

VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA EM NATAL-RN ENTRE 2001 E 2007

Francisco Raimundo da Silva – fraimundo@crn.inpe.br

Lab. de Variáveis Ambientais Tropicais – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro Regional do Nordeste
Rua Carlos Serrano, 2073, Natal RN – CEP: 59076-740

Hugo Sérgio Medeiros de Oliveira – hsmdorn@hotmail.com

George Santos Marinho – gmarinho@ct.ufrn.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário – Natal RN – CEP: 59072-970

1.1 – Radiação solar

Resumo. Foram realizadas medições do índice de radiação solar ultravioleta (RUV) em Natal – RN – Brasil, entre 2001 e 2007, utilizando-se o radiômetro de superfície GUV do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT (antigo Laboratório de Ozônio), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro Regional do Nordeste – INPE-CRN. A partir dos dados obtidos, foram traçadas as curvas de valores médios horários de todos os dias entre 2001 e 2007 e de valores médios mensais no mesmo período. Além da esperada diferença de valores entre as estações chuvosa e seca, constatou-se: um aumento de cerca de 1 ponto entre os índices do horário de pico entre 2001 e 2007; o pico do índice ocorreu antes das 12h00 em todos os anos do período 2001-2007; ao contrário do que é veiculado nos meios de comunicação, antes das 10h00, em todos os anos considerados no presente estudo, os índices de RUV em Natal já se encontram acima do recomendado pela Organização Mundial de Saúde.

Palavras-chave: radiação solar, ultravioleta, índice, GUV.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da vida na Terra está intimamente relacionada à sua atmosfera. Em 1952, Stanley Miller realizou um experimento onde fez circular em um balão de vidro uma mistura de vapor d'água, hidrogênio, amônia e metano, que se acredita compunham a atmosfera primitiva da terra há cerca de 5 bilhões de anos. Para estimular a combinação entre essas substâncias, submeteu a mistura a descargas elétricas. Ao analisar os produtos daquela combinação, constatou a formação de aminoácidos, i.e., elementos indispensáveis ao desenvolvimento de enzimas e outras proteínas essenciais à vida. Depois de Miller, outros pesquisadores realizaram experimentos, onde a descarga elétrica foi substituída por radiação ultravioleta, e também obtiveram a síntese de compostos complexos (Pfeiffer et al., 1967; ESCP, 1981).

Estima-se que uma redução de 4 a 5% no ozônio atmosférico implicaria em um aumento em torno de 20% na radiação ultravioleta solar que chega à superfície da Terra. Considerando-se que uma redução de apenas 1% no ozônio poderia causar um aumento de 1,2% na RUV biologicamente ativa, as conseqüências dessa possibilidade para a vida no planeta seriam dramáticas (Echer, 1999).

Existe vasta literatura sobre danos a processos químicos e biológicos associados aos índices de RUV, como queimaduras e envelhecimento precoce da pele humana, aumento de infecções por fungos, inflamações, edemas, vesículas, diminuição da resistência imunológica, fotodermatoses, fotoalergias (eczematoses, urticárias, prurido, reações a medicamentos), cânceres de pele, catarata, afecções oculares, danos à ecossistemas terrestres e aquáticos, atenuação do crescimento de lavouras e frutos, cânceres e mutações genéticas em peixes e anfíbios, desgaste e deterioração de tintas e de materiais poliméricos, diminuição da produção de fitoplâncton, entre outros (Tevini e Teramura, 1989; Diffey, 1991; Takayanagi et al., 1994; Ribeiro et al., 2000; Rollano, 2002; Correia, 2003; Medeiros, 2003; Kudish et al., 2005).

Por outro lado, quando raios UV (especialmente UVB) incidem sobre a derme humana, moléculas são transformadas em vitamina D3, que entra na corrente sanguínea e é transportada para diversos órgãos. Desde a década de 1990, associa-se a vitamina a processos deflagrados por 200 genes, com as seguintes ações: liberação de hormônios, absorção de nutrientes, manutenção do ritmo dos batimentos cardíacos, funcionamento das glândulas paratireóides, rins e intestino, regulação do metabolismo osteoblástico e secreção de hormônio paratireoide, fortalecimento do sistema imunológico, regulação da pressão arterial, ação antidepressiva, prevenção do diabetes tipo 2, prevenção de cânceres de mama, próstata, pulmão e intestino, prevenção de raquitismo e de outros males (Correia, 2003; Lopes, 2008).

Estima-se que 1 bilhão de pessoas no mundo sofram de hipovitaminose D. Em um estudo coordenado pelo médico Johan Moan, da Universidade de Oslo, relacionou-se a incidência de tumores malignos aos níveis de vitamina D no sangue de habitantes de países dos hemisférios Norte e Sul. Constatou-se que, entre ingleses e noruegueses, cujas quantidades de vitamina D correspondem a 1/5 das registradas entre os australianos, a incidência de tumores malignos de próstata, mama, pulmão e intestino era 100% maior. Concluiu-se que, se os noruegueses se expusessem ao sol duas vezes mais do que estão habituados, cerca de 3.000 mortes poderiam ser evitadas a cada ano (Lopes, 2008).

Entre dois a três milhões de novos casos de câncer de pele não-melanoma e mais de 130 mil novos casos de melanomas malignos são diagnosticados em todo mundo anualmente (WHO, 2002). No Brasil, o câncer de pele representa cerca de 20% de todos os casos de câncer diagnosticados. Segundo o Instituto Nacional do Câncer – INCA, em 2002 foram diagnosticados cerca de 65.000 novos casos de câncer de pele não-melanoma, 3.500 casos de melanoma maligno e 2000 óbitos decorrentes deste último tipo. Estudos realizados em outros países indicam que 1 em cada 5 americanos e 1 entre cada 2 australianos desenvolverá algum tipo de câncer no decorrer de sua vida (WHO, 2002). Com base nos resultados dos estudos, autoridades de diversos países resolveram implantar programas de prevenção e esclarecimento da população quanto aos efeitos da radiação solar. Além dos benefícios à população, esses programas diminuem significativamente os custos com saúde pública, beneficiando outros setores da economia. A título de exemplo, programas realizados na Austrália custam aproximadamente US\$ 0,08 por habitante/ano, enquanto os custos diretos do tratamento do câncer da pele são estimados em US\$ 5,70 por habitante/ano (AIHW, 2002).

Diversos fatores climáticos, geográficos e sazonais podem incrementar ainda mais o número de casos de câncer de pele e de outras doenças relacionadas à exposição ao sol. Dentre os fatores geográficos, podem ser citados os centros urbanos e turísticos localizados em regiões próximas à linha do equador. Percebe-se, pois, a importância do estudo da RUV, especialmente em países tropicais, onde naturalmente a camada de ozônio já é mais delgada e a radiação solar mais intensa, o que faz com que países como o Brasil detenham os maiores Índices de RUV do planeta e Natal-RN tenha os maiores índices do Brasil (Kirchhoff, 1995).

A RUV corresponde à cerca de 7% do total de radiação emitida pelo sol (Robinson, 1966). Ela pode ser subdividida em faixas, de acordo com o comprimento de onda do espectro eletromagnético. Entre cerca de 320 nm a 400 nm tem-se o UV-A, radiação com energia suficiente para atravessar a maioria dos vidros e que praticamente não produz eritema (vermelhidão mórbida da pele humana). Classificado entre 280 nm a 320 nm, o UV-B é responsável pelo bronzeamento da pele humana, podendo causar eritema. Contudo, é nessa faixa que a radiação desencadeia o processo de síntese da vitamina D3 pela pele humana, com efeitos terapêuticos. O UV-C, classificado entre 100 nm e 280 nm, apesar do baixo poder de penetração, tem como principal característica o intenso efeito germicida, matando bactérias, fungos e outros microorganismos no ar ou em superfícies expostas. Em comprimentos de onda inferiores a 200 nm, essa radiação é absorvida pelo ar e participa da formação da camada de ozônio.

Segundo Lopes (2008), a camada de ozônio consegue bloquear 5% da radiação UVA e 95% dos raios UVB. As nuvens bloqueiam cerca de 20% da radiação UVB e são praticamente transparentes à radiação UVA. As areias das praias aumentam a intensidade dos raios UV, refletindo de 30% a 40% da radiação. Nas montanhas, a intensidade dos raios solares aumenta de 6 a 8% a cada 1000 m de altitude (Correia, 2003).

A variabilidade da radiação solar na superfície terrestre tem causas geográficas (altitude, latitude), astronômicas (declinação solar, distância Terra-Sol), geométricas (altitude solar, azimute), físicas (espalhamento molecular, absorção molecular, espalhamento por aerossóis), químicas (concentração de ozônio, coluna atmosférica de aerossóis) e meteorológicas (nebulosidade, albedo da superfície) (Lenoble, 1993; Zamorano, 1997; Vanicek et al., 2000). As variações temporais podem ser de períodos longos ou curtos. O ciclo de 11 anos, quando a irradiância solar se altera em cerca de 0,1%, é um exemplo de variação de período longo. Considerando-se apenas a faixa do UV-B, essa variação é cerca de 1% no mesmo período, ou seja, aproximadamente 0,1% ao ano (Silva, 2002). A variação associada ao período de rotação solar, de 27 dias, é um exemplo de variação de período curto. As explosões solares podem aumentar a irradiância solar em curtíssimo período, tipicamente de alguns minutos (Echer, 1999). As variações principais na RUV ocorrem em comprimentos de onda menores que 290 nm, enquanto as de comprimentos de onda maiores apresentam variações temporais inferiores a 1%, de maneira que a radiação UV acima de 290 nm pode ser considerada constante em curtos períodos de tempo, como por exemplo, ao longo de um dia (Echer, 1999).

A massa de ar que envolve a Terra tem comportamento distinto para os diferentes comprimentos de onda da radiação eletromagnética que por ela passa, sendo praticamente transparente à radiação solar que penetra e, ao mesmo tempo opaca à radiação solar re-emitada pelo planeta. Variações nos comprimentos correspondentes à faixa do ultravioleta e frequências maiores têm efeitos diretos nas camadas mais externas da atmosfera terrestre (Kirchhoff, 1991). Subtraídos os efeitos das erupções vulcânicas, constatou-se que a radiação solar vem diminuindo progressivamente desde 1945, fato que pode ser atribuído à própria física do Sol, como já ocorreu em diversas ocasiões ao longo de sua história. De acordo com Lamb (1975), acredita-se que as oscilações na intensidade da radiação solar que chega ao solo terrestre obedecem a um ciclo de 200 ou 400 anos. Na Terra, o fenômeno pode estar associado às alterações no clima e nos regimes dos ventos. Mas as causas do ritmo da variação do clima na Terra, contudo, ainda são temas de discussões. Além das mudanças no comportamento do Sol, especula-se que também estariam associadas à passagens do sistema solar através de poeira cósmica, alterações da órbita da Terra ao redor do Sol ou modificação da inclinação do eixo do planeta. Sabe-se, por exemplo, que a o ângulo de inclinação da Terra está diminuindo, causando uma redução da diferença entre os climas no verão e no inverno (Ribeiro et al., 2000).

Natal-RN (05°45'54" S – 35°12'05" W) é uma cidade litorânea do nordeste brasileiro que apresenta elevados índices de radiação solar durante todo o ano, com valores superiores até mesmo aos registrados em regiões montanhosas da Bolívia. Esse fato tem como conseqüências alguns problemas de saúde pública, tais como: cânceres de pele, queimaduras (eritema) e distúrbios oftalmológicos (catarratas e conjuntivites). No Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro Regional do Nordeste – INPE/CRN, situado em Natal, além de outras variáveis climatológicas, monitora-se diariamente a RUV do sol. Neste trabalho pretende-se analisar a variação do índice de RUV solar em Natal no período de janeiro de 2001 até dezembro de 2007, com base nos dados do radiômetro do LAVAT.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

Este estudo foi realizado na região de Natal, Rio Grande do Norte, No LAVAT (Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro Regional do Nordeste (INPE/CRN). A cidade está localizada na latitude 5° 45' 54" Sul e longitude 35° 12' 05" Oeste, com população estimada em aproximadamente 800.000 habitantes, segundo o censo de 2007. O clima é quente-úmido, com temperatura média em torno de 26°C, ventos moderados predominante de Sudeste. Pelo fato de ser uma cidade próxima à linha do equador, apresenta aproximadamente 2.184,80 horas anuais de insolação e nebulosidade média de 6.2, numa escala de 1 a 10 (Mascaró, 1991 apud Araújo, 1996). A intensidade da radiação solar é alta, pois a trajetória do Sol varia de 65° a 90°, grande parte difusa e com grande luminosidade.

Foram analisados dados coletados sobre a radiação ultravioleta no comprimento de onda de dose pelo LAVAT-INPE/RN no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007. A irradiância eritêmica é definida matematicamente por:

$$S_{\lambda} = I_{\lambda} \cdot \epsilon_{\lambda} \quad (\text{W/m}^2) \quad (1)$$

Integrando-se a irradiância S_{λ} na região do ultravioleta, tem-se, em W/m^2 :

$$S = \int_{280\text{nm}}^{400\text{nm}} I_{\lambda} \epsilon_{\lambda} d\lambda \quad (2)$$

A integral sobre todos os comprimentos de onda e sobre um período de tempo (hora, dia ou ano), fornece a DOSE, medida em J/m^2 , que corresponde à quantidade de energia a qual um ser humano é exposto num processo de irradiação:

$$Dose = \int_0^t \int_{280\text{nm}}^{400\text{nm}} I_{\lambda} \epsilon_{\lambda} d\lambda dt \quad (3)$$

O índice ultravioleta (IUV) é uma padronização da irradiância eritêmica, obtida por meio de uma escala numérica (ver Tab.1), onde 1 IUV = 25 mW/m^2 , estabelecida com base nas avaliações iniciais realizadas no Canadá, primeiro país a adotar a escala (WHO, 2002).

Tab. 1 – Relação entre índice de radiação ultravioleta e categoria de risco ao ser humano.

Intervalo IUV	Categoria	Cor
Baixo	0 a 2	Verde
Moderado	3 a 5	Amarelo
Alto	6 a 7	Laranja
Muito alto	8 a 10	Vermelho
Extremo	≥ 11	Violeta

Fonte: WHO (2008).

Utilizou-se um radiômetro de superfície (GUV – Ground-based Ultraviolet Radiometer), modelo GUV-511 C, projetado especificamente para medir a radiação solar corrigida pelo cosseno do ângulo solar zenital, dotado de um filtro de interferência. O sensor atuante na região do espectro correspondente ao UVB está localizado em um alojamento isolado e possui um controlador de temperatura, que mantém a temperatura de operação em $50^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. O sinal de saída do sensor é diretamente proporcional à integral do produto da resposta do filtro pela irradiância espectral incidente. A irradiância medida pelo radiômetro GUV nos 4 canais de medições na região espectral de UV é dada em unidades de $\mu\text{Wcm}^{-2}\text{nm}^{-1}$. Os dados foram coletados em intervalos de cinco em cinco minutos, das 05 h da manhã até as 18 h (horário local). Na Fig.1 pode ser observado o equipamento utilizado para coleta dos dados analisados neste trabalho, instalado no teto do LAVAT – INPE – CRN.



Fig. 1 – Sensor do GUV instalado no teto do LAVAT-INPE-RN

A calibração do radiômetro é feita por intercomparação, onde utiliza-se um radiômetro padrão que, por sua vez, foi calibrado na fábrica por meio de um espectroradiômetro (modelo SUV-100) de alta confiabilidade, tornando-se um padrão secundário. Esse padrão secundário é enviado à estação de campo, onde é instalado juntamente com os outros radiômetros GUV, todos a uma pequena distância, e iniciam-se os procedimentos de intercomparação (ver Fig. 2).



Fig.2 – Radiômetros em processo de intercomparação com padrão.

Os procedimentos de intercomparação do radiômetro do LAVAT foram realizados no teto do Laboratório de Ozônio do INPE de São José dos Campos – SP. Após várias horas ou dias com condições meteorológicas favoráveis, os sinais dos equipamentos são comparados. Em seguida, por meio de regressão linear, são calculadas as constantes de calibração. O último procedimento dessa natureza adotado para o GUV do LAVAT/RN ocorreu em 23/05/2001. Depois disso, ele vem sendo intercomparado com o espectrofotômetro Brewer, que rotineiramente vem sendo calibrado a cada três anos com o padrão da International Ozone Service.

Os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância utilizando-se o programa ANOVA, onde foi adotado $p < 0,05$, uma vez que foram comparadas às médias dos meses e dos anos com relação à radiação ultravioleta de dose. A análise de variância é um método estatístico utilizado para testar hipóteses de que três ou mais populações tenham a mesma média (Magalhães, 2005).

3. RESULTADOS E ANÁLISES

Na Fig.3 apresentam-se os resultados das médias horárias mensais para o período 2001 – 2007. Observa-se que em todos os meses os picos de IUV ocorreram antes das 12h00 (hora local).

Nos meses de janeiro, fevereiro, março e junho os picos ocorreram após 11h40, enquanto nos demais os picos ocorreram entre 10h55 e 11h30 (hora local).

Nos meses de outubro a fevereiro ocorreram as maiores médias, com IUV acima de 10, correspondendo à categoria de risco MUITO ALTO, de acordo com os dados da Tab.1.

Os meses de junho e julho apresentaram os menores valores do IUV – em torno de 7,3 – fato que pode ser atribuído à estação das chuvas, onde índice de umidade é mais alto que nos outros meses do ano.

Ainda de acordo com a Tab.1, constata-se que o nível de risco ALTO é atingido pouco antes das 09h20 (hora local) nos meses de outubro e novembro.

Exceto nos meses de maio, junho, julho e agosto, em todos os demais meses o IUV já está acima de 7 (risco ALTO) antes das 10h00 (hora local).

Exceto nos meses de fevereiro e março, em todos os outros meses o IUV atingiu valores inferiores a 7 após as 13h50 (hora local).

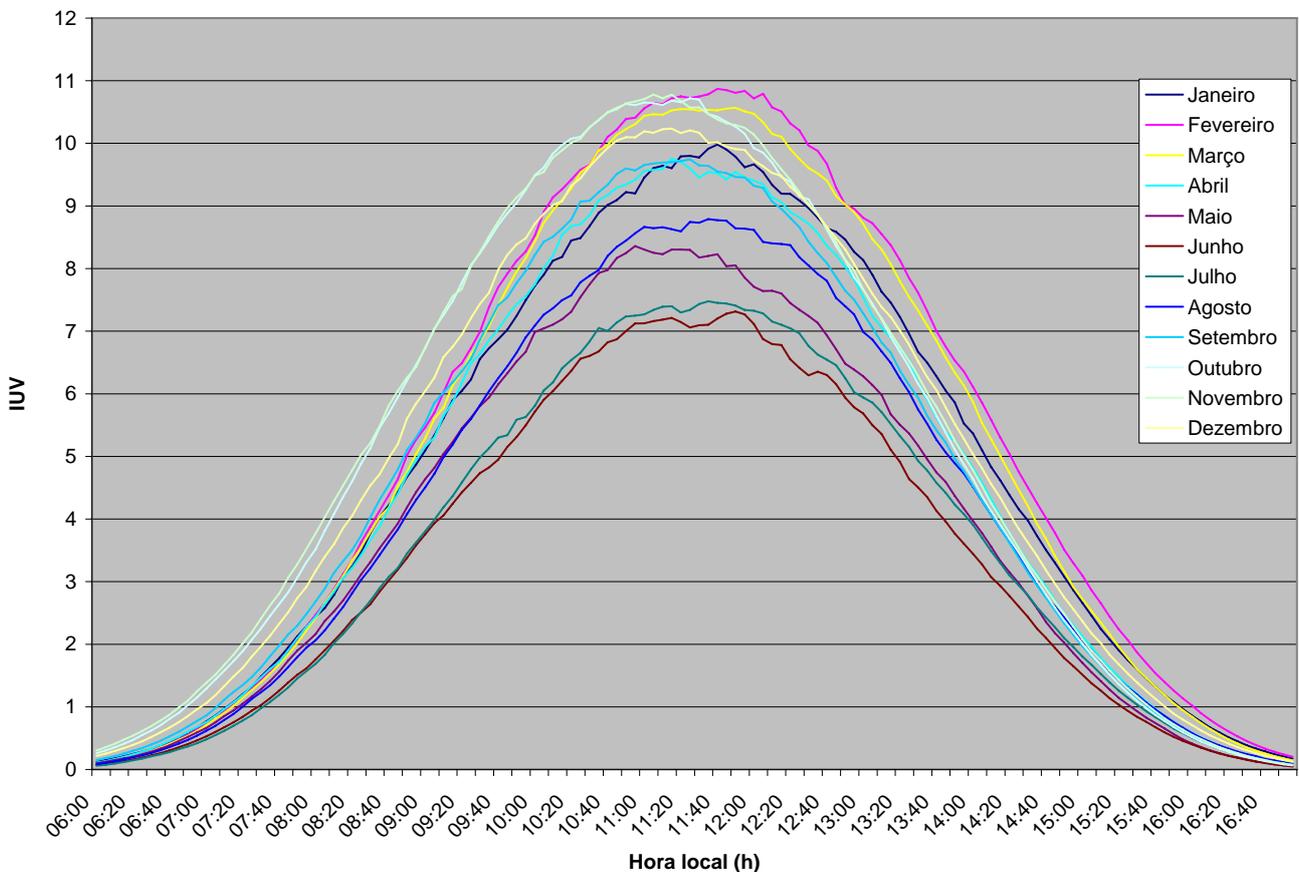


Fig. 3 – Médias horárias mensais do IUV para período 2001 – 2007 em Natal – RN.

Na Fig. 4 apresentam-se as médias dos IUV anuais. Como na análise anterior, pode ser constatado que o índice 7 (risco ALTO) foi atingido antes das 09h30 (hora local) em todos os anos. Após as 13h30 (hora local), o IUV atingiu valores inferiores a 7 em todos os anos.

Considerando-se o horário das 11h20 (hora local), ou seja, aproximadamente um horário de pico comum a todos os anos considerados no intervalo, constatou-se que o ano de 2007 apresentou maior IUV – acima de 10,4. Entre o ano de 2004 e o ano de 2007, houve um aumento de cerca de 1 ponto.

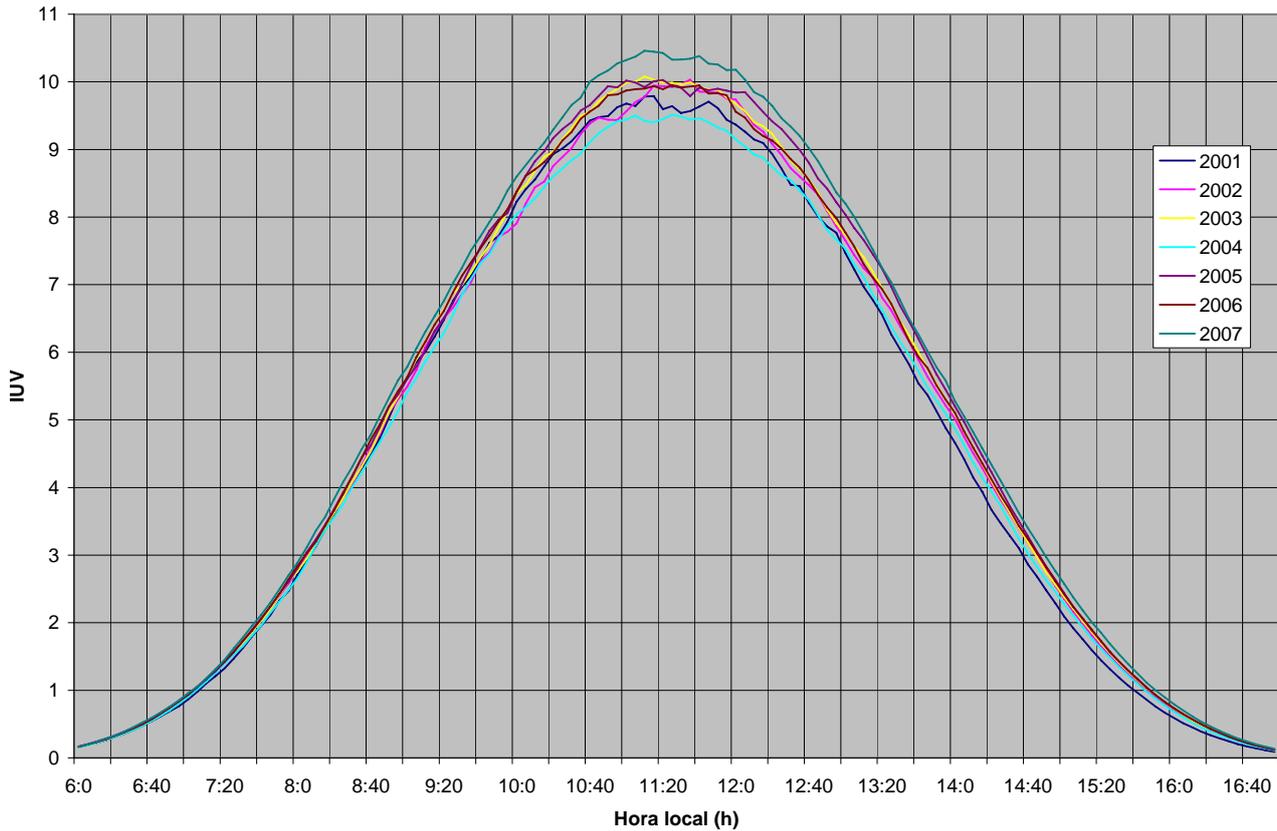


Fig. 4 – Médias horárias anuais do IUV em Natal – RN.

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho foram apresentados os resultados dos estudos sobre o comportamento da RUV solar para Dose Eritêmica, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2007. Os dados foram coletados empregando-se o radiômetro GUV instalado no teto do LAVAT – INPE – CRN. Uma das aplicações resultantes da pesquisa desenvolvida foi à criação de um banco de dados com livre acesso à comunidade científica e ao público em geral, contendo, entre outras informações, os índices de radiação ultravioleta (IUV) medidos pelo LAVAT. O acesso é feito em <http://www.crn2.inpe.br/lavat>. Esse tipo de informação é essencial para apoio a programas de saúde pública, indicando os limites seguros aos quais a população pode submeter-se à RUV durante atividades externas.

A medida de RUV solar na superfície constitui tarefa complexa, conseqüência da sua baixa intensidade e da necessidade de radiômetros calibrados e sensíveis apenas à RUV solar. Além disso, segundo Echer (1999), a incerteza na estabilidade dos detectores padrão e métodos de calibração tornam difícil a manutenção da confiabilidade em longo prazo. Por isso, a identificação de uma tendência de longo período para a intensidade da RUV na superfície terrestre é mais difícil do que a detecção da redução do ozônio atmosférico. Some-se às dificuldades instrumentais o fato da radiação solar na superfície terrestre ser uma função de muitas variáveis. Portanto, para associar uma tendência da RUV à redução do ozônio atmosférico serão necessárias observações de longo período, onde deve ser considerado o maior número de variáveis das quais ela é dependente.

Autorizações e reconhecimentos

Os autores autorizam a publicação deste trabalho pela ABENS, bem como a livre difusão por quaisquer meios e assumem toda responsabilidade sobre o conteúdo do mesmo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEP, pelo financiamento da pesquisa, ao Dr. Enio Bueno Pereira (INPE-SJC), Dr. Silvio Mantelli (UFSC), Dr. Paulo Nobre (INPE-SJC), Dr. João Braga, Dr. Karel Vanicek / CHMI (Czech Hydrometeorological Institute Solar and Ozone Observatory), Prof. Roberto Lamberts (UFSC), Arq. Leonardo Jorge Brasil de Freitas Cunha, Eng. Luciano André Cruz Bezerra, Técnicos Jorge Nogueira e Jorge Melo (INPE-SJC), Eng. João Gualberto de Cerqueira Jr. (INPE-CRN), Técnicos Tércio Luiz Penha e Edmilson Lopes da Silva (INPE-CRN) e ao CNPq pela bolsa de I.C.

5. REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Virgínia Maria Dantas. Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro. (tese de doutorado em arquitetura e urbanismo. FAUSP. São Paulo. 1996.
- CORREIA, Marcelo de Paula. Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. USP). São Paulo, 2003.
- DIFFEY, B.L Solar ultraviolet radiation effects on biological systems. *Phys. Med. Biol.*, 36(3). 299-329, 1991
- ECHER, Ezequiel. Observação da radiação ultravioleta solar tipo B em banda Larga. Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: INPE, 1999. INPE-7254-TDI/697.
- ESCP. Investigando a Terra. Versão brasileira da edição norte-americana preparada pela equipe do Earth Science Curriculum Project. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1981, v. 2, 240 p.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. Introdução à Geofísica Espacial. São Paulo, EDUSP, 1991. 149p.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. Ozônio e Radiação UV – B. Transtec Editorial, São José dos Campos, São Paulo, 1995. 73p.
- LAMB, H. H. Há 30 anos a terra se esfria. Os segredos do tempo. Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1975, pp. 37 – 47.
- LENOBLE, J. Atmospheric Radiative Transfer, HAMPTON, A DEEPAK Publishing, 1993, 532 p.
- LOPES, Adriana Dias. Como tirar proveito do sol sem prejuízo a saúde. [on line]. Revista Veja. Disponível em: http://veja.abril.com.br/160108/p_072.shtml .Edição 2043. 16 de Janeiro de 2008. Acessada em 20/01/2008.
- MAGALHÃES, Marcos Nascimento; DE LIMA, Antônio Carlos Pedrosa. Noções de Probabilidade e Estatística. 6º ed; São Paulo: EDUSP, 2005.
- MEDEIROS, Eugênio Mariano Fonsêca de. Estética do apocalipse : (re) considerações acerca da (des) arborização urbana de Natal e seu contributo à saúde pública. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.
- PFEIFFER, J.; DUBOS, R.; MARGENAU, H.; SNOW, C. P. A célula. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Editora s.a. 1967, 200 p.
- RIBEIRO, S. K.; COSTA, C. V.; DAVID, E. G.; REAL, M. V.; D'AGOSTO, M. A. Transporte e mudanças climáticas. Rio de Janeiro, Mauá, 2000.
- ROBINSON, N. Solar Radiation. Elsevier Publishing Company, 1966.
- ROLLANO, F. La radiación ultravioleta y la piel. In: La radiación ultravioleta en Bolivia, editores: Francesco Zaratti Sacchetti e Ricardo Forno Gisbert, La Paz, OPS/OMS, 2002, 468 p.
- VANICEK, K.; T.Frei; Z.Litynska ;A.Schmalwieser. UV Index for the Public. COST-713 Action. Luxembourg: Office for Official publications of the European Communities, 2000
- VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. Meteorologia Básica e Aplicações. 19 ed. Viçosa.UFV,2000.449p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Solar UV Index: A Pratical guide. WHO/SO2/OEH/02.2, Suíça, 32p., 2002
- World Health Organization. Global solar UV index. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/who271/en/>. Acessado em 02/06/2008.
- ZAMORANO, F. C. B. Observações da radiação UV-B em Punta Arenas- Chile e efeitos do buraco na camada de ozônio. Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, INPE-6383-TDI/602, 1997.

VARIATION OF THE INDEX OF SOLAR ULTRAVIOLET RADIATION IN NATAL-RN-BRAZIL BETWEEN 2001 AND 2007

Abstract. *There were made measurements of the solar ultraviolet radiation index in Natal – RN – Brazil, between 2001 and 2007, using the ground ultraviolet radiometer of the Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT (the former Laboratório de Ozônio), of the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro Regional do Nordeste – INPE – CRN. From the data logged, there were made graphics of the daily mean values of all days between 2001 and 2007, and of the monthly mean values of the same period. More than the expected difference of the values between the dry and rainy stations, it was verified: an increasing of 1 point between the daily higher indexes between 2001 and 2007; during the studied period, the higher value of the day occurred always before 12h00 a.m (local time).; despite of the information broadcasted in the media (“stay out of the beaches during 10h00 to 14h00 – local time”), the values of ultraviolet radiation index in Natal were always higher than the value recommended by World Health Organization (WHO) before 10h00 a.m. (local time).*

Key words: solar radiation, ultraviolet, index, GUV.