

RESULTADOS PRELIMINARES DO PROJETO INTEGRADO DE MEDIDAS DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NO SUL DA BAHIA

Marcelo de Paula Corrêa¹, Agnes M.F. Fausto², Emico Okuno³, Anderson William Mol², Breno G. da Motta¹, Alexandre Correia⁴, Andréa A. Morégula², João C. Santos², Marcos E.A. Andrade², Camila M.B. Santos², José F. S. Costa Júnior², Murilo F. Castro², Rodrigo N. Costa², Erik R. Magalhães²

RESUMO: Este trabalho apresenta a descrição geral e os resultados preliminares do Projeto Integrado de medidas de radiação Ultravioleta no Sul da Bahia (PIU). O Projeto, realizado em colaboração entre profissionais de diferentes áreas e universidades, propõem medidas de radiação solar ultravioleta (R-UV) nas cidades de Ilhéus e Itabuna, no sul do estado da Bahia, nos meses de inverno e verão de 2006 e 2007. Este é o primeiro experimento desta natureza realizado no Estado e fornecerá informações de localidades que, apesar da proximidade, apresentam características distintas quanto às condições atmosféricas e geográficas. Os primeiros resultados fornecem um panorama de medições realizadas, entre os dias 08 e 11 de fevereiro de 2006, diretamente na praia, no caso de Ilhéus, e em um centro urbano, no caso de Itabuna. Em tais medidas foram observadas condições de céu claro e limpo na maior parte do período. Os resultados, apresentados na forma de índice ultravioleta (IUV), mostraram níveis muito altos de R-UV no período (IUV = 13 ao meio-dia). A análise sobre o tipo de aerossol, na qual se utilizou dados de satélites, mostrou atenuação típica exercida por partículas de tipo marítimo tropical ou continental com profundidade óptica em torno de 0,18.

ABSTRACT: This work shows information and results of the Joint Project for UV Measurements in Southern Bahia State (PIU). This research project proposes solar UV measurements in Ilhéus (beach) and Itabuna (urban area) cities during summer and winter seasons, 2006-2007. Results of this work provide an overview of the first measurements performed in these cities during February 8th-11th, 2006 and realized under sunny and clear sky conditions in most part of the time. It was observed Ultraviolet Index (UVI) around 13 at noon. Analyzes on aerosol characteristics using satellite data showed typical attenuation of tropical maritime or continental particles with optical depth of around 0.18.

Palavras-chave: Radiação ultravioleta, saúde humana, aerossóis.

¹ Instituto de Recursos Naturais – Universidade Federal de Itajubá – Av. BPS, 1303 – CEP 37500-903 – Itajubá/MG – Tel.: (35) 3629.1449 – e-mail: mpcorrea@unifei.edu.br

² Núcleo de Física Médica e Ambiental – Depto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Estadual de Santa Cruz – Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16 – CEP 45650-000 – Ilhéus/BA.

³ Depto de Física Nuclear – Instituto de Física – Universidade de São Paulo – São Paulo/SP – Tel: (31) 3091.6994

⁴ Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – CPTEC/INPE – Rod. Pres. Dutra, km 40 – CEP 12630-000 – Cachoeira Paulista/SP – Tel (35) 3186.9399.

INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia é sempre referenciado por sua importância cultural e turística. Por esta razão, se destaca como um dos destinos preferidos de visitantes brasileiros e estrangeiros, consolidando-se como um dos principais pólos de entretenimento do Brasil (SCTBA, 2006). Dentre os destinos prediletos no território baiano, a cidade de Ilhéus (15,0°S; 39,0°O; ao nível do mar) ocupa a terceira posição, ficando atrás apenas de Salvador e Porto Seguro. Diferentemente de Ilhéus, a cerca de 30 km de distância, a cidade de Itabuna (14,8°S; 39,3°O; 54 m) se destaca como um importante pólo comercial e industrial da região, com seus pouco mais de 200.000 habitantes quase que totalmente vivendo na área urbana.

Devido à posição geográfica, é esperado que em ambas as cidades sejam registrados fortes fluxos de R-UV em, praticamente, qualquer época do ano. Como medidas desta natureza nunca foram efetuadas na região, é importante a avaliação dos níveis de radiação uma vez que o excesso de exposição ao sol pode resultar em diversos efeitos nocivos à saúde. Os problemas relacionados ao excesso de exposição ao sol envolvem de efeitos imediatos, como queimaduras, bronzeamento, aparecimento de manchas e sardas; a efeitos de longo prazo, como envelhecimento precoce, cataratas, carcinomas baso e espinocelulares e melanomas (Ürbach, 1969; Okuno, 2005). Além disso, a realização de um experimento científico permite corroborar a execução de políticas públicas e sociais para conscientização da população local e dos turistas que freqüentam a região. A importância dessas atividades de esclarecimento e educação é vista como esforço fundamental para contenção da epidemia de câncer de pele registrada no Brasil e no mundo (Emmons e Colditz, 19xx; WHO, 2002). Em especial, no Brasil, é registrada uma das taxas mais altas de aparecimento de novos casos de câncer de pele do mundo, surgindo cerca de 120.000 novos casos a cada ano (INCA, 2005).

Dentro desse contexto, o PIU é um programa multidisciplinar de pesquisa, que envolve físicos, meteorologistas, engenheiros ambientais, médicos e biomédicos com o objetivo de estudar os níveis de R-UV observados na região sul da Bahia, realizar levantamento de casos de câncer de

pele, avaliar a conscientização da população sobre o assunto e propor atividades para divulgação de informações sobre proteção à exposição excessiva ao sol.

MATERIAL E MÉTODOS

O PIU visa a medição da R-UV nas cidades de Ilhéus e Itabuna, de modo a avaliar os níveis de radiação nas estações do ano cujos extremos são observados. Para tanto, o projeto prevê medidas nos meses de verão (janeiro/fevereiro) e inverno (julho) em dois anos consecutivos, 2006 e 2007. Na cidade de Ilhéus as medidas são realizadas diretamente sobre a areia da praia de modo a caracterizar o ambiente ao qual o turista se submete. Por outro lado, na cidade de Itabuna as medições foram realizadas sobre o asfalto, o qual é o ambiente predominante nesta localidade. As medidas foram realizadas com um biômetro UVB 501A da Solar Light (<http://www.solarlight.com>) programado para efetuar registros dos fluxos globais máximos e médios de R-UV a cada 10 minutos. A análise dos dados coletados permitiu estabelecer níveis máximos, além de suas variabilidades, de modo a compará-los com as recomendações de exposição ao sol sugeridas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2002).

As simulações numéricas envolvidas nas análises são efetuadas com o modelo de transferência radiativa UVGAME – *Ultraviolet Global Atmospheric Model* – (Corrêa, 2004), alimentado com dados de ozônio fornecidos pelo sensor OMI – *Ozone Monitoring Instrument*, a bordo do satélite Aura / NASA (<http://omi.gsfc.nasa.gov>). Informações sobre aerossóis atmosféricos são obtidas dos registros do sensor MODIS – *Moderate Infrared Spectrometer* – em passagens dos satélites Terra e Aqua / NASA (<http://eos.nasa.gov>). A base de dados presente no modelo UVGAME foi utilizada para descrever o perfil teórico da atmosfera tropical, dados astronômicos e informações complementares sobre características físico-químicas dos aerossóis.

Os valores medidos em condições de céu claro foram comparados com as simulações numéricas. Tais comparações têm como objetivo avaliar as características aproximadas das populações de particulados presentes na região. Para tanto, os valores de IUV foram recalculados para situações de céu claro e sob presença de diferentes tipos teóricos de aerossóis presentes no modelo UVGAME (Corrêa, 2003), tais como: continental do tipo limpo (CCL), continental

medianamente poluído (CAV), marítimo tropical (MTR) e marítimo poluído (MPO). Os resultados foram, então, comparados com valores de espessuras ópticas (AOD) fornecidas por satélites, de modo a ajustar tais valores de AOD aos utilizados na simulação.

RESULTADOS

Valores coletados

Nas figuras 1 a 4 são apresentados os dados de IUV coletados em Ilhéus, nos dias 8, 9 e 10, e Itabuna, no dia 11 de fevereiro de 2006. Em ambas as localidades, os resultados mostram valores de IUV entre muito altos e extremos durante a maior parte do dia. Nas medições em Ilhéus, onde foram observados dias de céu claro (sem nuvens), o IUV permaneceu com valores superiores a oito entre 10h e 14h, indicando a importância de se evitar exposição direta aos raios solares. Mesmo em Itabuna, onde foram observadas situações de nebulosidade, os valores máximos de IUV permaneceram nos mesmos patamares daqueles medidos em Ilhéus.

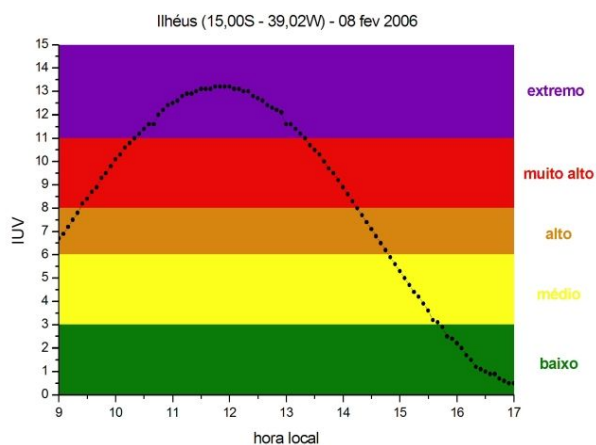


Figura 1 – IUV em Ilhéus (08/02/2006)

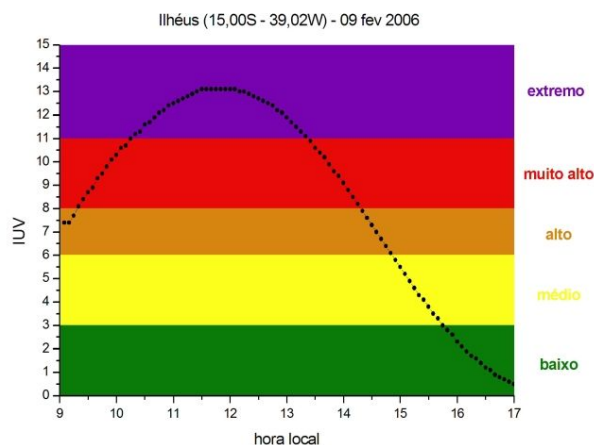


Figura 2 – IUV em Ilhéus (09/02/2006)

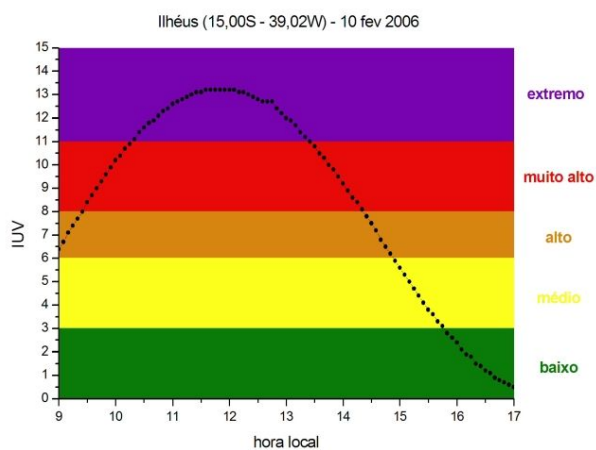


Figura 3 – IUV em Ilhéus (10/02/2006)

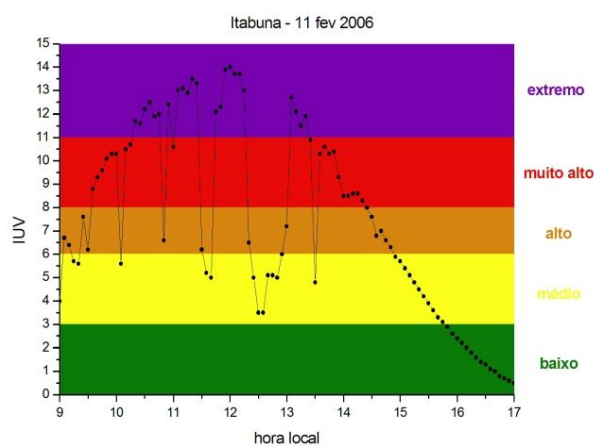


Figura 4 – IUV em Itabuna (11/02/2006)

As cores observadas nas figuras 1 a 4 seguem as seguintes normas da OMS:

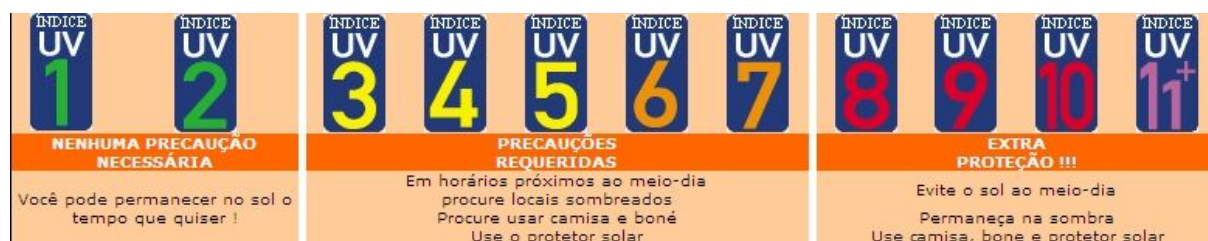


Figura 5 – Recomendações da OMS em relação à exposição ao sol (adaptado de WHO, 2002)

Estes resultados apontam para a necessidade imediata da conscientização, por parte da população, dos efeitos nocivos ao excesso de exposição ao sol, principalmente durante o verão. Comumente, os horários de máximas intensidades são aqueles nos quais as praias encontram-se lotadas, justificando, de maneira indiscutível, a necessidade do uso de protetores solares, bonés, chapéus, roupas e procura por locais sombreados.

Avaliação das características dos aerossóis na região

As figuras 6 e 7 mostram, com base nas informações sobre a espessura óptica dos aerossóis (AOD) obtidas na passagem do sensor MODIS a bordo dos satélites Terra e Aqua, uma análise preliminar sobre o aerossol típico da região para o dia 08/02/2006 (houve observação direta de céu claro, sem nuvens). Enquanto a figura 6 apresenta os valores de IUV, a figura 7 mostra a diferença relativa entre os resultados de IUV calculados e os valores medidos pelo sensor.

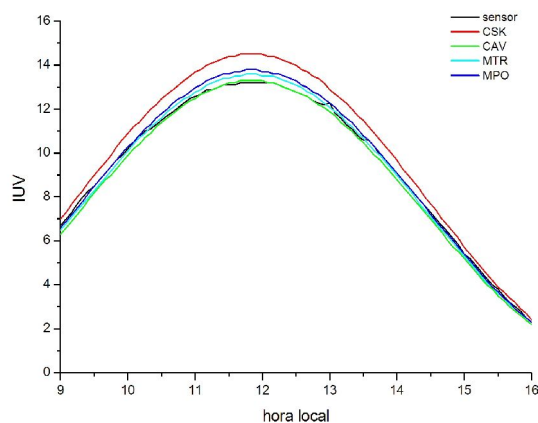


Figura 6 – IUV (08/02/2006) em Ilhéus
Valores medidos (sensor) e calculados para céu claro (CSK) e sob condições de aerossóis (CAV – continental; MTR – marítimo tropical; MPO – marítimo poluído)

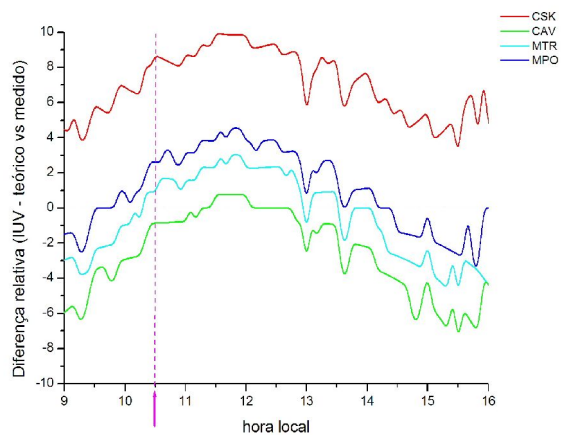


Figura 7 – Diferença relativa (%) entre os valores de IUV calculados e medidos para as mesmas condições da fig. 6. A linha vertical (em cor de rosa) mostra o horário da passagem do satélite Terra.

Na data estudada, foi observada $AOD = 0,18$ às 10h30 (hora local) na localidade de Ilhéus. Este valor se refere à passagem do satélite *Terra* e considerada constante para os cálculos ao longo do dia. Não foram fornecidas informações referentes ao satélite *Aqua*, cuja passagem se dá no período vespertino.

De acordo com os resultados, observa-se que os aerossóis do tipo continental (CAV) e do tipo marítimo tropical (MTR) são os que melhor se ajustam aos valores medidos, sendo que, em geral, o primeiro subestima o IUV (diferenças positivas), enquanto o segundo gera superestimativas (diferenças negativas). No caso do aerossol MTR, a diferença entre valor medido e calculado é próxima de zero no momento da passagem do satélite, enquanto que para aerossóis CAV as diferenças são menores nos horários de máxima intensidade de radiação solar. Estes resultados são ainda preliminares, mas apontam para tipos de particulados característicos de uma região como a estudada. Efeitos meteorológicos, como os de brisa marítima, por exemplo, podem justificar a presença de ambos os tipos de partículas no local.

Outros aspectos observados nas figuras 6 e 7 também merecem destaque. O primeiro se refere à atenuação causada pelos aerossóis atmosféricos que, mesmo num dia de céu limpo (sem nuvens), podem diminuir em até 10% os fluxos de R-UV nos horários de máxima intensidade. Esta atenuação representa uma diminuição de aproximadamente 1,5 unidades do IUV. Um segundo aspecto ressalta a boa concordância entre os valores medidos e as simulações utilizando aerossóis

continentais. Nesse caso, as diferenças foram inferiores a 1,0 % ($< 0,15$ IUV) e estão dentro das próprias margens de erros do sensor e do código computacional utilizado. E, por fim, pode-se observar que as discrepâncias entre valores medidos e calculados se intensificam no início e final do dia e podem ser relacionadas ao maior caminho óptico atravessado pela radiação solar. Nessa situação, tanto os erros sistemáticos do modelo numérico, quanto dos instrumentos, aumentam devido à intensificação da atenuação de radiação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medições realizadas durante o verão de 2006 mostraram que o IUV obtido no Sul da Bahia atinge valores sugeridos como muito altos ou extremos, pela OMS, durante, praticamente, o dia todo. Tais resultados justificam a necessidade de programas de conscientização da população local e dos turistas que freqüentam a região durante as férias de verão. As medições a serem realizadas nas etapas subseqüentes permitirão avaliar eventuais variabilidades no período e os efeitos da sazonalidade sobre os níveis de R-UV. O PIU também engloba atividades de conscientização da população e da divulgação dos níveis observados. Tal projeto está inserido em outras atividades de medidas realizadas em outras regiões do país, as quais têm objetivos de mapear e caracterizar os níveis de R-UV e o comportamento da população brasileira em relação ao tema.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pelo apoio e disponibilidade de infra-estrutura. Aos técnicos e estudantes que colaboraram nas medições.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORRÊA, M.P. **Índice ultravioleta: avaliações e aplicações**. Tese de doutorado, Depto de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 247p., 2003.
- CORRÊA, M.P. Algoritmos para cálculos de transferência radiativa na região UV do espectro eletromagnético. In: Anais do *XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Fortaleza, 2004.
- EMMONS, K. E G.A. COLDITZ. Preventing excess sun exposure: It is time for a national policy. *J. Natl. Cancer I.*, 96(15), 1269-1270, 1999.

- INCA – Instituto Nacional de Câncer. **Estimativa 2006: Incidência de câncer no Brasil.** Ministério da Saúde, Brasil. Coordenação de Prevenção e Vigilância (Conprev/RJ), 94p., 2005.
- OKUNO, E.; VILELLA, M.A.C. **Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos.** Editora Livraria da Física, São Paulo, 79p., 2005.
- SCTBA. Secretaria da Cultura e Turismo do Estado da Bahia (<http://www.sct.ba.gov.br>, disponível em 11.07.2006).
- URBACH, F. **The biologic effects of ultraviolet radiation.** Pergamon Press, Oxford, 704 p., 1969.
- WHO (World Health Organization). **Global solar UV index: A practical guide.** WHO/SDE/OEH/02.2, Genebra, Suíça, 28p., 2002.