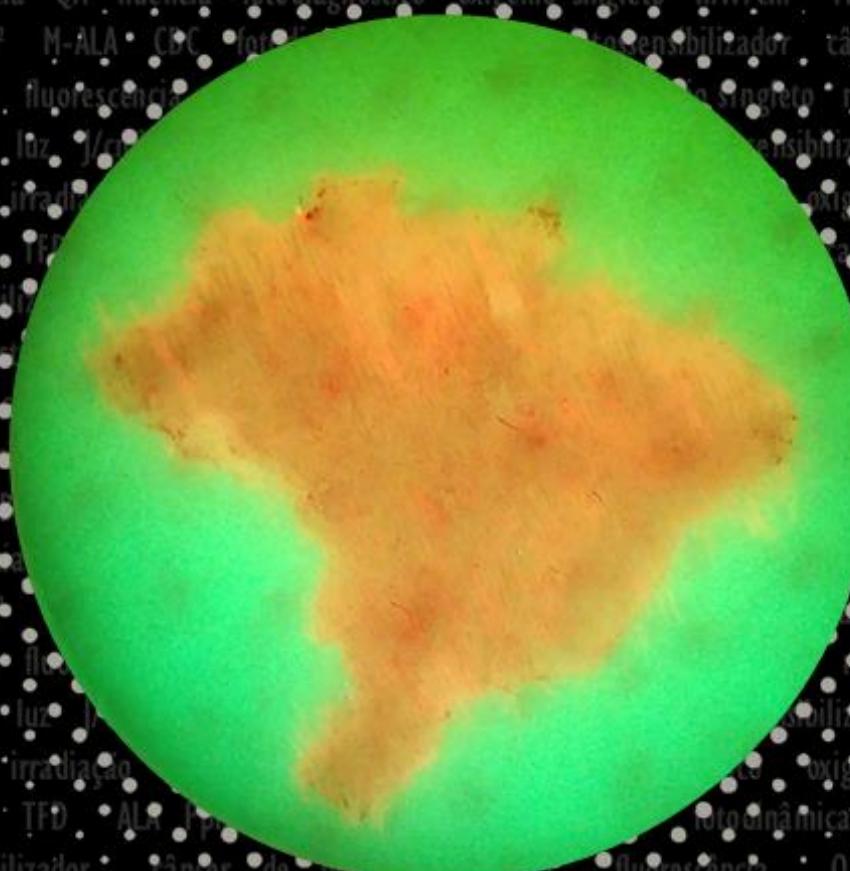


TERAPIA FOTODINÂMICA DERMATOLÓGICA PROGRAMA TFD BRASIL

VOLUME 2
EDIÇÃO



VANDERLEI S. BAGNATO
MICHELLE B. REQUENA
ORGANIZADORES

Copyright© dos autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores.

Vanderlei S. Bagnato e Michelle B. Requena [Organizadores]

Terapia fotodinâmica. São Carlos: Even3 Publicações Editora, 2023. 312 p.

ISBN 978-85-5722-550-3

1. Terapia fotodinâmica. 2. Câncer de pele não melanoma. 3. Lesões pré-malignas. 4. Estudo clínico. 5. Autores. I. Terapia fotodinâmica dermatológica: Programa TFD Brasil

CDD - 610

Capa: Michelle B. Requena. Mirian D. Stringasci, Lilian T. Moriyama e Dianeth Sara L. Bejar

Editor: Michelle Barreto Requena

Editora do e-book: Even3 Publicações

doi: 10.29327/terapia-fotodinamica-dermatologica-programma-tfd-brasil-309087

Dispositivo de irradiação de área grande ergonômico para aplicação de terapia fotodinâmica

Alessandra Keiko Lima Fujita e Vanderlei Salvador Bagnato

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

O dispositivo de área grande ergonômico tem uma fonte de luz LED e, inicialmente, teve como objetivo tratar lesões de pele que são de grande extensão e/ou disseminadas como a queratose actínica (QA), com a aplicação da terapia fotodinâmica (TFD). Entretanto, com a grande expansão das terapias baseadas na aplicação de laser de baixa potência e o grande uso de fontes de luz de LEDs (Light-emitting diodes) para essas terapias, o dispositivo de área grande pode atender diversas áreas da saúde, beleza e bem estar; e otimizar suas aplicações. Contudo, áreas profissionais da saúde como medicina, enfermagem, fisioterapia, estética, e educação física poderão se beneficiar desse dispositivo. Durante seu desenvolvimento o dispositivo seguiu com diversas modificações para melhorias nas aplicações clínicas, tornando-o mais versátil para os tratamentos. Nos testes clínicos foi observado que era necessário um plano emissor flexível adequado à anatomia do corpo. Assim, os protótipos foram testados em diversas aplicações clínicas dermatológicas e estéticas, e com os feedbacks dos profissionais clínicos o dispositivo anatômico final tornou-se ideal para aplicações das terapias fotônicas.

doi: 10.29327/terapia-fotodinamica-dermatologica-programa-tfd-brasil-309087.605421

1 Introdução

O equipamento de área grande ergonômico é um dispositivo protótipo que tem objetivo de contribuir para o desenvolvimento de um sistema para realizar a terapia fotodinâmica (TFD) em lesões de grande extensão, onde se há a necessidade da aplicação da terapia em áreas do corpo que alcance uma extensão e curvatura, como cabeça, face, pescoço, braços, antebraços, costas e pernas. E assim, contribuindo na otimização de aplicações clínicas dessas lesões.

O sistema de iluminação para o uso clínico sofreu diversas modificações ao longo dos testes clínicos. No primeiro protótipo foi proposta uma solução de corpo rígido não adaptável à anatomia do corpo [1]. Apesar de eficiente, o protótipo se mostrou de difícil aplicação nas diversas regiões do corpo, como cabeça; face; dorso; braço; antebraço; e mão. Casos clínicos foram realizados e o protótipo evoluiu para um segundo tipo flexível composto de módulos rígidos. Nesse segundo protótipo, já ergonômico, o sucesso foi maior, porém, o corpo clínico associado ao projeto decidiu por um dispositivo com maior flexibilidade. Finalmente foi feito o protótipo flexível com placas acopladas em um tubo flexível, atingindo a eficiência ergonômica no tratamento, e flexibilidade de uso por parte dos profissionais da saúde [2]. Com o protótipo final, além das aplicações nas regiões de cancerização, também teve testes clínicos para outras aplicações dermatológicas e estéticas. Para aplicação em diversas terapias o protótipo final foi adicionado mais componentes de LEDs, compondo uma área maior de iluminação.

2 Dispositivo de área grande ergonômico

O dispositivo protótipo foi desenvolvido pelo LAT (Laboratório de Apoio Técnico - IFSC/USP, São Carlos, SP) e se deu em quatro fases de evolução para convergir o dispositivo em um sistema eficiente visando à aplicação clínica. A priori o plano emissor de luz tinha 192 cm^2 de área, e o agora o protótipo final tem 396 cm^2 (Figura 1).

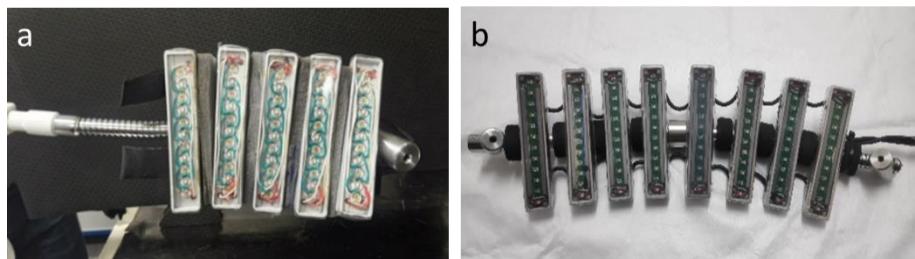


Figura 1. Plano emissor de área grande ergonômico a) primeira versão com área de irradiação de 192 cm^2 , b) versão final com 8 placas de distribuição dos LEDs, com área de irradiação de 396 cm^2 .

Cada placa do plano emissor é composta com 12 LEDs, sendo intercalados entre os comprimentos de onda em $630 \pm 10 \text{ nm}$, na faixa do espectro vermelho, e em $450 \pm 10 \text{ nm}$, na faixa do espectro azul. Sendo assim, a primeira versão era composta por 60 LEDs, e a versão final com 96 LEDs.

O formato do plano emissor com placas ligadas por um tubo flexível nos permitiu torná-lo ergonômico em aplicações que necessitam irradiar em partes do corpo com curvatura (Figura 2), e intercalar LEDs de comprimentos de ondas diferentes sobre as placas nos permitiu garantir a homogeneidade da iluminação com uma irradiância de 60 mW/cm^2 entregue em ambos os comprimentos de onda [3, 4].

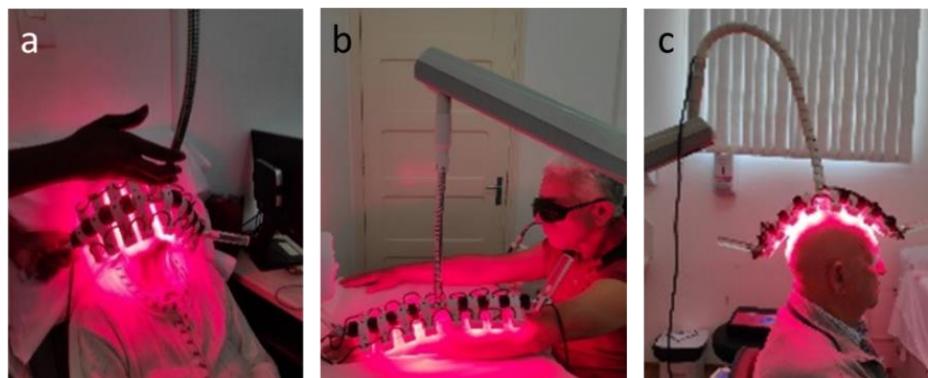


Figura 2. Ilustração da aplicação da TFD em QAs, iluminando com a versão final do dispositivo de área grande ergonômico, sendo a) face, b) antebraço e dorso da mão e c) couro cabeludo.

A escolha de iluminação no comprimento de onda na região do azul e vermelho foi pela versatilidade da aplicação para as áreas oncológicas e não-oncológicas, além do fotossensibilizador comumente utilizado tem grande capacidade de absorver energia nestas regiões do espectro [5–8].

3 Aplicações

Os tratamentos realizados com o dispositivo foram a aplicação da TFD para QAs e psoríase; terapia cosmética fotoativada para disfunções estéticas faciais (acne) e capilares (alopecias); e fototerapia para diminuir gordura na região da barriga e flanco. Para realizar os tratamentos com o dispositivo contamos com a colaboração de profissionais da área médica, fisioterapia, enfermagem, estética e terapeuta capilar. Tais tratamentos aconteceram no ambulatório de pele e partes moles (Hospital Amaral Carvalho, Jaú, SP); ambulatório de Terapia Fotodinâmica (Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, São Carlos, SP); e espaços particulares de beleza, saúde e terapias integrativas, cada um na sua especialidade. Nas sessões abaixo serão mostrados os resultados dessas aplicações antes e depois da terapia usando o dispositivo de área grande ergonômico.

3.1 Queratose actínica

Para o tratamento da QA foi usado a mistura do pó de ácido 5-aminolevulínico (ALA) e seu derivado metil aminolevulinato (M-ALA) da PDT Pharma (Cravinhos, SP) foi misturado na mesma proporção ao creme base água em óleo (A/O), com concentração de 20% [9, 10]. Essa mistura nós chamamos de ALA-Mix. O creme foi aplicado e ocluído por 1h30, e irradiado com uma dose de 50 J/cm², na região do espectro vermelho. A Figura 3 mostra lesões de QAs disseminadas na hemiface direita e o resultado após 1 mês da aplicação da TFD.

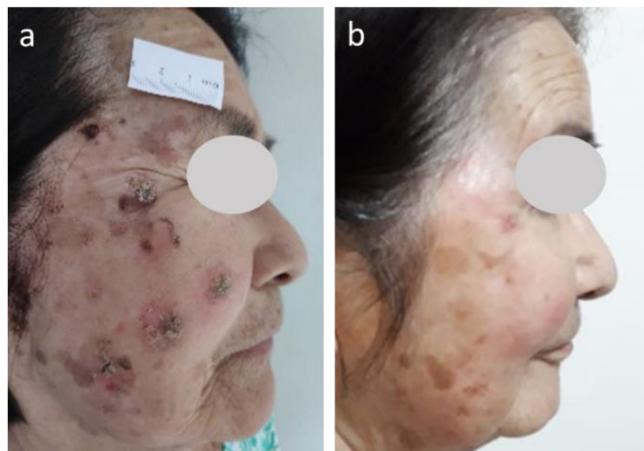


Figura 3. Tratamento com TFD para queratose actínica disseminadas na região da hemiface direita, sendo a) antes da aplicação da TFD, e b) após um mês da aplicação da TFD.

3.2 Psoríase

Para o tratamento da psoríase foi o ALA-Mix com concentração de 2%. O creme foi aplicado e ocluído por 3 horas, e irradiado com uma dose de 50 J/cm^2 , na região do espectro vermelho. A Figura 4 mostra a lesão de psoríase no cotovelo esquerdo e o resultado após 5 sessões quinzenais da aplicação da TFD.

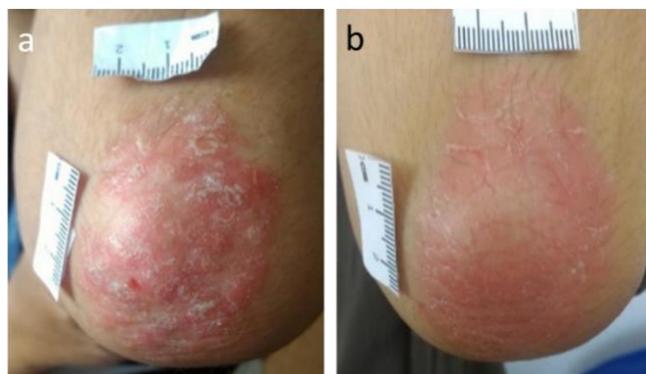


Figura 4. Tratamento com TFD para psoríase na região do cotovelo esquerdo, sendo a) antes da TFD; b) após cinco sessões quinzenais de TFD.

3.3 Acne

Para o tratamento da acne foi usado o ALA com concentração de 2%, e creme base óleo em água (O/A). O creme foi aplicado e ocluído por 3h, e irradiado com uma dose de 25 J/cm^2 , na região do espectro vermelho [11]. A Figura 5 mostra lesões de acne na hemiface esquerda e o resultado após 1 mês da aplicação da TFD com ALA-2%.

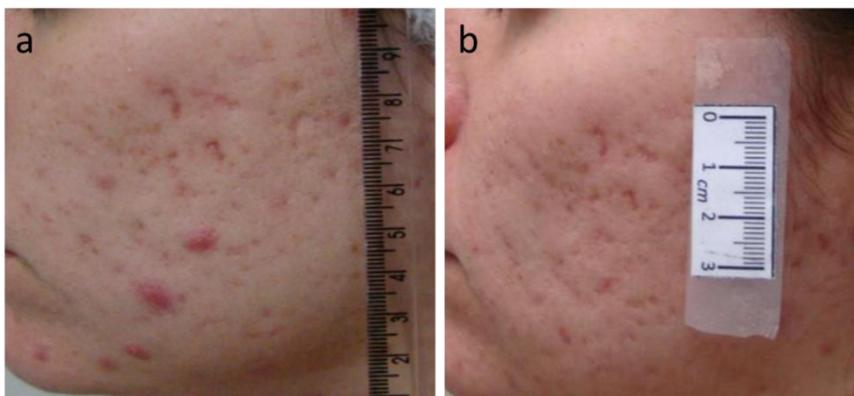


Figura 5. Tratamento com TFD para acne na região da hemiface esquerda, sendo a) Antes da TFD; b) Após 30 dias da TFD.

3.4 Alopecia androgenética

Para o tratamento da alopecia androgenética (AAG) foi realizado a aplicação da fototerapia 1 vez por semana. O protocolo usado no tratamento foi a aplicação da dose de 5 J/cm^2 na região do espectro azul, e dose de 15 J/cm^2 na região do espectro vermelho [12]. A Figura 6 mostra a situação da AAG avançada e o resultado após 10 sessões de fototerapia. Observa-se um aumento na densidade e alinhamento dos fios, na região que é caracterizada da AAG feminina.



Figura 6. Tratamento para alopecia com a aplicação da fototerapia, sendo a) antes do tratamento; b) após 10 sessões semanais da terapia.

3.5 Tratamento para gordura localizada

Para o tratamento de redução da gordura localizada na região do abdômen e glúteos foi realizado um estudo piloto com dezesseis voluntárias na faixa etária de 20 a 45 anos (não estar na menopausa) e IMC: 25,1 a 29,9 (sobrepeso). As voluntárias foram separadas em 2 grupos; grupo 1 somente massagem modeladora, e grupo 2 foi aplicação da fototerapia com uma dose de 10 J/cm^2 na região do espectro vermelho e massagem modeladora. Foram coletadas medidas de termografia, bioimpedância, análise de enzimas hepáticas e perimetria antes da primeira sessão e após a oitava sessão, totalizando 8 sessões 2 vezes por semana. Com esse estudo foi possível observar que o grupo 2 que recebeu a aplicação da fototerapia obteve melhora significativa na circulação sanguínea, diminuição das medidas, nas enzimas hepáticas, diminuição da gordura visceral e IMC. A Figura 7 ilustra a aplicação da fototerapia com o dispositivo de área grande ergonômico nas áreas do abdômen e glúteos.

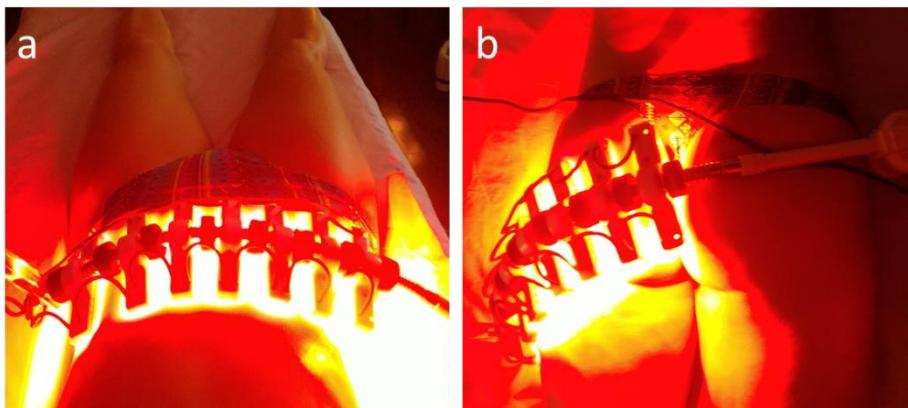


Figura 7. Ilustração da aplicação da fototerapia com o dispositivo área grande ergonômico para o tratamento de redução da gordura localizada na região do (a) abdômen e (b) glúteos.

4 Conclusão

A colaboração desses profissionais foi de extrema importância para o desenvolvimento do dispositivo, assim, recebemos *feedbacks* que proporcionaram a evolução do dispositivo tornando-o ideal para atender os profissionais da área da saúde que queiram fazer o uso dos benefícios das terapias fotônicas em seus pacientes e/ou clientes. Dessa forma, os resultados nos diversos tratamentos foram satisfatórios e representaram um grande progresso clínico para os tratamentos de lesões de pele, como também o uso do dispositivo em diversas áreas da saúde, beleza e bem estar, proporciona um maior sucesso na área.

Referências bibliográficas

- [1] Grecco C, Buzzá HH, Stringasci MD, *et al.* Single LED-based device to perform widefield fluorescence imaging and photodynamic therapy. In: *SPIE Proceedings*, pp. 953121:1–10.
- [2] Fujita AKL, Chianfrome DJ, Moreira VS, *et al.* Anatomically Adjustable Device for Large-Area Photodynamic Therapy. In: *Photodynamic Therapy - From Basic Science to Clinical Research*. IntechOpen, 2021, p. 14.
- [3] Moseley H. Light distribution and calibration of commercial PDT LED arrays. *Photochem Photobiol Sci* 2005; 4: 911.

- [4] Mordon S, Cochrane C, Tylcz JB, *et al.* Light emitting fabric technologies for photodynamic therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2015; 12: 1–8.
- [5] Kennedy JC, Pottier RH. New trends in photobiology. *J Photochem Photobiol B Biol* 1992; 14: 275–292.
- [6] Kim M, Jung H, Park H. Topical PDT in the Treatment of Benign Skin Diseases: Principles and New Applications. *Int J Mol Sci* 2015; 16: 23259–23278.
- [7] Van Tran V, Chae M, Moon J-Y, *et al.* Light emitting diodes technology-based photobiomodulation therapy (PBMT) for dermatology and aesthetics: Recent applications, challenges, and perspectives. *Opt Laser Technol* 2021; 135: 106698.
- [8] Menezes PFC, Requena MB, Lizarelli, Rosane F Z, *et al.* Blue LED irradiation to hydration of skin. In: Kurachi C, Svanberg K, Tromberg BJ, *et al.* (eds), p. 95311W.
- [9] Fujita AKL. *Avaliação do efeito fotodinâmico a partir da associação dos precursores da PpIX (ALA e MAL) em epitélio suíno*. Universidade de São Paulo, 2016. Epub ahead of print November 2016. DOI: 10.11606/T.18.2016.tde-03102016-160420.
- [10] Fujita AKL, Rodrigues PGS, Requena MB, *et al.* Fluorescence evaluations for porphyrin formation during topical PDT using ALA and methyl-ALA mixtures in pig skin models. *Photodiagnosis Photodyn Ther*; 15. Epub ahead of print 2016. DOI: 10.1016/j.pdpdt.2016.05.008.
- [11] Costa MCD, Fujita AKL, *et al.* Photodynamic Therapy with 5-Aminolevulinic Acid (ALA) in the Treatment of Acne : A Case Study. 1.
- [12] Menezes PFC, Junior NM, *et al.* Photobiomodulation and Photodynamic Cosmetic Therapy on Hair Growth : Case Report Clinical Dermatology : Research and Therapy. 2018; 1: 1–7.