

ESTUDO SOBRE O MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA SOBRE O BRASIL.

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/CNPq/INPE)

Erika Viana SapucciI (FATEC, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: kikasapucci@globo.com

Dr^a. Simone Marilene Sievert da Costa (DSA/INPE, Orientadora)
E-mail: simone.sievert@cptec.inpe.br

COLABORADOR

Marcos Lima Rodrigues (DSA/CPTEC/INPE)

Julho de 2011

RESUMO

Este trabalho teve início em março de 2011, e o seu objetivo é a continuidade do projeto de Iniciação Científica que teve início em novembro de 2010. A exposição excessiva à radiação ultravioleta pode causar sérios problemas na pele e afetar a visão. A taxa de câncer de pele devido à exposição solar cresce em todas as regiões do planeta. Estas taxas ultrapassam a 150.000 casos por ano no Brasil. No intuito de auxiliar a população à exposição solar, a Organização Mundial de Saúde definiu o Índice de Radiação Ultravioleta (IUV), o qual representa a quantidade de radiação solar que incide sobre a superfície terrestre e que tem impacto na saúde humana. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo fazer um estudo do comportamento da radiação ultravioleta monitoradas via satélite sobre as capitais brasileiras. Adicionalmente, pretende-se avaliar os níveis da radiação ultravioleta para servir de alerta a população, principalmente quando este índice ultrapassar os níveis aceitáveis à saúde. No caso da radiação ultravioleta muito alta e extrema pede-se a população que tomem alguns cuidados para evitar patologias futuras decorrentes da exposição excessiva ao sol, principalmente o câncer de pele e dos olhos. Este estudo analisou o comportamento dos IUVs sem incidência de nuvens para o mês de agosto de 2010. Inicialmente avaliou os IUVs obtidos em cinco capitais do Brasil localizadas em regiões distintas: Porto Alegre (Sul), São Paulo (Sudeste), Campo Grande (Centro-Oeste), Belém (Norte) e Natal (Nordeste). Resultados preliminares do IUV mostram que o índice ultravioleta varia conforme a hora do dia, porém sua intensidade depende da latitude, onde as capitais mais ao norte como Belém e Natal apresentam índice ultravioleta que varia entre nove e dez (IUV muito alto) no horário das 15 horas GMT (aprox. meio dia local). As capitais de São Paulo e Mato Grosso Do Sul para o mesmo dia e horário varia entre seis e sete (alto). E a capital do Rio Grande Do Sul não ultrapassa o índice ultravioleta de quatro (moderado). Os resultados mostram que mesmo no final do inverno (exemplo Agosto), o IUV atinge níveis, em que a OMS sugere cuidados com a saúde. Futuramente pretende-se analisar os dados climatológicos de IUV, durante período de 2005 até 2010. Adicionalmente, pretende-se estudar o IUV sem e com a incidência de nuvens.

ABSTRACT

This work began in March 2011, and its goal is the continuation of Scientific Initiation project that began in November 2010. Excessive exposure to ultraviolet radiation can cause serious skin problems and affect vision. The rate of skin cancer due to sun exposure increases in all regions of the planet. These rates surpass the 150,000 cases per year in Brazil. In order to assist the population to sun exposure, the World Health Organization established the Radiation Ultraviolet Index (UVI), which represents the amount of solar radiation striking the surface and that has an impact on human health. In this context, this study aims to make a study of the behavior of UV monitored via satellite on the Brazilian capital. Additionally, we intend to evaluate the levels of ultraviolet radiation to serve as a warning to the population, especially when this index exceeds acceptable levels to health. In the case of very high ultraviolet radiation and extreme asked the population to take some precautions to prevent future diseases resulting from excessive sun exposure, especially skin cancer and eye. This study analyzed the behavior of IUVs without incidence of clouds for the month of August 2010. Initially assessed IUVs obtained in five capitals of Brazil located in different regions: Porto Alegre (South), São Paulo (Southeast), Campo Grande (Midwest), Bethlehem (North) and Natal (Northeast). Preliminary results show that the UVI ultraviolet index varies by time of day, but its intensity depends on the latitude where the capital cities further north like Bethlehem and Christmas present ultraviolet index ranging between nine and ten (very high UVI) at the time of 15 hours GMT (noon local approx.). The capitals of São Paulo and Mato Grosso do Sul for the same day and time varies between six and seven (high). And the capital of Rio Grande Do Sul UV Index does not exceed four (moderate). The results show that even in late winter (ie August), the UVI reaches levels in the WHO suggests that health care. In the future we intend to analyze the climatological data UVI during the period 2005 to 2010. Additionally, we intend to study the UVI with and without the effect of clouds

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1 – IUV para as capitais brasileiras para os meses de Janeiro (gráfico superior) e Abril (gráfico inferior) de 2010.	10
Figura 2 – IUV para as capitais brasileiras para os meses de Julho (gráfico superior) e Agosto (gráfico inferior) de 2010.	11
Figura 3 – IUV estimados com e sem a presença de nuvens para as capitais brasileiras para os meses de Outubro (gráfico superior) de 2010.	12
Figura 4 - classificação do tipo de pele.	12

SUMÁRIO

	PAG.
1.0 – INTRODUÇÃO.....	05
2.0 – METODOLOGIA.....	08
3.0 – RESULTADOS.....	09
4.0 – CONCLUSÕES.....	13

INTRODUÇÃO

A radiação solar pode ser definida como onda eletromagnética apresentando um campo elétrico e um campo magnético, ambos propagando simultaneamente transportando energia. É também a principal responsável pelos fenômenos meteorológicos (clima e tempo), além de ser fundamental para processos físicos, biofísicos e biológicos em nosso planeta.

A radiação solar é composta por 99 % de ondas curtas que vai desde 0,15 μm a 4,0 μm . Sendo que 9% é radiação ultravioleta e corresponde ao comprimento de $\lambda < 0,4 \mu\text{m}$ (UV), 45% é radiação visível e corresponde ao comprimento de $0,4\mu\text{m} < 0,74\mu\text{m}$ e 46 % é infravermelho (IR). A radiação estudada nesta pesquisa é a radiação ultravioleta, iremos ver como ela é calculada e a sua importância para saúde, para isso iremos utilizar o índice ultravioleta (IUV). Este índice indica uma medida da intensidade da radiação UV, relevante aos efeitos sobre a pele humana, incidente sobre a superfície da Terra.” O espectro da radiação Ultravioleta é dividido em UVC que corresponde ao intervalo espectral de 100nm a 280nm, é absorvido ainda na estratosfera pelo oxigênio e ozônio, não atingindo assim a superfície terrestre. UVB que corresponde ao intervalo espectral que vai de 280nm a 320nm, é bastante absorvida pelo ozônio estratosférico, porém uma parte chega à biosfera, é prejudicial, pois causa queimaduras solares além de ser responsável por alterações celulares que prejudicam o sistema imunológico, predispondo o organismo a doenças como o câncer de pele e a catarata (visão). UVA corresponde ao intervalo espectral de 320nm a 400nm, importante sintetizadora de vitamina D, no entanto a longo prazo causa fotoenvelhecimento que é a alteração das fibras de colágenos e elastina, também tem participação nas fotoalergias.

A radiação Ultravioleta foi descoberta pelo físico Johann Wilhelm Ritter de nacionalidade alemã no ano de 1801. A importância desta descoberta teve destaque em 1970, pois nesta década foi observada a diminuição da camada de ozônio, elemento químico que é o principal filtro da radiação ultravioleta, pois absorve quase 90% desta radiação bem como a espalha pela atmosfera.

Os fatores que servem como dados de entrada para o modelo computacional que calcula o índice de radiação ultravioleta devem levar em consideração a posição do sol, nuvens, aerossóis, bem como a quantidade de ozônio que é calculada em unidade de medida Dobson (a superfície é levada em consideração tendo como parâmetro a comparação com o nível do mar). Os fatores que interferem no cálculo do índice de radiação ultravioleta são:

A quantidade de ozônio estratosférico: que varia conforme as estações do ano sendo menor no outono e maior no verão e com a latitude, sendo menor no equador. O local também influencia, por causa dos buracos na sua camada, principalmente na Antártica. Latitude Os raios são mais diretos no equador.

- ✚ A altitude: a intensidade de radiação ultravioleta aumenta com a altitude, pois há rarefação do ar, logo ela é menos atenuada.
- ✚ Condições atmosféricas: a cobertura das nuvens reduz a incidência dos raios.
- ✚ Tipo de superfície: Superfícies como a neve, a areia, a grama e a água refletem a radiação, então a intensidade pode ser grande mesmo em áreas sombreadas.
- ✚ Hora do dia: A quantidade de radiação ultravioleta que chega a terra entre as 11 h e 13h, no verão, corresponde à quantidade de 20 a 30 %, e cerca de 70 a 80% entre as 9h e 15h.

Outro dado a ser levado em consideração é a irradiância espectral ponderada pela resposta da pele humana à radiação ultravioleta, formulada segunda norma da CIE (*Commission on Illumination*), denominada Espectro de Ação Eritêmica. Esse espectro corresponde à "resposta" biológica de pele humana a este tipo de radiação. Uma vez ponderada, a irradiância - agora chamada de Irradiância Eritêmica - é integrada no intervalo espectral entre 280 e 400nm (UVB e UVA)".

Matematicamente, a irradiância eritêmica pode ser escrita por,

$$I_{UV} = C \int_{280\text{nm}}^{400\text{nm}} E_{\lambda} \epsilon_{\lambda} d\lambda$$

onde E_{λ} é a irradiância espectral em superfície [$W/m^2/nm$], S_{λ} é o espectro de ação eritêmica e C é a constante de conversão equivalente a $40 W/m^2$. Desse modo, o IUV nada mais é do que um formato simplificado para a apresentação da Irradiância Eritêmica. Cada unidade de IUV corresponde a $25 mW/m^2$ de energia.

Os aparelhos utilizados para a medição do índice ultravioleta pode ser terrestre como os pirômetros ou estimadas por satélites Os instrumentos terrestres são melhores na medida para um dado local. Porém, necessitam de calibração e de padronização das observações. Os dados de satélite permitem uma cobertura global, porem precisam ser avaliadas.

A radiação ultravioleta em excesso pode causar danos à saúde, a OMS (Organização Mundial de Saúde), faz algumas recomendações em relação à exposição ao sol como uma forma de alertar a população dos perigos decorrentes desta exposição excessiva ao sol. Para isso utiliza o índice de radiação ultravioleta (IUV) que representa o valor máximo diário, referente ao horário de maior incidência de radiação ultravioleta, ou seja, ao meio dia.

Quando o índice de radiação ultravioleta permanece entre 1 e 2 não há restrição em relação a exposição ao sol. Índice de 3 a 7 a OMS recomenda nos horários próximos ao meio dia o uso de protetores solares, o uso de bonés, óculos escuros e que a população procure os lugares em que há sombras. Índice de 8 a 11 ou mais - proteções extras devem ser tomadas, evitar o sol, bem como tomar todas as precauções citadas para o índice de radiação ultravioleta de 3 a 7. O Calculo do índice ultravioleta não é apenas importante para alertar para a população sobre os riscos da exposição excessiva a este tipo de radiação, mas auxiliar a população em geral sobre os melhores horários em que a população pode utilizar os efeitos benéficos da radiação ultravioleta, ela é responsável pela síntese de vitamina D, importante para o desenvolvimento do esqueleto uma vez que esta vitamina auxilia o aparelho digestivo na absorção do cálcio e do fósforo. Nesta pesquisa iremos estudar o monitoramento dos níveis de radiação ultravioleta sobre o Brasil das vinte sete capitais brasileiras com e sem efeito de nuvens utilizando observações via satélite.

METODOLOGIA

Para o estudo do monitoramento da radiação ultravioleta sobre o Brasil, utilizou-se os dados dos índices ultravioletas em formato binário referente ao ano de 2010, dados da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE).

Os dados foram extraídos utilizando três arquivos shell Script de autoria do colaborador desta pesquisa Marcos Lima Rodrigues. Os dados estavam tarreados e zipados, utilizamos então o Script `desTARgea.sh` que tem por objetivo criar uma rotina que destarreamos todos os arquivos tarreados e só então eram dizipados através do terminal de comando do sistema operacional Linux, através do comando `gunzip *`.

Após destarreados e dizipados foi utilizado o shell script `plotaIUV_latlon.sh`, para extrair dados de índice ultravioleta em coordenadas de Latitudes e Longitudes das capitais brasileiras. E depois O script `loop.sh` que fazia um loop utilizando no arquivo `plotaIUV_latlon.sh`. Através destes scripts foi possível obter um arquivo com as coordenadas de latitude e longitude das vinte sete capitais no formato csv. A saída do arquivo já no formato csv apresentam o seguintes dados: dia do mês, a latitude, longitude e o índice de radiação ultravioleta por hora no mês. Através destes dados foram gerados gráficos do índice ultravioleta com e sem o efeito de nuvens para todas as capitais do Brasil para os meses de janeiro, abril, julho, agosto.

RESULTADOS

Nesta seção apresentamos os resultados gerados a partir dos arquivos csv para os meses de janeiro, abril, julho, agosto e outubro consecutivamente. Para um estudo preliminar, optamos por pegar o dia primeiro de cada mês citado acima e os horários que estão na legenda do primeiro gráfico correspondem à hora GMT, ou seja, três horas a menos do horário local de Brasília.

Podemos observar pelos gráficos que o horário que corresponde as 15h00min horas GMT ou meio dia do horário de Brasília tem os índices de radiação ultravioleta mais alta, independente da estação do ano ou da região do país em relação aos outros horários. Sendo que janeiro (verão) os índices máximos chegaram a 14, que segundo a OMS (Organização Mundial de saúde requer cuidados extremos).no sul do país região mais distante da linha do equador portanto a região onde o clima é mais anemo em relação a região norte e nordeste que ficam mais proximas da linha do equador.

Pode-se observar tambem que o IUV mesmo no inverno na região norte e nordeste ainda é extremo, sendo alto na região centro-oeste, sendo moderado nas demais região. Mesmo nos horarios das nove horas (horario de Brasilia), 12:00h GMT e das quinze horas (dezoito GMT),a região norte apresenta os maiores indices de radiação ultravioleta se comparado as demais regiões do país. Observa-se pelos graficos que o efeito de nuvem baixa o indice de radiação ultravioleta, contudo podemos dizer nos meses de janeiro, outubro e agosto a incidencia de nuvem não descarta os cuidados com a exposição aos raios ultravioletas. Em 1975, o médico Dr. Thomas B. Fitzpatrick , da Escola de Medicina de Harvard criou a tabela de classificação de pele.

Onde segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), grande parte da população brasileira tem pele branca ou parda, alertar a população em geral sobre os danos da exposição excessiva aos raios ultravioletas é de suma importancia tanto para população em geral quanto no que se refere as politicas publicas de saude,visto que, investir em prevenção é sinonimo de economia e bem estar publico

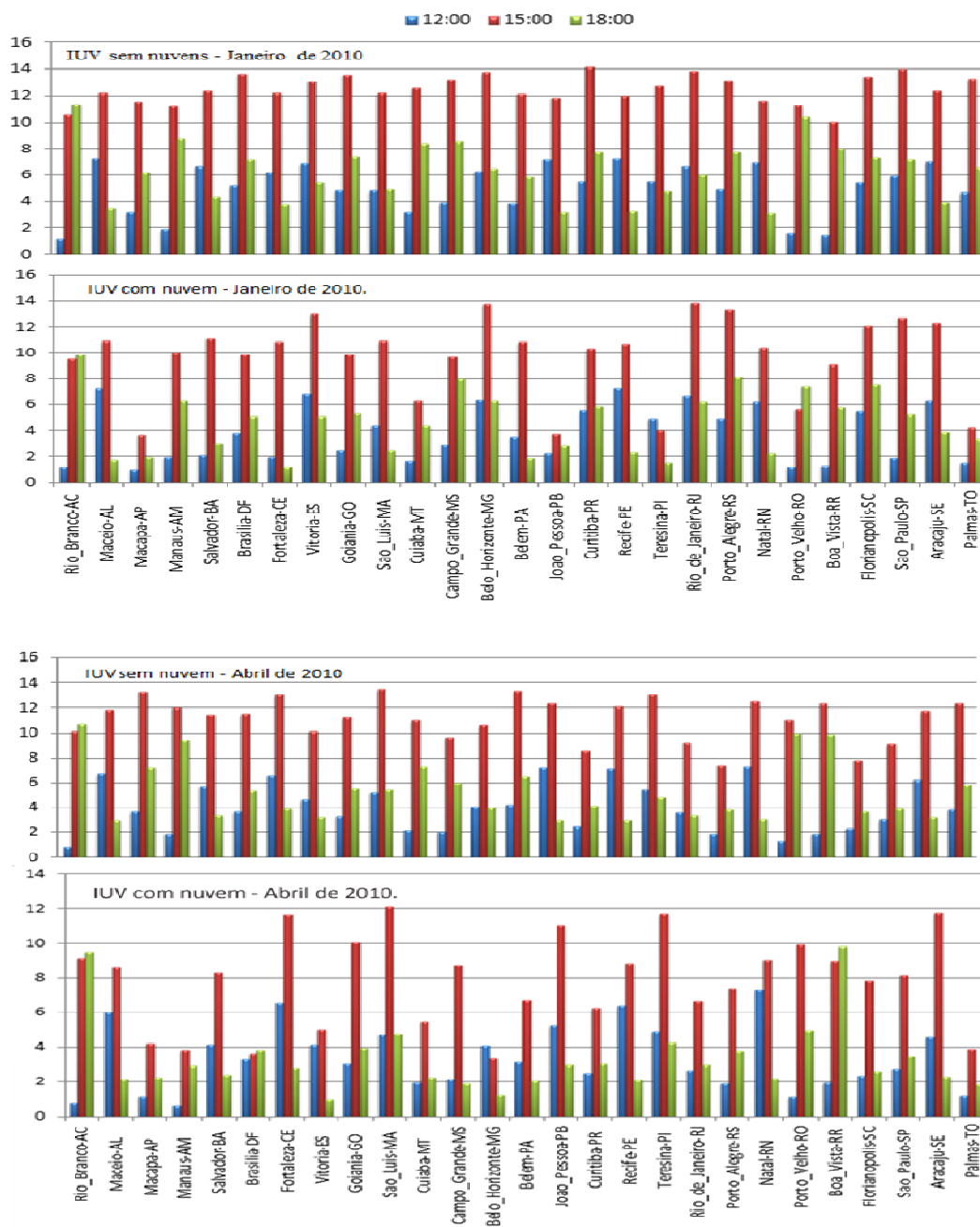


Figura 1 – IUV para as capitais brasileiras para os meses de Janeiro (gráfico superior) e Abril (gráfico inferior) de 2010.

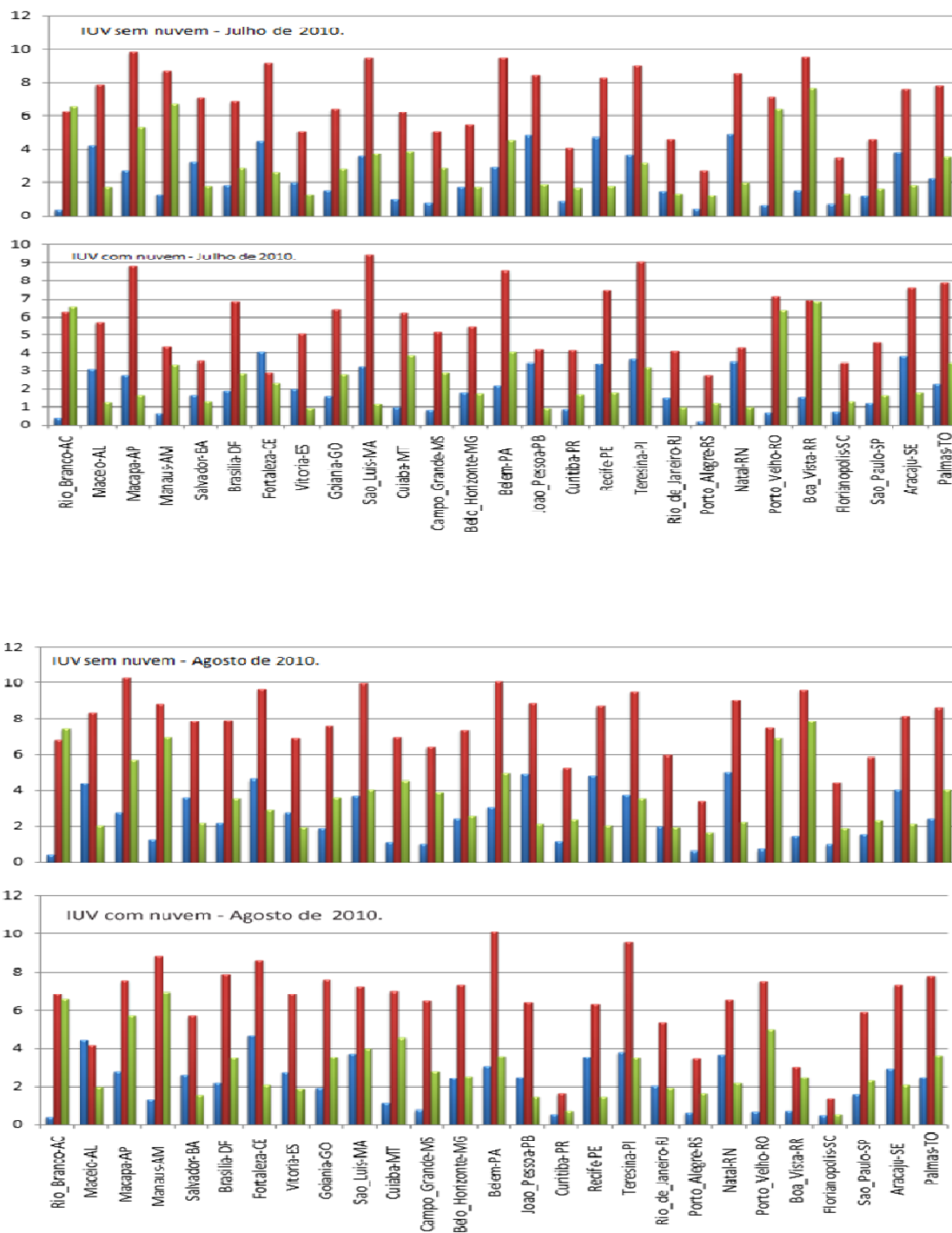


Figura 2 – IUUV para as capitais brasileiras para os meses de Julho (gráfico superior) e Agosto (gráfico inferior) de 2010.

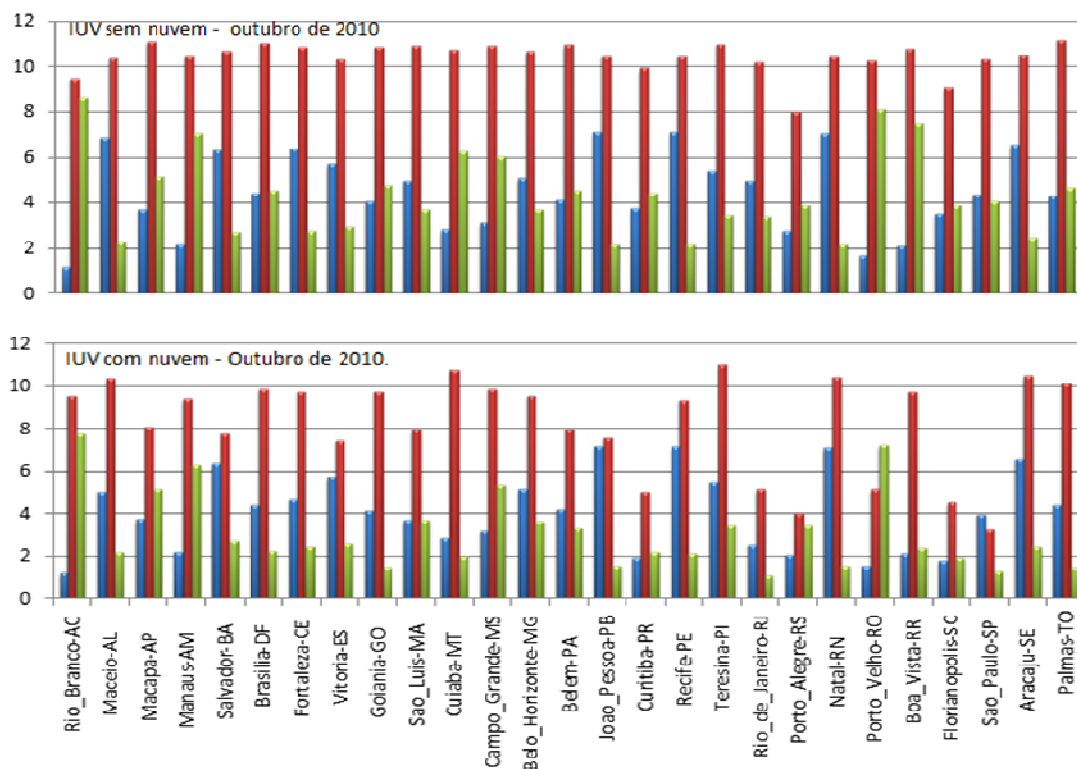


Figura 3 – IUV estimados com e sem a presença de nuvens para as capitais brasileiras para os meses de Outubro (gráfico superior) de 2010.

Tipo de pele	Descrição
Tipo I	Pele muito clara , sempre queima, nunca bronzeia
Tipo II	Pele clara, sempre queima e algumas vezes bronzeia
Tipo III	Pele menos clara, algumas vezes queima e sempre bronzeia
Tipo IV	Pele morena clara raramente queima e sempre bronzeia
Tipo V	Pele morena escura, nunca queima e sempre bronzeia
Tipo VI	Pele negra, nunca queima, sempre bronzeia

Figura 4 - classificação do tipo de pele.

CONCLUSOES

Pode-se concluir que a incidência de nuvens diminui os índices de raios ultravioletas, o horário das 15 horas GMT é o de maior índice independente da estação do ano e da posição geográfica, em relação aos demais horários apresentados neste trabalho. Conclui-se que independente da estação do ano, ou seja, mesmo no inverno as regiões mais próximas da linha do equador, o índice de radiação ainda inspira cuidados com a pele e a visão, mesmo na região sul do país no horário das 15 horas GMT é necessários alguns cuidados. Acreditamos que o monitoramento dos índices ultravioletas sobre o Brasil é relevante, para entender melhor as variações destes índices, e o que causa estas variações.