

# SISTEMA DE MONITORAMENTO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

## Uma ferramenta de auxílio no combate ao câncer de pele

Camila Feitosa Cláudio, Marcos Antônio de Sousa Frazão, Victor Eduardo Alves da Silva Carvalho



### INTRODUÇÃO

A radiação eletromagnética emitida pelo sol apresenta um largo espectro de comprimentos de onda ( $\lambda$ ) e, é uma fonte de energia natural que possui um vasto potencial de utilização em função de sua acessibilidade e abundância (Ribeiro, 2004, p. ). O espectro de radiação solar não ionizante que chega à Terra é formado pelas radiações ultravioletas (UV), visível ( $\lambda$  entre 400 e 800 nm) e infravermelha ( $\lambda$  acima de 800 nm). A radiação UV é a responsável pela ocorrência das reações fotoquímicas que oferece inúmeros benefícios, como o processo de fotossíntese para as plantas, o estímulo à produção de vitamina D e melanina, a regulação de alguns hormônios e a sensação de bem-estar físico e mental. Contudo, por possuir grande capacidade de penetração na pele e um efeito acumulativo que pode variar entre agudo e crônico, dependendo das características individuais da pele exposta, da duração e frequência de exposição, além da intensidade das radiações em decorrência da estação do ano, período do dia e condição climática, estas mesmas radiações solares que trazem benefícios podem acarretar diversos danos à saúde, que vão desde inflamações e queimaduras até mutações gênicas e disfunções no comportamento celular (Flor, 2007; Balogh, 2011; Miranda, 2016; Melo, 2023). Dessa forma, essa radiação é tida como um agente carcinogênico em seres humanos (Lopes, 2012). Em decorrência do exposto, emergem as doenças crônicas não transmissíveis, como diversos tipos de câncer, sendo o de pele não melanoma o mais incidente no Brasil e no mundo, correspondendo a 31,3% de todas as neoplasias malignas do país (INCA, 2022). Apesar de possuir vários fatores de risco, a principal causa de câncer de pele é a grande exposição à UV, proveniente do sol (SIMÕES et al., 2023).

O Global Solar UV Index (Índice Global de UV Solar – UVI), descreve o nível de radiação UV solar na superfície da Terra e um indicador da sua capacidade de causar lesões na pele, que serve como um importante veículo para aumentar a conscientização pública e alertar as pessoas sobre a necessidade de tomar medidas de proteção quando exposto à radiação UV. Os valores do índice variam de zero para cima - quanto maior o valor do índice, maior o potencial de danos à pele e aos olhos, e o menos tempo leva para que o dano ocorra. Mesmo para pessoas de pele clara muito sensíveis, o risco de danos por radiação UV de curto e longo prazo abaixo de um IUV de 3 é limitado e, em circunstâncias normais, não são necessárias medidas de proteção. Acima do valor limite de 3, a proteção é necessária, devendo ser reforçada em valores de IUV de 8 e acima deste (WHO, 2002).

Para Gonzáles et al (2008), fotoproteção é um elemento profilático e terapêutico frente aos efeitos danosos da radiação UV e a necessidade do uso de protetores solares, também conhecidos como fotoprotetores, é uma realidade indiscutível atualmente. Os filtros solares são substâncias químicas com propriedades de absorver, refletir e dispersar a radiação que incide sobre a pele (Secco, 2018). O UVI é um importante veículo para conscientizar a população sobre os riscos da exposição excessiva à radiação UV, e para alertar as pessoas sobre a necessidade de adotar medidas de proteção. Reduzir a exposição solar pode diminuir os efeitos nocivos para a saúde e reduzir significativamente os custos com cuidados de saúde (WHO, 2002).

### QUESTÃO PROBLEMA

Segundo dados da própria Organização Mundial de Saúde, programas de proteção solar são urgentemente necessários para aumentar a conscientização sobre os perigos da radiação UV para a saúde. Apesar de parte da população compreender os potenciais riscos que a exposição prolongada aos raios ultravioletas pode causar a saúde, especialmente se não houver proteção, a maioria negligencia o uso adequado de fotoprotetores. O principal argumento utilizado, para a falta de cuidado adequado a proteção solar está sempre associado ao esquecimento em relação ao uso sistemático das medidas preventivas, como a utilização de bloqueadores solares dentro do tempo sugerido, ou até mesmo a redução do tempo de exposição ao sol, cotidianamente milhões de pessoas ao redor do mundo se expõem a radiação ultravioleta, sem tomar devidas precauções. Diante disso se faz necessário a criação de novas ferramentas que auxiliem a prevenir e/ou evitar os problemas na pele.

Com isso em vista, surgiu a ideia deste projeto: Um aparelho portátil, como um bracelete, um chaveiro, um relógio ou até mesmo um smartwatch, que traga uma tecnologia embarcada em sua estrutura, capaz de ler as emissões de radiação ultravioleta e alertar os usuários, auxiliando no monitoramento e aplicação de medidas preventivas a exposição excessiva ao sol. Mães poderão receber alertas, via bluetooth ou wi-fi, diretamente em seus smartphones informando se está na hora de passar bloqueador solar nos filhos, empresas poderão monitoramento a exposição de profissionais que trabalham ao ar livre sob a radiação do sol, permitindo um melhor gerenciamento sobre o risco laboral, entre outras aplicações onde um sistema de alerta a exposição de UV solar possa ser útil.

### OBJETIVOS

Objetivo geral:

- Criar um aparelho eletrônico compacto que seja capaz de realizar leitura das emissões de UV, auxiliando no alerta sobre as condições de intensidade da radiação ultravioleta solar.

Objetivos específicos:

- Alertar sobre a necessidade de medidas preventivas, para reduzir a superexposição de UV solar;
- Auxiliar na lembrança da utilização de bloqueadores solares dentro do tempo sugerido, ou até mesmo a redução do tempo de exposição ao sol;
- Aumentar a conscientização sobre os perigos da radiação UV para a saúde.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo desse equipamento, foi composto por: Arduino Mega 2560, Protoboard (1x170 furos; 1x400 furos), Módulo Sensor de Radiação Solar UV Luz ultravioleta, Leds (Azul; Verde; Amarelo; Vermelho), Display LCD com módulo I2C, Jumper, Buzzer passivo, Resistores (1000 Ohms, precisão de ¼ Watts e precisão de 5%), a alimentação inicialmente se deu através de 4 pilhas de 1,5V do tipo AA, que foram substituídas por uma bateria 9V e conectadas através de um adaptador de bateria 9v com plug, todo o conjunto foi acondicionado em um magazine construído com uma caixa em acrílico transparente medindo 15x15x8 cm (Figuras 1 e 2). Para programação, foi utilizada a linguagem de programação C++.

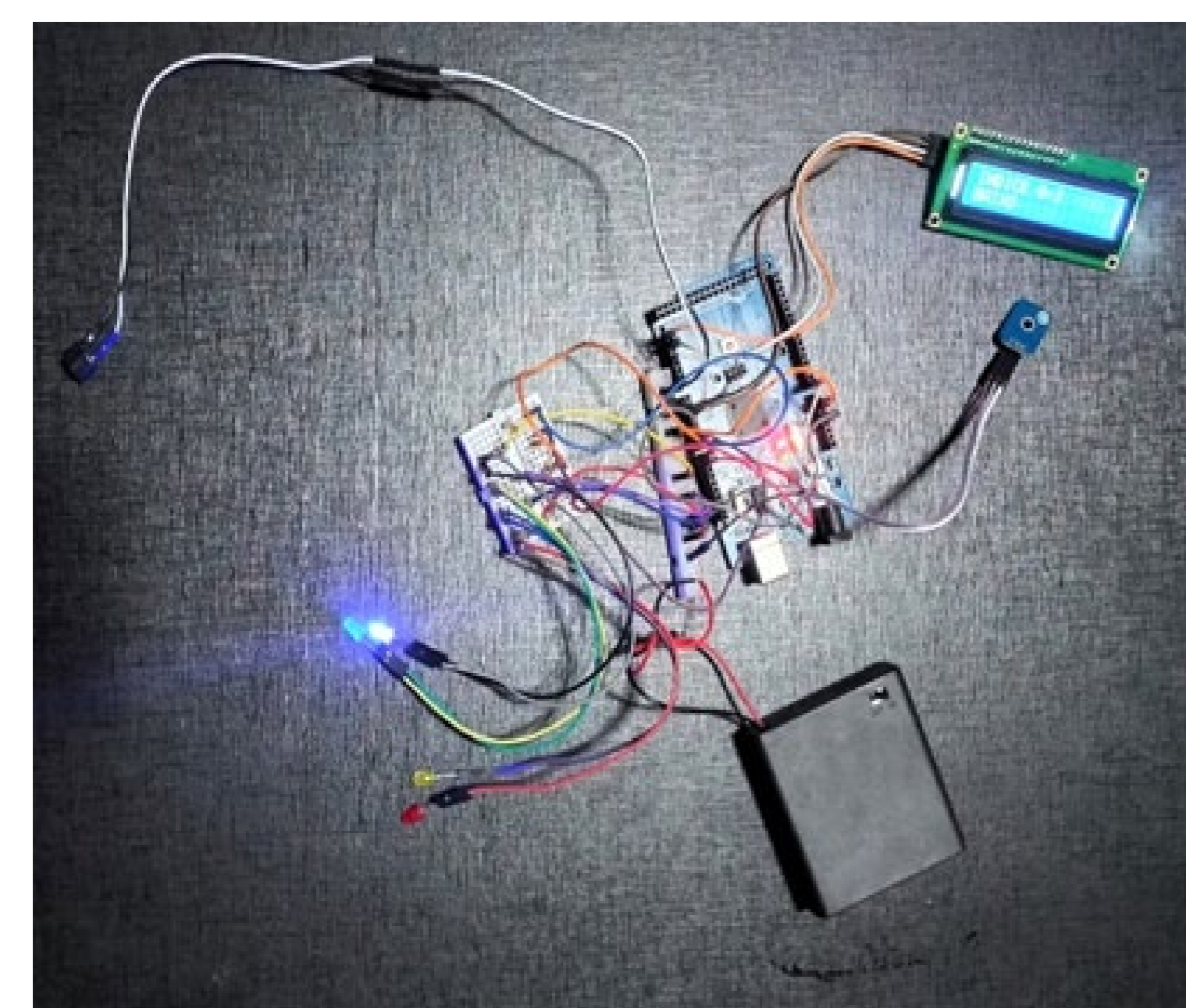


Figura 1: Componentes utilizados na confecção do equipamento (Fonte: Próprio autor, 2023)



Figura 2: Equipamento acondicionado em magazine acrílico (Fonte: Próprio autor, 2023)

Segundo o fabricante, o “Módulo Sensor de Radiação Solar UV Luz Ultravioleta” é capaz de detectar o nível de radiação UV (ultravioleta), liberada pela luz solar e, até mesmo, por lâmpadas UV, através de leituras da tensão analógica que é linearmente relacionada com a intensidade da luz UV (mW/cm<sup>2</sup>) que relacionada com a intensidade da luz UV (mW/cm<sup>2</sup>) que é detectada. Este sensor pode detectar a luz dentro do espectro UVB (raios maléficis) e da maior porção da radiação UVA.

O módulo sensor de radiação solar UV, utilizado, apresenta as seguintes especificações técnicas: Tensão de Alimentação: DC 3.3-5 V; Tensão de Saída: DC 0-1 V; Precisão: +/- 1UV INDEX; Corrente: 0.06mA (típico), 0.1mA (max); Comprimento de onda de Resposta: 200nm-370nm; Temperatura de Trabalho: -20 ~ 85 Graus Celsius; Material: Termoplásticos / Metal / Placa de fenolite; Peso: 10g Tamanho: 20mm L x 15mm P x 5mm A.

Quando o sensor de radiação Ultravioleta (UV) realiza as leituras, é enviado um sinal ao Arduino, que então faz com que os leds acendam dependendo da intensidade de radiação UV, ao mesmo tempo é emitido um alerta sonoro e que aparece no display LCD a intensidade da radiação ultravioleta medida.

### RESULTADOS

Ao término do projeto foi possível obter um aparelho eletrônico compacto que fosse capaz de realizar medições das emissões de UV. O equipamento conseguiu realizar leituras e informar a intensidade da radiação UV medida, em diferentes situações de exposição aos raios solares (Figuras 3 a 5).



Figura 3: Leitura de emissão, sem exposição a raios UV solar (Fonte: Próprio autor, 2023)



Figura 4: Leitura de emissão, em condição de sombreamento (Fonte: Próprio autor, 2023)

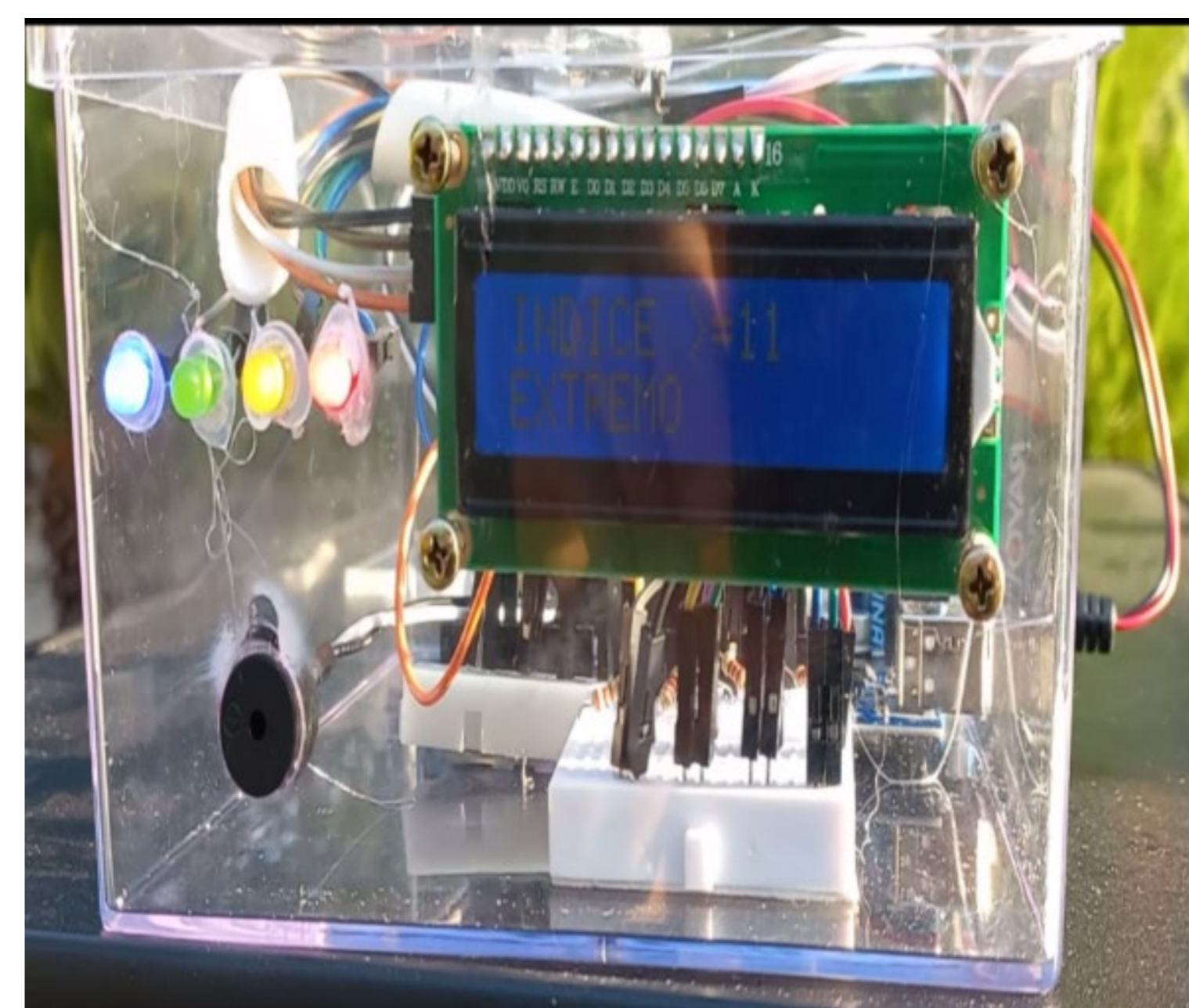


Figura 5: Leitura de emissão, em condição de exposição plena ao sol. (Fonte: Próprio autor, 2023)



Figura 6: Produto conceitual, para produção futura (Fonte: Próprio autor, 2023)

A proposta futura, deste produto conceitual, é miniaturizar o equipamento e implementar uma pulseira ou adicionar a um Smartwatch (Figura 6), para que de fato se torne algo prático de levar pelos lugares. E possuir um aplicativo que possa monitorar as variações UV, informar o Fator de Proteção Solar adequado para cada pele e o momento ideal de fazer a aplicação durante o dia, podendo ter muitas outras opções para auxiliar ainda mais na proteção do corpo contra os raios emitidos pelo Sol.

### CONCLUSÕES

Em decorrência da falta de método de aferição, disponível para este projeto, não é possível informar a precisão das leituras obtidas. Apesar das luzes indicativas de led e o alerta sonoro, auxiliarem e chamarem a atenção para a leitura realizada de radiação UV obtida, promovendo informação para conscientização sobre o grau de radiação que o usuário está exposto, o equipamento ainda não cruza informações como tempo de exposição versus intensidade de exposição UV versus medida protetiva que está sendo utilizada versus medida protetiva a ser utilizada. Esta combinação de resultados poderá ser obtida com um novo algoritmo e uma IA (Inteligência Artificial) inseridas na programação.

Uma nova versão, já está em estudo, e, contará com conexão wifi, que permitirá a inserção de mais recursos e a obtenção das leituras e alertas através de smartphone. Todavia, apesar da necessidade de melhoria contínua, o conceito proposto, surge como uma ideia possível de ser aplicada, como item pessoal no auxílio a medidas preventivas ao câncer de pele e/ou outros prejuízos a saúde, que a exposição excessiva aos raios UV solar possam trazer.

### REFERÊNCIAS

- BALOGH, T. S., VELASCO, M. V. R., PEDRIALI, C. A., KANEKO, T. M., & Baby, A. R. Proteção à radiação Ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. Anais Brasileiros de Dermatologia, v. 86, n. 4, p. 732-742, jul. 2011.
- FLOR, J., DAVOLOS, M.R., CORREA, M.A. Protetores solares. Química Nova, v.30, n.1, p.153-158, jan./fev. 2007.
- GONZÁLEZ, S., FERNÁNDEZ-LORENTE M., GILABERTE-CALZADA Y. The latest on skin photoprotection. Clin Dermatol. 26:614-26. 2008.
- INCA – Instituto Nacional de Câncer (Brasil). Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer. – Rio de Janeiro: INCA, 2022.
- JUNIOR, A. M. Sistema para monitoramento de radiação ultravioleta: uma ferramenta de auxílio no combate ao câncer de pele. 2022. TCC. Graduação. Engenharia Mecatrônica. Joinville. 2022.
- LOPES, F. M., REINAN, O. CRUZ., KARLA. A. B. Radiação ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, vol. 16, núm. 4, 2012, pp. 183-199 Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil
- MELO, P.R., Radiação ultravioleta (UV). Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/radiacao-ultravioleta-uv.htm>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- MIRANDA, P. T., MOREIRA, J. A. R. Fotoproteção: revisão literária dos tipos e riscos do não uso. Revista Científica da Fho|Uniararas, São Paulo, v. 1, n. 4, p.68-73, jan. 2016.
- SECCO, G. G., BELTRAME, B. M., SCHWANZ, M. Avaliação in vitro do fator de proteção solar (FPS) de cosméticos fotoprotetores manipulados. Infarma – Ciências Farmacêuticas, [S.l.], v. 30, n. 4, p. 242-249. 2018. Disponível em: <https://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=2402>. Acesso em: 15 oct. 2023.
- SIMÕES, Y. B. J., VILELA, H. R., ROCHA, R. V. S., LIMA, L. G. B. D., DE SÁ, L. C., MACHADO, G. U., DE CARVALHO, H. D. D., & FERREIRA, Y. F. Estratégias de prevenção do câncer de pele no Brasil. Brazilian Journal of Health Review, 6(3), 9749-9758. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-109>. Acesso Em: 15 out. 2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global Solar UV Index: A practical guide. 2002; Avenue Appia 20 1211 Geneva 27 Switzerland. (<https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadate226612/m1/1/>; Acesso em 17 out. 2023), University of North Texas Libraries, UNT Digital Library, <https://digital.library.unt.edu>; 2002.