

# CAPÍTULO 12

## SOLMÁFORO UMA PROPOSTA DE EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO E INDICAÇÃO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NO MUNICÍPIO DE BATAYPORÃ, MS<sup>2</sup>

**Juliane da Silva Gonçalves Santana Lima**  
**Gabriela Priscila Teodoro Santini**  
**Cintia Samulha da Silva**  
**Luiz Henrique Silva Santana**  
**Betina Tavares Oliveira Aquino**  
**Carlos Eduardo Felipe Silva**  
**José Eduardo Fernandes Vieira**  
**Marilana Colodino dos Santos**

### RESUMO

O aumento da população urbana e das atividades econômicas estão fortemente ligados com a crescente emissão de gases do efeito estufa, isso torna um dos principais fatores do aumento da temperatura no planeta, agravado pelo aquecimento global. O aquecimento global está intimamente relacionado com a emissão de gases poluentes, causando maior intensificação no efeito estufa e a degradação da camada de ozônio, por consequência ocasionando desequilíbrio no planeta e no meio ambiente. Os raios ultravioletas contribuem na sintetização da vitamina D e no tratamento de algumas doenças, porém, a exposição contínua pode acarretar lesões na pele, câncer de pele, problemas de visão entre outras, sendo a população exposta todos os dias à estas radiações, muitas vezes sem a proteção correta. O presente trabalho visou descrever os benefícios e malefícios da radiação (UV) através de um levantamento bibliográfico, relacionando os efeitos da radiação (UV) e a incidência de câncer de pele, realizar o levantamento de casos de câncer de pele no município de Batayporã, MS, conhecer os hábitos da comunidade em relação à exposição solar e construir um protótipo com a finalidade de medir e indicar a radiação ultravioleta no local, para alertar sobre os cuidados que devem ser realizados para proteção da pele, assim como, promover o incentivo à pesquisa científica por meio do trabalho colaborativo. Os dados coletados e analisados demonstraram que não há casos detectados pela Secretaria de Saúde local, mesmo não havendo campanhas direcionada a prevenção do câncer de pele, o questionário mostrou que a maioria tem o conhecimento sobre os riscos à exposição solar e utilizam como forma de proteção o protetor solar e o protótipo é funcional e viável, sendo de grande inovação, porém, necessitando de empresas parceiras que queiram investir nessa nova tecnologia para que este possa ser implementado em locais públicos contribuindo para uma qualidade de vida da comunidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radiação Ultravioleta. Aquecimento Global. Efeito Estufa. Câncer de Pele. Trabalho Colaborativo.

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população urbana e das atividades econômicas estão fortemente ligados com a crescente emissão de gases do efeito estufa, isso se torna um dos principais fatores do aumento da temperatura no planeta, agravado pelo aquecimento global.

---

<sup>2</sup> FUNDECT – Fundo de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul. Programa PICTEC-MS.

Pesquisadores internacionais chegaram à conclusão que as atividades humanas contribuem para a mudança do clima da Terra, aumentando assim, os riscos para as cidades, baseando-se em diferentes comprovações, desde a história do clima do planeta a registros recentes de mudanças nesse histórico pelo fato do surgimento de novos padrões de climas extremos (ROSENZWEIG *et al.*, 2015).

Segundo Ambrizzi *et al.* (2007) e Marengo (2009) há indicação de aumento de 2°C a 6°C na temperatura do ar no período entre 2071 a 2100 para o território brasileiro de acordo com as projeções climáticas regionalizadas.

O aquecimento global está intimamente relacionado com a emissão de gases poluentes, causando maior intensificação no efeito estufa e a degradação da camada de ozônio, por consequência ocasionando desequilíbrio no planeta e no meio ambiente.

Vale ressaltar que o ozônio é um gás com concentração pequena na atmosfera, tendo sua presença na estratosfera e troposfera filtrando os comprimentos de onda menores, na região da troposfera, este tem a tendência de atuar como um gás poluente, porém na estratosfera, ele possui uma importante função, de absorver parte da Radiação Ultravioleta que incide na superfície da Terra, sendo nociva (em casos de superexposição) aos seres vivos (KARAGAS *et al.*, 1992; SALBY, 1996; FIOLETOV, 2008; CORRÊA *et al.*, 2006).

Besancenot (2001 *apud* MENDONÇA, 2003) afirma que, ao ser reduzido 1% do ozônio presente na estratosfera refletirá em um aumento em torno de 25% da densidade do fluxo da radiação ultravioleta B que chega à superfície do planeta, e complementa que a camada de ozônio tem diminuído significativamente nas altas latitudes (em torno de 50%) que nas baixas (em torno de 2%).

Emitidas pelo Sol, as Radiações Ultravioletas (UV) chegam na Terra em forma de ondas eletromagnéticas, apresentando um espectro na faixa de 100 a 400 nm, de acordo com a intensidade que esta é absorvida pelo oxigênio e ozônio, assim como, pelos efeitos fotobiológicos causados, elas podem ser divididas em três intervalos, dispostos da seguinte forma: UVC (100 a 280 nm), UVB (280 a 320 nm) e UVA (320 a 400nm).

Expostos diariamente a população, principalmente quando não protegidas adequadamente, a radiação ultravioleta pode desencadear diversos danos, desde os mais leves, como as mudanças degenerativas no tecido conjuntivo (elastina e colágeno) do ser humano, assim como, enrugamento, frouxidão e aparência envelhecida da pele, até as mais severas, como queimaduras, inflamações, mutações genéticas e o câncer de pele (SILVA, 2007).

De acordo com Groff (2008) para que esses danos possam ser gerados à população, alguns fatores devem ser levados em conta com relação a intensidade da radiação ultravioleta e seu comprimento de onda, sendo eles: altitude, latitude, estação do ano, horário e condições atmosféricas.

A maioria dos tumores de pele tem sua incidência aumentada com a idade e o sexo, sendo o mais acometido é o sexo masculino, estando associado ao acúmulo das doses de exposição ao sol ou mais associado com a exposição intermitente para altas doses de radiação solar (LOPES *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como norte principal a construção de um protótipo com a indicação da radiação ultravioleta, contribuindo para a prevenção e alerta de doenças da pele, como, o câncer, assim como, divulgar as formas corretas de se proteger contra os raios solares, através do trabalho colaborativo entre os estudantes bolsistas, estimulando a pesquisa científica e incentivando o protagonismo estudantil.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Construir um protótipo para a medição e indicação da radiação ultravioleta (UV) e as condutas a serem realizadas para mitigar os níveis de radiação na pele.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Descrever os benefícios e malefícios da radiação ultravioleta (UV) através de um levantamento bibliográfico;
- Relacionar os efeitos da radiação ultravioleta (UV) e a incidência de câncer de pele;
- Realizar o levantamento de casos de câncer de pele no município de Batayporã, MS;
- Construir e implementar o protótipo de medição da radiação ultravioleta (UV);
- Divulgar e alertar a comunidade escolar e a sociedade sobre os efeitos causados pela radiação ultravioleta (UV) e formas de prevenção através do protótipo, mídias sociais, jornal e rádio escolar.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Área de estudo e trabalho**

O desenvolvimento do trabalho se deu na unidade escolar da rede pública estadual EE Jan Antonin Bata - Escola da Aatoria, atendendo no período integral e noturno, com o início

em 01/09/2021 a 31/08/2022, no qual foi desenvolvido por três bolsistas que receberam fomento juntamente com a professora orientadora pelo Fundo de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) do Programa PICTEC-MS.

Os trabalhos e encontros acontecerão em uma das salas disponíveis, com acesso à internet, ar-condicionado, computadores ou notebooks para que os alunos pudessem realizar seus trabalhos de pesquisa e elaboração do protótipo, assim como, a instituição escolar proporcionou todo apoio necessário para o desenvolvimento de atividades e concretização do protótipo, obedecendo todo protocolo de Biossegurança contra o Covid-19, visto que, o desenvolvimento inicial foi durante a pandemia.

### 3.2. Tipo de pesquisa

A metodologia do trabalho foi por meio da pesquisa quantitativa exploratória descritiva, com procedimentos por abordagem de forma direta com pesquisa em laboratório e de campo para levantamento de dados e indireta utilizando a pesquisa bibliográfica em sites, artigos, livros disponibilizados online.

Para a definição dos objetivos de aprendizagem e saber a classificação de acordo com os níveis de dificuldade, utilizou-se a taxonomia de Bloom, visto que, é uma ferramenta que auxilia no planejamento, assim como, na comunicação, hierarquização de forma cumulativa e no controle dos objetivos de aprendizagem, facilitando a troca de ideias e de materiais entre o aluno e o educador, envolvendo três esferas: Cognitivo, Afetivo e Psicomotor (Figura 1).

**Figura 1:** Categorização atual da Taxonomia de Bloom.



**Fonte:** Anderson *et al.* (2001).

### 3.3. Etapas de trabalho

As etapas do trabalho foram desenvolvidas segundo a sequência na construção da aprendizagem: 1) Levantamento bibliográfico com abordagem nos temas sobre a Radiação (UV) seus benefícios e malefícios, doenças de pele e cânceres de pele, os índices de câncer de pele na população brasileira e local e formas de prevenção da doença. 2) Entrevista na Secretaria

de Saúde do município para coleta de dados referente a índices, prevenção, tratamento e encaminhamento para indivíduos com câncer de pele. 3) Aplicação de questionário online. 4) Elaboração, montagem e implementação do protótipo com o uso do software Arduino 'UNO' para o envio das instruções a um microprocessador, conectado ao sensor de radiação UVM-30A e uma placa Protoboard de 400 pinos.

### **3.4. Pesquisa Bibliográfica**

O levantamento bibliográfico se deu com a pesquisa em sites confiáveis, artigos científicos, trabalhos publicados disponíveis em formato eletrônico utilizando os computadores na unidade escolar com abordagem nas temáticas sobre a Radiação Ultravioleta (RU) seus benefícios e malefícios, sua relação com o desencadeamento das doenças de pele e cânceres de pele, os índices de câncer de pele na população brasileira e local e formas de prevenção da doença.

### **3.5. Coleta de dados**

Este processo aconteceu com o agendamento prévio no qual houve a coleta de dados dos índices de câncer de pele e as medidas realizadas pela equipe de saúde na prevenção e tratamento no município de Batayporã, a entrevista ocorreu na Secretaria de Saúde (SMS), onde os estudantes realizaram o levantamento das informações pertinentes a respeito da doença. Os dados foram registrados no diário de bordo e compartilhados no drive, os estudantes coletaram as informações por meio de caderno e caneta, assim como, com o uso de celular para gravação do encontro, ressaltando que houve a permissão das funcionárias entrevistadas.

### **3.6. Aplicação do questionário, tabulação, redação e análise dos dados coletados**

O questionário conteve questões de múltipla escolha sendo aplicado no formato eletrônico, elaborado no formulário (Forms) da plataforma do Google pelos alunos e disponibilizado o link de acesso utilizando como critério de escolha a população de adolescentes, jovens, adultos e idosos sendo divulgados em WhatsApp para familiares e conhecidos residentes no município de Batayporã- MS.

Para a tabulação dos dados utilizou-se a mesma plataforma do Google, pois esta possui um ambiente de fácil acesso e entendimento, fornecendo informações para a redação, interpretação e análise de dados.

As perguntas foram dispostas da seguinte forma:

1- Sexo

Masculino  Feminino  Não declarar

2- Idade

12 a 20 anos  21 anos a 30 anos  31 a 40 anos  41 anos a 50 anos  acima de 50 anos

3- Cor da pele

Branca  Parda  Amarela  Negra

4- Hábitos de exposição solar

Manhã  Tarde

5- Tem conhecimento sobre os riscos à exposição solar (radiação)?

Sim  Não  Talvez

6-Quais medidas preventivas utiliza à fotoexposição?

Protetor solar  Hidratação  Boné ou chapéu  Óculos de sol  Outros

7- Possui ou já teve alguma lesão com bolhas por queimadura solar?

Sim  Não  Talvez

8- Faz ou já fez bronzeamento natural?

Sim  Não

9- E bronzeamento artificial já realizou?

Sim  Não

10- Alguém da família ou você tem ou teve câncer de pele?

Sim  Não  Talvez

### 3.7. Elaboração do protótipo

Para a elaboração do protótipo no primeiro momento ocorreu a apresentação dos materiais que seriam utilizados na confecção e a função que cada um desempenha no equipamento a ser construído. Os materiais (Software e Hardware) a utilizados foram os seguintes:

- Sensor para a detecção da radiação ultravioleta UVM-30A;
- 4 fios com aproximadamente 1 metro: verde (conexão GMD), amarelo (analógico Ao), vermelho (UCC 5v) e preto (fio terra);
- 3 Leds (verde, amarelo e vermelho);
- 3 resistores de 220  $\Omega$ ;
- 1 cabo USB;

- 1 Protoboard 400 pontos;
- 1 Placa Arduino modelo “UNO”;
- 1 Placa Solar 9v 3.5w 0.38a;
- Arame de solda (estanho);
- Ferro de solda; Cano de PVC 50 ou 100 mm;
- Parafusos;
- Ferramentas (martelo, alicate, chave de fendas etc.,).

O sensor detecta os raios UV oferecendo sinais analógicos ao microcontrolador e tensão de alimentação entre 3 e 5V, este é conectado à placa de Arduino ‘UNO’. Uma das vantagens é que consome menos energia e custo menor em comparação aos outros sensores de radiação.

O software Arduino é responsável por enviar instruções para ensinar o que fazer, em uma linguagem de programação, um ambiente de código aberto para diferentes tipos de microcontroladores, sendo flexível, pode ser usado tanto para usuários novos, assim como, para níveis mais avançados e com a possibilidade de ser executado em programas como: Windows, Linux e Mac, a alimentação será por meio ecológico utilizando a conversão fotovoltaica através da Placa Solar 9v 3.5w 0.38a. (Figura 2).

**Figura 2:** Arduino conectado no protótipo.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

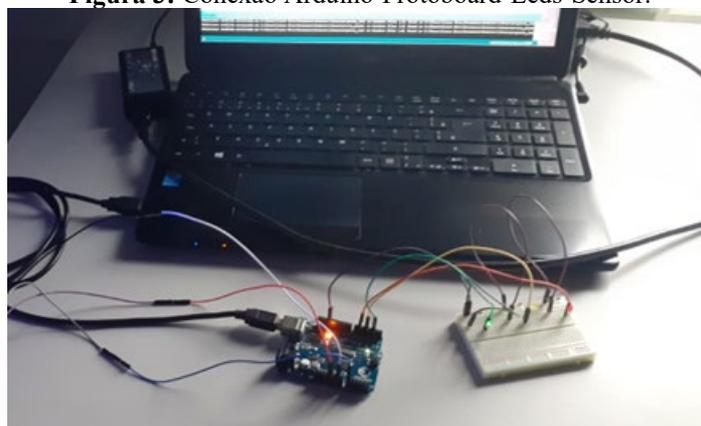
Os Leds foram conectados ao sensor UV por meio de fios ligados a placa de Arduino e este a Protoboard de 400 pinos com o uso de 3 resistores.

A placa Protoboard tem funcionalidade importante, nela é possível realizar montagem, desenvolvimento e testar diversos circuitos eletrônicos, tudo sem ter que soldar os componentes.

Os outros materiais como ferro de solda, arame de estanho e cabo de vassoura foram utilizados na confecção do equipamento da caixa do protótipo.

A linguagem de programação para Arduino utilizada foi desenvolvida pelos estudantes nos encontros diários, por meio de pesquisa em computadores, assessoria dos professores orientador e colaboradores com o uso de projetores para melhor entendimento, demonstração e prática com o uso das Placas de Arduino e Protoboard, Leds e sensor. (Figura 3).

**Figura 3:** Conexão Arduino-Protoboard-Leds-Sensor.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Os alunos aprenderam a manipular os materiais e construíram o equipamento com base no conhecimento adquirido, orientação e recursos tecnológicos disponíveis, promovendo uma aprendizagem significativa.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O levantamento bibliográfico mostrou que a radiação UVC é retida na atmosfera em especial pela camada de ozônio não atingindo a superfície terrestre, a UVB é filtrada na camada de ozônio sendo que apenas 5% chegam na superfície e a UVA chegam na faixa de 95%, esses dados demonstram a importância desta na proteção do planeta, visto que, filtra e impede que os raios solares atinjam a superfície terrestre segundo sua intensidade. Entretanto os seres humanos vêm degradando a camada de ozônio e contribuindo substancialmente para que haja o aumento da temperatura devido a maior facilidade de a radiação ultravioleta penetrar a estratosfera.

No contexto geográfico, a Radiação (UV) é de maior incidência nas latitudes próximas à linha do Equador, como no caso do centro-oeste brasileiro, no qual seus habitantes estão

expostos diariamente aos raios solares UV intensos. Portanto, Batayporã - MS apresenta uma dose solar diária de IUV alta, por estar localizada no foco de maior incidência solar.

Medidas de precaução e alerta se faz necessário visto que o câncer de pele vem crescendo cada vez mais, nota-se que várias campanhas em relação ao câncer do colo do útero e de mama são realizadas sendo que são de grande importância, porém, o de pele deve ser incluído também nos programas de prevenção.

No município de Batayporã -MS não há casos detectados pela Secretaria de Saúde local, pois, não houve expedição de encaminhamento para tratamento, porém, mesmo não tendo sido triado pela entidade, é sabido que alguns casos já ocorreram na cidade e os indivíduos procuraram assistência e tratamento em outras localidades, é fato que a cidade não possui essa especificidade. Ressalta-se que não há trabalhos voltados para prevenção de câncer de pele na atenção primária do município.

O questionário obteve cento e dois participantes sendo que 80% mulheres, a maioria tem o conhecimento sobre os riscos à exposição solar e utilizam como forma de proteção o protetor solar, condizendo com a pesquisa de campo em farmácias que foi acrescida durante o desenvolver do trabalho, sobre a aquisição de protetores solares pela população, isso demonstra que mesmo não tendo campanhas locais sobre a importância de se proteger a população conhece e faz o uso dessa proteção.

O protótipo alcançou o objetivo proposto, passou por testes com o uso de luz ultravioleta acendendo os leds de acordo com a aproximação, indo do verde ao vermelho, realizando a leitura e a indicação conforme o nível de radiação apresentado, assim como, ao ar livre captando a luz solar pelo sensor UV.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados e a viabilidade do produto elaborado, espera-se que o equipamento possa ser implementado em locais públicos contribuindo para a população nos cuidados que devem ter com relação à exposição solar, por meio de parcerias, visto que este se demonstra grande inovação.

Outro ponto que vale salientar é a importância de haver o desenvolvimento de campanhas de prevenção ao câncer de pele, ratificando sobre o uso dos protetores solares e o tempo de exposição aos raios solares, pois, a prevenção é o melhor caminho na contribuição da mitigação da doença.

Conclui-se que houve imensa contribuição no incentivo à pesquisa científica no âmbito escolar da rede pública de ensino, ressaltando que mesmo com tantas dificuldades e contextos diferentes, é possível os estudantes serem protagonistas, trabalharem colaborativamente, respeitando a diversidade e desenvolverem a alfabetização científica.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, M.; PLANA-FATTORI, A. Uma análise das variações do índice ultravioleta em relação às observações de conteúdo de ozônio e da espessura óptica dos aerossóis sobre a cidade de São Paulo. **Revista Brasileira De Meteorologia**, 21, 24–32. 2006. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001532872>. Acessado em: Dez. 2022.

FIOLETOV, V. **Ozone climatology, trends, and substances that control ozone**. *Atmosphere-Ocean*, Taylor & Francis, v. 46, 39-67. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3137/ao.460103>. Acessado em: Abr. 2023.

GROFF, A. A. **O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o Pirarucu (*Arapaima gigas*) como organismos bioindicadores do efeito genotóxico da radiação ultravioleta (UVA e UVB)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Biotecnologia de Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação de Biologia Celular e Molecular, p. 1-77, 2008. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15487/000678232.pdf?sequence=1>. Acessado: Abr. 2023.

KARAGAS, M. R. *et al.* Risk of subsequent Basal Cell Carcinoma and Squamous CeU Carcinoma of the Skin Among Patients with Prior Skin Cancer, Skin Cancer Prevention Study Group. **JAMA**. 1992 Jun 24; 267(24):3305-3310. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1597912/>. Acessado em: Mar. 2023.

LOPES, G. L.; SOUSA, F. C.; LIBERA, L. S. D. Efeitos Biológicos da Radiação Ultravioleta e seu papel na Carcinogênese de pele: Uma Revisão. **REFACER**, v. 6, n. 2, 2017. ISSN – 2317-1367. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/refacer/article/view/3327>. Acessado em: Mar. 2023.

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: Dagema Comunicação. 76 p., 2009. Disponível em: [http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf). Acessado em: Abr. 2023.

MENDONÇA, F. Aquecimento global de saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. **Terra livre**, ano 19, v. 1, n. 20, São Paulo, p. 205-221, jan./jul. 2003. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/184>. Acessado em: Jan. 2023.

PBMC, 2014a: **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araújo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp.

ROSENZWEIG *et al.* **ARC3.2 Summary for City Leaders. Urban Climate Change Research Network.** Columbia University. New York, 2015.

SALBY, M. L. **Fundamentals of Atmospheric Physics.** [S.L.]: Elsevier, 1996. Salby, M. L. Involvement of The Brewer–Dobson circulation in changes of stratospheric temperature and ozone. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 44, 143-164. Disponível em: <http://users.df.uba.ar/llamedo/compartido/Salby.pdf>. Acessado em: Dez. 2022.

SILVA, A. C. **Meio ambiente e saúde humana: variabilidade temporal da radiação ultravioleta e epidemiologia do câncer de pele na região Oeste do Estado de São Paulo - Presidente Prudente: Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2007. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/96765>. Acessado em: Jan. 2023.**