo como uma fonte eficiente de oxigênio singleto | Maria Luiza Ferreira Vicente |
| 16:15 - 16:30 | Simulação dos parâmetros ótimos na TFDa da pneumonia usando iluminação externa em modelo suíno | Johan Sebastián Díaz Tovar |

| 7 de março de 2023 | | |
|--------------------|--|--------------------------------------|
| Horário | Título da palestra | Palestrante |
| 09:00 - 10:00 | Unidade Embrapii IFSC | Prof. Daniel V. Magalhães - IFSC/USP |
| 10:00 - 10:15 | Avaliação da temperatura no controle fotodinâmico de larvas do vetor <i>Aedes aegypti</i> | Matheus Garbuio |
| 10:15 - 10:30 | Mapeamento da temperatura em câmara de cultivo hidropônico indoor | Leonardo Araujo Lion |
| 10:30 - 10:45 | Viabilidade do modelo vegetal <i>Allium cepa</i> para estudo de fotobiomodulação | Mariana de Souza |
| 10:45 - 11:00 | Estudo de processos otimizados na agricultura em ambientes controlados | Shirly Marleny Lara Perez |
| 11:00 - 11:15 | Utilização do ultravioleta em 222 nm na descontaminação tomates e prolongamento do tempo de prateleira | Mariana Mayumi Yamashiro Delfino |
| 11:15 - 11:30 | Avaliação preliminar dos efeitos do azul de metileno na espécie <i>Lactuca sativa</i> em sistema de cultivo indoor | Alessandra Lima |
| 12:00 - 14:00 | Intervalo | |
| 14:00 - 15:00 | MCTI | Felipe Bellucci |
| 15:00 - 16:00 | FINEP | Marcelo Camargo e Marcelo Bortolini |
| 16:00 - 16:15 | Deteção e contagem de cistos de Giardia por um microscópio sem lentes | Camila de Paula D'Almeida |
| 16:15 - 16:30 | Ensaio de migração celular com microscópio sem lentes | Camila de Paula D'Almeida |

| | | |
|---------------|---|------------------------------|
| 16:30 - 16:45 | Microscópio veterinário automático para caracterização de células de sangue | Marlon Rodrigues Garcia |
| 16:45 - 17:00 | Espectroscopia de fluorescência para monitoramento de transplantes clínicos de enxertos hepáticos: possibilidades oferecidas pela excitação em 408 nm | José Dirceu Vollet Filho |
| 17:00 - 17:15 | Sistema hiperespectral para mapeamento de hemoglobina | Bruno Freitas Vieira |
| 17:15 - 17:30 | Diversidade de cores da pele humana em simulações de Monte Carlo | Victor Porto Gontijo de Lima |

| 8 de março de 2023 | | |
|--------------------|---|--|
| Horário | Título da palestra | Palestrante |
| 09:00 - 09:15 | Estudo das propriedades ópticas e térmicas de uma nanoemulsão de indocianina verde e suas aplicações | Gabriel Oliveira Jasinevicius |
| 09:15 - 09:30 | Análise dos efeitos da fotobioestimulação na bioenergética mitocondrial | Natasha Ferreira Mezzacappo |
| 09:30 - 09:45 | Avaliação de dano tecidual e vascular causado pela terapia fotodinâmica em tumor cutâneo por meio da tomografia de coerência óptica | Mirian Denise Stringasci |
| 09:45 - 10:00 | Análise da produção de PpIX a partir da aplicação de ala oral em lesões de língua de rato wistar | Semira Silva de Arruda |
| 10:00 - 10:15 | Utilização da terapia fototérmica e agentes clareadores ópticos para tratamento do melanoma cutâneo | Letícia Palombo Martinelli |
| 10:15 - 10:30 | Combinação de terapia por fotobiomodulação e radioterapia na vascularização tumoral | Camilla dos Santos Costa |
| 10:30 - 10:45 | Combinação de radioterapia e terapia fotodinâmica <i>in vitro</i> em células de melanoma murino b16f10 | Raphael Guimarães Lopes |
| 10:45 - 11:00 | Avaliação e otimização da formulação de microagulhas dissolvíveis para uso em terapia fotodinâmica | Dianeth Sara Lima Bejar |
| 12:00 - 14:00 | Intervalo | |
| 14:00 - 14:15 | Estudo <i>in vitro</i> da resposta fotodinâmica antimicrobiana em <i>Rhizopus oryzae</i> | Maria Júlia de Arruda Mazzotti Marques |
| 14:15 - 14:30 | Estudo <i>in vitro</i> da inativação fotodinâmica dos microrganismos causadores da esporotricose | Amanda Regina Rocha |
| 14:30 - 14:45 | Descontaminação <i>ex-vivo</i> de rim suíno para transplante com radiação ultravioleta-c com a combinação de outras técnicas | Loraine Carolina Goenaga Mafud |

| | | |
|---------------|---|----------------------------------|
| 14:45 - 15:00 | Avaliação das propriedades físico-químicas do surfactante pulmonar para o desenvolvimento de formulações para entrega no trato respiratório | Lorraine Gabriele Fiuza de Jesus |
| 15:00 - 15:15 | Estudo do tratamento de inativação fotodinâmica sobre <i>K. pneumoniae</i> e <i>E. coli</i> ; principais linhagens de importância clínica | Rebeca Vieira de Lima |
| 15:15 - 15:30 | Investigações para controle da pneumonia por ação fotodinâmica | Isabelle Almeida de Lima |
| 15:30 - 15:45 | Avaliação da Terapia Fotodinâmica antimicrobiana em modelo alveolar Transwell | Ana Júlia Barbosa Tomé |
| 15:45 - 16:00 | Ação da curcumina na inativação fotodinâmica bacteriana na presença de diferentes solventes | Taina Cruz de Souza Cappellini |
| 16:00 - 16:15 | Avaliação da otimização da resposta fotodinâmica antimicrobiana empregando o azul de metileno e o iodeto de potássio | Leticia Veludo |
| 16:15 - 16:30 | Inativação de microrganismos por H ₂ O ₂ ultrapuro no estado gasoso | Valéria Vidal de Oliveira |
| 16:30 - 16:45 | Atividades antimicrobiana e fotoantimicrobiana de nanocompósitos de quitosana/cnppv | Leandro Oliveira Araujo |
| 16:45 - 17:00 | Teste de crescimento de biofilmes de <i>C. albicans</i> em tubos endotraqueais funcionalizados com curcumina | Gabriel Grube dos Santos |
| 17:00 - 17:15 | Efeito combinado de curcumina e peróxido de hidrogênio na inativação fotodinâmica de <i>Staphylococcus aureus</i> | Kamila Jessie Sammarro Silva |
| 17:15 - 17:30 | Avaliação da atividade antibacteriana da luz ultravioleta em solução nutritiva de hidroponia | Bruna Carolina Corrêa |
| 17:30 - 17:45 | Ação da inativação fotodinâmica nas falhas de antibiótico | Jennifer Machado Soares |

| 9 de março de 2023 | | |
|--------------------|--|-------------------------------|
| Horário | Título da palestra | Palestrante |
| 09:00 - 09:15 | Reabilitação da memória através do tratamento conjugado de laser e ultrassom | Antônio Aquino Júnior |
| 09:15 - 09:30 | Melhora da qualidade de vida através tratamento conjugado do laser e ultrassom para o sono | Antônio Aquino Júnior |
| 09:30 - 09:45 | Avaliação das características da pele após tratamento não invasivo com ácido hialurônico | Bianca Silva de Moraes |
| 09:45 - 10:00 | Ação conjugada de laser e liberação miofascial nos processos inflamatórios e degenerativos do ombro: estudo piloto | Ana Carolina Negraes Canelada |
| 10:00 - 10:15 | Laserterapia aplicada na cicatrização de feridas | Carolayne Carboni Bernardo |

| | | |
|---------------|---|------------------------------|
| 10:15 - 10:30 | Tratamento da disfunção temporomandibular utilizando laser sinérgico com ultrassom | Vitor Hugo Panhóca |
| 10:30 - 10:45 | Software para uso de óculos 3d para aulas de anatomia e cirurgias endoscópicas com visão direta e realidade aumentada | Deise Renata Bringmann |
| 10:45 - 11:00 | Análise clínica comparativa da terapia sinérgica de ultrassom e laser e terapias isoladas para tratamento da fibromialgia | Juliana Amaral |
| 11:00 - 11:15 | Avaliação da eficácia do pó de café verde na alopecia androgênica | Alessandra Keiko Lima Fujita |
| 11:15 - 11:30 | Encerramento | |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| EFEITO COMBINADO DE CURCUMINA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> | 13 |
| AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA FORMULAÇÃO DE MICROAGULHAS DISSOLVÍVEIS PARA USO EM TERAPIA FOTODINÂMICA..... | 14 |
| EFEITOS ESTRUTURAIS DA INATIVAÇÃO SONOFOTODINÂMICA EM BIOFILME DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> | 15 |
| IMAGENS ESTEREOGRÁFICAS PARA O MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LESÕES DE PELE..... | 16 |
| AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DA LUZ ULTRAVIOLETA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA DE HIDROPONIA..... | 17 |
| AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA PELE APÓS TRATAMENTO NÃO INVASIVO COM ÁCIDO HIALURÔNICO..... | 18 |
| IMPLEMENTAÇÃO DE TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA E <i>MACHINE LEARNING</i> EM PESQUISAS DO CEPOF | 19 |
| REABILITAÇÃO DA MEMÓRIA ATRAVÉS DO TRATAMENTO CONJUGADO DE LASER E ULTRASSOM | 20 |
| TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR UTILIZANDO LASER SINÉRGICO COM ULTRASSOM | 21 |
| AÇÃO CONJUGADA DE LASER E LIBERAÇÃO MIOFASCIAL NOS PROCESSOS INFLAMATÓRIOS E DEGENERATIVOS DO OMBRO: ESTUDO PILOTO | 22 |
| SENSORES DE GASES QUÍMICO-RESISTIVOS A BASE DE HETEROESTRUTURAS ÓXIDOS-SULFETOS OBTIDAS POR TRATAMENTO HIDROTÉRMICO DE MATERIAIS SEMENTE | 23 |
| SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO CAMPO DA REABILITAÇÃO ROBÓTICA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS <i>TRACKING</i> E <i>PREDICTIVE</i> | 24 |
| ESTUDO TEÓRICO DAS CONDIÇÕES PARA NUCLEAÇÃO E CAVITAÇÃO ACÚSTICAS NO TECIDO BIOLÓGICO PARA OTIMIZAÇÃO DA TERAPIA SONODINÂMICA..... | 25 |
| ESTUDO <i>IN VITRO</i> DA RESPOSTA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EM <i>RHIZOPUS ORYZAE</i> | 26 |
| ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA PARA MONITORAMENTO DE TRANSPLANTES CLÍNICOS DE ENXERTOS HEPÁTICOS: POSSIBILIDADES OFERECIDAS PELA EXCITAÇÃO EM 408 NM..... | 27 |
| MICROSCÓPIO VETERINÁRIO AUTOMÁTICO PARA CARACTERIZAÇÃO DE CÉLULAS DE SANGUE | 28 |
| LASERTERAPIA APLICADA NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS..... | 29 |
| ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS E TÉRMICAS DE UMA NANOEMULSÃO DE INDOCIANINA VERDE E SUAS APLICAÇÕES..... | 30 |
| ANÁLISE DOS EFEITOS DA FOTOBIOESTIMULAÇÃO NA BIOENERGÉTICA MITOCONDRIAL | 31 |
| ESTUDO <i>IN VITRO</i> DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA DOS MICRORGANISMOS CAUSADORES DA ESPOROTRICOSE..... | 32 |
| AVALIAÇÃO DE DANO TECIDUAL E VASCULAR CAUSADO PELA TERAPIA FOTODINÂMICA EM TUMOR CUTÂNEO POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA..... | 33 |

| | |
|--|----|
| ANÁLISES DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA, SONODINÂMICA E SONOFOTODINÂMICA PARA A INATIVAÇÃO DE BIOLFIMES DE <i>CANDIDA ALBICANS</i> | 35 |
| ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE PPIX A PARTIR DA APLICAÇÃO DE ALA ORAL EM LESÕES DE LÍNGUA DE RATO WISTAR | 36 |
| SIMULAÇÃO DOS PARÂMETROS ÓTIMOS NA TFDA DA PNEUMONIA USANDO ILUMINAÇÃO EXTERNA EM MODELO SUÍNO | 37 |
| AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SURFACTANTE PULMONAR PARA O DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES PARA ENTREGA NO TRATO RESPIRATÓRIO..... | 38 |
| CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE ESPECTROSCOPIA INFRAVERMELHO E <i>MACHINE LEARNING</i> PARA DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS..... | 39 |
| ENSAIO DE MIGRAÇÃO CELULAR COM MICROSCÓPIO SEM LENTES..... | 40 |
| DETECÇÃO E CONTAGEM DE CISTOS DE <i>GIARDIA</i> POR UM MICROSCÓPIO SEM LENTES..... | 41 |
| ALGORITMO BASEADO EM DINÂMICA DIRETA PARA SIMULAÇÃO DE INTERAÇÃO HUMANA-EXOESQUELETO DE MEMBROS INFERIORES | 42 |
| TESTE DE CRESCIMENTO DE BIOFILMES DE <i>C. ALBICANS</i> EM TUBOS ENDOTRAQUEAIS FUNCIONALIZADOS COM CURCUMINA..... | 43 |
| ATIVIDADES ANTIMICROBIANA E FOTOANTIMICROBIANA DE NANOCOMPÓSITOS DE QUITOSANA/CNPPV | 44 |
| CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DO PERFIL DE DANO ANATÔMICO E HISTOLÓGICO DA TERAPIA SONODINÂMICA EM MODELO ANIMAL..... | 45 |
| ANÁLISE TEÓRICA DAS CONDIÇÕES SOBRE A NUCLEAÇÃO E CAVITAÇÃO ACÚSTICAS EM MEIOS HETEROGÊNEOS | 46 |
| DETERMINAÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS PRODUZIDAS EM REAÇÕES SONODINÂMICAS..... | 47 |
| INATIVAÇÃO DE MICRORGANISMOS POR H ₂ O ₂ ULTRAPURO NO ESTADO GASOSO..... | 48 |
| COMBINAÇÃO DE RADIOTERAPIA E TERAPIA FOTODINÂMICA <i>IN VITRO</i> EM CÉLULAS DE MELANOMA MURINO B16F10 | 49 |
| AÇÃO DA CURCUMINA NA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA BACTERIANA NA PRESENÇA DE DIFERENTES SOLVENTES | 50 |
| COMBINAÇÃO DE TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO E RADIOTERAPIA NA VASCULARIZAÇÃO TUMORAL..... | 51 |
| ESTUDO DO TRATAMENTO DE INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA SOBRE <i>K. PNEUMONIAE</i> E <i>E. COLI</i> ; PRINCIPAIS LINHAGENS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA..... | 52 |
| DIVERSIDADE DE CORES DA PELE HUMANA E SIMULAÇÕES DE MONTE CARLO..... | 53 |
| INVESTIGAÇÕES PARA CONTROLE DA PNEUMONIA POR AÇÃO FOTODINÂMICA..... | 54 |
| VIABILIDADE DO MODELO VEGETAL <i>ALLIUM CEPA</i> PARA ESTUDO DE FOTOBIMODULAÇÃO | 55 |
| DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ANALÍTICOS BASEADO EM PAPEL COM DETECÇÃO DUPLA PARA DETECTAR BIOMARCADORES SALIVARES EM LOCAIS DE ATENDIMENTO | 56 |
| ESTUDO DE PROCESSOS OTIMIZADOS NA AGRICULTURA EM AMBIENTES CONTROLADOS | 57 |

| | |
|---|----|
| UTILIZAÇÃO DO ULTRAVIOLETA EM 222 NM NA DESCONTAMINAÇÃO TOMATES E PROLONGAMENTO DO TEMPO DE PRATELEIRA | 58 |
| MEDIÇÃO DA GERAÇÃO DE OXIGÊNIO SINGLETO E RADICAL HIDROXILA DURANTE A ATIVIDADE SONOFOTODINÂMICA..... | 59 |
| AVALIAÇÃO DA TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EM MODELO ALVEOLAR <i>TRANSWELL</i> .. | 60 |
| MAPEAMENTO DA TEMPERATURA EM CÂMARA DE CULTIVO HIDROPÔNICO <i>INDOOR</i> | 61 |
| UTILIZAÇÃO DA TERAPIA FOTOTÉRMICA E AGENTES CLAREADORES ÓPTICOS PARA TRATAMENTO DO MELANOMA CUTÂNEO..... | 62 |
| NANOPARTÍCULAS DE FULIGEM ISOLADAS AGINDO COMO UMA FONTE EFICIENTE DE OXIGÊNIO SINGLETO..... | 63 |
| AVALIAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO DA RESPOSTA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EMPREGANDO O AZUL DE METILENO E O IODETO DE POTÁSSIO | 64 |
| MODELO DE INTERAÇÃO HUMANO-EXOESQUELETO DIRIGIDO POR SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS PARA FLEXÃO E EXTENSÃO DE JOELHO..... | 65 |
| AÇÃO DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA NAS FALHAS DE ANTIBIÓTICO..... | 66 |
| MELHORA DA QUALIDADE DE VIDA ATRAVÉS TRATAMENTO CONJUGADO DO LASER E ULTRASSOM PARA O SONO..... | 67 |
| SOFTWARE PARA USO DE ÓCULOS 3D PARA AULAS DE ANATOMIA E CIRURGIAS ENDOSCÓPICAS COM VISÃO DIRETA E REALIDADE AUMENTADA | 68 |
| SISTEMA HIPERESPECTRAL PARA MAPEAMENTO DE HEMOGLOBINA | 69 |
| AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO PÓ DE CAFÉ VERDE NA ALOPECIA ANDROGÊNICA..... | 70 |
| ANÁLISE CLÍNICA COMPARATIVA DA TERAPIA SINÉRGICA DE ULTRASSOM E LASER E TERAPIAS ISOLADAS PARA TRATAMENTO DA FIBROMIALGIA | 71 |
| AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS EFEITOS DO AZUL DE METILENO NA ESPÉCIE <i>LACTUCA SATIVA</i> EM SISTEMA DE CULTIVO <i>INDOOR</i> | 72 |

EFEITO COMBINADO DE CURCUMINA E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

SILVA, K. J. S.¹; LIMA, A. R.¹; CORRÊA, T. Q.¹; DIAS, L. D.²; BAGNATO, V. S.^{1,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Laboratório de Novos Materiais, Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.

³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: A inativação fotodinâmica (IFD) tem se mostrado promissora no tratamento avançado de água e efluentes, empregos alinhados à saúde pública e meio ambiente. Visando melhorar a eficiência do processo, tem havido pesquisa em aditivos, como peróxido de hidrogênio (H₂O₂), amplamente usado em desinfecção. (1) Estudos demonstraram sua eficiência complementar ao azul de metileno como fotossensibilizador (FS). (2) **Objetivos:** Buscou-se avaliar efeitos de H₂O₂ na IFD de *Staphylococcus aureus*, quando a curcumina é aplicada como FS. **Material e métodos:** Foram realizados testes *in vitro*, em batelada, com condições de concentração de FS (μM) e aditivo (%) organizadas por desenho experimental fatorial completo (FFD) com dois fatores, dois níveis e um ponto central. O organismo-alvo *S. aureus* (ATCC® 25923) foi irradiado a 450 nm sob a dose de luz de 5 J/cm² (Biotable®). **Resultados e discussão:** As combinações das variáveis independentes no FFD permitiram a elaboração de um mapa de inativação, no qual a maior redução de *S. aureus* em log foi obtida na região de maior concentração de FS e menor concentração de aditivo, sugerindo efeito antagônico. Estudo similar verificou a redução na geração de radicais livres na solução na presença de H₂O₂ com FS (2) mas os resultados de IFD obtidos pelos autores foram favoráveis à IFD, argumentando que reações em solução não são necessariamente as mesmas que ocorrem dentro da célula. **Conclusões:** A combinação de H₂O₂ e curcumina não aumentou a eficiência da IFD contra *S. aureus* sugerindo efeitos competitivos. Em detrimento de tratamento combinado, estudos da aplicação sequencial são incentivados, a fim de determinar se há influência da pré-oxidação por H₂O₂ sobre a incorporação de FS, impulsionando aplicações ambientais da IFD.

Palavras-chave: Desinfecção. Fatorial completo. Biofotônica ambiental.

REFERÊNCIAS

1 SILVA, K. J. S.; SABOGAL-PAZ, L. P. A 10-year critical review on hydrogen peroxide as a disinfectant: could it be an alternative for household water treatment? **Water Supply**, v. 22, n. 12, p. 8527–8539, 2022.

2 DAGHASTANLI, N. A.; ITRI, R.; HAMBLIN, M. R.; RIBEIRO, M. S. Antimicrobial mechanisms behind photodynamic effect in the presence of hydrogen peroxide. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 10, n. 4, p. 483–490, 2011.

AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA FORMULAÇÃO DE MICROAGULHAS DISSOLVÍVEIS PARA USO EM TERAPIA FOTODINÂMICA

BEJAR, D. S.¹; REQUENA, M. B.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A terapia fotodinâmica tópica (TFD) para o tratamento de câncer de pele consiste na aplicação de um creme para induzir o acúmulo de um fotossensibilizador (FS) endógeno, a protoporfirina IX (PpIX). Após a incubação do creme é feita a aplicação de luz para gerar a formação de espécies reativas e eliminação das células cancerígenas. Uma opção para garantir que o FS atravesse as camadas da pele e atinja o tumor de forma homogênea é o uso de microagulhas dissolvíveis (MD), dispositivos minimamente invasivos com potencial terapêutico para a entrega transdérmica e intradérmica de fármacos. Um modelo de MD contendo 5% de ácido aminolevulínico (ALA) foi previamente testado para TFD em estudos pré-clínicos e demonstrou maior distribuição de PpIX em profundidade em relação à aplicação creme. (1) Contudo, a prática clínica atual utiliza creme contendo 20% de precursor. **Objetivos:** O presente estudo avaliou a otimização da formulação deste modelo de MD na busca de aumentar a concentração do precursor. **Metodologia:** Foram realizados testes sob diferentes condições de temperatura e umidade para estabelecer um protocolo que possibilitasse a produção inédita de MD contendo 10% de ALA (PDT Pharma, Brasil). As mudanças de coloração foram avaliadas para manter a estabilidade do ALA durante a produção de MD. (2) Além disso, interações do fármaco com o polímero Gantrez AN-139 (Ashland, Reino Unido) foram exploradas por espectroscopia de absorção e de fluorescência. Foram preparadas soluções contendo o polímero com um derivado de hematoporfirina (Photogem®, Rússia) como FS, para avaliação em diferentes intervalos de tempo durante a irradiação com LINCE® (630 nm, MMOptics, Brasil). **Resultados e discussão:** Foi estabelecido um novo protocolo de secagem de MD, as quais são suficientemente rígidas e com pouco ou quase nenhum sinal de degradação. Os dados de espectroscopia indicam que há interação entre o polímero e o FS, com aumento da intensidade de fluorescência e deslocamento do pico de emissão. **Conclusões:** Estudos complementares relacionados ao armazenamento e profundidade de inserção das MD estão em andamento, assim como a sua aplicação em modelo tumoral animal para a análise de distribuição da PpIX e efeitos da TFD.

Palavras-chave: Terapia fotodinâmica. Microagulhas dissolvíveis. Fotossensibilizador.

REFERÊNCIAS

1 REQUENA, M. B. *et al.* Dissolving microneedles containing aminolevulinic acid improves protoporphyrin IX distribution. *Journal of Biophotonics*. v. 14, n. 1, p. e202000128, 2021.

2 TEWARI, K. M.; EGGLESTON, I. M. Chemical approaches for the enhancement of 5-aminolevulinic acid-based photodynamic therapy and photodiagnosis. *Photochemical & Photobiological Sciences*, v. 17, n. 11, p. 1553–1572, 2018.

EFEITOS ESTRUTURAIS DA INATIVAÇÃO SONOFOTODINÂMICA EM BIOFILME DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

ALVES, F.¹; PRATAVIEIRA, S.¹; PATIÑO, C. B. ¹; BAGNATO, V. S. ¹; KURACHI, C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: As infecções causadas por biofilmes microbianos são um desafio para os profissionais da saúde devido à presença da matriz extracelular (MEC) que envolve e protege as bactérias contra agentes antimicrobianos. Além disso, o surgimento de bactérias resistentes aos antibióticos tem aumentado de forma crítica, levando ao insucesso dos tratamentos convencionais. Para resolver esses problemas, a Inativação Sonodinâmica (SDI), Fotodinâmica (PDI) e Sonofotodinâmica (SPDI) são estratégias anti-biofilmes promissoras. A PDI envolve a aplicação de um sensibilizador seguido de irradiação de luz, que produz espécies reativas de oxigênio (ROS), letais para microrganismos. A SDI usa o sensibilizador e o ultrassom (US) para gerar efeitos sonoquímicos, térmicos e mecânicos antimicrobianos. A SPDI combina as técnicas e se beneficiam das vantagens de ambas as terapias. **Objetivos:** O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade da SDI, PDI e SPDI em inativar e prejudicar a estrutura de biofilmes de *Staphylococcus aureus*. **Material e métodos:** Para isso, biofilmes *in vitro* de *S. aureus* foram tratados com SDI, PDI e SPDI usando 40 µM de curcumina como sensibilizador, US de 1 MHz (20% de ciclo de trabalho, 1 W/cm², 10 min) e luz LED azul (450 nm, 30 J/cm²). Em seguida, a sobrevivência das bactérias foi avaliada pelo ensaio de viabilidade (UFC/mL), a estrutura tridimensional do biofilme foi visualizada por Tomografia de Coerência Óptica (TCO), e a microscopia confocal foi realizada para verificar a presença da MEC e de células vivas/mortas. **Resultados e discussões:** O ensaio de viabilidade (UFC/mL) mostrou que a SPDI foi mais eficaz em inativar a bactéria do que as terapias individuais. As imagens de confocal mostraram ausência de células em todos os grupos de tratamentos, não sendo detectadas células vivas ou mortas. Além disso, houve redução na quantidade de MEC de todos os grupos tratados (PDI, SDI e SPDI), quando comparados ao grupo controle. A TCO revelou que a PDI exibiu uma redução mais leve na espessura dos biofilmes em comparação com o controle. O grupo SDI apresentou alterações mais expressivas, como menor espessura em relação ao controle, defeitos na topografia e algumas regiões com menor densidade de biomassa. Além disso, o biofilme mais impactado foi o grupo SPDI, em que foi observado um efeito destrutivo na estrutura do biofilme, sendo detectada pelo equipamento uma fina camada de biomassa. **Conclusões:** Esses resultados juntos mostram a capacidade do processo dinâmico envolvido nos tratamentos (PDI, SDI e SPDI) em causar um impacto significativo nos componentes do biofilme, reduzindo as células e MEC.

Palavras-chave: Inativação sonofotodinâmica. Inativação fotodinâmica. Inativação sonodinâmica. Biofilme. *Staphylococcus aureus*.

REFERÊNCIAS

1 FAN, L. *et al.* Sonodynamic antimicrobial chemotherapy: an emerging alternative strategy for microbial inactivation. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 75, p. 105591, 2021.

IMAGENS ESTEREOGRÁFICAS PARA O MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LESÕES DE PELE

PALAMONI, O. P.¹; MORIYAMA, L. T.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Medir e quantificar a evolução da progressão ou do tratamento de feridas, cicatrizes e tumores é uma das partes fundamentais dos projetos de pesquisa do grupo. Devido à irregularidade, dimensões das lesões e o próprio manuseio do operador para realizar as medições, os resultados podem ser afetados, e isso pode comprometer um estudo mais preciso sobre o trabalho. Algumas pesquisas publicadas já utilizam processamento de imagem para avaliar os tratamentos. (1) **Objetivos:** Dessa forma, este projeto visa desenvolver métodos computacionais que permitam automatizar, padronizar e facilitar as medidas de superfície de uma lesão ou outras regiões de interesse. **Material e métodos:** Câmera LifeViz® Mini (Quantificare SA, France), software da Quantificare. A câmera permite aquisição de imagens estereográficas que possibilitam a reconstrução tridimensional da superfície de um objeto. A primeira parte do projeto foi avaliar o desempenho da câmera, buscando entender suas aplicações e limitações. **Resultados e discussões:** De acordo com as informações fornecidas pelo fabricante, a câmera LifeViz® Mini foi produzida para reconstruir rosto humano e modelos de dimensões próximas. Após testes realizados em laboratório verificou-se que há uma limitação física para objetos menores. Por ser um sistema comercial, não é possível conhecer todas as etapas do processamento de imagem realizado, bem como não é possível alterar configurações da câmera para aquisição das imagens. Assim, uma biblioteca em Python está em desenvolvimento para substituir o uso da câmera nos casos em que o conjunto câmera/software apresentou resultados imprecisos. (2) **Conclusões:** O sistema comercial escolhido inicialmente para a execução do projeto apresenta limitações no que se refere à caracterização volumétrica de objetos com dimensões menores que uma cabeça humana, além de apresentar problemas com filtro de identificação de pigmentação. Nas próximas etapas serão utilizadas imagens adquiridas com outros tipos de câmera e uma rotina de processamento em Python será desenvolvida para caracterizar o tecido/lesão de interesse.

Palavras-chave: Processamento de imagem. OpenCV. *Stereo imaging*. Reconstrução 3D.

REFERÊNCIAS

1 BULLOCK, T. *et al.* Use of 3-D photographic images to document changes in tumor volume follow photodynamic therapy in patients with basal cell carcinoma of the skin. **Proceedings of SPIE**, v.11940,2022.

2 KESSEL, D. H.; HASSAN, T. (ed.). Optical methods for tumor treatment and detection: and techniques in photodynamic therapy XXIX. **Proceedings of Spie**, v. 11220, 2015.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DA LUZ ULTRAVIOLETA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA DE HIDROPONIA

CORRÊA, B. C.¹; PEREZ, S. M. L.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A hidroponia é uma técnica de cultivo e colheita sem o uso do solo, que vem sendo difundido em sistemas agrícolas, e que está atraindo cada vez mais a atenção pela capacidade da produção de vegetais de alta qualidade. (1) O cultivo hidropônico apresenta vantagens na produção de alimentos de excelente qualidade a partir do uso de menos recursos resultando na redução de riscos à saúde causados pelos patógenos de solo. Contudo, a reutilização da solução nutritiva no cultivo hidropônico permite que a disseminação de microrganismos patogênicos ocorra com maior facilidade. (2) Para a descontaminação de fluidos hidropônicos vem sendo utilizado métodos de controle microbiano tais como agentes oxidantes, filtros, temperatura e radiação ultravioleta UV-C (254 nm). (2) A luz UV-C é um método já utilizado na inativação de diversos microrganismos, promovendo esterilização ecologicamente correta e apresentando um design flexível e que promove uso prolongado se comparado com outros métodos. (1) **Objetivos:** O objetivo desta pesquisa foi avaliar a descontaminação bacteriana por UV-C em uma matriz complexa de fluido hidropônico estruturada para o desenvolvimento de hortaliças. E com isso avaliar parâmetros do estudo como alterações na condutividade elétrica da solução nutritiva quando exposta ao ultravioleta. **Material e métodos:** Os experimentos com o fluido de hidroponia foram realizados em duas condições: estática e dinâmica. A solução nutritiva de hidroponia foi contaminada com a bactéria indicadora *Escherichia coli* e irradiada em 254 nm (UV-C) nas doses de energia de 20,37 e 489,02 mJ/cm², respectivamente. A inativação bacteriana e condutividade elétrica da solução foram monitoradas em função do tempo de exposição à irradiação. **Resultados e discussões:** Em 144 h não ocorreu diminuição ou qualquer alteração na condutividade elétrica. Quanto à inativação bacteriana do fluido, na condição estática nas doses de energia 20,37 mJ/cm² ocorreu uma redução 1,7 log UFC/mL, de *E. coli*. No entanto, para a dose de energia 489,02 mJ/cm² a redução bacteriana se manteve, porém não de forma significativa. Para descontaminação com a condição dinâmica nas doses de energia 20,37 e 489,02/cm², ocorreu uma inativação de 4,2 logs e 5,2 logs (UFC/mL) respectivamente. **Conclusões:** A diferença na redução de log bacteriana, entre as condições estática e dinâmica, ocorre devido à sedimentação das bactérias no fundo recipiente na condição estática. A agitação do fluido hidropônico permite a criação de um ambiente reacional, evitando sedimentação no reservatório.

Palavras-chave: Hidroponia. Luz ultravioleta. Dose de luz. Solução nutritiva. *E. coli*.

REFERÊNCIAS

1 KIM, B.-S.; YOUM, S.; KIM, Y.-K. Sterilization of harmful microorganisms in hydroponic cultivation using an ultraviolet led light source. **Sensors and Materials**, v. 32, n. 11, p. 3773–3785, 2020.

2 SCARLETT, K. *et al.* Efficacy of chlorine, chlorine dioxide and ultraviolet radiation as disinfectants against plant pathogens in irrigation water. **European Journal of Plant Pathology**, v.145, p. 27–38, 2015.

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA PELE APÓS TRATAMENTO NÃO INVASIVO COM ÁCIDO HIALURÔNICO

MORAIS, S. B.¹; DE AQUINO JUNIOR, A. E. ¹; CARBINATTO, F. M. ¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O processo de envelhecimento apresenta algumas características no organismo por meio de modificações biológicas: desenvolvimento de linhas faciais e a redução do volume da face com diminuição do compartimento de gordura da região do malar e dos lábios. O tratamento para esses aspectos presentes na face ganhou espaço para o ácido hialurônico, como alternativa para rejuvenescimento. Algumas funções estéticas têm como objetivo hidratação, lubrificação, sustentação, estabilização da face. Mesmo sendo um recurso eficaz e com margem de segurança favorável existem possíveis complicações. **Objetivos:** O presente estudo visa avaliar a durabilidade da formulação do ácido hialurônico a 20% (LaserLeap Technologies AS) com aplicação não invasiva auxiliada pelo equipamento de ultrassom *LL DERMAL* em uma análise após o período de 15, 30 e 60 dias em rugas estáticas e dinâmicas. **Material e métodos:** O produto para permeação na pele será o ácido hialurônico formulado a 20%, e junto ao dispositivo de ultrassom *LL DERMAL* sem saída de luz. Será feita a divisão de dois grupos: G1 voluntárias entre 35-45 anos que apresentam rugas estáticas e dinâmicas na face. G2 voluntárias com faixa etária de 46-60 anos com rugas estáticas e dinâmicas na face. A metodologia empregada será a higienização da face com clorexidina 2%, após analisado as fichas de avaliações e selecionado as regiões, as voluntárias passará pelo procedimento proposto com o protocolo (fina camada de ácido hialurônico a 20% nas rugas e em seguida o *LL DERMAL* será posicionado (10 minutos). Após ocorrerá a higienização do rosto e acompanhamento das voluntárias após 15, 30 e 60 dias verificando-se as características da pele e aspectos das rugas. Será realizada avaliação de umidade da pele (Skin Moisture Sensor). As imagens serão de câmera normal do celular, termográficas e câmera 3D lifeViz® Mini. **Resultados e discussões:** o presente estudo clínico encontra-se em análise de seleção das pacientes, tratamento e acompanhamento das voluntárias nos meses de fevereiro e março conforme calendário de planejamento acadêmico. **Conclusões:** considerando os diversos benefícios do ácido hialurônico, principalmente, como um tratamento de rugas não invasivo esperasse obter um resultado satisfatório para que as características da pele sejam notadas e a frequência do tratamento seja de eficácia.

Palavras-chave: Ácido hialurônico. Envelhecimento. Rugas. Facial.

REFERÊNCIAS

- 1 LOWE, N. J. *et al.* Preenchimentos cutâneos com ácido hialurônico: reações adversas e testes cutâneos. **Jornal da Academia Americana de Dermatologia**, v. 45, n. 6, p. 930- 933, 2001.
- 2 SALLES, A. G. *et al.* Avaliação clínica e da espessura cutânea um ano após preenchimento de ácido hialurônico. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v.26, n.1, p. 66-69, 2011.

IMPLEMENTAÇÃO DE TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA E MACHINE LEARNING EM PESQUISAS DO CEPOF

BARRERA-PATIÑO, C. P.¹; DE OLIVEIRA, L. O.¹; MATTOS, V. S.¹; STRINGASCI, M. D.¹; REQUENA, M. B.¹; SOARES, J. M.¹; BLANCO, K. C.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: Nos últimos anos o trabalho com Tomografia de Coerência Óptica (TCO) permite introduzir-se em um novo campo de pesquisa aplicado na saúde. **Objetivos:** Em particular, no CEPOF contribuimos recentemente na exploração deste campo com o estudo da microvasculatura da pele determinada por meio de angiografia por TCO. **Material e métodos:** Nesse trabalho foi determinada uma relação entre diâmetro e densidade da microvasculatura na mão e o envelhecimento. Esta pesquisa incluiu mulheres e homens entre 20 e 70 anos. **Resultados e discussões:** Aqui apresentamos os resultados relevantes de nossas medidas e nossa contribuição no desenvolvimento do método para adquirir e processar as imagens TCO. (1) Também, podemos mencionar aqui nossa recente contribuição para o desenvolvimento de pesquisas no campo da resistência bacteriana com a implementação do *machine learning* no processo das análises do espectro de espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier (FTIR) em amostras nas quais a resistência foi induzida. Este trabalho nasceu de pesquisas recentes desenvolvidas no grupo.(2-3)

Palavras-chave: Tomografia de coerência óptica. *Machine learning*. Espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier.

REFERÊNCIAS

1 BARRERA-PATIÑO, C. P. *et al.* Skin microvasculature determined using OCT angiography: first evidence of its relation with aging. **Laser Physics Letters**, v. 20, n. 2, p. 025602, 2023.

2 SOARES, J. M. *et al.* Physicochemical mechanisms of bacterial response in the photodynamic potentiation of antibiotic effects. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 21146, 2022.

3 WILLIS, J. A. *et al.* Breaking down antibiotic resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: Combining antimicrobial photodynamic and antibiotic treatments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 119, no. 36, p. e2208378119, 2022.

REABILITAÇÃO DA MEMÓRIA ATRAVÉS DO TRATAMENTO CONJUGADO DE LASER E ULTRASSOM

GARCIA, V.¹; DE AQUINO JUNIOR, A. E.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A memória é como o cérebro adquire e armazena informações através dos neurônios e existe a amnésia e o esquecimento, sendo hoje o esquecimento o fator que mais preocupa a população. Através de uma pesquisa de disfunção da memória no processo pós Covid 19, foi citado 3 alterações na memória: 1) A enzima conversora da angiotensina 2 (ECA2) é responsável pela formação de Angiotensina 1-7 que age nos receptores colinérgicos do tipo muscarínicos presentes no cérebro. O sistema colinérgico está relacionado com a formação da memória, uma vez que a doença de Alzheimer é relacionada com a degeneração deste sistema. 2) Através da reverberação neural acontece o sono REM, formando a memória, estágio de mudanças nas atividades neuronais, aumentando os níveis de acetilcolina, promovendo a reverberação neural no estágio REM. 3) O córtex cingulado posterior apresenta alterações e possui saídas para o hipocampo, responsável pela formação da memória. **Objetivos:** Melhora da qualidade de vida através tratamento conjugado do laser e ultrassom para a memória. **Material e métodos:** Trata-se de uma pesquisa quantitativa, exploratória de campo que é utilizado: Questionários SF-36, Qualidade do sono de Pittsburg, Inventário de depressão de BECK, avaliação do nível de ansiedade e depressão (Escala de HAD), Equipamento RECUPERO® - MMOptics e Aparelho para avaliar a pressão intracraniana (BrainCare®). **Resultados e discussões:** Com o uso da terapia conjugada com laser/ultrassom podemos afirmar que ela age na homeostase na produção de neurotransmissores, regeneração celular, modulação inflamatória. Através da aplicação da terapia conjugada, nas palmas das mãos há o aumento da permeabilidade iônica promovida pelo ultrassom, produção de ATP via fotobiomodulação, além da ação anti-inflamatória de ambos os recursos. Estes estímulos são conduzidos por vias aferentes ao cérebro, onde há regulação da pressão intracraniana, permitindo maior regulação das atividades cerebrais. Ainda, há maior atividade colinérgica, permitindo que a atividade neuronal seja mais ativa e aconteça a reverberação dos estímulos para formação da memória. Há a ocorrência do relaxamento promovido pelos estímulos, agindo como agente facilitador para o sono, possibilitando a fase de sono REM, permitindo a superação da ansiedade e depressão gradualmente. **Conclusões:** Com o tratamento fotossônico obtemos cada dia mais resultados positivos, inclusive na memória, promovendo uma melhora da qualidade de vida.

Palavras-chave: Memória. Terapia conjugada. Fotobiomodulação.

REFERÊNCIAS

1 DE AQUINO JUNIOR, A. *et al.* Conjugated and synergistic therapies in the treatment of covid 19 dysfunction - pain, weakness, parestheria, respiratory condition, memory, olfactory and taste: case series. **Journal of Novel Physiotherapies**, v. 12, n. 545, 2022.

2 DE AQUINO JUNIOR, A. *et al.* Photosonic treatment and fibromyalgia: the effect on brain compliance - case report. **Journal of Novel Physiotherapies**, v. 12, n. 510, 2022.

TRATAMENTO DA DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR UTILIZANDO LASER SINÉRGICO COM ULTRASSOM

PANHÓCA, V. H.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: As disfunções temporomandibulares (DTMs) são caracterizadas por alterações que afetam tanto a articulação (ATM) quanto os músculos da mastigação. **Objetivos:** O objetivo deste estudo é apresentar um caso clínico mostrando os efeitos de um dispositivo que aplica laser de baixa potência e ultrassom para a reabilitação de um paciente com DTM. O objetivo desta terapia é reduzir a dor muscular e articular e aumentar a funcionalidade articular, melhorando assim a qualidade de vida do paciente. **Material e métodos:** A paciente voluntária do sexo feminino, branca, foi selecionada como apta para receber tratamento para DTM após passar por avaliação clínica de acordo com o Diagnostic Criteria for TMD (DC/TMD). Neste estudo, foram realizadas duas sessões terapêuticas por semana durante 4 semanas, seguidas de uma avaliação da dor inicial: (t=0), ao final de 8 sessões clínicas (t=1) e 30 dias após o término do tratamento (t=2). **Resultados e discussões:** Durante as avaliações clínicas, os dados foram coletados, usando a escala analógica para dor e questionário de qualidade de vida oral [Oral Health Impact Profile (OHIP-14)] nos períodos pré e pós-tratamento. Os resultados mostraram redução da dor e melhora da qualidade de vida. **Conclusões:** Pode-se concluir que o efeito sinérgico da aplicação de laser com ultrassom tem efeito potencial no tratamento de DTM.

Palavras-chave: Laser de baixa potência. Ultrassom. Disfunção temporomandibular.

REFERÊNCIAS

- 1 PANHOCA, V. H. *et al.* Comparative clinical study of light analgesic effect on temporomandibular disorder (TMD) using red and infrared led therapy. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 2, p. 815-822, 2015.
- 2 PANHÓCA, V. H. *et al.* Treatment of temporomandibular disorder using synergistic laser and ultrasound application. **Oral Health and Dental Management**, v. 17, p. 1-5, 2018.
- 3 PANHOCA, V. H. *et al.* Increased oral health-related quality of life postsynergistic treatment with ultrasound and photobiomodulation therapy in patients with temporomandibular disorders. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 37, n. 11, p. 694-699, 2019.

AÇÃO CONJUGADA DE LASER E LIBERAÇÃO MIOFASCIAL NOS PROCESSOS INFLAMATÓRIOS E DEGENERATIVOS DO OMBRO: ESTUDO PILOTO

CANELADA, A. C. N.^{1,2}; DE AQUINO JUNIOR, A. E¹.; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Introdução: O ombro é uma articulação bastante complexa, considerada o mais móvel de todo o corpo humano e para manter a biomecânica normal da articulação é necessário que todas as estruturas estejam em sincronia. Mediante alterações, o complexo articular será alvo de inúmeras afecções, entre elas a tendinopatia e a capsulite adesiva. A tendinopatia caracteriza-se pela impactação ou compressão mecânica de determinadas estruturas, podendo apresentar inflamação, degeneração nos tendões, sendo que a capsulite adesiva ocorre em alterações na cápsula articular, proporcionando inflamação crônica e aderência, gerando dor e limitação na amplitude de movimento. **Objetivos:** Assim, foi desenvolvido um equipamento com capacidade de promover a liberação miofascial de forma sinérgica com a ação do laser, com o objetivo, de comparar as ações isoladas da fotobiomodulação e da realização da liberação miofascial, em relação à ação conjugada da mesma, analisando possíveis alterações entre as terapias utilizadas em relação à dor e às alterações na condição de realização dos movimentos, nos processos inflamatórios e degenerativos. **Material e métodos:** utilizou-se respectivamente a medição goniométrica dos ângulos articulares, a escala visual analógica e o Questionário de Disfunções do Braço, Ombro e Mão, Equipamento conjugado do laser e liberação miofascial (LASER ROLLER® - MMOptics). **Resultados e Discussões:** De acordo com os resultados obtidos, as intervenções foram capazes de induzir um efeito positivo sobre os sintomas das patologias, onde as intervenções conjugadas resultaram em uma maior diferença significativa, reduzindo assim o tempo de tratamento para 35 dias. O acompanhamento após 60 dias da evolução da intervenção, a ação conjugada possibilitou a manutenção da melhora do paciente, permitindo assim, uma plena restauração de movimentos e ausência de dor. **Conclusões:** Conclui-se, portanto, que as intervenções conjugadas resultaram em uma maior diferença significativa e a manutenção da melhora do paciente, tanto em relação à dor e a limitação de movimentos, podendo ser usada como uma alternativa de tratamento não farmacológico, promovendo bem-estar e qualidade de vida ao paciente.

Palavras-chave: Tendinopatia. Capsulite adesiva. Laser. Liberação miofascial.

REFERÊNCIAS

1 CANELADA, A. C. N. *et al.* A case report on the use of a conjugated system of myofascial release for shoulder capsulitis. **Journal Novell Physiotherapy**, v.1, p.476, 2021.

2 CANELADA, A. C. N. *et al.* Can a new synergistic proposal involving photobiomodulation and myofascial release accelerate the evolution of adhesive capsulitis and tendinopathies? **Journal Novell Physiotherapy**, v12, p. 53, 2022.

3 CANELADA, A. C. N. *et al.* the synergy of photobiomodulation and myofascial release in upper limb injuries-case series. **Journal Novell Physiotherapy**, v.12, p.515, 2022.

SENSORES DE GASES QUÍMICO-RESISTIVOS A BASE DE HETEROESTRUTURAS ÓXIDOS-SULFETOS OBTIDAS POR TRATAMENTO HIDROTHERMAL DE MATERIAIS SEMENTE

BARBOSA, M. S.¹; BARBOSA, D. N. O.¹; BARBOSA, R.C.¹; DA SILVA, R. A.²; ORLANDI, M. O.²

¹Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO, Brasil.

²Instituto de Química de Araraquara, UNESP, Araraquara, SP, Brasil.

Introdução: Dióxido de nitrogênio (NO₂) é um poluente tóxico que desperta preocupações nos aspectos ambientais e de segurança de trabalho, principalmente em indústrias e meios urbanos. Isso resulta em um interesse por tecnologias de sensores de gases capazes de detectar sua presença em atmosferas complexas, com elevada sensibilidade, seletividade e tempos de resposta rápidos. Sensores químicos-resistivos acusam a presença do gás analito por meio do monitoramento da condutividade elétrica de materiais¹. Tradicionalmente óxidos semicondutores de metais de transição (MOS) são utilizados para essa aplicação. A combinação de fases óxidos e sulfetos (MOS/TMDs) em materiais heteroestruturados pode ser usada como estratégia para aprimorar o desempenho por meio do controle das propriedades eletrônicas. **Objetivos:** Sintetizar heteroestruturas MOS/TMDs de tungstênio e molibdênio e testar sua aplicabilidade para o desenvolvimento de sensores de NO₂. **Material e métodos:** A principal abordagem utilizada para a preparação dos materiais foi a síntese hidrotermal em duas etapas. Na primeira etapa, foi preparado uma dispersão de um óxido semente (WO₃ ou MoO₃). Na segunda etapa, adiciona-se uma fonte de enxofre (tioacetamida ou tiouréia) com posterior tratamento hidrotermal. Os materiais foram caracterizados por MEV, MET e DRX. Para as medidas sensoras, os materiais foram gotejados em substratos de eletrodos interdigitados. A resistência dos materiais foi monitorada mediante a exposição dos gases analitos e sua variação utilizada como mecanismo de transdução. **Resultados e discussões:** As caracterizações estruturais e morfológicas indicaram que os materiais resultantes podem ser descritos como heteroestruturas do tipo WO₃/WS₂ e MoO₃/WS₂, na qual as fases de sulfeto são agregadas as fases de óxidos do material semente. Medidas sensoras indicaram que os materiais WO₃/WS₂ apresentaram aumento na resposta sensora para a detecção de NO₂ quando comparada aos materiais sementes, devido a efeitos de junção². Materiais MoO₃/WS₂, por sua vez, apresentaram resposta sensora aprimorada em temperaturas de operação reduzida. **Conclusões:** O método de tratamento hidrotermal de materiais semente na presença de fontes de enxofre é versátil para a obtenção de heteroestruturas do tipo MOS/TMDs. Esses materiais apresentam propriedades sensoras para a detecção de NO₂ com bom desempenho nas figuras-de-mérito, sendo uma abordagem promissora para essa aplicação.

Palavras-chave: Sensores de gases. Sensores de poluentes. Nanomateriais.

REFERÊNCIAS

1 RESTREPO, C. E. nitrogen dioxide, greenhouse gas emissions and transportation in urban areas: lessons from the covid-19 pandemic. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, 2021.

2 BARBOSA, M. S., *et al.* O. NO₂-sensing proprieties of WS₂/WO₃ heterostructures obtained by hydrothermal treatment of tungsten oxide seed materials. **Chemical Physics Letters**, v. 812, p.140269, 2023.

SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO CAMPO DA REABILITAÇÃO ROBÓTICA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS *TRACKING* E *PREDICTIVE*

MOSCONI, D.¹; SIQUEIRA, A. A. G.²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Catanduva, SP, Brasil

²Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Simulações computacionais têm se tornado uma ferramenta cada vez mais comum no campo da neuroreabilitação robótica, sendo útil para o projeto dos robôs, dos controles de interação e dos protocolos de reabilitação. Tais simulações consistem em modelos computacionais neuromusculares (NME) realizando movimentos específicos e podem ser classificadas em dois métodos base: *tracking* e *predictive*. No primeiro os modelos realizam um movimento de acordo com uma trajetória predeterminada enquanto que no segundo o movimento é executado procurando otimizar um custo funcional, sem seguir trajetória. **Objetivos:** O objetivo deste trabalho foi realizar simulações *tracking* e *predictive* com um modelo NME equipado com um robô tipo exoesqueleto de membros inferiores, comparando-se as capacidades, vantagens e limitações de cada simulação. **Material e métodos:** O modelo utilizado foi o *gait2392* do OpenSim (1) editado para representar um humano vestindo um exoesqueleto de membros inferiores. Dois algoritmos de simulação foram desenvolvidos no MATLAB utilizando bibliotecas do OpenSim e OpenSim Moco (2), cada algoritmo é capaz de realizar um tipo de simulação. Diversas simulações foram executadas com diferentes movimentos, controles e adaptações no modelo. Os resultados obtidos nas simulações foram comparados entre si e com dados obtidos experimentalmente. **Resultados e discussões:** Os resultados obtidos demonstraram que a simulação tipo *tracking* é eficaz para a reprodução de controles de interação, controle humano, compreensão da dinâmica envolvida no movimento, porém limitada à trajetória predefinida. Quanto à simulação tipo *predictive*, a maior vantagem está relacionada com a possibilidade de reproduzir diversas condições, sem se limitar a uma única trajetória, produzindo dados que são úteis para o projeto dos dispositivos assistivos e seus controles. **Conclusões:** Os dois métodos de simulação são úteis, não sendo um melhor que o outro, mas específicos para diferentes propósitos. Conclui-se com isso que a combinação de ambos os métodos resulta em um recurso muito poderoso para os engenheiros de reabilitação e terapeutas criarem robôs assistivos, controles e protocolos mais eficazes para reabilitação.

Palavras-chave: Biomecânica. Neuroreabilitação. Exoesqueleto.

REFERÊNCIAS

1 DELP, S. L. OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v.54, n. 11, p.1940-1950,2007.

2 DEMBIA, C. L. *et al.* OpenSim moco: musculoskeletal optimal control. **PLOS Computational Biology**, v. 15, n. 12, 2020.

ESTUDO TEÓRICO DAS CONDIÇÕES PARA NUCLEAÇÃO E CAVITAÇÃO ACÚSTICAS NO TECIDO BIOLÓGICO PARA OTIMIZAÇÃO DA TERAPIA SONODINÂMICA

ANTUNES, C. A.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A Terapia Sonodinâmica (TDS) é um método não invasivo que pode ser utilizado para tratar neoplasias. Para isso, a TSD utiliza ultrassom (US), um fármaco sono-ativado e oxigênio, cuja combinação pode causar a morte celular. Dentre as vantagens da utilização de terapias com US pode-se citar a fácil penetração de ondas acústicas no tecido biológico, a capacidade de focalizar feixes de US em pequenas áreas e a não absorção do som por células pigmentadas, como melanoma. A propagação do US no tecido pode desencadear alguns fenômenos, como a nucleação e cavitação acústicas, ou seja, a formação e oscilação de bolhas de gás/vapor. Tais bolhas, por sua vez, podem gerar uma série de efeitos no meio biológico, incluindo danos celulares. **Objetivos:** O objetivo deste trabalho consiste em compreender os mecanismos de nucleação e cavitação acústicas no tecido biológico, a partir da implementação de ajustes nos parâmetros e equações utilizadas para descrever tais fenômenos em água e em meios biológicos. **Material e métodos:** Foi feita a análise dos modelos teóricos de nucleação e cavitação acústicas descritas na literatura, a partir de um levantamento bibliográfico. A solução das equações teóricas para meios aquosos e tecido biológico, e possíveis ajustes nos modelos analisados, foram feitos nos softwares Wolfram Mathematica e MATLAB. **Resultados e discussões:** De acordo com o levantamento bibliográfico, a tensão superficial do meio é um fator preponderante para a ocorrência de nucleação. Assim, uma correção em tal parâmetro, considerando-o dependente da temperatura, foi implementada na solução das equações de nucleação e cavitação acústicas a fim de aumentar a precisão dos valores estimados de energia necessários para a formação e oscilação de bolhas no tecido biológico. Resolvendo as equações com a tensão superficial corrigida, foi obtido que a presença de heterogeneidades no meio pode reduzir a energia mínima necessária para ocorrência de nucleação em uma ordem de grandeza, para aproximadamente 1 MPa em tecido mole e 10 MPa em água. O limiar de cavitação acústica é fortemente dependente da viscosidade, rigidez e velocidade do som no meio, e a energia necessária para a oscilação das bolhas é, aproximadamente, 1 MPa em tecido mole e 1,5 MPa em água. Ademais, a implosão de bolhas cavitadas pode gerar um aumento de mais de 3000 K no interior da bolha. **Conclusões:** A correção nos parâmetros acústicos gera valores teóricos mais próximos daqueles observados experimentalmente, mas os modelos ainda precisam de maiores correções a fim de prever de maneira mais precisa tais valores e tornar a TSD mais segura e eficaz.

Palavras-chave: Terapia sonodinâmica. Nucleação acústica. Cavitação acústica.

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, 2021.

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.

ESTUDO *IN VITRO* DA RESPOSTA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EM *RHIZOPUS ORYZAE*

MARQUES, M. J. A. M.¹; ALVES, F.¹; GUIMARÃES, F.¹, KURACHI, C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Várias infecções secundárias surgiram em pacientes durante a pandemia de COVID-19, uma delas sendo a mucormicose, que é uma infecção fúngica extremamente agressiva com uma elevada taxa de mortalidade, especialmente em indivíduos com sistema imune comprometido. (1) O principal patógeno associado à mucormicose é o *Rhizopus oryzae*. (2) Os tratamentos convencionalmente utilizados são baseados em doses elevadas de antifúngicos associadas a ressecções cirúrgicas. Porém mesmo com o tratamento agressivo, a taxa de mortalidade permanece elevada. Por isso é necessário o desenvolvimento de tratamentos adjuvantes. A Terapia Fotodinâmica antimicrobiana (TFDa), também conhecida como Inativação Fotodinâmica (IFD) pode ser uma terapia auxiliar para a mucormicose.

Objetivos: Estudo da eficiência da inativação fotodinâmica no controle do crescimento do *R. oryzae*. **Material e métodos:** O fotossensibilizador Photodithazine (PDZ) foi utilizado nos protocolos de IFD foram testados variando tempos de incubação de 20 minutos a 2 horas, concentrações diferentes de PDZ e associação com o surfactante Dodecil Sulfato de Sódio (SDS). O PDZ foi testado em concentrações variando de 150 µg/mL a 2,6 mg/mL. Um dispositivo de LED em 660 nm e fluência entre 100 e 200 J/cm². Após o tratamento, a taxa de inibição do crescimento foi calculada. Foram realizados também experimentos de IFD em suspensão de conídios, usando PDZ, variando a concentração de 25 a 150 µg/mL e fluência de 100 J/cm². **Resultados e discussões:** Para as hifas, tanto na fase clara quanto escura, nos experimentos utilizando somente PDZ observou-se uma resposta fotodinâmica ineficaz, com a adição do SDS 0,01% notou-se uma melhora na resposta e com a combinação do SDS 0,05% e PDZ obteve-se uma taxa de inibição de 98% do crescimento com 2 sessões de TFDa na fase clara e 72% de inibição no protocolo de 1 sessão para a fase escura. No estudo em conídio observou-se a redução de 1,7 log₁₀ do crescimento do fungo. Os protocolos testados nas diferentes fases do crescimento do *R. oryzae* representam somente uma resposta parcial, observou-se que na fase clara foram obtidos os valores mais altos de inibição do crescimento. **Conclusões:** A IFD mostrou potencial antimicrobiano no estudo *in vitro* do *R. oryzae*, porém a otimização dos protocolos e possível associação com outros tratamentos antimicrobianos deverá ser investigadas.

Palavras-chave: Mucormicose. *Rhizopus oryzae*. Inativação fotodinâmica. Controle microbiano.

REFERÊNCIAS

1 BITAR, D. *et al.* Increasing Incidence of Zygomycosis (Mucormycosis), France, 1997–2006. **Emerging Infectious Diseases**, v. 15, n. 9, p. 1395–1401, 2009.

2 RODEN, M. M. *et al.* Epidemiology and outcome of zygomycosis: a review of 929 reported cases. **Clinical Infectious Diseases**, v. 41, n. 5, p. 634–653, 1, 2005.

ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA PARA MONITORAMENTO DE TRANSPLANTES CLÍNICOS DE ENXERTOS HEPÁTICOS: POSSIBILIDADES OFERECIDAS PELA EXCITAÇÃO EM 408 NM

VOLLET-FILHO, J. D.¹; FERREIRA-STRIXINO, J.^{1,2}; CORREA, R. B.³; BAGNATO, V. S.¹; CASTRO-E SILVA JR., O.³; KURACHI, C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

³Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

Introdução: Neste estudo (1) foram investigadas técnicas de espectroscopia de fluorescência com o objetivo de reduzir a invasividade dos métodos de avaliação da qualidade dos enxertos de transplante de tecidos. A técnica oferece a possibilidade de complementar o monitoramento das condições dos enxertos hepáticos antes e durante as fases do procedimento de transplante envolvendo perfusão a frio. (2) **Objetivos:** Avaliar a espectroscopia de fluorescência sob excitação de luz violeta (408 nm) para o monitoramento de procedimentos clínicos de transplante hepático hipotérmico. **Material e métodos:** Os enxertos hepáticos de doadores cadáveres foram monitorados desde antes da remoção do corpo do doador até 1 hora após o implante no corpo do receptor. A espectroscopia de fluorescência foi avaliada em cinco etapas durante o transplante: pré-perfusão fria, imediatamente após perfusão fria, pré-reperfusão quente, 5 min pós reperfusão quente, 1 hora pós reperfusão quente. Os dados de fluorescência foram correlacionados com informações bioquímicas obtidas por análises clínicas durante o transplante, e com o status de sobrevivência dos pacientes transplantados. **Resultados e discussões:** O estudo forneceu evidências de uma correlação entre a informação de fluorescência recolhida durante o transplante de enxertos de fígado e a sobrevivência dos pacientes. **Conclusões:** A espectroscopia de fluorescência apresenta potencial para tornar-se uma ferramenta para monitorar os enxertos de transplante, fornecendo informação objetiva para a decisão final dos cirurgiões quanto à utilização de órgãos.

Palavras-chave: Transplante. Fígado. Fluorescência.

REFERÊNCIAS

1 VOLLET-FILHO, J. D. *et al.* Fluorescence spectroscopy for clinical transplantation liver grafts monitoring: possibilities offered by 408 nm excitation. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 37, n. 9, 2022.

2 CASTRO-E-SILVA, O. *et al.* Autofluorescence spectroscopy in liver transplantation: preliminary results from a pilot clinical study. **Transplantation Proceedings**, v. 40, n. 3, p 722-725, 2008.

MICROSCÓPIO VETERINÁRIO AUTOMÁTICO PARA CARACTERIZAÇÃO DE CÉLULAS DE SANGUE

GARCIA, M. R.¹; PRATAVIEIRA, S.¹; MORIYAMA L. T.¹; BAGNATO, V. S.^{1, 2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: A contagem de células de sangue é normalmente realizada por patologistas treinados em microscópios ópticos de bancada. Nesse processo, necessita-se da análise e contagem de alguns tipos de células, em diversos campos de visão da amostra. Desse modo, esse processo é laborioso e demanda muito tempo de execução. (1) Assim, há grande demanda de microscópios que sejam capazes de operar automaticamente, sem procura ou contagem manual de células brancas ou vermelhas por humanos. (2) **Objetivos:** Desenvolver um microscópio automático para uso veterinário, que seja capaz de caracterizar o número de células brancas em lâminas histológicas de sangue coradas. **Material e métodos:** Primeiramente, a óptica do sistema foi projetada, visando se realizar a detecção de imagens de células de sangue com boa definição. Posteriormente, projetou-se o sistema mecânico, capaz de receber a lâmina externamente, e processá-la em seu interior. Também foi projetado um software de interação gráfica com o usuário (GUI), e um software de inteligência capaz de diagnosticar as células baseado em algoritmos de aprendizado de máquina. **Resultados e discussões:** O conjunto óptico projetado assemelha-se aos de microscópios de bancada convencionais, contemplando-se um condensador de Abbe. Projetou-se toda a parte mecânica do microscópio, com três motores de passo nas direções x, y e z, para a movimentação da amostra. O algoritmo de inteligência artificial foi capaz de caracterizar as células de sangue de bancos de dados disponíveis na internet, como o grande banco Raabin, com mais de 20 mil imagens de células brancas. (3) **Conclusões:** Para o pleno funcionamento do algoritmo de classificação, faz-se necessário que as células detectadas pelo próprio microscópio também façam parte do conjunto de dados que ensina o algoritmo de decisão. Para tanto, far-se-á necessário a utilização do microscópio para a aquisição de diversas imagens de células de sangue, e classificação dessas imagens por patologista ou veterinário treinado. Após isso, posteriormente à finalização do algoritmo de movimentação dos motores de passo, o sistema estará em pleno funcionamento, e poderá ser comercializado pela empresa. O acordo entre a empresa e a universidade foi realizado via projeto Embrapii (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial).

Palavras-chave: Microscópio automático. Inteligência artificial. Células de sangue.

REFERÊNCIAS

- 1 CARRONS, J. L. *et al.* Guidelines for setting up an external quality assessment scheme for blood smear interpretation. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, v. 44, n. 8, p. 1039-1043, 2006.
- 2 KATARE, P.; GORTHI, S. S. Recent technical advances in whole slide imaging instrumentation. **Journal of Microscopy**, v. 284, n. 2, p. 103-117, 2021.
- 3 KOUZEHKANAN, Z. M. *et al.* Raabin-WBC: a large free access dataset of white blood cells from normal peripheral blood. **BioRxiv**, p.442287, 2021. DOI: 10.1101/2021.05.02.442287.

LASERTERAPIA APLICADA NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS

BERNARDO, C. C.¹; DE AQUINO JUNIOR, A. E.¹.; CARBINATTO, F. M. ¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: As úlceras venosas são caracterizadas pela descontinuidade do tecido, que ocorre quando há inflamação do tecido subcutâneo associado ao suprimento sanguíneo local inadequado. Tem uma grande importância na qualidade de vida dos pacientes acometidos, sendo eles, na maioria dos casos, idosos. A cicatrização é que o resultado de diversos fatores decorridos que fazem a reconstituição tecidual, com grande atividade celular. Para o tratamento das lesões cutâneas, há diversas recomendações, sendo uma delas o laser de baixa potência. Quando ocorre a estimulação fotoquímica, a célula acelera seu metabolismo, aumentando a síntese de endorfina e diminuindo a liberação de transmissores que ocasionam a dor, estimulando a fase inflamatória e proliferativa, acelerando o processo de cicatrização.

Objetivos: Promover a cicatrização das lesões de membros inferiores, potencializando a cicatrização. **Material e métodos:** Atendimento realizado (Julho/Setembro de 2022), paciente do sexo feminino, 37 anos, sem comorbidades, que apresentava a lesão no membro inferior direito há 3 meses. Realizada a avaliação da ferida, que não apresentava odor e sinais de infecção; foi utilizado equipamento protótipo, que possui 3 emissores de LED, comprimento de onda 660nm, potência 100mW. Após a limpeza com Soro fisiológico 0.9%, foi aplicado luz vermelha por 3 minutos sobre a lesão e, após, ocluído com óleo cicatrizante e gaze. Concomitante ao atendimento, foram dadas orientações sobre cuidado com a lesão, a melhora da alimentação e assiduidade da consulta. Foram realizadas 17 sessões, com frequência de 2 a 3 vezes na semana. Os critérios de avaliação usados foram as fotografias datadas e a observação dos tecidos da lesão. **Resultados e discussões:** Foram realizados 3 registros fotográficos, nos momentos inicial, sessão 7 e sessão 17. Durante os atendimentos, a paciente não sentiu desconforto, e foi referido pela mesma a melhora da sensibilidade (dor local). Foi avaliado a melhora do tecido da lesão, que inicialmente havia presença de esfacelo e, após 7 aplicações, a ferida apresentava apenas tecido de epitelização (granulação). Após 17 aplicações, com duração de 3 minutos cada, a lesão da paciente cicatrizou completamente. **Conclusões:** De acordo com o caso acima, a fototerapia com protocolo de aplicação de 3 minutos sobre a lesão demonstrou resultado positivo, com a diminuição da dor, melhora do tecido e, por fim, a cicatrização completa.

Palavras-chave: Cicatrização. Fotobiomodulação. Fototerapia.

REFERÊNCIAS

1 DE AQUINO JUNIOR, A. *et al.* **Feridas** – um desafio para saúde pública. São Carlos: IFSC, 2019. p. 238.

2 BERNARDES, L. de O.; JURADO, S. R. Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática. **Revista Cuidarte**, Bucaramanga, v. 9, n. 3, p. 2423-2434, 2018.

3 CAMPOS, A. C. L. *et al.* Cicatrização de feridas. **ABCD** - arquivos brasileiros de cirurgia digestiva, v. 20, p. 51-58, 2007.

ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS E TÉRMICAS DE UMA NANOEMULSÃO DE INDOCIANINA VERDE E SUAS APLICAÇÕES

JASINEVICIUS, G. O.¹; CHEN, J.²; BAGNATO, V. S.¹; ZHENG, G.²; KURACHI, C.¹; BUZZÁ, H. H.^{1,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Departamento de Biofísica Médica, Universidade de Toronto, Canadá

³Instituto de Física, Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago, Chile.

Introdução: A terapia fototérmica se utiliza da irradiação de um agente fototérmico (AF) para a geração de calor e assim eliminar células tumorais alvo. A indocianina verde (ICG) é o único fluoróforo que absorve luz na faixa do infravermelho (NIR) aprovado para uso clínico. Apesar de a molécula ser pesquisada para diversos tratamentos fotônicos, incluindo a terapia fototérmica (TFT), a mesma enfrenta problemas como a rápida metabolização, agregação e degradação. Para melhorar a eficiência de parâmetros de estabilidade e entrega dessa droga, utiliza-se a nanotecnologia. Assim sendo, para este trabalho foi sintetizada uma nanoemulsão estabilizada por ICG (Nano-dICG) **Objetivos:** Caracterizar as propriedades da Nano-dICG e comparar sua fotoestabilidade e potencial fototérmico com a ICG **Material e métodos:** O diâmetro hidrodinâmico das nanoemulsões foram medidos com o espalhamento dinâmico de luz (DLS), o peso molecular da moléculas formadoras da Nano-dICG foram identificados com a cromatografia líquida de alta performance (HPLC), os espectros de absorção de luz foram identificados com espectroscopia UV-Vis, as amostras foram irradiadas com uso laser de $\lambda = 810$ nm de alta potência e as medidas de temperatura foram feitas com o auxílio de uma câmera termográfica e agulha termográfica **Resultados e discussões:** O diâmetro hidrodinâmico médio aferido das nanoemulsões foi de 180 nm. Além disso, análises com HPLC revelaram que o peso molecular da ICG sofreu um aumento de 752,5 g/mol para 1503,6 g/mol, indicando a dimerização. (1) Além disso, as propriedades ópticas da Nano-dICG se alteraram em relação à ICG. O espectro de absorção de luz indicou a formação de agregado-J com uma intensidade máxima em 894 nm em comparação aos 780 nm da ICG. Contudo, a nanoemulsão apresentou uma queda significativa em sua fluorescência (27 vezes menor). Utilizando um laser de alta potência ($\lambda = 810$ nm; 1 W/cm^2), a Nano-dICG apresentou propriedades mais adequadas que a ICG para a TFT, incluindo uma redução em 4 vezes de fotodegradação em $\lambda = 810$ nm após a entrega de 600 J/cm^2 e uma taxa de conversão fototérmica (TCF) de 42,1%, aproximadamente o dobro da ICG (20,8%). Além disso, para observar o potencial fototérmico da Nano-dICG em um meio mais complexo, foram feitos testes de irradiação em 1 W/cm^2 de *phantoms* de albumina contendo as amostras de Nano-dICG e ICG nas concentrações de 156 $\mu\text{g/mL}$ em que mostraram maior capacidade da NanoICG (129 °C), Nano-dICG desagregada (91,7 °C) em relação à ICG (38 °C). **Conclusões:** Devido à dimerização da ICG, os efeitos fototérmicos e de fotoestabilidade da Nano-dICG foram mais pronunciados em comparação à ICG.

Palavras-chave: Terapia fototérmica. Indocianina verde. Nanoemulsão. Dimerização.

REFERÊNCIAS

1 RÜTTGER, F. *et al.* Isomerization and dimerization of indocyanine green and a related heptamethine dye. *European Journal of Organic Chemistry*, v. 2019, n. 30, p. 4791–4796, 2019.

ANÁLISE DOS EFEITOS DA FOTOBIOESTIMULAÇÃO NA BIOENERGÉTICA MITOCONDRIAL

MEZZACAPPO, N. F.¹; INADA, N. M.¹; PEREZ, A. P.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: As mitocôndrias, organelas de extrema importância nas células eucarióticas, são apontadas como o principal alvo da ação da luz a nível celular em fototerapias como a fotobiomodulação (FBM). Na clínica, a FBM atua na regeneração celular, através da irradiação de feridas e lesões com LASERs e LEDs, reduzindo a inflamação e a dor.(1) Embora haja algumas hipóteses acerca da absorção da luz a nível mitocondrial e seus efeitos, os mecanismos da interação dos fótons ainda não foram completamente elucidados.(1-2)

Objetivos: Diante disso, esse trabalho pretende avaliar essas interações *in vitro*, buscando investigar a bioenergética mitocondrial, utilizando LASER em 635 nm para irradiar mitocôndrias isoladas de fígado de camundongo em solução. **Materiais e métodos:** Primeiramente, foi realizado um delineamento experimental que permitisse a análise da bioenergética mitocondrial durante a irradiação. Para isso, foi utilizada a técnica de respirometria de alta resolução, que permitiu analisar a respiração mitocondrial em tempo real simultaneamente com a irradiação das amostras em solução. O protocolo utilizado para análise da respiração permitiu avaliar o consumo de oxigênio durante a fosforilação oxidativa (E_3), na fosforilação não-oxidativa (E_4) e na capacidade máxima da cadeia de transporte de elétrons (E_{CCCP}). (3) As seguintes condições experimentais foram utilizadas: temperatura a 28 °C, concentração de amostra de 0,5 mg.mL⁻¹ e 0,25 mg.mL⁻¹, combinação de substratos glutamato + malato, e potência do LASER de 800 mW. **Resultados e discussões:** Foi verificado que houve influência fototérmica da irradiação, principalmente com a amostra a 0,25 mg.mL⁻¹, fazendo com que fosse necessário encontrar uma maneira de limitar esse efeito para possibilitar a observação real das medidas. Após estabelecer essa limitação por meio de uma correção na temperatura, foi observado um aumento no consumo de oxigênio no E_4 na concentração de 0,5 mg.mL⁻¹. **Conclusões:** Esse resultado sugere que o principal efeito da irradiação observado nessas condições pode estar relacionado com o aumento na geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), o que também foi verificado no inchamento mitocondrial.

Palavras-chave: Fotobiomodulação. Mitocôndrias. Bioenergética. Respirometria. Temperatura.

REFERÊNCIAS

1 DOMPE, C. et al. Photobiomodulation—underlying mechanism and clinical applications. *Journal of Clinical Medicine*, v. 9, n. 6, p. 1724, 2020.

2 HAMBLIN, M. R. Mechanisms and mitochondrial redox signaling in photobiomodulation. *Photochemistry and Photobiology*, v. 94, n. 2, p. 199–212, 2018.

3 GNAIGER, E. *Mitochondrial pathways and respiratory control*. Innsbruck: OROBOROS MiPNet Publications, 2020.

ESTUDO *IN VITRO* DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA DOS MICRORGANISMOS CAUSADORES DA ESPOROTRICOSE

ROCHA, A. R.¹; INADA, N. M.²; BAGNATO, V. S.^{2, 3}; BUZZÁ, H. H.^{1, 4}

¹Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

⁴Instituto de Física, Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago, Chile.

Introdução: A esporotricose é uma zoonose causada pelo fungo *Sporothrix spp.*, inoculado no hospedeiro a partir de traumas na pele ocasionados por acidentes envolvendo material vegetal ou arranhadura e mordedura do gato doméstico, o principal agente envolvido na transmissão da doença. O *Sporothrix spp.* causa lesões nodulares e ulceradas em tecido subcutâneo, que podem progredir para cadeia linfática e atingir os sistemas, e, em alguns casos, pode levar a morte do indivíduo infectado. No Brasil, a esporotricose é endêmica no Rio de Janeiro e vem se propagando para os demais estados, sendo considerada um problema de saúde pública. O tratamento atual é baseado no uso de antifúngicos, porém estes podem causar muitos efeitos colaterais, principalmente devido a seu uso prolongado.⁽¹⁾ Outro problema relacionado a estes fármacos é o surgimento de isolados resistentes. Visando o sucesso no tratamento da esporotricose, é preciso buscar alternativas ao tratamento convencional como a Inativação Fotodinâmica, que é uma técnica que utiliza luz, fotossensibilizador e oxigênio molecular para eliminar e tratar infecções microbianas.

Objetivos: Avaliar a eficácia *in vitro* da Inativação Fotodinâmica contra o *S. brasiliensis* e *S. schenckii*, usando a curcumina como fotossensibilizador. **Material e métodos:** Leveduras de *S. brasiliensis* e *S. schenckii* foram tratadas com concentrações de curcumina que variaram de 0,75 a 150 µg/mL, combinada com luz azul em fluência fixa de 31,5 J/cm² e irradiância de 35 mW/cm². Foram realizados grupos controles testando a ação da luz e da curcumina isoladamente. **Resultados e discussões:** A curcumina se mostrou eficiente em inativar os microrganismos testados. A concentração necessária para eliminar completamente o *S. schenckii* foi de 7,5 µg/mL. A dose de 0,75 µg/mL já foi capaz de reduzir 1 log na concentração do mesmo. O *S. brasiliensis* foi eliminado com a concentração de 15 µg/mL, porém já foi possível a redução de 1 log a partir de 0,75 µg/mL de curcumina. Nos grupos controles não foi observada a redução de nenhum dos fungos. **Conclusões:** A inativação fotodinâmica se apresentou eficaz na eliminação do fungo *S. brasiliensis* e do *S. schenckii* em estudos *in vitro*, mostrando-se uma terapia promissora no tratamento da esporotricose. Porém, ainda são necessários mais estudos para determinação de protocolos em modelos vivos.

Palavras-chave: Inativação fotodinâmica. Curcumina. Esporotricose. Doenças negligenciadas.

REFERÊNCIAS

1 GREMIÃO, I. *et al.* Guideline for the management of feline sporotrichosis caused by *Sporothrix brasiliensis* and literature revision. **Braslian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 107-124, Sept. 2020.

AVALIAÇÃO DE DANO TECIDUAL E VASCULAR CAUSADO PELA TERAPIA FOTODINÂMICA EM TUMOR CUTÂNEO POR MEIO DA TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA

STRINGASCI, M. D.¹; REQUENA, M. B.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O câncer de pele é a neoplasia de maior incidência no mundo, atingindo cerca de 115 mil novos casos ao ano, sendo 95% destas lesões não-melanoma. A terapia fotodinâmica (TFD) é uma modalidade terapêutica alternativa para o tratamento de lesões malignas e potencialmente malignizáveis. (1) Este tratamento acontece pela interação de um fotossensibilizador, luz em comprimento de onda adequado para excitar o fotossensibilizador e o oxigênio presente no tecido que geram produtos citotóxicos que promovem morte celular. (2) O entendimento do efeito da TFD provocado em vasos é essencial para aprimoramento da técnica e elaboração de protocolos mais eficazes. (3) **Objetivos:** Neste projeto foi avaliado dano tecidual e vascular em modelo tumoral cutâneo *in vivo* tratado com diferentes protocolos de TFD. **Material e métodos:** Foram utilizados 28 camundongos balb/c, do tipo nude, com indução de tumores sólidos do tipo carcinoma espinocelular humano (A-431, ATCC® CRL-1555™), a partir de injeção intradérmica de 50 µL de volume de células na concentração de 10⁶ células. Foram avaliados intensidade de danos nos tecidos e nos vasos devido a diferentes protocolos de TFD: entrega sistêmica de solução de ácido aminolevulínico (ALA - 27 mg por 1kg de massa do animal), entrega sistêmica de solução de Photogem (1,5 mg por 1kg de massa do animal) e aplicação tópica do aminolevulinato de metila (MAL) 20% em creme. Para irradiação foi utilizado o sistema LINCE (LINCE, MMOptics, São Carlos – SP, Brasil) imitando em 630 nm para a entrega de 60 J/cm² (100 mW/cm² por 10 minutos ou 50 mW/cm² por 20 minutos). **Resultados e discussões:** O grupo fotossensibilizado com ALA sistêmico foi o que mais apresentou concentração de FS, seguido pelo grupo MAL tópico e, então, o grupo com Photogem sistêmico apresentando o menor acúmulo. Embora os danos teciduais observados tenham sido proporcionais ao acúmulo de FS nos tecidos, o dano vascular se manteve muito semelhante entre os dois grupos com maiores produções. Além disso, a densidade vascular nas periferias dos tumores não sofreu alteração com nenhum dos protocolos de tratamento. **Conclusões:** Os resultados desse estudo podem embasar o aprimoramento da TFD e a elaboração de protocolos mais eficazes na destruição de tumores, onde o entendimento do efeito do tratamento nos vasos é essencial.

Palavras-chave: Terapia fotodinâmica. Dano vascular. Dano tecidual.

REFERÊNCIAS

- 1 CASTILHO, I. G. *et al.* Fotoexposição e fatores de risco para câncer da pele: uma avaliação de hábitos e conhecimentos entre estudantes universitários. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 85, n. 2, p. 173-178, 2010.
- 2 WILSON, B. C.; PATTERSON, M. S. The physics, biophysics and technology of photodynamic therapy. **Physics in Medicine and Biology**, v. 53, n. 9, p. R61-R109, 2008.
- 3 LI, X. *et al.* Innovative Strategies for Hypoxic-Tumor Photodynamic Therapy. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 57, n. 36, p. 11522–11531, 2018.

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA NO CONTROLE FOTODINÂMICO DE LARVAS DO VETOR *Aedes Aegypti*

GARBUIO, M.^{1,2}; LIMA, A. R.¹, SILVA, K. J. S.¹; DE SOUZA, M.¹; INADA, N. M.¹; BAGNATO, V. S.^{1,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: A temperatura ambiental influencia a fisiologia, o comportamento e a ecologia dos mosquitos, sendo um dos fatores abióticos mais importantes para sua sobrevivência.(1) Dado que o número de casos de arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* tem aumentado, a busca de novos compostos para seu controle tem se tornado em evidência e o efeito da temperatura sobre ela torna-se relevante. A inativação fotodinâmica (IFD) é uma técnica alternativa ao combate da proliferação do vetor *Ae. aegypti*. A curcumina, um pigmento extraído das raízes da *Curcuma longa*, foi relatada como um potencial fotolarvicida. (2) **Objetivos:** Avaliar a eficácia da curcumina em larvas de *Ae. aegypti* em diferentes temperaturas. **Material e métodos:** A formulação de curcumina foi utilizada nas concentrações entre 0,00625 - 0,4 mg.L⁻¹ e a irradiação foi realizada com lâmpadas brancas fluorescentes de 18 W, irradiância de 0,5 mW/cm². A IFD foi conduzida em diferentes temperaturas (20, 25, 30 e 35°C). Após 24 h a mortalidade das larvas foi registrada, seguindo o protocolo da Organização Mundial da Saúde adaptado. (3) **Resultados e discussões:** O bioensaio demonstrou mortalidade larval de 100% nas concentrações 0,4, 0,2, 0,1 e 0,05 mg.L⁻¹ nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, respectivamente. As razões encontradas para temperatura e concentração letais podem estar relacionadas com a solubilidade da curcumina. Em meios líquidos e as temperaturas mais elevadas, espera-se que o fotossensibilizador apresente uma melhor disponibilização. (4) **Conclusões:** Este estudo sugere oportunidades de aplicação de curcumina como fotolarvicida em várias temperaturas.

Palavras-chave: Curcumina. Biofotônica ambiental. Controle de vetores.

REFERÊNCIAS

- 1 ARÉVALO-CORTÉS, A. *et al.* Differential hatching, development, oviposition, and longevity patterns among colombian aedes aegypti populations. *Insects*, v. 13, n. 6, p. 536, 2022.
- 2 DE SOUZA, L. M. *et al.* Curcumin in formulations against *Aedes aegypti*: mode of action, photolarvicidal and ovicidal activity. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 31, p. 101840, 2020.
- 3 WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides**. New York: WHO, 2005. 41 p.
- 4 JAGANNATHAN, R.; ABRAHAM, P. M.; PODDAR, P. Temperature-dependent spectroscopic evidences of curcumin in aqueous medium: a mechanistic study of its solubility and *stability*. *Journal of Physical Chemistry B*, v. 116, n. 50, p. 14533–14540, 2012.

ANÁLISES DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA, SONODINÂMICA E SONOFOTODINÂMICA PARA A INATIVAÇÃO DE BIOLFIMES DE *CANDIDA ALBICANS*

GUIMARÃES, G. G.¹; ALVES, F.²; BAGNATO, V. S.^{1, 2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: As infecções fúngicas são consideradas doenças emergentes, sendo responsáveis por aproximadamente 1,7 milhão de mortes anualmente. O fungo *Candida albicans* pode atuar como patógeno oportunista, esta levedura apresenta a capacidade de dimorfismo e possui como mecanismo de resistência a capacidade da formação de biofilmes. Biofilmes de *C. albicans* mostram-se resistentes a agentes antifúngicos convencionais, portanto, a busca por terapias alternativas que sejam capazes de inativar os biofilmes é necessária. Dentre eles, pode-se citar a inativação fotodinâmica (PDI), sonodinâmica (SDI) e sonofotodinâmica (SPDI) (1) **Objetivos:** Avaliar os tratamentos “PDI, SDI e SPDI,” mediados pela curcumina (Cur) como fotossensibilizador, com a adição de um surfactante, na inativação de biofilmes de *Candida albicans*. Buscou analisar alguns valores de intensidade de ultrassom e doses de luz, a fim de verificar a contribuição de cada fonte de irradiação na efetividade dos tratamentos. **Material e métodos:** Biofilmes de *C. albicans* receberam os tratamentos PDI, SDI e SPDI mediados por Cur (80µM) e dodecil sulfato de sódio 0,1% (SDS), luz LED azul (450 nm) e ultrassom de 1 W/cm². Em seguida, para analisar o papel do ultrassom no grupo SPDI, este tratamento foi aplicado com dose de luz de 60 J/cm² e as intensidades de ultrassom foram variadas em 0,3 e 0,6 W/cm². Para analisar o papel da fonte de luz no grupo SPDI, a dose de luz foi variada em 20 e 40 J/cm² e a intensidade de ultrassom foi mantida em 1 W/cm². **Resultados e discussões:** Observou-se que, dentre os tratamentos realizados, o mais eficaz foi a SPDI, seguida pela SDI e PDI. Os tratamentos SPDI, PDI e SDI foram capazes de reduzir a viabilidade em 6,0; 1,2; 2,0 log, em comparação com o biofilme controle. Reduzindo-se os parâmetros de US e mantendo os de luz, os resultados mostraram que com doses baixas de US, diminui a efetividade do tratamento, portanto, o US possui papel fundamental na eficácia. Reduzindo a dose de luz, e mantendo os parâmetros do US, os resultados mostraram que com doses baixas de luz a eficácia do tratamento diminui, e com doses maiores, temos maior eficácia. Com estes resultados, o trabalho desenvolveu uma equação baseada na diminuição microbiana, que é dependente da intensidade de ultrassom, tempo de aplicação, dose de luz e tempo de aplicação da luz. **Conclusões:** a inativação sonofotodinâmica tem uma melhor atividade contra o biofilme de *C. albicans* em comparação com SDI e PDI. Pode-se sugerir a ação sinérgica entre a SDI e PDI. Esses resultados sugerem que a SPDI pode ser uma alternativa aos tratamentos convencionais.

Palavras-chave: *Candida albicans*. Biofilme. Inativação sonofotodinâmica.

REFERÊNCIAS

1 ALVES, F. *et al.* Strategies to improve the antimicrobial efficacy of photodynamic, sonodynamic, and sonophotodynamic therapies. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 53, n. 8, p. 1113-1121, 2021.

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE PPIX A PARTIR DA APLICAÇÃO DE ALA ORAL EM LESÕES DE LÍNGUA DE RATO WISTAR

ARRUDA, S. S.¹, STRINGASCI, M. D¹, BUZZÁ, H. H.², INADA, N. M.¹, BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

²Instituto de Física, Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago, Chile.

Introdução: A papilomatose respiratória recorrente de laringe é causada pelo vírus HPV e pode causar sintomas como rouquidão e dificuldade para respirar, tendo como tratamento padrão a remoção cirúrgica, com uma taxa de recorrência de 30%. (1) A terapia fotodinâmica (TFD) é uma opção de tratamento que utiliza luz e uma substância fotossensibilizadora (FS) para induzir a morte celular. Embora seja estudada para o tratamento tópico de condilomas genitais (2), é necessária mais pesquisa para aplicação em condilomas orais. **Objetivos:** Analisar o acúmulo do FS e o tempo de metabolização em ratos para diferentes formas de administração do pró-fármaco ácido aminolevulínico (ALA). **Material e métodos:** As lesões foram induzidas em ratas Wistar com aplicação de 4-nitroquinoline n-oxide (4NQO) em propilenoglicol (5 mg/mL) aplicado 3 vezes por semana. (3) A avaliação da cinética foi realizada utilizando um sistema de espectrofotômetro e imagens da fluorescência de campo amplo utilizando o sistema de LINCE. As imagens foram avaliadas no software Image J. Tanto os espectros quanto as imagens foram coletadas antes e a cada hora após aplicação do fármaco até totalizar 7 horas de incubação. **Resultados e discussões:** Os três grupos receberam diferentes administrações de ALA para avaliar sua eficácia na produção de fluorescência seletiva nas lesões induzidas. O G1 recebeu uma solução de ALA na lesão, o G2 recebeu uma solução na garganta para simular administração sistêmica e o G3 recebeu ALA em gel na lesão. O G1 e G2 apresentaram aumento na produção de FS nas primeiras horas, atingindo o pico em 2 e 4 horas, respectivamente. O G3 apresentou a produção mais seletiva, devido o maior tempo de contato entre a lesão e ALA, com um aumento da seletividade no período entre 4 a 7 horas, atingindo um máximo de 40%. Entretanto, a produção de FS foi menor no G3 devido a possíveis degradações do pró-fármaco durante a formulação do gel. Em geral, os resultados indicam que o ALA em gel pode ser uma opção viável para aumentar a seletividade da produção de FS em lesões, mas seria necessário o desenvolvimento de nova formulação com preservação da molécula. **Conclusões:** Foi verificado o perfil de produção da PpIX em lesões papilomatosas induzidas quimicamente, entretanto o desenvolvimento de novas formulações pode favorecer maior penetração e seletividade, melhorando a eficácia do tratamento clínico.

Palavras-chave: Fotossensibilizador. Protoporfirina IX. Acido aminolevulínico.

REFERÊNCIAS

1 GEREIN, V. *et al.* Human papilloma virus (HPV)-associated gynecological alteration in mothers of children with recurrent respiratory papillomatosis during long-term observation. **Cancer Detection and Prevention**, v. 31, n. 4, p. 276–281, 2007.

2 INADA, N. M. *et al.* Photodiagnosis and treatment of condyloma acuminatum using 5-aminolevulinic acid and homemade devices. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 9, n. 1, p. 60–68, 2012.

3 BARCESSAT, A. R. R. *et al.* Systemic toxic effects during early phases of topical 4-NQO-induced oral carcinogenesis in rats. **Journal of Oral Pathology & Medicine**, v. 43, n. 10, p. 770–777, 2014.

SIMULAÇÃO DOS PARÂMETROS ÓTIMOS NA TFDa DA PNEUMONIA USANDO ILUMINAÇÃO EXTERNA EM MODELO SUÍNO

TOVAR, J. S. D.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}; KURACHI, C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: A pneumonia é responsável por altas taxas de mortalidade em todo o mundo, e seu principal tratamento é baseado na antibioticoterapia¹. A resistência antimicrobiana tem aumentado nos últimos anos, resultando em relevante preocupação de saúde pública². Então, uma alternativa promissora para a pneumonia é a terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa) e ao contrário das terapias antibióticas, o desenvolvimento de resistência à TFDa ainda não foi relatado³. Para propor a iluminação externa da caixa torácica na TFDa é relevante determinar o comportamento da atenuação da luz desde a superfície da pele e distribuição nos pulmões. Como o volume desta região é grande, um modelo referente à propagação da luz é necessário para extrair parâmetros dosimétricos como irradiância, fluência e tempo de exposição. **Objetivos:** O objetivo deste estudo foi investigar se o comprimento de onda de 808 nm é capaz de ser transmitido através dos tecidos biológicos da parede torácica e ser distribuída com energia suficiente dentro dos pulmões para ativar a indocianina verde (ICV) e promover a resposta fotodinâmica. **Material e métodos:** Dois painéis de 200 lasers diodos como foram feitos sob medida e usados para realizar os ensaios experimentais. Os painéis apresentam irradiância média de 78 ± 10 mW/cm² e comprimento de onda centrado em 808nm. As medidas de penetração e distribuição foram feitas com uma fibra isotrópica posicionada com ajuda de um broncoscópio dentro das áreas desejadas dos pulmões. A partir dos valores de irradiância dentro dos pulmões e os parâmetros foto-cinéticos da ICV foram feitas simulações do modelo de fotodegradação TFDa macroscópico e de fração de sobrevivência da bactéria *Streptococcus pneumoniae*. **Resultados e discussões:** Valores em torno de 15% da irradiância de luz entregue na superfície da pele foram medidos dentro do pulmão de um modelo suíno *in vivo*. Por simulações cinéticas de ICG usando o modelo de fotodegradação TFDa macroscópico e de fração de sobrevivência, observamos uma redução significativa da carga bacteriana com níveis de 10 e 15 mW/cm² alcançados no interior do pulmão a partir de 75 minutos. **Conclusões:** Esses resultados sugerem que uma iluminação externa da caixa torácica com luz NIR atravessa efetivamente a parede torácica e atinge níveis de fluência necessários para obter uma boa resposta fotodinâmica.

Palavras-chave: Terapia fotodinâmica antimicrobiana. Indocianina verde. *Streptococcus pneumoniae*., 808 nm. Fotodegradação.

REFERÊNCIAS

1 RUUSKANEN, O. *et al.* Viral pneumonia. **The Lancet**, v. 377, n. 9773, p. 1264–1275, 2011.

2 TALEBI BEZMIN ABADI, A. *et al.* World Health Organization Report: current crisis of antibiotic resistance. **BioNanoScience**, v. 9, n. 4, p. 778–788, 2019.

3 KASHEF, N.; HAMBLIN, M. R. Can microbial cells develop resistance to oxidative stress in antimicrobial photodynamic inactivation? **Drug Resistance Updates**, v. 31, p. 31–42, 2017.

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO SURFACTANTE PULMONAR PARA O DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES PARA ENTREGA NO TRATO RESPIRATÓRIO

FIUZA, L. G. J.¹; ALMEIDA, I¹; DIAZ, J. S. T.¹; KURACHI, C.¹; BAGNATO, V. S.¹; INADA, N. M.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: As infecções do trato respiratório, como a pneumonia, são classificadas como as principais causas de mortalidade e de morbidade em todo o mundo. A pneumonia bacteriana apresenta inflamação nos alvéolos, causando acúmulo de líquido nos pulmões e provocando dificuldades na respiração. Ineficácia dos tratamentos convencionais e o aumento da resistência antimicrobiana (RAM), a terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa) se mostra como uma alternativa promissora, pois apresenta excelentes resultados *in vitro* e na clínica, por apresentar ação em múltiplos alvos celulares com alta seletividade e caráter pouco ou não-invasivo. Estudos realizados por nosso grupo de pesquisa relataram a eficiência e segurança de um protocolo para fotoinativação de *Streptococcus pneumoniae in vitro*, bem como a entrega de luz e fotossensibilizador em modelo animal. (1) No entanto, a redução de microrganismos *in vivo* ainda apresenta desafios a serem contornados, devido à presença do surfactante pulmonar (SP). **Objetivos:** O objetivo deste trabalho é estudar as propriedades físico-químicas do SP, com a finalidade de compreender o efeito do mesmo na TFDa. **Material e métodos:** A concentração do fosfolípido dipalmitoilfosfadilcolina (DPPC), presente em maior percentagem no SP-Survanta, foi acompanhada por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS). Ensaios de fotoinativação com indocianina verde (ICG), DPPC e a bactéria *Streptococcus pneumoniae in vitro* também foram realizados. **Resultados e discussões:** De acordo com as análises realizadas por LC-MS, em todos os espectros, o íon *m/z* 735, que corresponde ao fosfolípido DPPC, é majoritário. Esses resultados preliminares poderão melhor elucidar os mecanismos pelos quais a ICG sofre uma forte atração pela molécula de DPPC (2) e ainda, ensaios de fotoinativação de *S. pneumoniae* com ICG e diferentes concentrações DPPC mostraram que o fosfolípido pode impossibilitar a eficácia da TFDa. **Conclusões:** Os resultados indicam que a presença do DPPC compromete a eficácia da TFDa. Sendo assim, novos experimentos serão desenvolvidos para contornarmos estes desafios e com uma maior compreensão destes fatores impeditivos associados.

Palavras-chave: Pneumonia bacteriana. Terapia fotodinâmica antimicrobiana. Surfactante pulmonar.

REFERÊNCIAS

- 1 KASSAB, G. Safety and delivery efficiency of a photodynamic treatment of the lungs using indocyanine green and extracorporeal near infrared illumination. *Journal of Biophotonics*, v.13, n. 10, p.e202006176-1, Oct. 2020.
- 2 KASSAB, G. *et al.* Lung surfactant negatively affects the photodynamic inactivation of bacteria—*in vitro* and molecular dynamic simulation analyses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 119, n. 25, p. e2123564119, 2022.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE ESPECTROSCOPIA INFRAVERMELHO E *MACHINE LEARNING* PARA DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS

CENA, C.¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.

Introdução: A principal demanda para estabelecer um tratamento eficaz contra as doenças infecciosas, responsáveis pela maioria dos problemas de saúde atuais, é o diagnóstico correto do agente etiológico e/ou doença. Os estudos sobre biossensores ganharam grande visibilidade e aplicabilidade nos últimos anos devido a sua alta seletividade e sensibilidade associada a procedimentos não evasivos de diagnóstico. Uma alternativa interessante para o diagnóstico de doenças que tem sido relatada na literatura é o estudo de materiais biológicos por meio de técnicas de espectroscopia óptica. **Objetivos:** Neste trabalho, exploramos o uso da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) como uma ferramenta potencial para identificar e diferenciar rapidamente materiais biológicos, como soro sanguíneo e bactérias. **Materiais e métodos:** Os espectros de diferentes amostras foram coletados na faixa de 4000 a 700 cm^{-1} . A análise dos dados foi realizada por Análise de Componentes Principais (PCA's) e testes discriminativos, como *Support Vector Machine* (SVM) e *k-Nearest Neighbor* (K-NN) foram empregados para classificação das amostras. **Resultados e discussões:** Nossos resultados mostraram que testes discriminativos adequados podem atingir acurácia acima de 90% em testes de fotodiagnósticos utilizando técnicas de espectroscopia e análise multivariada. **Conclusões:** Os resultados sugerem que esta abordagem de discriminação seria útil em vários cenários clínicos onde a detecção rápida pode melhorar o sucesso do tratamento, e abre a possibilidade de novos estudos na área de diagnóstico de doenças.

Palavras-chave: Fotodiagnóstico. Espectroscopia no infravermelho. Aprendizagem de máquina. Biofotônica.

REFERÊNCIAS

- 1 BRITO, E. C. A. *et al.* Paracoccidiodomycosis screening diagnosis by FTIR spectroscopy and multivariate analysis. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 39, p. 102921, 2022.
- 2 LARIOS, G. *et al.* A new strategy for canine visceral leishmaniasis diagnosis based on FTIR spectroscopy and machine learning. *Journal of Biophotonics*. v. 14, n. 11, p e202100141, 2021.
- 3 BAKER, M. *et al.* Using Fourier transform IR spectroscopy to analyze biological materials. *Nature Protocols*, v. 9, n. 8, p 1771-1791, 2014.

ENSAIO DE MIGRAÇÃO CELULAR COM MICROSCÓPIO SEM LENTES

D'ALMEIDA, C. P.¹; COSTA, C. S.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O ensaio invasão e migração celular é um método *in vitro* padrão para avaliar e quantificar a migração celular coletiva, crescimento e reprodução em duas dimensões. (1) A migração celular é fundamental para o desenvolvimento embrionário, angiogênese, cicatrização de feridas, resposta imune e inflamação. (2) Para que possam ser realizados em condições ideais, esses ensaios usualmente requerem uma instrumentação complexa e de alto custo, como são os microscópios digitais com câmara incubadora de células ou os equipamentos comerciais desenvolvidos para a leitura de imagens de cultura de células.

Objetivos: Diante deste cenário, este trabalho tem como objetivo testar um sistema mais simples, compacto e de baixo custo, utilizando microscopia sem lentes, para realizar ensaios de migração celular de forma automatizada, oferecendo resultados quantitativos.

Material e métodos: Para os ensaios foi utilizada a linhagem celular endotelial EA.hy926 (ATCC CRL-2922™). As células foram mantidas em meio DMEM suplementado com 10% (v/v) de soro fetal bovino, em atmosfera umidificada com 5% de CO₂ a 37 °C. Para o ensaio, 2 × 10⁶ células foram inoculadas em cada uma das placas para microscopia confocal. Então, 48h após a inoculação, uma ferida foi feita na camada monocelular confluyente usando uma ponta de pipeta de 200 µL, em um único movimento de fluxo. As imagens foram feitas utilizando uma iluminação parcialmente coerente, com emissão centrada em 518 nm. Essa iluminação incidiu sobre a amostra, que foi posicionada sobre um sensor de imagem digital. As imagens foram obtidas, portanto, por transmissão e analisadas com um software desenvolvido em Python, especialmente por esses ensaios. **Resultados e discussões:** Os ensaios de migração foram feitos no mesmo ambiente de cultivo celular, colocando o sistema de imageamento dentro da estufa de CO₂. Imagens foram tiradas a cada 30 min, durante um período de 25 h, a partir de 1,5 h depois da abertura da ferida na monocamada celular. Tanto a aquisição de imagens quanto o processamento, foram feitos de forma automatizada por algoritmos desenvolvidos com uso de software livre. As análises foram feitas com base na quantificação da área livre de células em cada imagem, que se reduz ao longo do tempo. **Conclusões:** O microscópio sem lentes testado junto a seu processamento digital de imagens se mostrou eficiente para realizar monitoramento por imagem em ensaios de migração. Este sistema de microscopia tem a vantagem de ser portátil, leve, automatizado e baseado em software livre. Além disso, pode funcionar dentro de uma incubadora de células, fornecendo imagens com quase 30 mm² em intervalos menores que uma hora, por horas ou dias sem supervisão humana.

Palavras-chave: Migração celular. Monitoramento. Microscopia.

REFERÊNCIAS

1 JONKMAN, J. E. *et al.* An introduction to the wound healing assay using live-cell microscopy. *Cell Adhesion and Migration*, v. 8, n. 5, p. 440–451, 2014.

2 GRADA, A. *et al.* Research techniques made simple: analysis of collective cell migration using the wound healing assay. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 137, n. 2, p. e11–e16, 2017.

DETECÇÃO E CONTAGEM DE CISTOS DE *GIARDIA* POR UM MICROSCÓPIO SEM LENTES

D'ALMEIDA, C. P.¹; SILVA, K. J. S.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A giardíase é uma infecção parasitária responsável por mortalidade, em especial em locais de baixa renda familiar e falta de infraestrutura de água e saneamento, caracterizando uma "doença negligenciada". (1) O protocolo mais comum de quantificação de cistos, forma infecciosa desse parasito gastrointestinal, envolve imunofluorescência direta (IFD) (2), em que a contagem é feita de forma manual e depende de marcadores acoplados a anticorpos específicos, o que a torna demorada e com custo elevado. Uma possível alternativa para o imageamento de amostras, incluindo detecção e análise de microrganismos, é oferecida pela microscopia holográfica sem lentes. Essa técnica possibilita o uso de um equipamento de imagem portátil, leve e de baixo custo, oferecendo imagens de amplitude de hologramas gravados com iluminação parcialmente coerente. (3) **Objetivos:** Testar o uso da microscopia holográfica sem lentes como alternativa para a detecção e contagem de cistos de *Giardia*. **Material e métodos:** Suspensões purificadas de cistos de *G. duodenalis* (isolado H3), com concentração conhecida, foram quantificadas por IFD (Merifluor® G/C, Meridian Biosciences, EUA). Para a análise com o microscópio holográfico sem lentes, alíquotas da suspensão foram usadas para preencher uma câmara de vidro preparada para esse fim. Imediatamente em seguida, os hologramas foram adquiridos por transmissão, utilizando três diferentes comprimentos de onda. Os hologramas foram submetidos a uma análise automatizada, por meio de um algoritmo desenvolvido em Python. **Resultados e discussões:** A preparação e leitura das lâminas por IFD se mostrou muito mais trabalhosa comparada ao novo método apresentado. A presença de aglomerados se apresentou como uma dificuldade em ambos os métodos. A análise testada apresentou uma semelhança significativa com o número de referência de cistos em suspensão, o que não foi obtido por padrão imunofluorescência. **Conclusões:** A microscopia holográfica sem lentes se mostrou uma técnica efetiva para a detecção e contagem de cistos de *Giardia* em amostras purificadas e com altas concentrações. Para melhorar o limite de detecção, alterações devem ser feitas no protocolo sugerido.

Palavras-chave: Doenças tropicais negligenciadas. Microscopia sem lentes. Python.

REFERÊNCIAS

1 COELHO, C. H. *et al.* Giardiasis as a neglected disease in Brasil: systematic review of 20 years of publications. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 10, p. e0006005, 2017.

2 USEPA. **Method 1623.1:** cryptosporidium and giardia in water by filtration/IMS/FA. United States Protect Agency: Environmental Protection Agency, 2012.

3 ROY, M. *et al.* A review of recent progress in lens-free imaging and sensing. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 88, p. 130–143, 2017.

ALGORITMO BASEADO EM DINÂMICA DIRETA PARA SIMULAÇÃO DE INTERAÇÃO HUMANA-EXOESQUELETO DE MEMBROS INFERIORES

MOSCONI, D.¹; SIQUEIRA, A. A. G.²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Catanduva, SP, Brasil.

²Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A neuroreabilitação robótica tem se mostrado um recurso eficaz na recuperação das habilidades motoras de vítimas de acidente vascular cerebral (AVC).(1) Com o contínuo desenvolvimento de novas tecnologias, o uso de recursos computacionais tem aumentado cada vez mais no projeto de robôs de reabilitação (exoesqueletos) e seus controles. No entanto, existe a necessidade de um algoritmo que seja flexível e capaz de realizar simulações capazes de reproduzir a interação humano-exoesqueleto e assim auxiliar no desenvolvimento tanto dos dispositivos robóticos quanto de suas arquiteturas de controles. **Objetivos:** O objetivo deste trabalho foi desenvolver um algoritmo baseado em dinâmica direta capaz de reproduzir a interação humano-exoesqueleto a partir de modelos biomecânicos e sistemas de controles tanto robótico quanto humano. **Material e métodos:** O algoritmo foi desenvolvido no MATLAB utilizando recursos de bibliotecas e modelos do OpenSim. Foram realizados testes com dados experimentais de um sujeito saudável, 1,75 m de altura, 85 kg, vestindo um exoesqueleto com junta ativa no joelho direito, na posição sentada, realizando movimento de flexão e extensão do joelho. Neste caso a órtese ativa foi configurada em dois modos: ativo assistido e ativo-resistivo. Foi elaborado um modelo de interação com a mesma antropometria do sujeito. Os dados coletados foram inseridos no algoritmo proposto a fim de verificar se durante as simulações o modelo de interação seria capaz de realizar o mesmo movimento que o indivíduo realizou durante o procedimento experimental. **Resultados e discussões:** Os resultados obtidos com as simulações provaram que o algoritmo é capaz de lidar com dados experimentais e computacionais, bem como reproduzir a interação humano robô de uma maneira fiel ao sistema real: o modelo biomecânico executou na simulação o mesmo movimento que o indivíduo realizou durante o experimento. **Conclusões:** O algoritmo proposto é factível e útil para a análise da interação humano-exoesqueleto, capaz de reproduzir o controle robótico e aplicável na modelagem de controle humano, sendo, portanto, uma ferramenta eficaz no projeto de robôs e controles aplicados à neuroreabilitação robótica.

Palavras-chave: Biomecânica. Neuroreabilitação. Exoesqueleto.

REFERÊNCIAS

1 HOBBS, B.; ARTEMIADIS, P. A review of robot-assisted lowerlimb stroke therapy: unexplored paths and future directions in gait rehabilitation. *Frontiers in Neurorobotics*, v.14, 2020.

TESTE DE CRESCIMENTO DE BIOFILMES DE *C. ALBICANS* EM TUBOS ENDOTRAQUEAIS FUNCIONALIZADOS COM CURCUMINA

SANTOS, G. G.¹; BLANCO, K. ¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Todos os anos, milhares de pacientes são hospitalizados com a necessidade de intubação utilizando as sondas endotraqueais, sendo esta técnica por vezes um recurso invasivo e com riscos associados. Uma doença comum atrelada a técnica de intubação é a pneumonia associada a ventilação mecânica (VAP - *ventilator-associated pneumonia*), que é causada majoritariamente pela formação de biofilmes de fungos e bactérias na superfície dos materiais poliméricos que constituem o tubo endotraqueal. Uma possível solução a este problema é funcionalização do material polimérico com a presença de um fotossensibilizador adequado e a aplicação de terapia fotodinâmica, impedindo a formação dos biofilmes na traqueia do paciente. **Objetivos:** Testar a eficiência dos tubos endotraqueais funcionalizados em cepas fúngicas de *Candida albicans*, bactéria comumente associada a VAP bem como testes de *photobleaching* dos mesmos. **Material e métodos:** A funcionalização dos tubos endotraqueais consiste em submergir o tubo durante 4h a 30°C em uma solução de solvente (80 ml de DMSO) juntamente com carbonato de céσιο (1.99 g; 6.01 mmol) e curcumina (396 mg; 1.07 mmol)¹. Para os testes *in vitro* de eficiência serão utilizadas cepas de *C. albicans* sob a técnica de contagem de colônias, para a aplicação da terapia fotodinâmica, foi usada uma fonte de fibra óptica de emissão em 450nm com 140 mW de potência. **Resultados e discussões:** Os resultados preliminares de contagem de colônia apontam uma eficiência na redução da proliferação e formação de biofilmes de *C. Albicans*, foram testados diferentes doses de irradiação (50, 100, 150 e 200J) e a partir da dose de radiação de 50J já é possível observar uma redução significativa. Os testes de fotodegradação apontam que doses até 600J não são capazes de reduzir a eficiência da fotoinibição dos tubos. **Conclusões:** Os testes realizados indicam a possível eficiência do processo de funcionalização dos tubos endotraqueais não apenas para bactérias bem como para fungos causadores de doenças respiratórias, é necessário o processo para testes mais rigorosos de estabilidade, eficiência e segurança e os mesmos estão em andamento.

Palavras-chave: PDT. Funcionalização. Biomateriais.

REFERÊNCIAS

1 ZANGIROLAMI, A. C. *et. al.* Avoid ventilator-associated pneumonia: curcumin-functionalized endotracheal tube and photodynamic action. *PNAS*, v. 117, n. 37, p. 22967-22973, 2020.

ATIVIDADES ANTIMICROBIANA E FOTOANTIMICROBIANA DE NANOCOMPÓSITOS DE QUITOSANA/CNPPV

FACCHINATTO, W. M.¹; ARAUJO, L. O.¹; MORAES, T. B.²; ABELHA, T. F.¹; LIMA, T. H. N.¹; SANTOS D. M.³; CAMPANA-FILHO, S. P.⁴; COLNAGO, L. A.³; CAIRES A. R. L.¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil.

²"Luiz de Queiroz" Faculdade de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.

⁴Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Bactérias resistentes a múltiplos medicamentos são um problema grave para a saúde global e têm um impacto econômico significativo. É crucial que sejam desenvolvidas novas tecnologias para combater a resistência antimicrobiana bacteriana. (1) **Objetivos:** O objetivo desse estudo foi a síntese, caracterização e aplicação de nanocompósitos (NCPs) à base de quitosana, com diferentes graus de acetilação (DAs - *degrees of acetylation*) e polímero conjugado ciano-substituído poli(p-fenilenovinileno) (CNPPV), como agente inativador e/ou fotoinativador contra bactérias Gram-negativa (*E. coli*) e Gram-positiva (*S. aureus*). **Materiais e métodos:** Os NCPs foram sintetizados e a estrutura da quitosana foi confirmada por espectroscopia FT-Raman. As atividades bactericidas e fotobactericidas dos NCPs foram testadas no escuro e sob irradiação de luz azul, respectivamente. O tamanho hidrodinâmico e a estabilidade aquosa dos NCPs foram determinados por meio do espalhamento dinâmico de luz (DLS - *dynamic scattering of light*), potencial zeta (PZ) e RMN de domínio temporal. As micrografias dos NCPs foram obtidas por meio de microscopia eletrônica de transmissão (TEM) e a capacidade dos NCPs de gerar espécies reativas de oxigênio (ROS - *Oxygen-reactive species*) sob iluminação azul também foi caracterizada. (2) **Resultados e discussões:** Variações significativas no PZ e tempo de relaxamento T2 confirmaram a fixação física bem-sucedida da quitosana/CNPPV. Todos os NCPs apresentaram uma forma esférica semelhante e encolhida, conforme observado por TEM. Um menor DA impulsionou um desempenho bactericida mais alto, juntamente com o efeito sinérgico do CNPPV, menor perfil de distribuição nanométrica e maior superfície carregada positiva. A produção de ROS foi proporcionalmente encontrada em NCPs com e sem CNPPV, diminuindo o DA e levando a um efeito fotobactericida notável sob irradiação de luz azul. **Conclusões:** No geral, os resultados indicam que os nanocompósitos de quitosana/CNPPV podem ser uma opção valiosa para o desenvolvimento de estratégias inovadoras de inativação e/ou fotoinativação de bactérias.

Palavras-chave: Atividade fotoantimicrobiana. Quitosana. CNPPV. Nanocompósitos.

REFERÊNCIAS

1 O'NEILL, J. **Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations**. 2016. Disponível em: <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2016-05/apo-nid63983.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

2 PEDRUZZI, D.P. *et al.* Impact of ZnO nanoparticles on the photosynthetic activity of vicia faba: effect of particle size and concentration. **NanoImpact**, v. 19, n.100246, July 2020.

CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DO PERFIL DE DANO ANATÔMICO E HISTOLÓGICO DA TERAPIA SONODINÂMICA EM MODELO ANIMAL

CARVALHO, I. S.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: O câncer é uma doença altamente prevalente e com taxas de incidências em ascensão no mundo inteiro. O tratamento por terapias convencionais foi importante até agora, mas devido aos diferentes tipos de câncer e efeitos colaterais extremamente agressivos desses tratamentos, terapias alternativas são necessárias sendo tão eficientes quanto, ou até mais que as convencionais. A terapia sonodinâmica (TSD) se apresenta como mais uma alternativa nesse espectro e possui muitas vantagens em relação às demais, porém seu desenvolvimento está apenas no começo e uma melhor caracterização é necessária. O feixe de onda do ultrassom possui dois campos característicos, o *near field* e o *far field*, assumindo diferentes intensidades de pressão ao longo do eixo perpendicular ao transdutor. Isso é importante para controlar a entrega de energia ao longo do tecido e mapear espacialmente a maior probabilidade de dano histológico. **Objetivos:** Visando a caracterização do perfil de dano histológico e anatômico proveniente da ação do ultrassom com e sem fotossensibilizador, assim como variando outros parâmetros, é possível determinar procedimentos operacionais padrão para a entrega de energia e sua relação com o alvo. Para isso, modelos animais serão utilizados para tratamento da TSD e a caracterização se dará em tecido hepático. **Material e métodos:** Em um compartimento com água destilada com dimensão (90L X 60A X 60P) apropriada a fim de evitar eco, o transdutor é colocado na lateral e o hidrofone capta, junto ao osciloscópio, a diferença de pressão espacialmente, variando o eixo XYZ. **Resultados e discussões:** Espera-se mapear corretamente os transdutores que serão utilizados nos experimentos *in vivo*, em diferentes condições, encontrar o ponto de máxima amplitude de pressão para controlar o dano histológico quando junto ao sensibilizador (*in vivo*), o ácido 5-aminolevulínico (ALA). **Conclusões:** Uma vez compreendido a disposição espacial do campo de pressão da onda de ultrassom de cada transdutor, é possível prosseguir para os ensaios *in vivo* com segurança e assertividade para o tratamento de câncer, principalmente o como as ondas sonoras interagem com o tecido e o dano causado, de forma macroscópica, sua distribuição espacial e a forma de interação com a energia, é possível avançar os estudos cujo alvo sejam células neoplásicas com o objetivo de desenvolver a tecnologia até chegar à clínica.

Palavras-chave: Terapia sonodinâmica. Sonoquímica. Sonomecânica. Cavitação.

REFERÊNCIAS

1 FACCHINETTI, G.; JENKINS, S. D.; RUOSTEKOSKI, J. Storing light with subradiant correlations in arrays of atoms. **Physical Review Letters**, v. 117, n. 24, p. 243601-1-243601-5, 2016.

2 CIPRIS, A. *et al.* Subradiance with saturated atoms: population enhancement of the long-lived states. **Physical Review Letters**, v. 126, n. 10, p 103604-1-103604-6, 2021.

ANÁLISE TEÓRICA DAS CONDIÇÕES SOBRE A NUCLEAÇÃO E CAVITAÇÃO ACÚSTICAS EM MEIOS HETEROGÊNEOS

CUMPALLI, A. A.¹; ANTUNES, C. A.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A terapia Sonodinâmica (TSD) é um dos procedimentos que pode ser utilizado na destruição das células cancerígenas. A TSD representa uma forma alternativa de tratamento de câncer que oferece a possibilidade de erradicar os tumores sólidos não invasivos e de forma direcionada para o alvo. Um dos efeitos do Ultrassom (US) no tecido biológico é a ocorrência de nucleação, capaz de desencadear danos celulares. A nucleação consiste na formação de bolhas de gás e vapor no meio, o que acrescenta à eficácia da TSD. A nucleação pode ser classificada como homogênea ou heterogênea. Na nucleação heterogênea existem impurezas no meio capazes de reduzir a pressão necessária para a formação de bolhas. Outro efeito causado pela propagação do Ultrassom no tecido biológico, consiste na cavitação acústica. A cavitação acústica consiste na oscilação de bolhas nucleadas. Ela pode ser inercial e não inercial. No caso inercial, as bolhas se expandem e, após algumas oscilações, implodem. É por isso que se torna fundamental o entendimento desses fenômenos no tecido biológico e de grande importância para a sua aplicação na TSD. **Objetivos:** O presente trabalho visa entender os mecanismos de nucleação e cavitação acústica em meios heterogêneos, avaliando as possíveis modificações nas pressões em tecido biológico e verificando o comportamento da taxa de nucleação. **Material e Métodos:** A partir do levantamento bibliográfico serão selecionados apenas os artigos que mencionaram alguma das três equações dinâmicas de interesse, tais como, a equação de Rayleigh Plesset, Keller-Miksis e Gilmore, assim como as soluções dessas equações e ajustes nos modelos para meios heterogêneos nos softwares de Wolfram Mathematica e MATLAB. **Resultados e Discussões:** O presente trabalho pretende mostrar como a perspectiva futura a análise do modelo de Gilmore para a dinâmica de bolhas de cavitação, o implemento de correções em outros parâmetros do US para a descrição da nucleação e cavitação acústicas, como a viscosidade e a rigidez do meio, e também nas próprias equações dinâmicas analisadas.

Palavras-chave: Terapia sonodinâmica. Nucleação. Cavitação. Heterogêneos.

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**, Elsevier, v. 217, p. 111397, 2021.
- 2 HERBERT, E.; BALIBAR, S.; CAUPIN, F. Cavitation pressure in water. **Physical Review E**, APS, v. 74, n. 4, p. 041603, 2006.
- 3 YASUI, K. 3 - dynamics of acoustic bubbles. *In: _____ Sonochemistry and the acoustic bubble*, New York: Elsevier, 2015. Cap. 3. p.41-83.

DETERMINAÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS PRODUZIDAS EM REAÇÕES SONODINÂMICAS

SOUZA, M. O. ¹; AYALA, E. T. P. ¹; OLIVEIRA JÚNIOR, M. ¹; PRATAVIEIRA, S. ¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A terapia sonodinâmica (TSD) é uma modalidade terapêutica anticâncer baseada na interação de luz, uma droga sonoativa chamada de sensibilizador (SS) e o oxigênio molecular presente no tecido. (1) Trata-se de uma terapia oncológica promissora baseada no efeito sinérgico do ultrassom e do SS, pois o ultrassom é uma onda mecânica com excelente capacidade de penetrar nos tecidos biológicos, ativar o SS em locais mais profundos e induzir dano celular por meio da geração de espécies reativas de oxigênio (ROS). Portanto, a importância de quantificar as substâncias reativas liberadas durante o TSD é significativa (2), para fins de dosimetria e para melhor compreensão dos fenômenos físicos envolvidos nessa sinergia. **Objetivos:** Com a finalidade de entender melhor a relação existente entre o ultrassom e o SS, com a geração de ROS, estudos de espectroscopia de ressonância paramagnética (EPR) combinado com a leitura das mudanças nas propriedades ópticas das moléculas foram abordados no presente estudo. **Material e métodos:** Como sequestrador de oxigênio singleto dos SS's estudados por espectroscopia UV-Visível, foi utilizado o 1,3-difenilisobenzofurano (DPBF). Para a análise de EPR, devido ao tempo de vida baixo das ROS, utilizou-se um spin-trap, 2,2,6,6-Tetramethyl-4-piperidino (TEMP) para estabilizá-las. Os SS's estudados foram: protoporfirina IX, curcumina, azul de metileno, indocianina verde e clorina e6. Sendo todos os produtos utilizados adquiridos de Sigma Aldrich-USA. Com soluções preparadas utilizando o DPBF e o TEMP, separadamente, os SS's foram submetidos a um tratamento de sonicação utilizando o aparelho SONOPULSE III (Ibramed, Brasil), e em seguida as leituras foram realizadas em seus respectivos aparelhos. **Resultados e discussões:** De acordo com as leituras ópticas dos SS's com o DPBF, notou-se uma queda na absorvância dos mesmos, indicando ligação do DPBF com a ROS, avaliando comprimentos de onda específicos para cada molécula, foi possível determinar que a geração de ROS pela Protoporfirina IX foi a maior; em relação às leituras de EPR, avaliando as intensidades pico-a-pico dos sinais gerados pela ligação do TEMP com a ROS, pode-se notar que a geração de ROS é maior para Indocianina Verde. **Conclusões:** De acordo com os resultados obtidos, observou-se que os SS's que mais apresentaram formação de ROS foram a Protoporfirina IX, o Azul de Metileno e a Indocianina Verde, entretanto, como explicitado por Buhong Li (3), existe uma divergência na sensibilidade de cada técnica espectroscópica, em vista disso, são necessários mais estudos submetendo os SS's a diferentes protocolos, com o objetivo de comparar os resultados obtidos.

Palavras-chave: Sonodinâmica. Sensibilizadores. Espécies reativas. Espectroscopia.

REFERÊNCIAS

1 ROSENTHAL, I.; SOSTARIC, J. Z.; RIESZ, P.; Sonodynamic therapy-a review of the synergistic effects of drugs and ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11.6, pp. 349–363, 2004.

2 RENSCHLER, M. F. The emerging role of reactive oxygen species in cancer therapy. *European Journal of Cancer*, v.40, n. 13, p. 1934–1940, 2004.

3 BUHONG, L. *et al.* Singlet oxygen detection during photosensitization. *Journal of Innovative Optical Health Sciences*, v. 6, n.1, p. 133002,2013.

INATIVAÇÃO DE MICRORGANISMOS POR H₂O₂ ULTRAPURO NO ESTADO GASOSO

OLIVEIRA, V. V.¹; SOUZA, G. I. L.¹

¹Nanoativa Nanotecnologia Ativa, Florianópolis, SC, Brasil.

Introdução e objetivos: Mostramos um método oxidativo avançado e não tóxico aos seres humanos para inativação de microrganismos patogênicos, através da molécula inovadora de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) ultrapuro no estado gasoso, produzida por fotocatalise heterogênea, utilizando um material nanocompósito polimérico e luz UVA. **Material e métodos:** A molécula produzida foi lançada naturalmente pelo material fotoativado, durante 1 h, às superfícies contaminadas com patógenos em uma concentração menor do que a concentração limite do equipamento analisador de gases X-AM 5100 ARNF-0333, com sensor eletroquímico de H₂O₂, marca Dräger, de 0,1 ppm. Bactérias *S. aureus* (ATCC 23235) e *E. coli* (ATCC 35218), separadamente, foram expostas em superfície plástica de polipropileno de 5 x 5 cm, em cabine de fluxo laminar, à distância de 20 cm do material nanocompósito polimérico. Todos os ensaios foram realizados em triplicata e com branco da amostra. Vírus Vaccinia (ATCC VR-1549TM) e variante ômicron (B.1.1.529) do SARS-CoV-2 foram expostos, separadamente, em superfície inerte de aço inoxidável testada por pipetagem em toda área superficial. Todas as amostras passaram por tempo de secagem padronizado da solução viral de 15 min. Os testes virucidas foram feitos em replicatas biológicas: 1. Controle (+): somente a solução viral e sistema celular; 2. Controle (-): apenas o sistema celular; 3. Tratamento: sistema celular, solução viral com exposição à geração de peróxido de hidrogênio ultrapuro; 4. Branco: soluções virais nas superfícies de exposição sem o funcionamento do equipamento gerador da molécula. **Resultados e discussões:** Houve redução na população microbiana de *S. aureus* de 81,4% e de 77,7% de *E. coli*. Já a análise viral mostrou 90% de inativação, com redução de 1 log₁₀ no título viral, do vírus Vaccinia e do SARS-CoV-2. No estado da arte constam vários métodos para a produção de H₂O₂ e seus efeitos oxidativos para a inativação de microrganismos. Entretanto, é a primeira vez que essa molécula é produzida sem a presença de nenhum outro composto além dos próprios compostos que a formam, a água e o oxigênio, alcançando assim a qualidade inovadora ultrapura, que permite que o H₂O₂ gasoso mostre efeitos de inativação de patógenos mesmo em concentrações baixas, menor do que 0,1 ppm. **Conclusões:** A molécula ultrapura de H₂O₂ gasoso obtida pelo método apresentado é promissora para inativação de microrganismos em superfícies, sobretudo em locais onde se faça necessário a presença concomitante de seres humanos durante a desinfecção, como em hospitais e clínicas, por exemplo.

Palavras-chave: Processo oxidativo avançado. Peróxido de hidrogênio. Desinfecção.

REFERÊNCIAS

1 EUROPEAN STANDARDS. **BS EN17272:** Chemical disinfectants and antiseptics – Methods of airborne room disinfection by automated process. Determination of bactericidal, mycobactericidal, sporicidal, fungicidal, yeasticidal, virucidal and phagocidal activities. | 2020. Disponível em; <https://www.en-standard.eu/bs-en-17272-2020-chemical-disinfectants-and-antiseptics-methods-of-airborne-room-disinfection-by-automated-process-determination-of-bactericidal-mycobactericidal-sporicidal-fungicidal-yeasticidal-virucidal-and-phagocidal/> Acesso em: 28.03.23

2 OLIVEIRA, V. V. **Production and discharging ultrapure hydrogen peroxide gas into the ambient air, related equipment, special polymer nanocomposite, and uses.** Patente. Nanoativa Nanotecnologia Ativa, BR / US / CA, WO 2021/203181 A2, 2021. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docid=WO2021203181>. Acesso em: 28.03.23

COMBINAÇÃO DE RADIOTERAPIA E TERAPIA FOTODINÂMICA *IN VITRO* EM CÉLULAS DE MELANOMA MURINO B16F10

LOPES, R. G.¹; MORAES, F. P.¹; BAGNATO, V. S.¹; INADA, N. M.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

Introdução: O melanoma é um câncer que se desenvolve nos melanócitos localizados na pele e em outros locais do corpo, sendo o melanoma cutâneo um dos cânceres de pele mais temidos em todo o mundo. (1) Dependendo das características do tumor, as opções terapêuticas podem ser ressecção cirúrgica, quimioterapia, radioterapia (RT) e imunoterapia. (2) Estudos mostraram que a terapia fotodinâmica (TFD) sozinha tem eficácia limitada em melanomas, devido a mecanismos de proteção, como pigmentação e resistência ao estresse oxidativo. (2) Diante dessas circunstâncias, a TFD associada com outras terapias, como a RT e a imunoterapia, podem não apenas matar os tumores diretamente, como induzir a morte celular imunogênica pela ativação de uma resposta imune antitumoral eficaz. (3) **Objetivos:** Investigar a eficácia *in vitro* do tratamento combinado de RT e TFD em células de tumor de pele do tipo melanoma murino (B16F10). **Material e métodos:** 10⁴ células de B16F10 foram cultivadas em placas de 96 poços e em meio DMEM suplementado com 10% de soro fetal bovino (SFB), por 24 horas em estufa com 5% de CO₂ e 37° C. Após adesão das células no fundo das placas e confluência de 80%, o meio de cultura foi removido e foi adicionado DMEM sem SFB e sem fenol e contendo de 1 a 20 µg/ml de clorina (Photoditazine®). As células foram incubadas por 24 horas e após esse tempo, o meio foi removido, lavado duas vezes com PBS e adicionado DMEM sem SFB e Sem fenol. Iniciou-se a seguir os protocolos de RT 4 Gy e de TFD (660 nm, 26 mW/cm², 2, 6 e 20 J/cm²). A leitura da viabilidade celular foi realizada pelo ensaio colorimétrico em leitor de placas, utilizando o reagente MTT. **Resultados e discussões:** 5 µg/ml de clorina, com 24 horas de incubação no escuro e irradiação na fluência de 2 J/cm², ocasionou 35,5% de morte celular. Os resultados da combinação da RT e TFD mostraram que tanto os intervalos de tempo entre a aplicação das terapias, como a ordem das mesmas e o tempo de leitura após o último tratamento influenciam na morte celular. **Conclusões:** Os melhores resultados de morte celular foram obtidos com 24 e 48 horas entre RT e TFD. Já quando a TFD foi realizada antes da RT, o melhor protocolo foi 48 horas entre terapias, com 70% de morte celular. Análises do tipo de morte celular predominante serão realizadas por citometria de fluxo.

Palavras-chave: Terapia fotodinâmica. Radioterapia. Melanoma. B16F10.

REFERÊNCIAS

- 1 CHANG, A. E., KARNELL, L. H., & MENCK, H. R. The National Cancer Data Base report on cutaneous and noncutaneous melanoma: a summary of 84,836 cases from the past decade. **Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society**, v.83, n.8, p.1664-1678, 1998.
- 2 HUANG Y-Y, *et al.* Melanoma resistance to photodynamic therapy: new insights. **Biology Chemistry**, v. 394, n.2, p.239–250, 2013.
- 3 DUAN, X.; CHAN, C.; LIN, W. Nanoparticle-mediated immunogenic cell death enables and potentiates cancer immunotherapy. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 58, p. 670–680, 2018.

AÇÃO DA CURCUMINA NA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA BACTERIANA NA PRESENÇA DE DIFERENTES SOLVENTES

CAPPELLINI, T. C. S.^{1 2}; INADA, N. M.¹; SOARES, J. M.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Centro Universitário Central Paulista, UNICEP, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Devido ao uso excessivo de antibióticos, nota-se o aumento do surgimento de cepas de bactérias que se tornaram resistentes aos fármacos atuais, tornando-se um problema de saúde global de extrema importância a ser solucionado. Isso motiva a comunidade científica a buscar novos métodos para o tratamento de infecções, por exemplo, um que se mostrou eficaz e satisfatório é a inativação fotodinâmica. Este método baseia-se na utilização de um agente fotossensibilizador, que ao entrar em contato com uma luz de comprimento de onda específico para cada fotossensibilizador reage com o oxigênio do ambiente, gerando as espécies reativas de oxigênios, das quais causam um estresse oxidativo nas células alvo, ocasionando em sua morte. Para este estudo foi utilizada a curcumina como agente fotossensibilizador, corante em pó extraído do rizoma do Açafrão-da-terra (*Curcuma longa*), sensível à luz azul do comprimento de onda de 450 nm. **Objetivos:** O objetivo deste estudo buscou encontrar o melhor solvente a ser usado para a solubilização da curcumina para inativação das bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. (1) **Material e métodos:** Foram utilizados os solventes dodecil sulfato de sódio (SDS), etanol e dimetilsulfóxido (DMSO). As concentrações utilizadas de etanol e DMSO foram de 0,2%, de SDS variaram entre 0,1% - 0,05% - 0,025% - 0,01% e de curcumina foram de 5 µM e 10 µM. A dose de luz aplicada foi de 10 J/cm², com a utilização do equipamento BioTable® de 450 nm por 4 minutos e 10 segundos. (2) **Resultados e discussões:** A partir da análise de resultados, observou-se que necessitou de diversas variações de concentrações do solvente SDS devido a sua influência sobre a membrana da bactéria *S. aureus*, apresentando redução de microrganismos nos grupos “escuro” (sem irradiação) em relação ao grupo controle. Nos grupos com inativação fotodinâmica, ou seja, com irradiação, apenas a concentração de 0,01% de SDS não mostrou toxicidade. Em relação ao solvente DMSO, apresentou eficácia na inativação fotodinâmica, porém houve pouca diminuição do microrganismo no grupo “escuro”, em relação ao grupo controle. Utilizando o solvente etanol, observou-se pouca diminuição de microrganismos nos grupos escuros, mas boa solubilidade do soluto. **Conclusões:** Desse modo, o mais eficiente foi o etanol, que teve mínima variação no grupo “escuro” em relação ao grupo controle, portanto, não interferindo na ação da curcumina como fotossensibilizador e apresentando eficácia no momento da inativação bacteriana.

Palavras-chave: Inativação fotodinâmica. Curcumina. Fotossensibilizador.

REFERÊNCIAS

1 MELO, N. J. *et al.* Natural versus synthetic curcuminoids as photosensitizers: photobleaching and antimicrobial photodynamic therapy evaluation. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v.42, p.103492, June 2023.

2 SOARES, J. M. *et al.* Optimization for microbial incorporation and efficiency of photodynamic therapy using variation on curcumin formulation. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 29, p. 101652, 2020.

COMBINAÇÃO DE TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO E RADIOTERAPIA NA VASCULARIZAÇÃO TUMORAL

COSTA, C. S.¹; FARIA, C. M. G.²; PATIÑO, C. P. B.¹; DE SOUZA, G.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Università degli Studi di Padova, Milão, Lombardia, Itália.

Introdução: A radioterapia (RT) é uma abordagem padrão no tratamento de câncer, cuja eficiência depende, entre outros fatores, da concentração de oxigênio. Assim, tecidos hipóxicos tendem a ser mais resistentes à RT e, nesse contexto, a Terapia por Fotobiomodulação (PBMT) pode contribuir para a radiosensibilização do tumor (1-2), uma vez que tem o potencial de aumentar a vascularização tecidual. **Objetivos:** O trabalho visa investigar os efeitos da combinação de Radioterapia (RT) e Terapia por Fotobiomodulação (PBMT) na vascularização tumoral. **Material e métodos:** Foram realizados experimentos *in vitro* com células endoteliais (HUVEC) e de carcinoma epidermóide (A431) para avaliar os efeitos das terapias na proliferação celular. As células foram submetidas ao protocolo de PBMT 5J/cm² - 780nm 24h antes da RT - 2.5Gy ou 5Gy. O efeito do protocolo proposto na proliferação foi avaliado por ensaio de MTT múltiplo e pela incorporação de BrdU. Os experimentos *in vivo* foram realizados em modelo de xenoenxerto de A431 em camundongo, no qual os tumores foram iluminados para PBMT (780nm - 5J/cm²) e irradiados para RT (5Gy) em dias alternados, com três sessões de cada terapia. Os efeitos do protocolo no modelo de xenoenxerto foram monitorados pela aferição periódica do volume tumoral e por imagem da vasculatura por Tomografia de Coerência Óptica (OCT - Speckle). **Resultados e discussões:** As células endoteliais (HUVEC) irradiadas com 5.0Gy (grupos RT e PBMT-RT), apresentaram viabilidade de aproximadamente 30% em relação ao controle, em 290h, sendo que para 2.5Gy, as células apresentaram recuperação parcial da viabilidade a partir de 192h e, em 290h, a viabilidade dos grupos irradiados foi cerca de 65%. Já as células de carcinoma (A431) se mostraram mais sensíveis à radiação do que as endoteliais, para a mesma dose de 2.5Gy a viabilidade relativa final foi de 30%. Nos experimentos *in vivo*, o grupo PBMT-RT teve volume similar ao grupo RT e, além disso, houve um aumento de 60% no diâmetro no grupo RT e de 91% no grupo PBMT-RT. **Conclusões:** As células endoteliais se mostraram mais resistentes à radiação do que as de carcinoma. A combinação PBMT-RT provocou um aumento do diâmetro vascular em camundongos. Áreas tumorais hipóxicas serão avaliadas por análise imunohistológica.

Palavras-chave: Radioterapia. Fotobiomodulação. Vascularização.

REFERÊNCIAS

1 FARIA, C. M. G. *et al.* Tumor radiosensitization by photobiomodulation. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: biology**, v. 225, p. 112349, 2021.

2 SILVA, C. R. *et al.* Photobiomodulation therapy combined with radiotherapy in the treatment of triple-negative breast cancer-bearing mice. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: biology**, v. 220, p. 112215, 2021.

ESTUDO DO TRATAMENTO DE INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA SOBRE *K. PNEUMONIAE* E *E. COLI*; PRINCIPAIS LINHAGENS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA

VIEIRA, R. L.^{1,2}; MACHADO, J. S. ¹; BLANCO, K. C.¹; BAGNATO, V. S.^{1,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, SP, Brasil.

³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: Bactérias super resistentes tem sido um enorme desafio para a saúde pública e também para os cientistas. A *K. pneumoniae* é responsável por diversas doenças infecciosas nosocomiais em humanos, como pneumonia e infecções do trato urinário e, também de grande importância médica (1) a *E. coli* é a principal causa de diarreias e doenças extraintestinais tanto em indivíduos imunocomprometidos quanto naqueles que são saudáveis. (2) Essas linhagens são pertencentes à família *Enterobacteriaceae* e além de serem compatíveis à troca de resistência, sabe-se que ocorre em maior frequência a conjugação de *K. pneumoniae* e *E. coli* do que de *K. pneumoniae* para outras espécies. (3) **Objetivos:** O primeiro objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da inativação fotodinâmica (IFD) em bactérias Gram-negativas de importância clínica, *Klebsiella pneumoniae* (CBAM0435) e *Escherichia coli* (ATCC25922) para padronizar condições de tratamento que pudessem afetar o processo de transferência de resistência entre essas linhagens, com a finalidade de que, no futuro, possamos avaliar os efeitos sobre linhagens super-resistentes a antibióticos e aplicá-lo. **Material e métodos:** Foram realizados ensaios de crescimento com as bactérias para determinar uma melhor eficiência da IFD, utilizando a curcumina sintética (PDT-Pharma) como fotossensibilizador (FS) solubilizada em solução hidroalcoólica+1,5% de dimetilsulfóxido, variando sua concentração entre 50 µM, 100 µM e 150 µM. Para a solução de uso do FS foi acrescentado 0,1% do surfactante dodecil sulfato de sódio (SDS). Para iluminação a fonte de luz utilizada foi no comprimento de onda de 450 nm e sub dose de luz de 30 J/cm². Além disso, foi feita determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), utilizando o antibiótico gentamicina e o sal de resazurina para auxiliar na determinação da CIM. **Resultados e discussões:** Os resultados demonstraram uma dificuldade da ação fotodinâmica quando em conjunto com o SDS e o aumento da CIM nos grupos em que o surfactante foi utilizado. **Conclusões:** Existe a dificuldade da inativação dessas linhagens de Gram-negativas nas condições utilizadas. Dessa forma é interessante compreender o comportamento dessas espécies diante a ação fotodinâmica.

Palavras-chave: Resistência. SDS. *Klebsiella pneumoniae*. *Escherichia coli*. Fotodinâmica.

REFERÊNCIAS

- 1 PODSCHUN R. *et al.* *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens: epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors. **Clinical Microbiology Reviews**, v.11, p.589-603, 1998.
- 2 GOMES, T. A. T. *et al.* Diarrheagenic *Escherichia coli*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p.3-30, 2016.
- 3 CARVALHO, I. S. *et al.* Avaliação *in vitro* da possibilidade de disseminação da resistência bacteriana aos carbapenêmicos mediada pelo gene blaKPC através da conjugação. *In*: SEMANA INTEGRADA DO INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS, 10., 2021, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: Instituto de Física de São Carlos - IFSC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/80739906-d62d-4e9a-92dd-55f4c508653c/3053839.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

DIVERSIDADE DE CORES DA PELE HUMANA E SIMULAÇÕES DE MONTE CARLO

LIMA, V. P. G.¹; MORIYAMA, L. T.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A interação da luz com a matéria biológica pode ser estudada tanto para se obter um diagnóstico quanto para compor um tratamento. Em muitas aplicações não invasivas, a pele constitui-se como a primeira barreira, quando não o tecido-alvo. No entanto, as características da pele variam não só entre indivíduos, como também entre diferentes regiões anatômicas em um mesmo indivíduo. Uma dessas características é a cor da pele, que é influenciada principalmente pelas quantidades presentes de dois cromóforos: melanina e hemoglobina. Neste sentido, entender como a melanina e a hemoglobina influenciam a propagação da luz é um dos passos para o estabelecimento de uma dosimetria de luz personalizada nas aplicações da óptica biomédica e, assim, obter melhores resultados.

Objetivos: O presente trabalho tem como objetivo verificar se um simples modelo teórico-computacional para o comportamento óptico da pele humana saudável é capaz de produzir resultados consistentes com dados experimentais de colorimetria disponíveis na literatura.

Material e métodos: Nas últimas décadas, simulações de Monte Carlo para o transporte de fótons têm se consolidado como ferramentas confiáveis. Simuladores baseados em GPUs, como o CUDAMCML (1), são as melhores opções para executar simulações no menor tempo possível. Para executar simulações com o CUDAMCML, é necessário definir o número de camadas, a espessura e as propriedades ópticas de cada camada. Utilizando o CUDAMCML e um modelo simplificado de 4 camadas cilíndricas e homogêneas para a pele humana saudável, simulações foram executadas para todo o espectro visível (entre 380 e 700 nm, com passos de 5 nm) para diferentes pares de frações volumétricas de melanina e hemoglobina. Os espectros de reflectância difusa de saída das simulações foram transformados para coordenadas do espaço de cores $L^*a^*b^*$, assumindo o iluminante D65 e o observador padrão de 10°, de modo que os resultados das simulações pudessem ser comparados com os resultados experimentais de colorimetria de Alaluf *et al.* (2) **Resultados e discussões:** Os resultados experimentais acompanharam a curva de variação da fração volumétrica de melanina para fração volumétrica de hemoglobina constante e igual a 0,8%. Além disso, os resultados das simulações apresentaram características similares aos resultados experimentais, como, por exemplo, a coordenada L^* aumenta à medida que a fração volumétrica de melanina ou de hemoglobina diminui. **Conclusões:** Apesar da simplicidade do modelo e das limitações envolvidas, os resultados das simulações de Monte Carlo foram consistentes com os dados experimentais de Alaluf *et al.* (2) Pretendemos utilizar esse modelo em trabalhos futuros para procurar pistas sobre a personalização da dose de luz.

Palavras-chave: Propagação da luz na pele. Simulações de Monte Carlo. Colorimetria.

REFERÊNCIAS

1 ALERSTAM, E. *et al.* **User manual and implementation notes.** 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229001993_User_manual_and_implementation_notes. Acesso em: 28 out. 23.

2 ALALUF, S. *et al.* The impact of epidermal melanin on objective measurements of human skin colour. **Pigment Cell Research**, v. 15, n. 2, p. 119-126, 2002.

INVESTIGAÇÕES PARA CONTROLE DA PNEUMONIA POR AÇÃO FOTODINÂMICA

DE LIMA, I. A.¹; FIUZA, L. G. ¹; DIAS, J. S. T. ¹; KURACHI, C. ¹; INADA, N. M. ¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A pneumonia encontra-se entre as principais causas de morbimortalidade, e frente ao aumento da resistência dos microrganismos aos antibióticos, a Inativação Fotodinâmica (IFD) apresenta-se como potencial alternativa, devido sua alta eficiência antimicrobiana e ação com foco em múltiplos alvos moleculares, além de dupla seletividade ao local de tratamento. Estudos realizados por nosso grupo de pesquisa relataram a eficiência e segurança de um protocolo para fotoinativação de *Streptococcus pneumoniae in vitro*, bem como a entrega de luz (infravermelho – 808nm) e fotossensibilizador (Indocianina Verde – ICG) em modelo animal.(1) No entanto, a redução de microrganismos *in vivo* ainda apresenta desafios a serem contornados, devido à presença do surfactante pulmonar, que diminui a mobilidade do fotossensibilizador não permitindo que o mesmo chegue até o alvo microbiano. (2) Dessa forma, faz-se necessário desenvolver estratégias visando à diminuição da interação entre as moléculas de ICG e os componentes do surfactante para melhor eficiência da IFD.

Objetivos: Avaliar a eficácia de formulações para fotoinativação de *S. pneumoniae* na presença do surfactante pulmonar clínico Survanta[®]. **Material e métodos:** Para realização dos ensaios de IFD, a bactéria foi cultivada em meio *Brain Heart Infusion* (BHI) e crescida em estufa com 5% de CO₂, 37^o C, por 3 h. A ICG foi utilizada em 10 µM e irradiada em 808 nm (20 J/cm²). Para as formulações, ICG foi combinada a perfluorocarbono (PFC) utilizando-se os emulsificantes Pluronic[®] F-127 e Tween[®] 80. Além disso, também foi avaliada a associação de ICG a nanobolhas de O₂(ICG-NBs-O₂). **Resultados e discussões:** Nenhuma das concentrações testadas dos emulsificantes combinados ao PFC foi capaz de inativar as colônias microbianas, mesmo elevando-se a dose de luz. Por outro lado, a ICG-NBs-O₂ foi capaz de reduzir 2 log₁₀UFC/mL na presença de Survanta[®]. **Conclusões:** Conclui-se que, embora os PFC sejam reportados por apresentarem alto poder de disseminação de fármacos e de transporte de oxigênio, este combinado aos emulsificantes e ICG não se apresentou eficaz para diminuição da interação ICG-Survanta[®]. Em contrapartida, utilizar a ICG livre associada à NBs-O₂ demonstrou-se uma estratégia promissora, que continuará sendo alvo de estudos para otimizar a produção das mesmas e aumentar a redução microbiana.

Palavras-chave: Pneumonia. Surfactante pulmonar. Inativação fotodinâmica.

REFERÊNCIAS

1 KASSAB, G. *et al.* Safety and delivery efficiency of a photodynamic treatment of the lungs using indocyanine green and extracorporeal near infrared illumination. **Journal of Biophotonics**, v. 13, n. 10, 2020.

2 KASSAB, G. *et al.* Lung surfactant negatively affects the photodynamic inactivation of bacteria – *in vitro* and molecular dynamic simulation analyses. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 119, n. 25, 2022.

VIABILIDADE DO MODELO VEGETAL *ALLIUM CEPA* PARA ESTUDO DE FOTOBIMODULAÇÃO

SOUZA, M.^{1,2}; GARBUIO, M.^{1,3}; SILVA, K. J. S.¹; INADA, N. M.¹; BAGNATO V. S.^{1,3,4}; LIMA, A. R.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Centro Universitário Central Paulista, UNICEP, São Carlos, SP, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

⁴Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: A fotobiomodulação estimula funções biológicas promovendo a homeostase celular. Em células animais, induz reações fotofísicas e fotoquímicas, capazes de estimular o metabolismo celular. (1-2) Em organismos vegetais, a luz é essencial para o desenvolvimento, pois é passível de ser convertida em energia química.(3) Portanto, aplicação de fontes de luz em plantas pode causar melhoras nas suas características. **Objetivo:** Nesse trabalho, foi avaliada a viabilidade celular do organismo *Allium cepa* como modelo para o processo de fotobiomodulação. **Material e métodos:** As sementes foram dispostas em placas de Petri e submetidas a germinação no fotoperíodo 12:12. Ao atingir 15 mm, foram irradiadas sob doses de energia de 9.000, 12.000 e 15.000 J/cm² nos comprimentos de onda 254, 460, 525, 663, 850 nm e combinação do 460, 525 e 663 nm, isto é, luz branca. Após 24 horas, foram realizadas análises macroscópicas e microscópicas. **Resultados e discussões:** Nas maiores doses de luz houve incremento na germinação, crescimento e no processo de divisão celular das raízes de *A. cepa* nos comprimentos de onda de 460nm e 663nm. Tanto a luz visível quanto o infravermelho não demonstraram citotoxicidade, genotoxicidade ou mutagenicidade nas doses testadas. No entanto, nas raízes irradiadas com 254 nm, a germinação, crescimento e processo de divisão foram inversamente proporcionais ao aumento das doses de luz. Enquanto as alterações celulares e mutações tiveram um aumento gradativo junto com o aumento das doses de luz, demonstrando que a luz ultravioleta é citotóxica, genotóxica e mutagênica. **Conclusões:** As células de *A. cepa* possuem resposta espectral, entretanto ainda não é possível afirmar sua viabilidade no estudo de fotobiomodulação, o que estimula pesquisas futuras.

Palavras-chave: Biofotônica ambiental. Sustentabilidade. Resposta espectral. Citotoxicidade.

REFERÊNCIAS

1 HAMBLIN, M. R.; HUANG, Y.-Y.; HEISKANEN, V. Non-mammalian hosts and photobiomodulation: do all life-forms respond to light? **Photochemistry and Photobiology**, v. 95, n.1, p. 126–139, 2019.

2 LIMA, A.; BAKKER, J. Espectroscopia no infravermelho próximo para a monitorização da perfusão tecidual. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.23, n.3, p. 341–351, 2011.

3 PEIXOTO, C. P. *et al.* **Curso de fisiologia vegetal**. Cruz das Almas: UFRB, 2021. 218p.

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ANALÍTICOS BASEADO EM PAPEL COM DETECÇÃO DUPLA PARA DETECTAR BIOMARCADORES SALIVARES EM LOCAIS DE ATENDIMENTO

SOUSA, L. R.^{1,2}; SILVA-NETO, H. A.²; CASTRO, L. F. ²; OLIVEIRA, K. O., FIGUEREDO, F.¹; CORTON, E.¹; COLTRO, W. K. T.^{2,3}.

¹Instituto de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

²Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO, Brasil.

³Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Bioanalítica, Campinas, SP, Brasil.

Introdução: Os dispositivos analíticos microfluídicos baseados em papel (do inglês, μ PADs) tem recebido destaque para testes de ponto de atendimento (POCT) por causa de suas vantagens, como acessibilidade, sensibilidade, especificidade e entrega aos usuários finais (1) Apesar da versatilidade de técnicas de fabricação, os métodos atuais exigem equipamentos robustos e de alto custo. **Objetivos:** Neste estudo, desenvolvemos μ PADs de detecção dupla, compreendendo módulos colorimétricos e eletroquímicos juntos para detecção de biomarcadores específicos em saliva utilizando técnicas alternativas de fabricação. **Material e métodos:** O μ PAD foi fabricado empregando uma caneta 3D comercial preenchida com um fotopolímero de acrilato. Este material foi utilizado tanto para fabricar os eletrodos quanto para as barreiras microfluídicas no papel. Os eletrodos foram fabricados usando a técnica de impressão em estêncil. A estratégia de desenho de caneta sobre papel foi empregada para criar barreiras hidrofóbicas. **Resultados e discussões:** A integração de ambos os módulos de detecção (colorimétrico e eletroquímico) foi baseada na fabricação sequencial do dispositivo empregando materiais de baixo custo e sem nenhum equipamento elétrico. Beneficiando-se da possibilidade de compor esses dois módulos em conjunto, indivíduos com condição bucal de periodontite podem ser potencialmente diagnosticados apenas com uma gota de saliva. O desempenho analítico do aparelho foi avaliado simultaneamente para análise de lactato, pH, nitrito e amilase salivar (sAA). O protocolo de análise colorimétrica sAA em dispositivos analíticos de papel é relatado aqui pela primeira vez. O limite de detecção (LOD) calculado pela curva analítica colorimétrica foi de 10,7 μ M para nitrito, 94,16 U.mL⁻¹ para sAA e 0,5 unidades de resolução para pH. Para detecção eletroquímica, foram registradas medidas amperométricas de lactato atingindo limite de detecção de 0,06 mM. Amostras de saliva coletadas de indivíduos saudáveis e com periodontite foram empregadas para testar o dual μ PAD. Indivíduos com periodontite apresentaram altos níveis de nitrito e sAA (>94 μ M e > 610 U.mL⁻¹) em comparação com indivíduos saudáveis (\leq 16 μ Me 545 U.mL⁻¹). Além disso, a saliva da periodontite resultou em pH ácido e níveis de lactato quase nulos. Os testes de recuperação obtiveram valores entre 85 e 120% para todos os testes. **Conclusões:** O protocolo proposto apresentou um protocolo de fabricação totalmente aplicável para fabricar dual- μ PADs, uma plataforma versátil para determinação sensível de biomarcadores na saliva. Além disso, quando comparado aos μ PADs tradicionais, o método proposto requer etapas de fabricação simples, não é trabalhoso e cada dispositivo tem um custo em torno de US\$ 0,05.

Palavras-chave: Saliva. Papel. Ponto de atendimento. Biomarcadores.

REFERÊNCIAS

1 WANG, H. *et al.* A One-Dollar, disposable, paper-based microfluidic chip for real-time monitoring of sweat rate. *Micromachines*, v.13, n.3, p. 414, 2022.

ESTUDO DE PROCESSOS OTIMIZADOS NA AGRICULTURA EM AMBIENTES CONTROLADOS

LARA PEREZ, S. M.^{1,2}; BASILIO, R.²; CORRÊA, B.³; CASARIN, R.²; BLANCO, K. C.²; BAGNATO, V. S.^{1,2,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

²Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

³Centro Universitário Central Paulista, UNICEP, São Carlos, SP, Brasil.

⁴Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: Apesar dos microrganismos das plantas auxiliarem o vegetal em seu desenvolvimento por produzir antibióticos naturais também podem ser uma das principais causas de transmissão de doenças entre elas. (1) Na produção hidropônica de hortaliças uma grande possibilidade de contaminação é relatada devido à recirculação de fluidos o que transporta o microrganismo pela água para todas as hortaliças do sistema, podendo contaminar a planta causando doenças e retardando o seu crescimento devido à competição microbiana pelos nutrientes.(2) **Objetivos:** Avaliar a eficácia de um sistema de descontaminação em solução hidropônica utilizando luz ultravioleta (UV-C) durante a recirculação do fluido de nutrientes da hidropônica. **Materiais e métodos:** O crescimento em altura máxima, teor de pigmento, compostos fenólicos, capacidade antioxidante e teor de micro e macro nutrientes e a aplicação de luz ultravioleta em fluido hidropônico foi avaliada. **Resultados e discussões:** A utilização deste sistema de descontaminação da água de circulação de hidropônica contendo os nutrientes acelerou o crescimento das plantas, mantendo valores nutricionais iguais ou superiores aos grupos sem este sistema de descontaminação. **Conclusões:** o controle de microrganismos é potencial para a implementação desta técnica no controle microbiológico no desenvolvimento de produções vegetais.

v

Palavras-chave: Luz ultravioleta. Controle microbiológico. Água. Hidropônica.

REFERÊNCIAS

1 DANKWA, A. S.; MACHADO, R. M.; PERRY, J. J. Sources of food contamination in a closed hydroponic system. *Letters in Applied Microbiology* v.70, p. 55–62, 2020.

2 SPERBER, W. H. Influence of water activity on foodborne bacteria—a review. *Journal of Food Protection*, v. 46, p.142–150, 1983.

UTILIZAÇÃO DO ULTRAVIOLETA EM 222 NM NA DESCONTAMINAÇÃO TOMATES E PROLONGAMENTO DO TEMPO DE PRATELEIRA

DELFINO, M. M. Y.^{1, 2}; CORRÊA, T. Q.¹; ALVES, F.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: A segurança dos alimentos é um fator imprescindível para a manutenção da saúde humana e para as relações econômicas. Atualmente, a utilização do ultravioleta-C na descontaminação de alimentos tem sido uma alternativa às estratégias tradicionais, que muitas vezes culminam na modificação das características físico-químicas dos alimentos. O UV-C em 222 nm é uma radiação emitida por lâmpadas de excímero de cloreto de criptônio com capacidade de eliminar um amplo espectro de microrganismos. A ação do UV-C 222 nm ocorre nas ligações peptídicas de biomoléculas do citosol celular, cuja limitada penetração é incapaz de atingir as camadas mais externas da pele de mamíferos, de forma a não apresentar efeitos cancerígenos a estes. Sua atuação sob as moléculas biológicas também engloba um potencial de inibição da senescência e produção de enzimas degradantes, maximizando o tempo de prateleira de frutas. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do UV-C em 222 nm na descontaminação de tomates e verificar se há um prolongamento do tempo de prateleira dos mesmos. **Material e métodos:** Os tomates higienizados foram inoculados com *E. coli* (ATCC 25922) à 10^6 UFC/mL em uma área delimitada (2 cm x 2 cm). Para o tratamento, os mesmos foram posicionados a 0,5 metros da janela de emissão do equipamento e mantidos para receber doses de luz de 0, (0,90±0,02), (1,70±0,02), (3,40±0,02), (7,0±0,1), (14,0±0,3) e (27,5±0,4) mJ/cm². A análise microbiológica foi realizada por meio da contagem de colônias recuperadas após os ciclos de irradiação. Para a avaliação do tempo de prateleira, as amostras foram armazenadas por 14 dias em estufa (25 °C) e submetidas a análises físicas de cor (sistema CIE L*a*b), peso e pH. **Resultados e discussões:** A análise microbiológica constatou bons valores de descontaminação, com reduções de (4±2), (5±2) e (5,4±0,5) log UFC/mL para as doses de luz de 0,9, 1,7 e 3,4 mJ/cm², respectivamente. As análises físicas verificaram a não interferência do UV-C 222 nm às propriedades físicas dos frutos, tanto no prolongamento do tempo de prateleira quanto na ocorrência de danos. A perda de peso aferida no período, os valores de pH, imediatamente após o tratamento e ao fim do armazenamento, e os parâmetros colorimétricos (ΔE) não foram significativamente alterados pelos diferentes ciclos de irradiação. **Conclusões:** Os resultados obtidos confirmaram a eficácia do UV-C 222 nm na descontaminação da superfície dos tomates. Contudo, baseado nas alterações físicas do período de análise, não foi identificado um significativo prolongamento no tempo de prateleira, fato que também infere a não existência de danos ou comprometimento físico ao desenvolvimento dos tomates.

Palavras-chave: Ultravioleta. Alimentos. Microrganismos.

REFERÊNCIAS

1 CORRÊA, T. Q. *et al.* Effects of ultraviolet light and curcumin-mediated photodynamic inactivation on microbiological food safety: a study in meat and fruit. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 30, p. 101678, 2020.

MEDIÇÃO DA GERAÇÃO DE OXIGÊNIO SINGLETO E RADICAL HIDROXILA DURANTE A ATIVIDADE SONOFOTODINÂMICA

AYALA, E. T. P.¹; ALVES, F.¹; DE OLIVEIRA SOUZA, M.¹; PRATAVIEIRA, S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

Introdução: A terapia sonofotodinâmica (TSFD) é uma técnica terapêutica não invasiva que utiliza a combinação de ultrassom de baixa intensidade, luz visível, uma molécula sonofotoativa (chamada de sonofotosensibilizador) e oxigênio molecular, a fim de desencadear efeitos antitumorais em camadas mais profundas do corpo. Essa resposta se origina a partir de efeitos mecânicos e químicos como a geração de espécies reativas de oxigênio (ERO). (1) A protoporfirina IX (PpIX), azul de metileno (MB) e clorina e6 (Ce6) são sensibilizadores orgânicos bem conhecidos que podem ser ativados com luz e ultrassom, tornando-se moléculas interessantes a serem usadas para a TSFD. (2) No entanto, existem poucos estudos sobre a quantificação de ERO promovida por tais sensibilizadores sob a atividade sonofotodinâmica. **Objetivos:** Este estudo visa medir a produção de oxigênio singleto ($^1\text{O}_2$) e radical hidroxila ($\bullet\text{OH}$) usando PpIX, MB e Ce6 sob a atividade sonofotodinâmica. **Material e métodos:** O DPBF e APF são duas sondas químicas altamente sensíveis ao $^1\text{O}_2$ e $\bullet\text{OH}$, respectivamente. Portanto, soluções de sonda+sensibilizador foram irradiadas com luz (630 nm, 12 mW/cm²), ultrassom (1MHz, 1,5 W/cm², 50%) e ambas as fontes. A geração de $^1\text{O}_2$ e $\bullet\text{OH}$ foi detectada monitorando o espectro de absorção da solução DPBF+sensibilizador, e o espectro de fluorescência da solução APF+sensibilizador, respectivamente, durante o tempo de irradiação. A quantificação da produção do $^1\text{O}_2$ e $\bullet\text{OH}$ foi realizada a partir do cálculo da constante de decaimento do DPBF, e da constante de taxa de fluorescência da fluoresceína (produto fluorescente gerado pela interação do APF com $\bullet\text{OH}$), respectivamente. **Resultados e discussões:** Ao contrário dos estudos com luz, se observou que mediante a irradiação de ultrassom, o DPBF era degradado e a geração de fluoresceína aumentava mesmo em ausência do sensibilizador. Isto foi atribuído a uma reação sonoquímica mediante a qual moléculas de $\bullet\text{OH}$ podem ser gerados. Portanto, esse efeito foi subtraído nos cálculos da quantificação de $^1\text{O}_2$. A constante de decaimento do DPBF promovida pela PpIX foi ligeiramente maior na atividade sonofotodinâmica do que na atividade fotodinâmica, enquanto para MB e Ce6 não houveram diferenças estatísticas. A constante de fluorescência da fluoresceína induzida pelas 3 moléculas foi significativamente maior mediante a irradiação combinada. **Conclusões:** Os resultados mostraram que a PpIX foi a mais eficiente na geração de $^1\text{O}_2$, enquanto as três moléculas foram eficientes na geração de $\bullet\text{OH}$ sob a atividade sonofotodinâmica. Isto nos sugere que a geração de $\bullet\text{OH}$ é predominante sob a atividade sonofotodinâmica quando usadas os sensibilizadores em estudo. No entanto, o possível efeito do ultrassom sobre as sondas é um fator desvantajoso desta técnica de quantificação, portanto, essas medidas devem continuar sendo estudadas.

Palavras-chave: Atividade sonofotodinâmica. Oxigênio singleto. Radical hidroxila.

REFERÊNCIAS

1 TZERKOVSKY, D. A.; PROTOPOVICH, E. L.; STUPAK, D. S. Sonodynamic and sono-photodynamic therapy in oncology. *Biomedical Photonics*, v. 8, n. 2, p 31-46, 2019.

2 ZHENG, Y. *et al.* Recent progress in sono-photodynamic cancer therapy: From developed new sensitizers to nanotechnology-based efficacy-enhancing strategies. *Acta Pharmaceutica Sínica B*, v.11, n.8, p 2197-2219, 2021.

AVALIAÇÃO DA TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EM MODELO ALVEOLAR *TRANSWELL*

TOMÉ, A. J. B.¹; KASSAB, G.²; KURACHI, C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²University Health Network, Toronto, ON, Canadá.

Introdução: A pneumonia, doença que acomete o sistema respiratório inferior, é uma das três maiores causas de morte no mundo e acometendo em sua maioria crianças menores de 5 anos, idosos, e indivíduos com o sistema imune comprometido. Ela pode ser causada por vírus, bactérias ou fungos e, em casos de pneumonia bacteriana, o principal patógeno é *Streptococcus pneumoniae*. Como tratamento padrão ouro, utiliza-se a antibioticoterapia, a qual vem demonstrando ineficácia perante a presença de microrganismos resistentes.

Objetivos: Este trabalho visa analisar a eficácia da Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (TFDa) em um modelo alveolar. Este modelo consiste na cocultura de células epiteliais e endoteliais, as últimas sendo produtoras de surfactante pulmonar, para simular o ambiente alveolar. **Material e métodos:** A célula endotelial (HUVEC) crescida em meio DMEM é colocada no inverso do inserto (dia 0) e inserida em uma placa de 24 poços com meio de cultura até sua confluência. Após a linhagem endotelial atingir confluência, a linhagem epitelial (A549), crescida em meio de cultura F12-K, é disposta na região superior do inserto até sua confluência. Assim que ambas as células estiverem confluídas, uma solução de dexametasona a 1 μM é disposta na região superior do inserto para que as células em cada uma das faces da membrana possam formar o que é chamado de *tight-junction*. Após 7 dias do início do experimento, retira-se o meio de cultura da região superior do inserto, de maneira a deixar a célula epitelial em contato com o ar, e assim, produzir o surfactante pulmonar. Por fim, no dia 14 troca-se o meio de cultura da região inferior do inserto por uma solução de tampão fosfato (PBS) e infecta-se as células com o microrganismo *S. pneumoniae*. Para avaliar a ação da TFDa nesse sistema, será testado o fotossensibilizador Azul de metileno (Sigma Aldrich) e Indocianina verde (Ophtalmos) em diferentes concentrações (1 e 10 μM) e a uma fluência de 10 J/cm². Além disso, experimentos de *uptake* do fotossensibilizador e *LIVE/DEAD* também serão realizados com o auxílio da microscopia de fluorescência confocal. **Resultados e discussões:** Até o momento, a obtenção do modelo foi eficientemente obtida e os protocolos para imageamento estão sendo otimizados. **Conclusões:** As próximas etapas envolvem a avaliação da resposta fotodinâmica imediata na microscopia confocal para avaliação do efeito antimicrobiano e da toxicidade das células pulmonares após a TFDa.

Palavras-chave: Pneumonia. Terapia fotodinâmica. *Transwell*.

REFERÊNCIAS

1 HERMANN, M. I. *et al.* Lung epithelial cell lines in coculture with human pulmonary microvascular endothelial cells: Development of an alveolo-capillary barrier *in vitro*. **Laboratory Investigation**, v. 84, n. 6, p. 736–752, 2004.

2 PNEUMONIA. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>. Acesso em: 13 jan. 2023.

3 KASSAB, G. **Pulmonary antimicrobial photodynamic therapy and the role of the lung surfactant**. 2022. Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

MAPEAMENTO DA TEMPERATURA EM CÂMARA DE CULTIVO HIDROPÔNICO *INDOOR*

LION, L. A.^{1,2}; LIMA, A. R.¹; SILVA, K. J. S.¹; CHIANFRONE, D. J.¹; MAGALHÃES, D. V.¹; CASARIN, R. L.¹; BAGNATO, V. S.^{1,3}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

³Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: Os efeitos da iluminação por diferentes comprimentos de onda no cultivo de hortaliças e outras plantas é muito bem conhecido. (1) E estufas hidropônicas têm benefícios claros para o cultivo, mas o uso de LEDs no crescimento *indoor* pode afetar não apenas o desempenho na produção de mudas (2), como também as temperaturas no sistema.

Objetivos: Avaliar a temperatura em diferentes posições em uma câmara de cultivo hidropônico com iluminação controlada por LEDs. **Material e métodos:** As medidas relativas à distância dos LEDs (alturas) foram coletadas simultaneamente em quatro pontos situados sobre uma bandeja-padrão dentro da câmara de crescimento por termômetros digitais. Além disso, a temperatura dentro da cuba hidropônica foi simultaneamente medida por meio de um sensor adicional (protegido de luz). As medidas foram feitas sobre 16 cestos, durante uma hora com espaçamento de um segundo entre elas. Os dados foram adquiridos com os LEDs ligados. Todas as temperaturas foram registradas a seco: Nenhuma planta ou fluido estava presente no interior da estufa. Foram coletados cerca de meio milhão de pontos de dados.

Resultados e discussões: A introdução dos LEDs levou a um aumento significativo da temperatura em diferentes alturas e no sistema como um todo (95% de intervalo de confiança, teste Kruskal-Wallis). Verificou-se também oscilações em temperaturas pontuais com máximo e mínimo de 3,34 °C e 0,31°C, respectivamente. A posição do cesto não gerou alterações estatisticamente significantes entre medidas, sugerindo que a temperatura não varia em área sobre a bandeja. Verificou-se que os ciclos de refrigeração são mais frequentes quando os LEDs não estão em operação, equivalentes ao fotoperíodo escuro. **Conclusões:** Durante todo o monitoramento, a temperatura determinada pelos diferentes sensores foi superior à programada na câmara de crescimento hidropônico pelo usuário. Além disso, o aumento da frequência nos ciclos de refrigeração pode levar a uma diminuição da vida útil da câmara de cultivo, a ser considerada na definição dos fotoperíodos.

Palavras-chave: Ciclo de resfriamento. LED. Hidroponia. Biofotônica ambiental.

REFERÊNCIAS

1 CRIDDLE, R.; SMITH, B.; HANSEN, L. A respiration-based description of plant growth rate responses to temperature. *Planta*, v. 201, p.441-445,1997.

2 LI, J. *et al.* Effect of LED spectrum on the quality and nitrogen metabolism of lettuce under recycled hydroponics. *Frontiers in Plant Science*, v.12, n. 678197, June 2021.

UTILIZAÇÃO DA TERAPIA FOTOTÉRMICA E AGENTES CLAREADORES ÓPTICOS PARA TRATAMENTO DO MELANOMA CUTÂNEO

MARTINELLI, L. P.¹; JASINEVICIUS, G.¹; MORIYAMA, L. T.¹; BUZZÁ, H. H.²; CHEN, J.³; ZHENG, G.³; KURACHI C.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto de Física, Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago, Chile.

³Departamento de Biofísica Médica, Universidade de Toronto, Toronto, ON, Canadá.

Introdução: O melanoma é o tipo mais agressivo de câncer de pele e um relevante problema de saúde devido à sua crescente incidência e pouca resposta às opções de tratamento atualmente disponíveis. Apesar de sua baixa incidência, apresenta altas taxas de mortalidade. (1) O tratamento padrão ainda é a ressecção cirúrgica, mas a radio, a quimio e a imunoterapia também estão sendo investigadas. Há necessidade, portanto, de desenvolver novas opções terapêuticas. A terapia fototérmica (TFT) é uma técnica baseada no uso de um composto denominado fotossensibilizador (FS) e da luz em comprimento de onda adequado para sua ativação. Ao ganhar energia provinda da luz, o FS vai para um estado excitado e volta ao estado fundamental liberando calor. (2) No caso do melanoma cutâneo, em decorrência da alta concentração de melanina ser um dos principais absorvedores biológicos, terapias que utilizam a luz no comprimento de onda da luz visível apresentam uma pobre resposta pela grande limitação da penetração da luz no tumor. Os agentes clareadores ópticos (“Optical Clearing Agents”, OCAs) vêm sendo utilizados para minimizar a atenuação da luz nos tecidos. (3) **Objetivos:** Nossa estratégia, portanto, é encontrar um protocolo eficaz para o tratamento do melanoma cutâneo em modelo animal, utilizando TFT associada ao clareamento óptico. **Material e métodos:** Para isso, foram testadas diferentes doses de luz (0,5 e 1 Wcm⁻²) e duas concentrações da molécula (100 e 200 µM) para administração intratumoral. Também foi realizada a cinética da NanoICG para administração intraperitoneal. **Resultados e discussões:** Foram avaliadas as respostas macroscópicas e análises histológicas ao tratamento para ambas as vias de administração. As curvas de Kaplan-Meier para sobrevivência animal também foram comparadas para os diferentes protocolos investigados. O melhor protocolo até então foi o intratumoral com irradiância de 0,5 Wcm⁻², 10 minutos de irradiação e 200 µM da NanoICG. Aproximadamente 67% dos animais desse grupo apresentaram ausência de células de melanoma ou recrescimento do tumor. **Conclusões:** Pelos parâmetros testados até o momento, o NanoICG se mostrou uma molécula promissora para o tratamento do melanoma cutâneo em sua aplicação na terapia fototérmica.

Palavras-chave: Melanoma. Terapia fototérmica. Agentes clareadores ópticos. ICG.

REFERÊNCIAS

1 PINHEIRO, A. M. C., *et al.* Melanoma cutâneo: características clínicas, epidemiológicas e histopatológicas no Hospital Universitário de Brasília entre janeiro de 1994 e abril de 1999. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, p. 179–186, 2003.

2 NIEMZ, M. H. **Laser-tissue Interactions**. 3rd ed. Heidelberg: Springer, 2002.

3 MILLON, S. R. *et al.* Effect of optical clearing agents on the *in vivo* optical properties of squamous epithelial tissue. **Lasers Surgery in Medicine**, v. 38, p.920–927, 2006.

NANOPARTÍCULAS DE FULIGEM ISOLADAS AGINDO COMO UMA FONTE EFICIENTE DE OXIGÊNIO SINGLETO

VICENTE, M. L. F.¹; PRADO, A. P. G. D. A.²; SANTOS, N. V. D.³; VERAS, M. M.³; SALDIVA, P.³; PRATAVIEIRA, S.¹, GUIMARÃES, F. E. G.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

³Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Introdução: O oxigênio singleto ($^1\text{O}_2$) é uma espécie reativa gerada indiretamente através da transferência de energia dos estados tripletos de fotossensibilizadores (em inglês, *photosensitizers* - PS). (1) **Objetivos:** Mostrar que as nanopartículas de fuligem são uma fonte eficiente de $^1\text{O}_2$ com um rendimento quântico dependendo das múltiplas etapas foto físicas que regem a transferência de energia do volume para a superfície e definir sua forma de identificação em tecidos humanos. (2) **Material e métodos:** O material de fuligem foi coletado por filtragem do ar da cidade de São Paulo (FNP), obtido diretamente do escapamento de ônibus (DEP) ou pulmão humano (LNP). Foram suspensas em uma solução aquosa alcalina e através da microscopia confocal caracterizou-as em termos da emissão endógena, para determinação das componentes de absorção e espalhamento para dois fótons (2P), bem como sua capacidade de gerar oxigênio singleto no meio aquoso usando uma sonda fluorescente padrão. **Resultados e discussões:** Os estados eletrônicos moleculares responsáveis pela absorção óptica foram obtidos a partir da subtração da dispersão originárias de agregados. A absorção por 1 fóton (1P) em estados de baixas energias e no infravermelho são dominadas pelas transições ópticas dos agregados moleculares do tipo J. Por outro lado, a absorção em altas energias está relacionada aos agregados moleculares do tipo H, uma vez que são seletivos para excitação 2P. Mostrou-se pela primeira vez que o agregado favorece a formação de estados tripletos guiando-o para a superfície da nanopartícula de forma semelhante a uma escada energética. Essas condições são necessárias para gerar oxigênio singleto com 34% de eficiência na superfície da nanopartícula de fuligem (em inglês, *Black Carbon* – BC) em um meio aquoso. As nanopartículas de BC também apresentam a conversão de fótons via aniquilação de tripletos por conta da alta geração deste estado excitado. **Conclusões:** A ampla densidade dos estados agregados e o rebombeio por conversão ascendente do fóton promovem a migração do estado excitado fazendo com que o espectro de emissão de fluorescência mude para comprimentos de onda próximo aos comprimentos de onda no vermelho. As características citadas são comuns entre as nanopartículas de BC estudadas, o que permite sua identificação inequívoca em tecidos humanos e no ambiente.

Palavras-chave: Nanopartículas de fuligem. Oxigênio singleto. Conversão ascendente do fóton.

REFERÊNCIAS

1 OSSOLA, R. *et al.* Singlet oxygen quantum yields in environmental waters. **Chemical Reviews**, v.121, p.4100-4146, 2021.

2 BOVE, H. *et al.* Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. **Nature Communications**, v. 10, n. 3866, 2019.

AVALIAÇÃO DA OTIMIZAÇÃO DA RESPOSTA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA EMPREGANDO O AZUL DE METILENO E O IODETO DE POTÁSSIO

FERREIRA, L. V. ¹; TOVAR, J. S. D. ¹, ALVES, F. ¹, KURACHI, C. ¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O uso deliberado de antibióticos tem aumentado a resistência antimicrobiana nos últimos anos, resultando em relevante preocupação de saúde pública¹. Uma alternativa promissora é a terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa), que utiliza a combinação de corantes não tóxicos, chamados de fotossensibilizadores (FS), que quando excitado no comprimento de onda certo gera espécies reativas de oxigênio pelas vias tipo I (radicais) e tipo II (oxigênio singlete); e ao contrário das terapias antibióticas, o desenvolvimento de resistência à TFDa ainda não foi relatado². Ademais, foi relatado na literatura que sais inorgânicos potencializam o efeito da terapia fotodinâmica (PDT), podendo aumentar a morte microbiana em até 6 logs³, sendo o iodeto de potássio o mais eficiente. **Objetivos:** Visando otimizar e ter uma melhor compreensão sobre a Terapia Fotodinâmica antimicrobiana, este estudo tem como objetivo entender como o iodeto de potássio (KI) é capaz de potencializar o efeito do fotossensibilizador azul de metileno (MB). **Material e métodos:** A análise será feita baseada em experimentos de fotodegradação que fornece uma medida indireta do potencial de resposta fotodinâmica *in vitro*. As soluções do MB na presença ou não do KI e em diferentes condições de saturação de oxigênio e tipo de solvente serão irradiadas com laser centrado em 660nm. O monitoramento das alterações espectrais da absorbância e fluorescência será realizado a partir das medidas dos espectros ópticos em diferentes tempos de irradiação. **Resultados e discussões:** Esperamos determinar o porquê do KI ser um potencializador do efeito fotodinâmico, determinando as espécies encontradas na solução composta por KI e MB. **Conclusões:** Na parte final do projeto, a resposta fotodinâmica na inativação bacteriana será investigada empregando o modelo de biofilme de *Pseudomonas aeruginosa*.

Palavras-chave: Azul de metileno. Iodeto de potássio. Terapia fotodinâmica.

REFERÊNCIAS

1 ABADI, A. T. B. *et al.* World Health Organization Report: current crisis of antibiotic resistance. **BioNanoScience**, v. 9, n. 4, p. 778–788, 2019.

2 KASHEF, N.; HAMBLIN, M. R. Can microbial cells develop resistance to oxidative stress in antimicrobial photodynamic inactivation? **Drug Resistance Updates**, v. 31, p. 31–42, 1 2017.

3 HAMBLIN, M. R. Potentiation of antimicrobial photodynamic inactivation by inorganic salts. **Expert Review Anti Infective Therapy**, v.15, n.11, 2017.

MODELO DE INTERAÇÃO HUMANO-EXOESQUELETO DIRIGIDO POR SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS PARA FLEXÃO E EXTENSÃO DE JOELHO

BORGONOV, L.¹; MOSCONI, D.²; SIQUEIRA, A.¹

¹Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Catanduva, SP, Brasil.

Introdução: Neste trabalho, desenvolve-se e analisa-se um modelo de interação humano-exoesqueleto composto por joelho no qual foi acoplada uma órtese ativa, realizando um movimento de flexão e extensão, dirigido por sinais eletromiográficos (EMG). **Objetivos:** busca-se uma melhor compreensão acerca do sistema neuromusculoesquelético no contexto da reabilitação robótica, relacionando os sinais EMG medidos com as posições angulares do sistema em movimento. **Materiais e métodos:** Para realizar o experimento, um indivíduo de 29 anos de idade, 1,77 metros de altura e 84 kg realizou um movimento de flexão e extensão com seu joelho direito, vestindo um exoesqueleto composto por um atuador elástico em série (1), seguindo uma referência padronizada; o indivíduo permaneceu sentado, durante o experimento, a fim de evitar forças de reação do solo. Durante a movimentação, mediu-se as posições angulares do sistema e os sinais EMG do indivíduo com um sistema de eletromiografia de superfície. Em seguida, a partir dos sinais EMG, calculou-se as ativações musculares do indivíduo se movimentando, as quais foram utilizadas para o cálculo das forças e torques musculares. (2) Adiante, fazendo uso de dinâmica direta, obteve-se as posições angulares do joelho do indivíduo. Fez-se todo esse procedimento duas vezes: na primeira, o exoesqueleto assistia o usuário; na segunda, produzia torques no sentido contrário, resistindo ao movimento. Finalmente, a fim de verificar a confiabilidade do modelo e da simulação, comparou-se as posições angulares obtidas tanto com as medidas pelos sensores presentes no atuador quanto pelas calculadas por outro método, o da dinâmica inversa, que considera o corpo humano como um sistema puramente mecânico composto por elos e juntas. **Resultados e discussões:** Analisando os resultados, verificou-se que, em ambas as fases (exoesqueleto assistivo e reativo), o modelo apresenta coerência com a realidade. Nos momentos de flexão do joelho, observa-se flexão a partir dos sinais EMG e analogamente para extensão. Contudo, comparando os valores de posição angular calculados com os medidos pelos sensores, o método da dinâmica inversa apresenta resultados mais precisos que o dos sinais EMG, pois este é inverso ao da dinâmica inversa, e o modelo faz uso de eletromiografia de agulha, o qual apenas obtém sinais de músculos mais externos. **Conclusões:** Portanto, o modelo apresenta potencial, mas necessita de um refinamento maior, e uma forma de fazer isto é com o uso de eletromiografia de agulha, que, apesar de ser um método invasivo, consegue medir os sinais EMG de músculos mais internos.

Palavras-chave: Exoesqueleto. *OpenSim*. Reabilitação robótica.

REFERÊNCIAS

1 PEÑA, G.G *et al.* Feasibility of an optimal EMG-driven adaptive impedance control applied to an active knee orthosis. **Robotics and Autonomous Systems**. v.112, p. 98–108, Feb.2019.

2 CIPRIS, A. *et al.* Subradiance with saturated atoms: population enhancement of the long-lived states. **Physical Review Letters**, v. 126, n. 10, p 103604-1-103604-6, 2021.

AÇÃO DA INATIVAÇÃO FOTODINÂMICA NAS FALHAS DE ANTIBIÓTICO

SOARES, J. M.¹; BLANCO, K. C.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²Department of Biomedical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, EUA.

Introdução: Bactérias resistentes são um dos principais problemas de saúde mundialmente. O aumento do número de microrganismos resistentes a antimicrobianos motiva a busca por estratégias que recupere o uso dos antibióticos tradicionais. (1) Uma estratégia é a combinação de terapias com a finalidade de combater ou retardar a resistência aos antimicrobianos. Neste cenário, a inativação fotodinâmica (IFD) é uma técnica com eficiência antimicrobiana extensamente relatada na literatura, além das vantagens de baixo efeito colateral e principalmente por seu mecanismo de ação ser baseados na morte bacteriana por meio do estresse oxidativo, o qual tem probabilidade de desenvolvimento de resistência até então não relatados,(2) a faz um excelente papel adjuvante a antibiótico terapia. (3)

Objetivos: Avaliar os protocolos de combinação da IFD com antibiótico a fim de potencializar a ação antimicrobiana do tratamento. **Material e métodos:** A concentração inibitória mínima (MIC) para *Staphylococcus aureus* dos antibióticos amoxicilina, eritromicina e gentamicina foram determinadas como descrito pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI). Protocolos de IFD foram aplicados, utilizando a curcumina como fotossensibilizador (10 µM) e dose de luz de 10 a 20 J/cm² utilizando a Biotable[®] (dispositivo de iluminação contendo 24 LEDs uniformemente distribuídos) no comprimento de onda de 450 nm. Para análise de sinergia o modelo Bliss independesse foi aplicado aos resultados. **Resultados e discussões:** Nós demonstramos que a aplicação de IFD reduz a dosagem necessária de antibiótico para a eliminação da célula bacteriana, provando ser uma estratégia eficiente para aplicação em cepas resistentes. Além disso, verificamos que a interação do fotossensibilizador com os antibióticos promove alterações no metabolismo e nas biomoléculas bacterinas. **Conclusões:** Esses resultados são fundamentais para traduzir os estudos *in vitro* para implementação clínica da IFD como adjuvante da antibioticoterapia.

Palavras-chave: Inativação fotodinâmica. Resistência bacteriana. Antibióticos.

REFERÊNCIAS

1 ASLAM, B. *et al.* Antibiotic resistance: a rundown of a global crisis. **Infection and Drug Resistance**, v. 11, p. 1645-1658, Oct. 2018.

2 FENG, Y.; TONON, C. C.; ASHRAF, S.; HASAN, T. Photodynamic and antibiotic therapy in combination against bacterial infections: efficacy, determinants, mechanisms, and future perspectives. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v.177, p.113941. Oct. 2021.

3 MAISCH, T. A new strategy to destroy antibiotic resistant microorganisms: antimicrobial photodynamic treatment. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v.9, n,8, p. 974-983, July 2019.

MELHORA DA QUALIDADE DE VIDA ATRAVÉS TRATAMENTO CONJUGADO DO LASER E ULTRASSOM PARA O SONO

ZUCCOLOTTO, T.¹; DE AQUINO JUNIOR, A. E.¹; BAGNATO, V. S.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O distúrbio do sono é explicado devido à diminuição da produção de neurotransmissores, como a serotonina, e o aumento de mediadores pró-inflamatórios, como as histaminas. Esse quadro pode ser observado nos pacientes pós Sars-CoV-2 por ser uma doença inflamatória, sendo responsável pelo aumento da acetilcolina no organismo. A infecção também leva ao distúrbio do sono, ou seja, não apresentando um sono regulado e não havendo reverberação neural no estágio REM (sono reparador). **Objetivos:** Melhora da qualidade de vida através tratamento conjugado do laser e ultrassom para o sono. **Material e métodos:** Trata-se de uma pesquisa quantitativa, exploratória de campo que é utilizado: Questionário de qualidade de vida (SF-36), Índice da qualidade do sono de Pittsburg, Inventário de depressão de BECK, avaliação do nível de ansiedade e depressão (Escala de HAD), Equipamento conjugado do laser e ultrassom (RECUPERO® - MMOptics São Carlos, São Paulo, Brasil) e equipamento para avaliar a pressão intracraniana (BrainCare®). **Resultados e discussões:** Mediante os resultados apontados pelos questionários, todos os pacientes (n=10), apresentaram resultados significativos em relação aos momentos anterior e posterior o tratamento, indicando que o uso da terapia testada foi efetivo. Com o uso da terapia conjugada com laser/ultrassom podemos afirmar que ela age na homeostase na produção de neurotransmissores, regeneração celular, modulação inflamatória. Através da aplicação da terapia conjugada de laser/ultrassom, nas palmas das mãos, há o aumento da permeabilidade iônica promovida pelo ultrassom, produção de ATP via fotobiomodulação, além da ação anti-inflamatória de ambos os recursos. Estes estímulos são conduzidos por vias aferentes ao cérebro, onde há regulação da pressão intracraniana, permitindo maior regulação das atividades cerebrais. Ainda, há a ocorrência do relaxamento promovido pelos estímulos, agindo como agente facilitador para o sono, possibilitando a fase de sono REM, como também os quadros de ansiedade e depressão são reduzidos gradualmente. **Conclusões:** Com o tratamento fotossônico obtemos cada dia mais resultados positivos, inclusive no sono, promovendo uma melhora da qualidade de vida, sem a ação farmacológica e invasiva.

Palavras-chave: Sono. Terapia conjugada. Fotobiomodulação.

REFERÊNCIAS

1 AQUINO JUNIOR, E. *et al.* Conjugated and synergistic therapies in the treatment of Covid 19 dysfunction - pain, weakness, parestheria, respiratory condition, memory, olfactory and taste: case series. **Journal of Novel Physiotherapies**, v. 12, n.10, p. 545, 2022.

2 AQUINO JUNIOR, E. *et al.* Photosonic treatment and fibromyalgia: the effect on brain compliance - case report. **Journal of Novel Physiotherapies**, v. 12, n. 510, 2022.

SOFTWARE PARA USO DE ÓCULOS 3D PARA AULAS DE ANATOMIA E CIRURGIAS ENDOSCÓPICAS COM VISÃO DIRETA E REALIDADE AUMENTADA

VARGAS, S. R.¹; BRINGMANN, R. D.¹; FALAVIGNA, A. ¹; CORSO, L. L¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil.

Introdução: O avanço tecnológico, a escassez de recursos e mão de obra especializada em um país continental, como o Brasil, tem tornado o acesso a cursos e práticas médicas de qualidade de difícil acesso. Vinculado a isto, há o elevado custo para formar residentes que combinados à diminuição de horas de trabalho e preocupações éticas para com os pacientes exigem que competências sejam treinadas fora da sala de operações. (1) **Objetivos:** Propõe-se desenvolver técnica educacional que permita treinamento de habilidades com amplo acesso dos alunos para aprendizagem das práticas cirúrgicas em tempo real, por meio do uso de equipamentos atuais e software de gerenciamento da imagem em tempo real com imagem aumentada e compartilhada com óculos em 3D. Trata-se de tecnologia de realidade aumentada (imagem em tempo real) por óculos 3D que permite realizar cirurgias com visão direta sem que o cirurgião vire a cabeça para um vídeo e permanecendo concentrado no local do procedimento evitando propriocepção. **Material e métodos:** O sistema funcionará com uma ótica específica de qualquer especialidade médica utilizada em endoscopia. A ótica acoplada a uma câmera irá transmitir a imagem real intracorporal articular ou de qualquer parte do corpo para visualização de órgãos internos. Um óculos de modelo Quest 2 será utilizado com aplicativo software de gerenciamento da cirurgia que capta as imagens através de um dispositivo USB acoplado ao óculos. Por meio desses óculos o usuário poderá visualizar a cirurgia sem a necessidade do uso de um vídeo suspenso. O cirurgião pode ter visão externa assim como da equipe. Suas mãos e o paciente também podem ser vistas através da campimetria dos óculos. Com um simples movimento do pescoço para cima alguns graus ele visualiza a imagem em tempo real por realidade aumentada. A imagem da câmera que estará dentro do paciente é transmitida dessa forma, podendo fazer o procedimento de forma simples, agradável e sem precisar torcer o pescoço para um monitor externo. Para que isso seja possível o projeto deverá conter mais 2 aplicações web (Admin e API). Na aplicação Admin, o dono do projeto poderá criar usuários que serão médicos cirurgiões que vão adquirir o produto, esses usuários poderão criar convidados que serão pessoas que poderão receber links via e-mail para assistir a cirurgia a distância. **Resultados e discussões:** O projeto foi testado em bloco cirúrgico em uma cidade da serra gaúcha, com participação de profissionais da área médica e houve aprovação do funcionamento do protótipo com visualização anatômica das estruturas da coluna por endoscopia. **Conclusões:** O projeto precisa de melhoramento no compartilhamento, na comunicação em tempo real, e o software de gerenciamento que transmite a imagem direta em tempo real, precisa ser instalado no modelo dos óculos 3D.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Cirurgias. Tempo real.

REFERÊNCIAS

1 VERHEY, J. T. *et al.* Virtual, augmented, and mixed reality applications in orthopedic surgery. *International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, v. 16, n. 2, p. e2067, 2020.

SISTEMA HIPERESPECTRAL PARA MAPEAMENTO DE HEMOGLOBINA

VIEIRA, F. B.¹; GARCIA, M. R.²; PRATAVIEIRA, S.²

¹Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: O nível de saturação de oxigênio (SO_2) é um parâmetro amplamente utilizado na medicina para diagnósticos como hipóxia com o auxílio de oxímetros de pulso. No entanto, esse equipamento faz uma medida genérica e pontual de SO_2 de indivíduo, tornando a informação obtida limitada a uma dimensão. Assim, técnicas envolvendo imageamento multiespectral têm sido aplicadas no intuito de verificar o nível de SO_2 de regiões de tecidos biológicos como vasos sanguíneos, úlceras de pele, dentre outros, no intuito de levantar mapas de hemoglobinas e possibilitar diagnósticos mais amplos. (1) **Objetivos:** Desenvolver um sistema para o imageamento multiespectral com luz branca para imagens de campo amplo para obtenção de mapas de hemoglobina e, conseqüentemente, nível de saturação de tecidos biológicos. **Material e métodos:** Primeiramente, montou-se um sistema óptico composto por uma câmera monocromática, um filtro sintonizável de cristal líquido (LCTF), uma lente objetiva e uma fonte luminosa circular. Em seguida, elaborou-se um *software* com interface gráfica com o usuário (GUI) para realização das aquisições das imagens em uma varredura de comprimentos de onda predefinidos. Assim, com a instrumentação conectada a um computador, coletou-se algumas imagens da mão de um voluntário saudável submetido a um experimento de oclusão e realizou-se o pós-processamento desses dados utilizando as equações verificadas na literatura. (2-3) **Resultados e discussões:** As imagens obtidas do pós-processamento correspondem a três estados: repouso, oclusão e liberação. A partir dessas imagens, verificou-se que as intensidades dos pixels próximas a regiões previamente identificadas como vascularizadas apresentam intensidade relativamente superior ao de regiões da pele cuja vascularização é quase imperceptível. Além disso, verificou-se que, na região próxima da vascularização, do repouso para a oclusão houve uma redução na intensidade dos pixels e após a liberação tal valor voltou a subir até um nível relativamente inferior ao do estado de repouso. **Conclusões:** Assim, verificou-se que as aproximações propostas na literatura são válidas e podem ser utilizadas para levantar os mapas de hemoglobina de tecidos biológicos. Além disso, com base na informação espacial dos mapas de hemoglobina é possível expandir os diagnósticos relacionados com hipóxia.

Palavras-chave: Sistema multiespectral. Imageamento *in vivo*. Mapa de hemoglobina.

REFERÊNCIAS

- 1 SHONAT, R. D. *et al.* Near-simultaneous hemoglobin saturation and oxygen tension maps in mouse brain using an AOTF microscope. **Biophysical Journal**, v. 73, n. 3, p. 1223–1231, 1997.
- 2 SPOTT, T. *et al.* Application of optical diffusion theory to transcutaneous bilirubinometry. **SPI Laser-Tissue Interaction**, v. 3195, p. 234–245, 1998.
- 3 SORG, B. S. *et al.* Measurement of hemoglobin saturation in tumor microvasculature in preclinical models using hyperspectral imaging. **SPIE Spectral Imaging: instrumentation, applications, and analysis III**, v. 5694, p. 74–81, 2005.

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO PÓ DE CAFÉ VERDE NA ALOPECIA ANDROGÊNICA

FUJITA, A. K. L.¹; SHIRAIISHI, P. K.²; BAGNATO, V. S.¹; CARBINATTO, F. M.¹

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

²K Quadrado – Espaço de Beleza e Terapia Integrativa, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Por anos a alopecia androgenética teve como tratamento o uso de ativos dermatológicos, como o Minoxidil e a Finasterida, e que podem possuir efeitos adversos. Assim, tratamentos utilizando produtos naturais que promovem resultados no crescimento capilar e redução dos efeitos adversos é uma estratégia viável. Nesse contexto, o café é extremamente rico em substâncias antioxidantes, proporcionando efeito de proteção para a pele contra radicais livres que causam o envelhecimento, e a cafeína tem a capacidade de inibição da 5 α -redutase, estimulando o crescimento do cabelo. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do pó de café verde na alopecia androgênica feminina aplicando um shampoo com o pó durante 10 sessões. **Material e métodos:** O ensaio clínico foi randomizado e realizado com 12 voluntárias, e separados em 2 grupos. No grupo controle foi realizada a lavagem do cabelo com estímulos manuais com um shampoo neutro, e o grupo de tratamento recebeu a lavagem do cabelo com estímulos manuais com shampoo neutro misturado ao pó do café verde em concentração de 1%. Para a coleta dos dados foi realizado a avaliação com imagens digitais macroscópicas e microscópicas no tempo inicial e após dez aplicações. **Resultados e discussões:** O resultado foi adquirido por meio do cálculo da área da imagem coletada na região frontal direito e esquerdo e parietal superior da cabeça no início e final do tratamento. **Conclusões:** Com isso, foi possível concluir que ambos os grupos tiveram melhora na densidade do cabelo, porém o grupo café obteve 52% de aumento na densidade do cabelo, contra 36,65% do grupo placebo.

Palavras-chave: Alopecia androgenética. Café verde. Antioxidante.

REFERÊNCIAS

1 BIENOVÁ, M. *et al.* Androgenic alopecia and current methods of treatment. *Acta Dermatovenerologia Alpina*, v. 14, n.1, p. 5-8, 2005.

2 PRINYARUX, T.; SAEWAN, N. Anti-hairloss efficacy of coffee berry extract. *Food and Applied Bioscience Journal*, v. 8, n. 2, p 27-39, 2020.

ANÁLISE CLÍNICA COMPARATIVA DA TERAPIA SINÉRGICA DE ULTRASSOM E LASER E TERAPIAS ISOLADAS PARA TRATAMENTO DA FIBROMIALGIA

BRUNO, J. S. A.^{1,2}; JUNIOR, A. E. A.²; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

²Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.

Introdução: Fibromialgia é uma síndrome dolorosa musculoesquelética, generalizada e crônica. No Brasil apresentam-se em 2,5% da população e além da dor difusa outros distúrbios estão associados como sono não reparador, fadiga, alterações cognitivas, ansiedade e depressão, entre outros. Os tratamentos são indicados pelos sintomas e a fisioterapia se faz presente na área de ciências da saúde para redução de episódios dolorosos, inflamatórios de patologias agudas e crônicas. O ultrassom terapêutico é o recurso mais empregado na fisioterapia para distúrbios inflamatórios do sistema musculoesquelético. O laser de baixa intensidade vem ganhando destaque na reabilitação e apresenta múltiplos efeitos e indicações de forma local e até mesmo sistêmica. Diante disso, novas tecnologias estão se aproximando e pesquisadores associaram as duas técnicas de tratamento em um só equipamento, proporcionando terapia sinérgica do ultrassom e laser. Nesse sentido, observando o estudo de Albrecht *et al.* (1), que identificou o aumento de terminações nervosas ao redor de vasos sanguíneos nas palmas das mãos, motivou-se tratar pacientes portadores de fibromialgia aplicando o equipamento nas palmas das mãos. (2) **Objetivos:** Analisar os efeitos sobre a dor, a qualidade de vida e qualidade do sono desses pacientes, separando o estudo em três grupos de tratamento: Grupo Laser, Grupo Ultrassom e Grupo Ultrassom + Laser, avaliados no pré e pós-tratamento imediato, e após 30 dias do término do tratamento. **Material e métodos:** A aplicação foi realizada com o protótipo que possibilita a utilização de somente laser ou ultrassom, ou sinergia das duas técnicas. O protocolo de intervenção foi realizado com 10 sessões no total, na frequência de 3 vezes por semana em dias alternados, e o tempo de aplicação foi de 3 minutos em cada palma da mão. **Resultados e discussões:** Os grupos de terapias isoladas, laser e ultrassom, tiveram resultados semelhantes, inferiores a 70%, no pós-tratamento imediato, porém o grupo que recebeu terapia sinérgica obteve resultado de 92,32% na redução da dor. A qualidade de vida no grupo de terapia sinérgica otimizou 72,37% e as terapias isoladas inferiores à 59%. Desta forma, o Grupo Ultrassom + Laser após 30 dias do término do tratamento apresentou-se 100% e 98,23% em relação à dor e qualidade de vida, respectivamente. **Conclusões:** O efeito sinérgico de ultrassom e laser nas palmas das mãos de pacientes com fibromialgia apresentam resultados satisfatórios correspondentes à melhora da dor e a qualidade de vida no pós-tratamento imediato e médio prazo e contribui para melhora da qualidade do sono.

Palavras-chave: Fibromialgia. Ultrassom terapêutico. Laser.

REFERÊNCIAS

1 ALBRECHT, P. J. *et al.* Excessive peptidergic sensory innervation of cutaneous arteriole venule shunts (AVS) in the palmar glabrous skin of fibromyalgia patients: implications for widespread deep tissue pain and fatigue. **Pain Medicine**, v. 4, n.6, p. 895-915, 2013.

2 BRUNO, J. S. A. *et al.* Could hands be a new treatment to fibromyalgia? a pilot study. **Journal of Novel Physiotherapies**, v. 8, n. 3, p. 1-5, June 2018.

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS EFEITOS DO AZUL DE METILENO NA ESPÉCIE *LACTUCA SATIVA* EM SISTEMA DE CULTIVO *INDOOR*

LIMA A. R.¹; SILVA K. J. S.¹; BAGNATO, V. S.^{1,2}

¹Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, Brasil. Hagler Institute for Advanced Studies, Texas A&M University, College Station, 77843-3572 Texas, United States of America.

Introdução: A utilização de azul de metileno (AM) como fotossensibilizador (FS) é ampla na área da saúde, em processos fotodinâmicos terapêuticos e na inativação de microrganismos. (1) A popularidade dessas aplicações incentiva investigar os efeitos da presença de AM no meio ambiente. **Objetivos:** Avaliar o efeito do fotossensibilizador azul de metileno em mudas de *Lactuca sativa* produzidas em sistema *indoor*. **Material e métodos:** As sementes de alface lisa (*Lactuca sativa*) foram germinadas durante 24h em placas de espuma fenólica (2x2x2cm célula) umedecida com água filtrada na temperatura de 23°C. Após a germinação, transferiu-se a espuma fenólica para cestos individualizados em diferentes cubas hidropônicas de uma câmara de cultivo *indoor* (LED Keisue Hydroponic Plants Growing Vertical Farm KES 2.0). Para o desenvolvimento das mudas (durante 30 dias) foi utilizada iluminação artificial na proporção de 4:1:1:1 (vermelho/verde/azul/branco), com densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (umidade de 80%, temperatura 18°C e fotoperíodo 18h luz/6h escuro). O sistema contou com fertirrigação contínua no modo flutuante de solução nutritiva de hidroponia (PM3 e PM4), suplementada com ferro. A exposição das plantas foi feita através da adição do FS no fluido nutritivo (0,15mM; 0,30mM), mantida durante 144h. Ao fim da exposição, foi quantificada a massa fresca e o comprimento da raiz. Além disso, verificou-se a fluorescência *in vivo* atribuída à clorofila *a*, obtida a partir de excitação a 405nm e 532nm, utilizando um fluorímetro portátil constituído de dois lasers, um monocromador (USB 2000 FL – Ocean Optics) e uma fibra óptica em Y. **Resultados e discussão:** Houve redução na massa fresca dos vegetais, proporcional ao aumento na concentração de FS (ANOVA *one-way*, $\alpha = 0.05$). Apenas a concentração de 0,3mM apresentou redução significativa no comprimento das raízes em relação ao controle. Verificou-se supressão nos espectros de emissão de fluorescência associada à clorofila *a in vivo* em ambas as concentrações de FS utilizadas, efeito relatado em estudo similar de contaminação com nanopartículas em plantas (2) **Conclusões:** A presença de AM no fluido hidropônico afetou o desenvolvimento do vegetal e promoveu supressão da fluorescência de clorofila *in vivo*.

Palavras-chave: Fotossensibilizador. Câmara de crescimento. Biofotônica ambiental.

REFERÊNCIAS

1 ALVES-SILVA, E. G. *et al.* Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 41, p. 103292, 2023.

2 FALCO, W. F.; SCHERER, M. D.; OLIVEIRA, S. L.; WENDER, H.; COLBECK, I.; LAWSON, T.; CAIRES, A. R. L. Phytotoxicity of silver nanoparticles on *Vicia faba*: Evaluation of particle size effects on photosynthetic performance and leaf gas exchange. **Science of The Total Environment**, v. 701, p. 134816, 2020.