

Sistema de Medição do Índice Ultravioleta e de Consulta Online de Informações em Tempo Real com Datalogger

L. M. Gomes*, L. Ventura*

*Laboratório de Instrumentação Oftálmica (LIO), Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, EESC - USP, São Carlos-SP, Brasil

e-mail: leo.gomes@usp.br

Abstract – Neste artigo apresentamos um sistema de medição do índice ultravioleta (IUV) solar através de sensores, que é utilizado em uma pesquisa sobre degradação de óculos solares. O sistema é composto por dois sensores de IUV, circuitos eletrônicos para fazer a leitura e armazenamento das medidas assim como para disponibilizar as informações online. Um banco de dados e um website hospedado no servidor do departamento completam o sistema. O IUV é um número que representa a quantidade de radiação ultravioleta solar que atinge a superfície terrestre, e atualmente seu valor é calculado através de modelos matemáticos ou que utilizam imagens de captadas por satélites geoestacionários. São comparadas as medidas realizadas por dois modelos diferentes de sensores com os valores fornecidos pelo modelo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e discutidas as diferenças encontradas, assim como as vantagens e desvantagens da utilização do sistema desenvolvido e possíveis aprimoramentos futuros.

Palavras-chave: Índice Ultravioleta, Sensores de UV, Acesso Remoto, Datalogger, Óculos de Sol.

Introdução

Os óculos de sol, além de proporcionarem conforto visual, devem ter a função de proteger os olhos contra a radiação ultravioleta solar. O Laboratório de Instrumentação Oftálmica (LIO) da EESC – USP tem se dedicado nos últimos anos à pesquisa sobre certificação dos óculos de sol, incluindo as normas pertinentes, adequação dos parâmetros da norma [1, 2], equipamentos para os testes de certificação e testes para avaliação das características ópticas após condições de estresse [3]. Um dos principais objetivos da pesquisa é adequar os parâmetros e testes da norma atual [4], que é uma tradução da norma européia, para que os mesmos reflitam a realidade brasileira, visto que a intensidade da

radiação solar que atinge o país é superior à européia.

A radiação ultravioleta solar (RUV) está compreendida no espectro eletromagnético entre os comprimentos de onda de 280 nm a 400 nm. O índice ultravioleta (IUV) é um número inteiro que representa a medida da intensidade de radiação ultravioleta (UV), relevante para os efeitos sobre a pele humana e que incide sobre a superfície terrestre. De acordo com as recomendações da OMS [5], os valores do IUV são agrupados em categorias de intensidade, como mostrado na Tabela 1:

Tabela 1 - Categorias dos Índices Ultravioleta

Categoria	Índice UV
Baixo	1, 2
Moderado	3, 4, 5
Alto	6, 7
Muito Alto	8, 9, 10
Extremo	Maiores que 11

O IUV pode ser encontrado em sites com dados meteorológicos e sempre é apresentado para uma condição de céu limpo, i.e. sem nuvens, e seu valor é influenciado por diversos fatores, tais como: horário, posição do Sol no céu, localidade, altitude, espessura da camada de ozônio, presença de nuvens, poluentes atmosféricos, entre outros.

No Brasil, o órgão responsável por calcular e divulgar o valor do IUV para todo o país é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Um gráfico para o IUV atenuado em território nacional pode ser acessado através do portal do INPE [6] e uma busca para cada cidade em outra página [7], através de um link específico com o código da cidade. O valor informado pelo INPE é calculado através de um modelo físico chamado GL, que utiliza informação de imagens captadas por satélites geoestacionários, e é calibrado pelos valores transmitidos por uma rede de Plataformas de

Coleta de Dados (PCD), com sensores e espalhada por todo o Brasil [8].

Este trabalho tem como objetivo apresentar um sistema desenvolvido no LIO para medição e disponibilização online das medidas do IUV em tempo real, na cidade de São Carlos – SP. Além de informar a população à respeito do valor atual e as recomendações de proteção contra a radiação UV, o sistema cria uma base de dados da radiação a que os óculos de sol, expostos em nosso testes de exposição solar, estão submetidos.

Materiais e métodos

O sistema de medição do IUV é composto por dois sensores: o primeiro é o UV-Cosine, da empresa SGLUX [9], e o segundo é um SKU 440 da empresa Skye Instruments [10]. Os sensores foram instalados na cobertura de um prédio, como mostrado na Figura 1 em suportes próprios, de maneira que fiquem com sua parte superior paralela ao chão, e livres de sombra durante todo o dia. A saída de cada sensor é uma tensão analógica, que varia proporcionalmente à intensidade da radiação solar incidente no sensor e portanto, proporcional ao IUV.



Figura 1 – Sensores de IUV instalados nos seus respectivos suportes.

Ambos os sensores utilizados são fabricados com detectores fotodiodos do tipo SiC (Carboneto de Silício). Este tipo de detector possui resposta entre os comprimentos de onda de 200 nm e 400 nm, e não respondem à comprimentos de onda maiores, o que os tornam ideais para nossa pesquisa com radiação ultravioleta solar. Os fotodiodos são semicondutores que quando atingidos por Fótons, geram uma corrente elétrica proporcional

a quantidade de luz recebida. Os sensores utilizados possuem internamente um circuito amplificador de transimpedância, que transforma a corrente gerada pelo fotodiodo em uma tensão elétrica, que pode ser medida diretamente por um circuito conversor analógico-digital de um microcontrolador. Cada sensor está ligado através de um cabo e conector em uma caixa contendo os circuitos eletrônicos do datalogger (Figura 2). A arquitetura do sistema é representada no diagrama de blocos da Figura 3, e é composta de duas placas eletrônicas: um Arduino Nano, com um microcontrolador ATMEGA328P, e uma Raspberry Pi, que é um computador de placa única, e que trabalham em conjunto para fazer a leitura, armazenamento e transmissão das medidas do IUV captadas pelos sensores. O Arduino Nano é responsável por converter a tensão analógica dos sensores em valores digitais, que são utilizados para o cálculo dos valores do IUV através de fatores de conversão fornecidos pelos fabricantes dos sensores. Os valores de IUV são transmitidos para a Raspberry Pi através de comunicação Serial, com cabo USB (que também fornece tensão de alimentação ao Arduino).



Figura 2- Caixa (preta) com os circuitos eletrônicos conectada aos sensores e fontes de alimentação, além do roteador para que tenha acesso à internet.

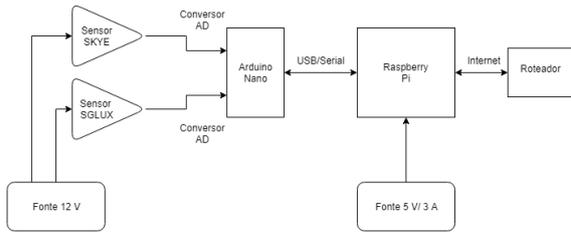


Figura 3 – Arquitetura dos circuitos eletrônicos do datalogger

A Raspberry Pi é responsável por salvar as medidas em arquivos, juntamente com o horário em que a medida foi recebida e a data, e também por enviar os dados para um servidor localizado no Departamento de Engenharia Elétrica e Computação da EESC – USP. Neste servidor, as medidas enviadas online pelo datalogger são salvas em um banco de dados através de MySQL e um website desenvolvido em PHP e HTML acessa este banco de dados, e disponibiliza a última medida do IUV registrada pelo datalogger. Além de informar o valor atual do IUV, o site informa também dados climáticos captados por outros sensores que fazem parte dos projetos do laboratório, além de recomendações de proteção contra a radiação UV. A arquitetura do parte WEB do sistema é mostrada na Figura 4. Os arquivos de texto com as medidas, salvos na memória da Raspberry Pi, podem ser acessados e baixados através do site, assim como as medidas do IUV fornecidas pelo INPE, que são acessadas e registradas para posterior comparação com os valores dos sensores.

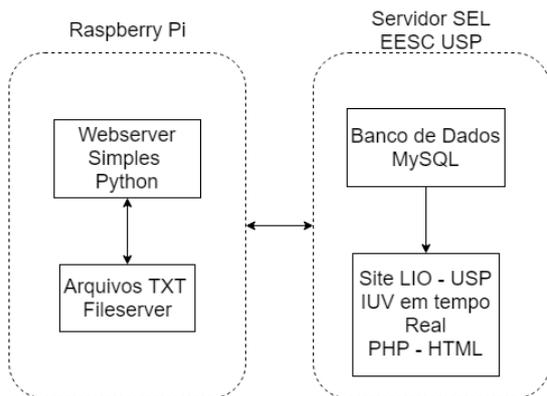


Figura 4 – Arquitetura WEB do sistema.

Resultados

Como representação dos resultados do projeto, são apresentados os gráficos das medidas do IUV pelos dois sensores instalados (Skye e SGLUX), e também os valores fornecidos pelo site do INPE, para comparação. No gráfico da

Figura 5, é apresentada a variação do IUV para um dia parcialmente nublado que ocorreu em 08/09/2017.

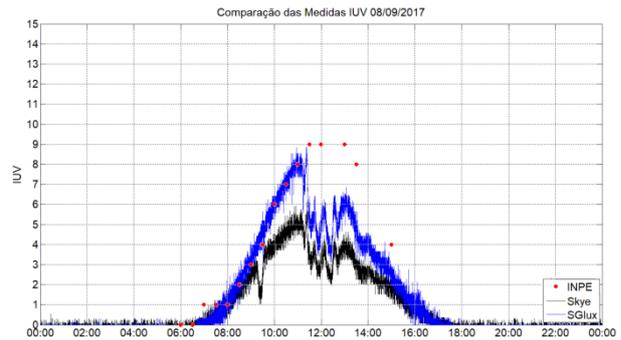


Figura 5 – Medidas do IUV para um dia parcialmente nublado: em azul para o sensor SGLUX, em preto para o SKYE e em vermelho valores fornecidos pelo site do INPE

Para representação das medidas do IUV em um dia ensolarado, foram escolhidos os dados coletados em 05/09/2017 e o gráfico para as duas medidas dos sensores e valores do INPE está na Figura 6.

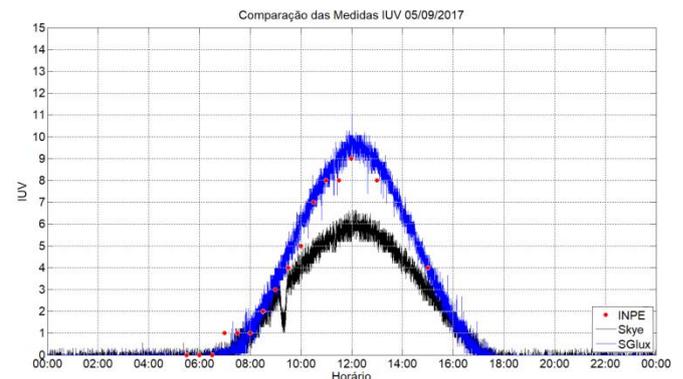


Figura 6– Medidas do IUV para um dia ensolarado: em azul para o sensor SGLUX, em preto para o SKYE e em vermelho valores fornecidos pelo site do INPE

O site que foi desenvolvido e que fornece a medida dos sensores de IUV, proteção recomendada, além de permitir acesso à um servidor com os arquivos das medidas diárias, é mostrado na Figura 7.



Discussão

Nos gráficos apresentados na seção anterior, pode-se notar uma diferença nas intensidades do IUV entre os sensores SKYE e SGLUX, com o SGLUX sempre apresentando maiores valores. Embora um dos sensores apresente valores de intensidades registradas maiores que o outro, ambos possuem uma variação parecida, como fica evidenciado na Figura 5. Entre 12:00 e 13:00, ocorre uma oscilação nos valores de intensidade, e isto é devido à presença de nuvens no local, pois as nuvens absorvem parte da radiação UV recebida pela Terra, e esta oscilação foi medida e registrada para os dois sensores. Para um dia ensolarado (Figura 6), percebe-se que os valores do IUV se assemelham à uma distribuição normal, com valores máximos ao meio-dia. De acordo com os gráficos apresentados e para os outros dias registrados, as medidas do IUV do sensor SGLUX estão em maior concordância com os fornecidos pelo site do INPE mas estes dados, como são fornecidos a partir de um modelo físico e não de sensores, tende a não considerar com exatidão a dinâmica dos efeitos de nuvens sobre a localidade, como mostrado na Figura 5. O sensor SKYE foi adquirido no ano de 2017, apresenta certificado de calibração e seu fabricante recomenda que este deva ser calibrado na fábrica a cada 2 anos de uso. Embora o sensor SGLUX tenha apresentado valores de intensidade do IUV superiores e mais próximos ao modelo do INPE, foi adquirido no ano de 2013 e portanto, acredita-se que precisa ser recalibrado. De acordo com as folhas de dados, o sensor SKYE apresenta erro

absoluto de calibração típico de 3% e máximo de 5%, enquanto que o sensor SGLUX garante um erro <3%. Nesta versão do sistema de medição e registro dos dados do índice UV, são registrados os dados raw, ou seja, sem nenhum tipo de processamento durante a amostragem, e as medidas são tomadas e registradas a cada 5 segundos. Os registros das medidas do IUV serão utilizados para calcular o total de radiação UV a que os óculos de sol serão expostos em nosso protótipo de exposição automática de óculos solares. As lentes dos óculos de sol são expostas continuamente, exceto em períodos de condições climáticas adversas ou noite, e têm sua medida de espectroscopia tomada a cada período de exposição (30 dias). Espera-se confrontar as condições climáticas (UV, temperatura, umidade relativa do ar), com o tempo total de exposição e a variação da resposta espectrofotométrica das lentes para que possamos verificar a influência desses fatores no comportamento da lente quando em uso por um longo período de tempo.

Conclusões

Neste artigo, foi apresentado um sistema de medição do IUV solar, composto por dois sensores e que é capaz de registrar as medidas e disponibilizá-las online para diversos usos, incluindo nossa pesquisa sobre degradação de óculos solares. O sistema apresenta como principal vantagem o fato de não depender de nenhum tipo de modelo teórico ou físico, e portanto é capaz de registrar as medidas com maior fidelidade às condições climáticas, por exemplo considerando a presença ou não de nuvens. A principal desvantagem é que pelo fato de o sistema utilizar sensores importados e caros, somente podem ser registrados os valores do IUV do local em que os sensores estão instalados, e fica inviável financeiramente a instalação do sistema em mais localidades. O sistema desenvolvido funciona continuamente e salva automaticamente as medidas em arquivos e em um banco de dados de um servidor confiável, e estes registros podem ser acessados e utilizados sem maiores dificuldades em outras pesquisas. Como trabalhos futuros, será modificado o design do site e implementadas outras ferramentas que auxiliem as pesquisas, como exemplo a geração de gráficos dinâmicos no próprio site para representação das medidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Processo número: 2014/16938-0).

Referências

- [1] Masili, M. , Schiabel, H. , Ventura, L.. Contribution to the radiation protection for sunglasses standards. Radiation Protection Dosimetry, p. 435-443, n. 2015.
- [2] Masili, M., Ventura, L. Equivalence between solar irradiance and solar simulators in aging tests of sunglasses. Biomedical Engineering Online (Online), p. 86-98, n. 2016.
- [3] Loureiro, A. D., Gomes, L., Ventura, L. Transmittance Variations Analysis in Sunglasses Lenses Post Sun Exposure. Journal of Physics. Conference Series (Print), v. 733, p. 012028-, n. 2016.
- [4] NBR ISO 12312-1: Óculos para proteção solar para uso geral, 2015.
- [5] WHO - World Health Organization. Global Solar UV Index: A Practical Guide, 2002.
- [6] DSA – Radiação Ultravioleta. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/>. Acessado: 14/09/2017.
- [7] Previsão de Tempo em XML – CPTEC/INPE. Disponível em: <http://servicos.cptec.inpe.br/XML/>. Acessado: 14/09/2017.
- [8] Modelo GL de estimativa por satélite. Fundamentos do Modelo – versão 1.2. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/documentos.jsp>. Acessado: 14/09/2017.
- [9] UV Sensor “UV-Cosine” Datasheet, SGLUX. Disponível em <http://sglux.de/en/datasheets-sensor-probes/uv-cosine/>. Acessado: 14/09/2017.
- [10] UV-A, UV-B and UV-I Sensors, Skye Instruments. Disponível em: http://www.skyeinstruments.info/index_htm_file/s/SKU%20400%20series%20UV%20Sensors%201.1.pdf. Acessado: 14/09/2017.