



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



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

INPE  
Cachoeira Paulista  
Julho de 2012

## AGRADECIMENTOS

A Orientadora desta pesquisa Dr<sup>a</sup>. Simone Marilene Sievert da Costa pelo tempo dedicado a esta pesquisa, pelos conselhos e apontamentos referentes à pesquisa.

A instituição INPE e a seus funcionários, Aos colegas do Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais que ao longo desta pesquisa me ajudaram, ao pessoal da administração, limpeza, bem como aos amigos Diego, Lady e Silvia que sempre me ajudaram, meu muito obrigado à todos.

Ao CNPQ por dar o suporte financeiro na forma de bolsa de Iniciação Científica.

## RESUMO

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, na faixa do espectro de ultravioleta, 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 monitorada 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 com e sem incidência de nuvens para o ano de 2010 nos horários das 9h00min, 12h00min e 15h00min locais. Neste trabalho, os resultados das capitais foram analisados para as cinco regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Observou-se que as médias mensais do IUVs para as capitais das regiões do Brasil para o horário do meio dia foi extremo (IUV maior que 11) nos meses de Janeiro a Março para todas as regiões do país. Estes resultados indicam que nos meses de verão, todo o país tem alta taxa de radiação ultravioleta, mesmo em condições de nebulosidade, indicando que a conscientização deve ser realizada a nível nacional para esse período. Para os demais meses, cada região brasileira apresenta distinta variação sazonal do IUV, portanto as recomendações distintas para cada estado. A variação sazonal do IUV para cada região brasileira e as recomendações associadas será apresentada em detalhes neste trabalho. Os resultados deste trabalho possuem o potencial de auxiliar campanhas ou ações de prevenção às doenças causadas à exposição excessiva ao sol.



## 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 year of 2010.

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 espectro eletromagnetico.....	2
Figura 2 cálculo do índice ultravioleta.....	3
Figura 3 IUV anual da região Centro-Oeste.....	8
Figura 4 IUV anual da região Nordeste.....	10
Figura 5 IUV anual da região Norte.....	12
Figura 6 IUV anual da região Sudeste.....	14
Figura 7 IUV anual da região Sul.....	16
Figura 8 IUV com as categorias e recomendações.....	18

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1 Horário utilizados para extração de dados .....	5
Tabela 2 IUV por categoria.....	6
Tabela 3 comportamento do IUV anual da região Centro-Oeste.....	17
Tabela 4 comportamento do IUV anual da região Norte.....	19
Tabela 5 comportamento do IUV anual da região Nordeste.....	19
Tabela 6 comportamento do IUV anual da região Sudeste.....	20
Tabela 7 Comportamento do IUV anual da região Sudeste.....	20
Tabela A.1 Valores do IUV para a região Centro-Oeste.....	?
Tabela A.2 Valores do IUV para a região Nordeste.....	?
Tabela A.3 Valores do IUV para a região Norte .....	?
Tabela A.4 Valores do IUV para a região Sudeste .....	?
Tabela A.5 Valores do IUV para a região Sul .....	?

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. Introdução.....	1
2. Metodologia.....	4
3. Resultados .....	5
3.1 Análises do IUV nas regiões Brasileiras.....	6
3.1.1. Região Centro-Oeste.....	6
3.1.2. Região Nordeste.....	9
3.1.3 Região Norte.....	10
3.1.4 Região Sudeste.....	12
3.1.5 Região Sul .....	14
3.2 Resultado: Proposta metodológica .....	16
4.0 Considerações Finais.....	21
Apêndice .....	22



## INTRODUÇÃO

A radiação solar pode ser definida como onda eletromagnética composta por 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  $\mu\text{m}$  a 4,0  $\mu\text{m}$ . 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. Sendo assim, iremos mostrar como ela é calculada, e qual 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.” CORREA (2003), O espectro da radiação Ultravioleta é dividido em três intervalos espectrais (figura 1):

- UVC - corresponde ao intervalo espectral de 100nm a 280nm, é absorvido na estratosfera pelo oxigênio e ozônio, não atingindo assim a superfície terrestre.
- UVB - corresponde ao intervalo espectral que vai de 280nm a 320nm. Este é bastante absorvida pelo ozônio estratosférico, porém uma parte chega à biosfera, e esta parte do UVB que chega é prejudicial à saúde. Visto que causa queimaduras solares que podem causar 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 em longo prazo causa fotoenvelhecimento que é a alteração das fibras de colágenos e elastina, também tem participação nas fotoalergias.

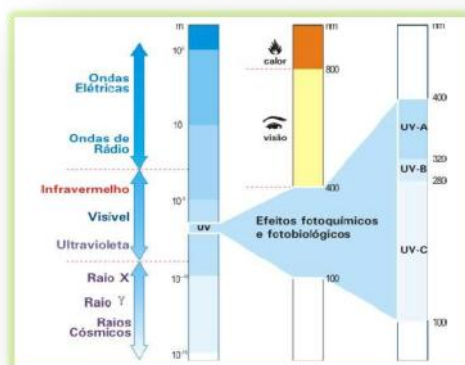


Figura 1- espectro eletromagnético

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.

Para CORREA (2003) 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. 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.
- ✓ 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, correspondem 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, o índice de radiação UV pode ser escrito por:

$$IUV = C \int_{280nm}^{400nm} E_{\lambda} \epsilon_{\lambda} d\lambda$$

Figura 2- Calculo do índice ultravioleta

Onde  $E_{\lambda}$  é a irradiância espectral em superfície [W/m<sup>2</sup>/nm],  $\epsilon_{\lambda}$  é o espectro de ação eritêmica e C é a constante de conversão equivalente a 40 W/m<sup>2</sup>. 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<sup>2</sup> de energia.

Segundo CORREA (2003) 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 à 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. Pois a radiação UV 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.

## 2. METODOLOGIA

Para o estudo do monitoramento da radiação ultravioleta sobre o Brasil, foram utilizados os dados da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) referentes ao ano de 2010.

Os dados estavam em formato binário e foram extraídos a partir de alguns shellScripts, a primeira versão do script é de autoria do colaborador Marcos Lima Rodrigues que transformava os arquivos binários em arquivos textos dados eram extraídos de 3 em 3 horas. Para este estudo fizemos uma modificação para que os arquivos fossem extraídos de quinze em quinze minutos, isto permitiu verificar os horários que faltavam dados, a partir disso, chegou-se a conclusão que os dados que seriam avaliados seriam os das 09h 00min, 12h00min e 15h00min local, pois estes correspondem horários do meio da manhã, meio dia e meio da tarde

Foram levadas em consideração as capitais que tem fuso horário diferente de Brasília, onde foi acrescida uma hora em cada horário estudado. É necessário ainda ressaltar que os dados são gerados através de imagens de satélites, , portanto quando o satélite não gerou imagem também houve falta de dados. Para resolver este problema alguns horários tiveram que ser alterados para o horário mais próximo (Tabela 1).

**Tabela 1- Horários utilizados para extração dos dados.**

MÊS											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h00min	09h45min
12h00min	12h00min	12h00min	12h00min	12h15min	12h00min	12h00min	12h00min	12h00min	12h00min	12h00min	12h00min
15h00min	15h00min	15h00min	15h00min	15h15min	15h00min	15h00min	15h00min	15h00min	15h00min	15h00min	15h00min
10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min	10h00min
13h00min	13h00min	13h30min	13h00min	12h45min	13h00min	13h00min	13h00min	13h00min	13h00min	13h00min	13h00min
16h00min	16h00min	16h00min	16h00min	15h45min	15h45min	15h45min	15h45min	15h45min	15h45min	16h00min	15h45min

Os dados foram organizados por outro shellScripts que separava os dados por capitais, mês e horário. Foram extraídos os dados das 27 capitais do Brasil para os horários das 09h, 12h e 15h locais. Os dados ordenados na maneira citada acima foram utilizados para serem usados no programa Octave do Linux que tem uma interface semelhante ao Matlab. A vantagem do octave é que ele é uma distribuição gratuita. Com este programa foi possível fazer uma rotina de programação onde os dados de cada capital por região fossem extraídos e executassem as seguintes ações:

- calcular a média e o desvio Padrão do índice ultravioleta de cada região para todos os meses do ano para os horários das 9h, 12h e 15h locais,
- gerar uma tabela e um gráfico com estes dados e também apontar graficamente o erro do IUV para cada mês.

O IUV foram analisados para cada região brasileira assumindo a incidência de nuvens e sem a incidência de nuvens.

### 3. Resultados

Esta seção é dividida em duas partes: A primeira parte contém análises do IUV para cada uma das 5 regiões do Brasil para o ano de 2010. A segunda parte, apresenta uma nova metodologia desenvolvida para auxiliar a interpretação do IUV. Esta nova metodologia é dedicada as pessoas que não tem conhecimento científico sobre o assunto, por isso esta metodologia apresenta uma aparência de fácil visualização que pode auxiliar o entendimento do comportamento do índice ultravioleta por adultos e também por crianças.

#### 3.1. Análises do IUV nas regiões Brasileiras

Apresentaremos aqui os resultados obtidos no estudo dos índices ultravioletas para o ano de 2010, para os horários das 09h, 12h e 15h local para as regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul do país.

Os resultados serão apresentados por região e por horário, onde analisaremos os índices ultravioletas de acordo com as recomendações OMS (Organização Mundial de Saúde), onde os índices Ultravioletas (IUV) são agrupados em categorias de intensidade. Veja a tabela 2 a seguir:

Tabela 2- IUV por categoria

CATEGORIA	ÍNDICE ULTRAVIOLETA
BAIXO	< 2
MODERADO	3 a 5
ALTO	6 a 7
MUITO ALTO	8 a 10
EXTREMO	> 11

Constará também nos resultados, uma tabela com os índices ultravioletas de cada região referente ao ano de 2010 para os horários das 09h00min, 12h00min e 15h00min locais sem e com incidência de nuvens. Os resultados poderão ser visualizados através de dois gráficos por região que apresentara a média dos índices ultravioletas como seus errobar, sendo um com a presença de nuvens (figuras a esquerda) e outro sem a presença de nuvens (figuras a direita).

### 3.1.1 Região Centro-Oeste

Para o horário local das 09h, a média dos IUVs (Índices ultravioletas) para a região Centro-Oeste sem incidência de nuvem foi moderado nos meses de Janeiro a Abril, setembro e outubro. A maior média do índice moderado ocorreu no mês de Janeiro ( $5.68 \pm 1.02$ ). A menor média do índice moderado foi de  $3.81 \pm 0.69$  referentes ao mês de Abril. Os meses de Maio a Agosto apresentaram índices ultravioletas baixos, Sendo que a maior e menor média do índice UV baixo ocorreu no mês de agosto ( $2.96 \pm 0.61$ ) e Julho ( $2.16 \pm 0.44$ ), respectivamente. Os meses que apresentaram índices IUV alto foram os meses de novembro ( $6.49 \pm 0.90$ ) e dezembro ( $6.09 \pm 0.96$ ).

Ainda para o horário das 09h, a média dos IUV para a região Centro-Oeste só que com incidência de nuvens foram moderados e baixos. Os índices ultravioletas moderados para região Centro-Oeste ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro. A maior média do índice UV foi de  $5.20 \pm 1.63$  que ocorreu no mês de dezembro e a menor media do IUV ocorreu no mês de abril com a média igual a  $3.50 \pm 0.86$ . Os meses de Maio a Agosto apresentaram índices ultravioletas (IUV) baixos, sendo que no mês de agosto apresentou o maior IUV baixo do ano que foi de  $2.97 \pm 0.66$ . E o menor IUV baixo do ano ocorreu no mês de julho e seu IUV foi de  $2.06 \pm 0.49$ .

Para o horário das 12h local a média dos índices ultravioletas para o ano de 2010 sem incidência de nuvens teve o seguinte comportamento: IUV extremo nos meses de Janeiro a Março, e Outubro a Dezembro. A média do IUV extremo mais alto ocorreu no mês de fevereiro com IUV igual a  $13.99 \pm 0.37$ . A média do IUV extremo mais baixo foi de  $11.43 \pm 0.55$  e ocorreu em outubro. A média dos índices UV Muito alto apareceram nos meses de abril, agosto e setembro, sendo que a maior média do IUV ocorreu no mês de setembro com valor  $10.32 \pm 0.71$ . E a menor média do IUV muito alto ocorreu no mês de agosto com valor de  $8.37 \pm 0.75$ . A média do IUV alto ocorreu nos meses de maio a julho, sendo que o maior IUV alto ocorreu no mês maio de e foi igual a  $7.22 \pm 0.85$  e o menor IUV alto foi de  $6.44 \pm 0.64$  e ocorreu no mês de junho.

A média dos índices ultravioletas para o horário das 12h local com incidência de nuvens para a região Centro-Oeste para o ano de 2010 apresentou os seguintes resultados: IUV muito alto nos meses de janeiro a abril e de agosto a dezembro, sendo que a maior media de índice ultravioleta para a região Centro-Oeste ocorreu no mês de fevereiro com IUV igual a  $10.59 \pm 3.17$ . O menor IUV muito alto ocorreu no mês de abril com media igual a  $8.35 \pm 1.91$ ; já os meses de maio a julho os índices UV foram altos; e a media mais elevada dentro IUV alto foi de  $6.18 \pm 0.94$  e ocorreu no mês de junho, já o menor IUV alto ocorreu no mês de maio e foi de  $6.09 \pm 1.71$ .

Para o horário das 15h sem incidência de nuvens para a região Centro-Oeste a média dos índices UV foram as seguintes: IUV alto nos meses de dezembro e de janeiro a março, sendo que o maior IUV alto ocorreu no mês de março e foi igual a  $7.23 \pm 0.99$  e o menor IUV alto foi igual a  $6.62 \pm 1.12$  e ocorreu no mês de janeiro. O IUV foi moderado de abril a novembro, sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de outubro e foi igual a  $5.59 \pm 0.70$  e o menor IUV moderado ocorreu no mês de junho e foi igual a  $3.08 \pm 0.44$ .

Para o horário das 15h com incidência de nuvens para a região Centro-Oeste a média dos índices UV foram as seguintes: moderado nos meses de janeiro a março e de julho a dezembro, sendo que o maior índice UV moderado ocorreu no mês de fevereiro e foi de  $4.65 \pm 1.96$ , já o menor ocorreu no mês de julho e foi de  $3.02 \pm 0.72$ . Os meses de abril a junho os índices ultravioletas foram baixos sendo que o maior índice ocorreu no mês de maio e foi de  $2.92 \pm 1.01$  e o menor IUV baixo ocorreu no mês de junho e foi igual a  $2.86 \pm 0.58$ .

Pode-se observar melhor mês a mês qual foi à média e o desvio padrão do índice Ultravioleta para o ano de 2010 para a região Centro-Oeste pela figura 3 que contém o gráfico (a) correspondente ao IUV sem incidência de nuvens. E o gráfico (b) da figura que corresponde

ao IUV com incidência de nuvens. É importante que salientar que as figuras que representam o comportamento dos índices ultravioletas das cinco regiões do país irão seguir o padrão citado acima. Veja a figura 3 que representa o comportamento do IUV na região Centro-Oeste mês a mês:

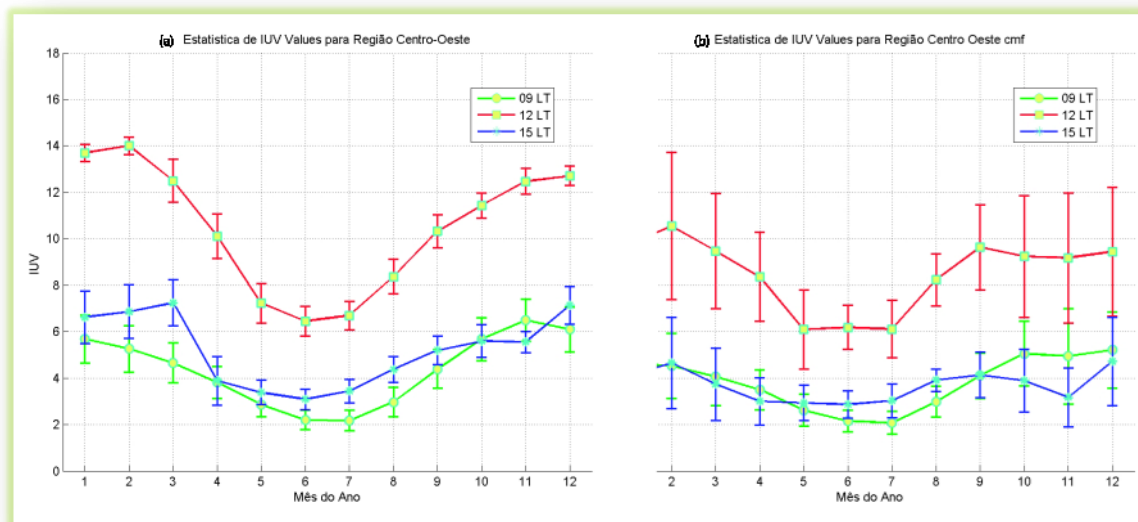


Figura 3- IUV anual da região Centro-Oeste

### 3.1.2- Região Nordeste

Para o horário local das 09h a média dos IUVs (Índices ultravioletas) para a região Nordeste sem incidência de nuvem foi alto de janeiro a abril e de outubro a dezembro sendo que o maior índice UV alto ocorreu no mês de dezembro e foi de  $6.80 \pm 0.27$ . E o menor IUV alto foi de  $6.19 \pm 0.35$  no mês de abril. O índice UV foi moderado nos meses de Maio a Setembro, sendo que o maior índice moderado ocorreu no mês de setembro e foi de  $5.93 \pm 0.33$ , e o menor IUV alto foi de  $4.14 \pm 0.26$  no mês de julho.

Os índices ultravioletas para o horário das 09h local com incidência de nuvens para a região Nordeste foram moderados durante do todo o ano de 2010, sendo que o maior índice moderado ocorreu no mês de novembro e foi de  $5.72 \pm 0.71$  e o menor ocorreu em julho e seu IUV médio foi de  $3.58 \pm 0.54$ .

Para o horário das 12h local os índices ultravioletas na região Nordeste sem incidência de nuvens teve o seguinte comportamento: Índices extremos de janeiro a abril, sendo que o maior IUV extremo ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $13.86 \pm 0.48$  e o menor IUV



extremo foi de  $11.72 \pm 0.97$  e ocorreu no mês de abril. O IUV foi muito alto nos meses de maio a dezembro, sendo que o maior índice muito alto ocorreu no mês de dezembro e foi de  $10.73 \pm 0.44$  e o menor ocorreu em junho e foi igual a  $8.51 \pm 0.80$ .

Os IUVs com incidência de nuvens para o horário das 12h local foi muito alto nos meses de janeiro a abril e setembro a dezembro. Sendo que o maior índice ultravioleta muito alto ocorreu no mês de fevereiro e foi de  $10.82 \pm 1.72$ , e o menor IUV muito alto foi de  $8.57 \pm 1.50$  no mês de abril. O índice UV foi alto de maio a agosto, sendo que o maior IUV ocorreu no mês de agosto e foi de  $7.83 \pm 1.00$  e o menor foi de  $6.69 \pm 1.12$  e ocorreu no mês de junho de 2010.

No que se refere ao horário das 15h local sem incidência de nuvens os índices ultravioletas seguiram o seguinte padrão: IUV moderado de janeiro a abril e dezembro, sendo que o maior índice UV moderado ocorreu no mês de fevereiro e foi de  $4.83 \pm 0.82$ , e o menor IUV moderado foi de  $3.13 \pm 0.55$ . O índice ultravioleta permaneceu baixo nos meses de maio a novembro de 2010, sendo que o maior IUV baixo ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $2.74 \pm 0.61$  e o menor no mês de junho e foi igual a  $2.22 \pm 0.69$ .

Considerando a incidência de nuvens para este mesmo horário e região os índices ultravioletas foram os seguintes: Moderado janeiro a março sendo que o maior índice ocorreu em fevereiro e foi de  $3.67 \pm 0.68$ , e o menor IUV baixo ocorreu em janeiro e foi de  $3.15 \pm 0.52$ . O índice foi baixo nos meses de abril a dezembro, sendo que o maior índice baixo ocorreu no mês de dezembro e foi de  $2.61 \pm 1.08$ , e o menor IUV baixo ocorreu no mês de junho e foi de  $1.69 \pm 0.36$ . Veja a figura 4:

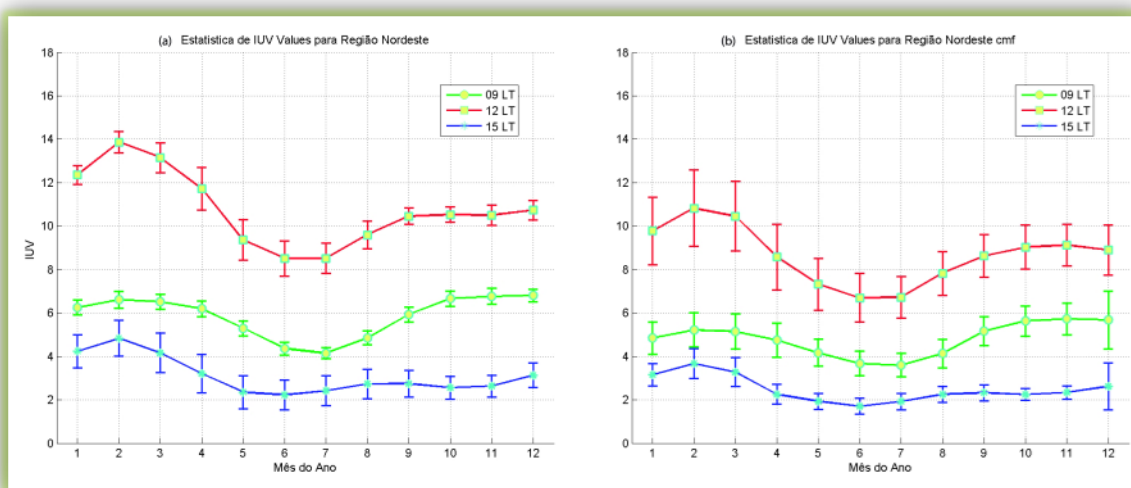


Figura 4-IUV anual da região Nordeste

### 3.1.3 – Região Norte

A média dos índices ultravioletas para a região Norte, no horário das 09h local sem incidência de nuvens foi moderado de janeiro a maio e de agosto a dezembro. Sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de novembro e foi igual a  $4.35\pm 0.51$  e o menor foi igual a  $3.57\pm 0.88$  e ocorreu no mês de maio. Os IUVs foram baixos nos meses de junho e julho, onde o maior IUV baixo ocorreu no mês de junho com índice igual a  $2.93\pm 0.80$  e o menor índice baixo ocorreu no mês de julho e foi de  $2.68\pm 0.71$ .

A média do índice ultravioleta com incidência de nuvens para o mesmo horário e região ficou da seguinte forma: moderado de janeiro a maio e de agosto a dezembro, sendo que o maior índice moderado ocorreu no mês de outubro e foi igual a  $3.96\pm 0.96$ ; o menor IUV moderado ocorreu no mês de maio e foi de  $3.00\pm 0.96$ . Nos meses de junho e julho a média do IUV foi baixo, sendo que a menor média do IUV ocorreu no mês de julho com índice igual a  $2.48\pm 0.67$  e o maior IUV baixo ocorreu em junho e foi igual a  $2.71\pm 0.75$ .

Para o horário das 12h local sem incidência de nuvens, os índices ultravioletas tiveram o seguinte comportamento: extremo nos meses de janeiro a abril e de outubro a dezembro, sendo que o maior IUV extremo ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $13.91\pm 0.46$ , e o menor IUV extremo ocorreu no mês de outubro e foi de  $11.19\pm 0.36$ .

O índice ultravioleta (IUV) foi muito alto nos meses de maio a setembro, sendo que o maior IUV muito alto ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $10.99\pm 0.38$  e o menor IUV muito alto foi igual a  $9.19\pm 0.90$  e ocorreu no mês de julho.

O IUV com incidência de nuvens para o horário das 12 h local para a região Norte foi muito alto de janeiro a abril e de agosto a novembro, sendo que o maior índice ultravioleta ocorreu no mês de março e foi de  $9.92\pm 2.62$ . O menor IUV muito alto ocorreu no mês de abril e foi igual a  $8.67\pm 2.71$ .

O índice UV alto ocorreu nos meses de maio a julho e dezembro, sendo que o maior índice ultravioleta foi de  $7.66\pm 2.34$  ocorrido no mês de dezembro e o menor ocorreu no mês de julho e foi de  $7.46\pm 1.58$ .

As médias dos índices ultravioletas para a região Norte sem incidência de nuvens no que se refere ao horário das 15h local para o ano de 2010 teve o seguinte comportamento: IUV muito alto no mês de março igual a  $8.09\pm 1.91$ . Nos meses de janeiro, fevereiro, maio e de agosto a dezembro o IUV foi alto, sendo que o maior IUV alto ocorreu no mês de fevereiro e

apresentou o valor de  $7.65 \pm 0.82$  e o menor IUV alto ocorreu no mês de maio e foi igual a  $6.28 \pm 1.45$ .

Os meses de abril, junho e julho tiveram os índices ultravioletas moderados, sendo que o maior índice moderado ocorreu no mês de julho e foi igual a  $5.96 \pm 1.29$  e o menor ocorreu no mês de maio e foi igual a  $5.82 \pm 0.70$ .

As médias do índice ultravioleta para o horário das 15h com incidência de nuvens teve o seguinte comportamento no ano de 2010: IUV alto no mês de março sendo seu valor igual a  $6.46 \pm 2.65$  e moderado no restante do ano. O IUV moderado mais alto ocorreu no mês de setembro e foi de  $5.46 \pm 1.74$  e o menor IUV moderado ocorreu foi de  $3.30 \pm 1.12$  e ocorreu no mês de novembro. Veja a figura 5:

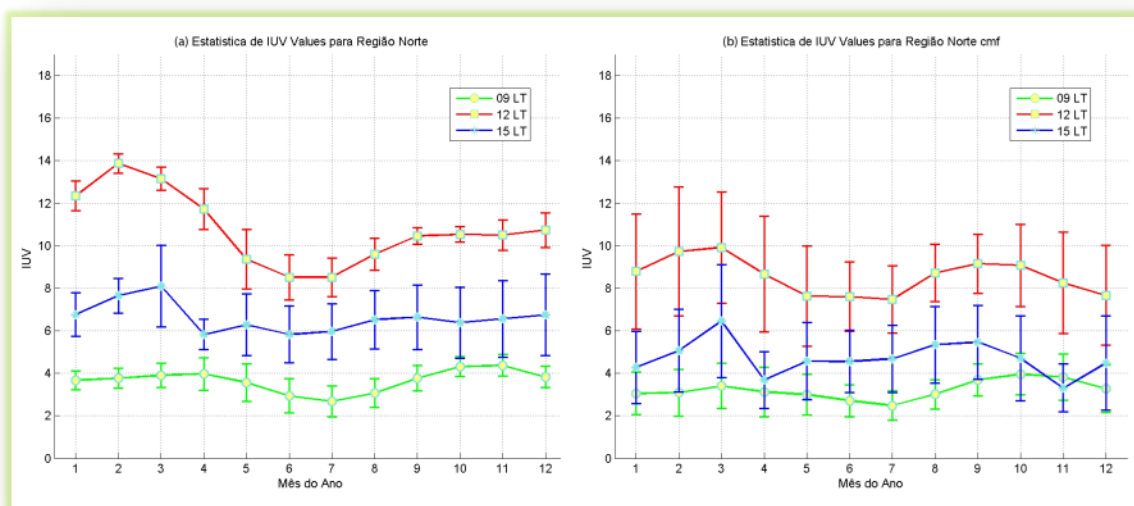


Figura 5-IUV anual da região Norte

### 3.1.4. Região Sudeste

A média do índice ultravioleta para a região Sudeste sem incidência de nuvens para o horário das 09h local no ano de 2010 teve o seguinte comportamento: IUV alto nos meses de novembro com valor igual a  $6.63 \pm 0.52$  e dezembro cujo valor do índice ultravioleta foi de  $6.49 \pm 0.47$ . O índice UV foi moderado nos meses de janeiro a abril e de setembro a outubro, sendo que o maior índice UV ocorreu no mês de janeiro e foi igual a  $5.96 \pm 0.46$  e o menor IUV

moderado ocorreu no mês de abril e foi igual a  $3.42 \pm 0.58$ . Nos meses de maio a agosto o IUV foi baixo, sendo que o maior índice baixo ocorreu no mês de agosto e foi igual a  $2.63 \pm 0.54$  e o menor IUV baixo foi igual a  $1.74 \pm 0.36$  e ocorreu no mês de junho.

Ainda para o horário das 09h, porem agora com incidência de nuvens o IUV apresentou o seguinte comportamento: IUV moderado nos meses de janeiro a março e de setembro a dezembro, sendo que o maior índice ultravioleta ocorreu no mês de dezembro e foi igual a  $5.34 \pm 1.54$  e o menor IUV moderado foi de  $3.37 \pm 1.11$  e ocorreu no mês de setembro. Nos meses de abril a agosto a media do índice UV foi baixo, sendo que o maior índice baixo ocorreu no mês de agosto e foi igual a  $2.35 \pm 0.70$  e o menor foi igual a  $1.59 \pm 0.46$  e ocorreu no mês de junho.

Para o horário das 12h sem incidência de nuvens a media do índice ultravioleta foi extremo de janeiro a março e de outubro a dezembro, sendo que o maior IUV extremo ocorreu no mês de janeiro e foi de  $13.95 \pm 0.47$ . E o menor índice UV extremo foi igual a  $11.09 \pm 0.69$  e ocorreu no mês de outubro. IUV foi muito alto nos de setembro com valor igual a  $9.43 \pm 0.80$  e abril com IUV igual a  $8.72 \pm 0.90$ .

O mês de agosto apresentou IUV alto igual a  $7.25 \pm 0.73$ , já os meses de maio a junho tiveram o IUV moderado, sendo que o maior índice foi igual a  $5.66 \pm 0.60$  e ocorreu no mês de maio e o menor IUV moderado ocorreu no mês de junho e foi igual a  $5.07 \pm 0.50$ .

Para o horário das 12h local para a região sudeste com incidência de nuvens o comportamento do índice ultravioleta foi: IUV muito alto nos meses de janeiro a março e de novembro a dezembro, sendo que o maior IUV muito alto ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $10.86 \pm 2.81$  e o menor IUV muito alto ocorreu no mês de novembro e foi igual a  $8.46 \pm 2.70$ .

Nos meses de abril, agosto e outubro o IUV foi alto e maior IUV alto ocorreu no mês de outubro e foi igual a  $7.95 \pm 2.64$  e o menor IUV alto foi igual a  $6.74 \pm 1.67$  e ocorreu no mês de abril. O IUV foi moderado nos meses de maio a julho, sendo que o maior índice UV ocorreu no mês de julho e foi igual a  $4.65 \pm 1.10$  e o menor ocorreu no mês de maio e foi igual a  $3.89 \pm 1.24$ .

A média do índice ultravioleta para o horário das 15 h local para a região Sudeste sem incidência de nuvens foi alto nos meses de janeiro com valor igual a  $6.44 \pm 0.74$  e fevereiro com IUV igual a  $6.29 \pm 0.71$ . O IUV foi moderado nos meses de março, setembro e dezembro, sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de dezembro e foi igual a  $5.40 \pm 0.68$  e o menor ocorreu no mês de setembro e seu valor foi igual a  $3.22 \pm 0.43$ . O índice ultravioleta foi

baixo nos meses que vão de abril a agosto. O maior IUV baixo ocorreu no mês de abril e foi igual a  $2.95 \pm 0.53$  e o menor ocorreu em junho e seu valor foi igual a  $1.48 \pm 0.20$ .

Ainda para o horário das 15 h, mas agora levando em consideração a incidência de nuvens o comportamento das médias dos índices ultravioletas para o ano de 2010 foi moderado de janeiro a março e também em dezembro. O maior IUV moderado ocorreu no mês de janeiro e foi igual a  $4.66 \pm 1.50$  e o menor IUV moderado foi igual a  $3.16 \pm 1.10$  e ocorreu no mês de março. O IUV foi baixo, nos meses que vão de abril a novembro, sendo que maior IUV baixo ocorreu no mês de novembro e foi igual a  $2.75 \pm 1.19$  e o menor ocorreu no mês de maio com valor igual a  $1.13 \pm 0.35$ . Veja a figura 6:

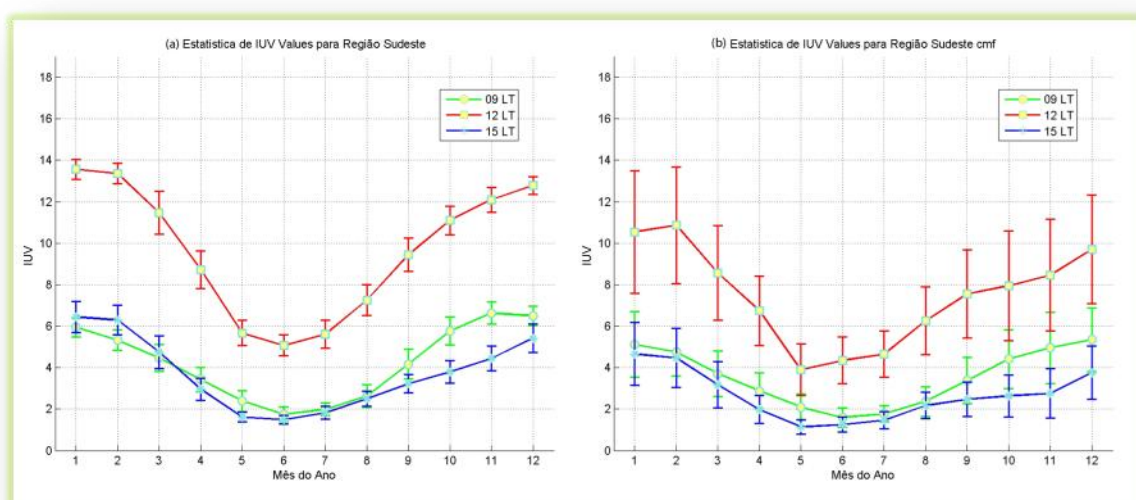


Figura 6- IUV anual da região Sudeste

### 3.1.5. Região Sul

A média dos índices ultravioletas para a região sul para o horário das 09h local sem incidência de nuvens foi moderado de janeiro a fevereiro e de outubro a dezembro. Sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de dezembro e foi igual a  $5.27 \pm 0.37$  e o menor IUV moderado ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $3.91 \pm 0.42$ . O índice ultravioleta foi baixo nos de março a setembro, sendo que o maior IUV baixo ocorreu no mês de março e foi igual a  $2.81 \pm 0.43$  e o menor foi igual a  $0.72 \pm 0.18$  e ocorreu no mês de junho.

A média dos índices ultravioletas para o horário das 09h local com incidência de nuvens para o ano de 2010 foi moderado nos meses de janeiro, fevereiro e de outubro a

dezembro. Sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de dezembro e foi igual a  $4.12 \pm 1.25$  e o menor IUV moderado foi igual a  $3.03 \pm 1.21$  e ocorreu no mês de outubro. Já o índice ultravioleta nos meses de março a dezembro foi baixo. O maior IUV baixo ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $1.77 \pm 1.22$  e o menor ocorreu em junho e foi igual a  $0.59 \pm 0.26$ .

Para o horário das 12h local para a região Sul para o ano de 2010, a média do índice ultravioleta sem incidência de nuvens foi a seguinte: IUV extremo nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro. Sendo que o maior IUV extremo ocorreu no mês de Janeiro e foi igual a  $13.12 \pm 0.78$  e o menor IUV extremo foi igual a  $11.10 \pm 0.89$  e ocorreu no mês de novembro. O IUV muito alto ocorreu no mês de outubro e foi igual a  $10.26 \pm 1.10$  e no mês de março com IUV igual a  $9.76 \pm 1.07$ .

O IUV alto ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $7.66 \pm 1.06$  e no mês de abril com IUV alto igual a  $6.75 \pm 1.08$ . Os meses de maio a agosto apresentou IUV moderado. Sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de agosto e foi igual a  $5.36 \pm 1.01$  e o menor ocorreu no mês de junho e o IUV moderado foi igual a  $3.47 \pm 0.56$ .

A média do índice ultravioleta para o horário das 12h local com incidência de nuvens foi: IUV muito alto nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, sendo que o maior IUV muito alto ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $9.64 \pm 3.04$  e o menor IUV alto foi de  $8.25 \pm 2.35$  e ocorreu no mês de novembro.

O IUV alto ocorreu no mês de outubro e foi igual a  $7.18 \pm 2.57$  e no mês de março com IUV alto igual a  $6.91 \pm 2.23$ . Os meses de abril, agosto e setembro apresentou IUV moderado. Sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $5.15 \pm 2.03$  e o menor ocorreu em agosto com IUV moderado igual a  $4.29 \pm 1.70$ . De maio a junho o IUV foi baixo, sendo que o maior IUV baixo ocorreu no mês de julho e foi igual a  $2.97 \pm 1.11$  e o menor IUV baixo ocorreu no mês de maio e foi igual a  $2.54 \pm 0.90$ .

A média do índice ultravioleta para a região Sul sem incidência de nuvens para o horário das 15h local para o ano de 2010 foi a seguinte: IUV alto em janeiro, fevereiro e dezembro, sendo que o maior IUV alto ocorreu no mês de janeiro e foi igual a  $7.90 \pm 0.38$  e o menor IUV alto foi igual a  $6.81 \pm 0.43$  e ocorreu no mês de dezembro.

O IUV foi moderado nos meses março, abril e de setembro a novembro. O maior IUV moderado ocorreu no mês de março e foi igual a  $5.27 \pm 0.73$  e o menor IUV moderado ocorreu no mês de abril e foi igual a  $3.05 \pm 0.58$ . De maio a agosto o IUV foi baixo, sendo que o maior IUV

baixo ocorreu no mês de agosto e foi igual a  $2.44 \pm 0.43$  e o menor IUV baixo foi igual a  $1.35 \pm 0.25$  e ocorreu no mês de junho.

Para às 15h local o índice ultravioleta (IUV) com incidência de nuvens teve o seguinte comportamento na região Sul no ano de 2010: IUV moderado de janeiro a março e de outubro a dezembro, sendo que o maior IUV moderado ocorreu no mês de fevereiro e foi igual a  $5.41 \pm 2.02$  e o menor IUV moderado foi igual a  $3.13 \pm 1.24$  e ocorreu no mês de outubro.

Os IUVs foram baixos nos meses de abril a setembro, sendo que o maior IUV baixo ocorreu no mês de setembro e foi igual a  $2.37 \pm 0.88$  e o menor IUV baixo ocorreu no mês de maio e seu valor foi igual a  $0.89 \pm 0.34$ . Veja a figura 7 que representa o comportamento do índice ultravioleta na região sul para o ano de 2010.

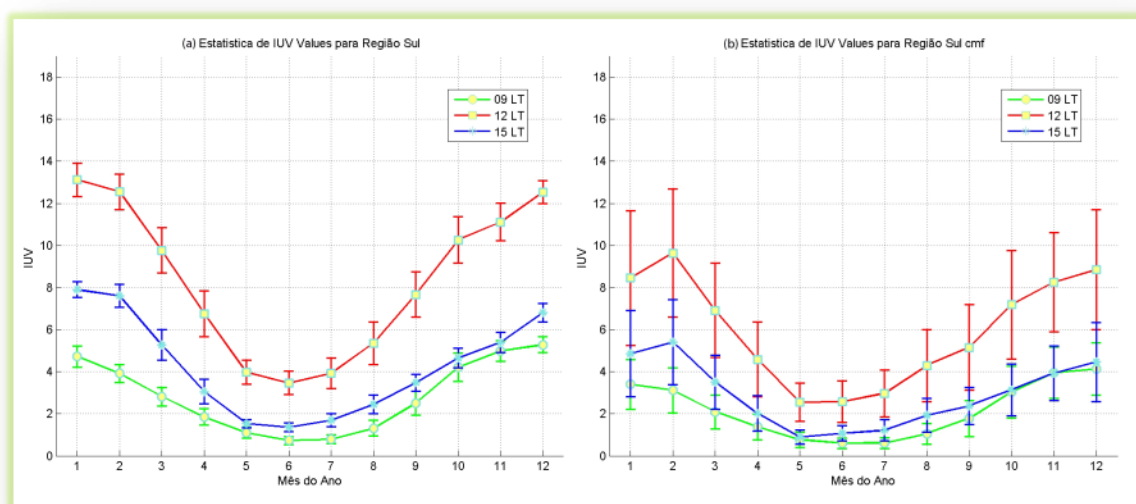


Figura 7- IUV anual da região Sul

### 3.2. Resultado: Proposta metodológica

A proposta desta segunda parte do resultado é apresentar uma metodologia fácil e com um visual amigável a pessoas leigas incluindo crianças sobre o comportamento do índice ultravioleta no Brasil. Esta metodologia utiliza a análise apresentada na seção 3.1 e sintetiza a informação do IUV, usando cores para indicar sua intensidade e cuidado. As cores seguem as mesmas propostas pelo OMM (Figura 8). Interessante observar que o IUV apresenta cinco níveis de cores, graduados no verde para índices baixos, amarelo e laranja para índices moderados,

vermelho e roxo para índices altos e extremos. Este sistema de cores indica alerta com relação ao UV, e de fácil uso pelos indivíduos, principalmente quando comparada a equivalência do sinal de trânsito. O verde indica que o indivíduo pode permanecer ao sol (equivalência no trânsito: continue), amarelo e laranja indica atenção e cuidados são necessários (equivalência no trânsito: cuidado mudança do sinal), enquanto que o vermelho e roxo significam extra proteção (equivalência no trânsito para vermelho, pare, não siga!).

Os dados presentes nesta etapa referem-se apenas ao ano de 2010, porém o ideal seria que estas pessoas além destes dados de 2010 pudessem comparar o comportamento do índice ultravioleta com dados de outros anos. Além é claro de uma conscientização dos riscos à exposição excessiva aos raios ultravioletas, principalmente quando os índices UV estão elevados.

O estudo do comportamento do IUV (Índice ultravioleta) sobre o Brasil é importante, pois nos permite mapear este comportamento em buscas de padrões que servirão para orientar a população em geral sobre quais são os índices ultravioletas de sua região. Isso se faz necessário visto que, o comportamento IUV em nosso país é muito variado devido principalmente a sua grande extensão territorial.

Este comportamento variado do IUV por região faz com que a população de cada região tenha que se adaptar ao comportamento de sua região. Isso inclui campanhas de prevenção a doenças adquiridas através da exposição excessiva ao sol, principalmente as mais graves como a de câncer de pele.

Segundo BISINELLA (2010) em seu artigo Avaliação dos hábitos de exposição solar dos estudantes de uma cidade situada no interior do estado do Paraná, as situações mais frequentes que causam uma predisposição ao aparecimento do câncer de pele são: idade acima dos 40 anos, hábitos alimentares, sedentarismo, ocupação entre outros.

Outro fator citado pela autora são os efeitos deletérios e acumulativos da radiação solar que sob circunstâncias normais pode-se dizer que as crianças se expõem anualmente 3 vezes mais ao sol que os adultos e que pesquisas indicam que durante os 10 a 20 anos de vida aumenta e muito o risco de câncer de pele.

Pensando em toda esta dinâmica não podemos deixar de falar de profissionais que trabalham expostos ao sol, dentre estes profissionais citarei como exemplo o professor de educação física que nem sempre conta uma quadra coberta para ministrar suas aulas. Este profissional foi escolhido, pois ele ainda trabalha com crianças e adolescentes que tem idade



de 6 a 17 anos que também dependendo das condições da escola irão ser expostas a radiação UV e poderão dependendo do tipo de pele, genética, podem sofrer efeitos deletérios e acumulativos de exposição ao sol.

O professor entendendo o comportamento do IUV em sua região servirá para que o mesmo faça o planejamento de suas aulas utilizando atividades em que nem ele nem seus alunos fiquem expostos à radiação UV.

As tabelas a seguir foram feitas pensando em uma maneira fácil de mostrar o comportamento índice UV por região. As tabelas 1 a 5 indicam o comportamento médio do índice ultravioleta para o ano de 2010, para os horários das 09h00min, 12h00min e 15h00min local respectivamente, para as regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

Se utilizarmos ao exemplo do professor de Educação física e seus alunos podemos dizer que basta mostrar esta tabela para eles compreenderem como foi o comportamento do IUV. Este material também seria muito útil se viesse seguido pela figura 8 dos IUV que contem as maneiras de se prevenir da radiação UV emitidas pela OMS (Organização Mundial de Saúde). Espera-se com estas figuras atingir um numero maior de pessoas, pois sua forma visual simples permite que até crianças alfabetizadas possam entender o comportamento do índice ultravioleta no Brasil no ano de 2010. No apêndice as Tabelas do IUV sem e com incidência de nuvens para as cinco regiões do Brasil para os horários de 09h00min, 12h00min e 15h00min locais.

Tabela 3 - comportamento do IUV anual da região Centro-Oeste

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="background-color: purple; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> EXTREMO           <span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></span> MUITO ALTO           <span style="background-color: orange; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></span> ALTO           <span style="background-color: yellow; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></span> MODERADO           <span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block; margin-left: 20px;"></span> BAIXO         </div>												
INDICE ULTRAVIOLETA SEM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO CENTRO-OESTE												
09h	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Orange	Orange
12h	Purple	Purple	Purple	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Purple	Purple	Purple
15h	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
INDICE ULTRAVIOLETA COM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO CENTRO-OESTE												
09h	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
12h	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red
15h	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow



Figura 8 – IUV com as categorias e recomendações.

Tabela 4- comportamento do IUV anual da região Norte

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
INDICE ULTRAVIOLETA SEM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO NORTE												
09h	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO
12h	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO
15h	ALTO	ALTO	MUITO ALTO	BAIXO	ALTO	BAIXO	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
INDICE ULTRAVIOLETA COM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO NORTE												
09h	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO
12h	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO
15h	BAIXO	BAIXO	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO

Tabela 5- comportamento do IUV anual da região Nordeste

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> EXTREMO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MUITO ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MODERADO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> BAIXO												
INDICE ULTRAVIOLETA SEM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO NORDESTE												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
09h	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO
12h	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO
15h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO
INDICE ULTRAVIOLETA COM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO NORDESTE												
09h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
12h	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO
15h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO

Tabela 6 - comportamento do IUV anual da região Sudeste

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> EXTREMO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MUITO ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MODERADO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> BAIXO												
INDICE ULTRAVIOLETA SEM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO SUDESTE												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
09h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO
12h	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO	MUITO ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO	EXTREMO	EXTREMO	EXTREMO
15h	ALTO	ALTO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
INDICE ULTRAVIOLETA COM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO SUDESTE												
09h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
12h	MUITO ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO
15h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO

Tabela 7- comportamento do IUV anual da região Sul

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> EXTREMO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MUITO ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> ALTO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> MODERADO <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> BAIXO												
INDICE ULTRAVIOLETA SEM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO SUL												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
09h	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
12h	EXTREMO	EXTREMO	MUITO ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO	EXTREMO	EXTREMO
15h	ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	ALTO
INDICE ULTRAVIOLETA COM INCIDÊNCIA DE NUVENS – REGIÃO SUL												
09h	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
12h	MUITO ALTO	MUITO ALTO	ALTO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO	MUITO ALTO
15h	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MODERADO	MODERADO	MODERADO

#### 4. Considerações Finais

A radiação ultravioleta pode causar diversas patologias como a Catarata (visão) e na Pele humana entre as doenças mais graves, os vários tipos de câncer.

Fazer o monitoramento da radiação ultravioleta no Brasil é importante para entender o comportamento do índice ultravioleta, haja vista, o tamanho territorial do nosso país faz com que o IUV varie muito de região para região.

Se tivermos o mapeamento deste comportamento por região quem sabe até por cidades pode se fazer campanhas orientadas que irão conscientizar a população a modificar seus hábitos diários de forma que poderão melhorar sua qualidade de vida.

Esse Monitoramento pode auxiliar também empresas, onde os funcionários trabalham expostos ao sol, pois investir em prevenção também significa aumentar os lucros, diminuindo o número de aposentadorias precoces devido à exposição excessiva ao sol.

Outro setor que poderia se beneficiar com o monitoramento IUV, seriam as escolas em suas atividades escolares tanto ao que se refere às aulas de educação física prevendo os melhores meses e horários para realizar atividades físicas dentro ou fora da sala. Quanto em aulas de geografia, ciências para que os alunos entendam de maneira diferenciada e dinâmica as diferenças climáticas de seu estado. Fazer uma conscientização dos discentes desde o início da idade escolar é a forma mais eficiente de campanha de prevenção, pois a criança acaba por adquirir este hábito mais fácil que um adulto ou adolescente que terá que modifica-lo.

### Referências Bibliográficas

01. CORREA, M.P **ÍNDICE ULTRAVIOLETA: AVALIAÇÕES E APLICAÇÕES**. 2003. (INPE-15745-TDI/1490). Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas) Universidade de São Paulo, (USP), São Paulo, 2003. Disponível em: [http://www.master.iag.usp.br/www-cptec/indiceuv/Tese\\_mpcorrea.pdf](http://www.master.iag.usp.br/www-cptec/indiceuv/Tese_mpcorrea.pdf)
02. Bisinella,V; Simões, N.P **AVALIAÇÃO DOS HÁBITOS DE EXPOSIÇÃO SOLAR DOS ESTUDANTES DE UMA CIDADE SITUADA NO INTERIOR DO ESTADO PARANÁ**. Revista Brasileira de Terapias e Saúde, v. 1, n. 1 (2010).

## APÊNDICE

Neste apêndice segue as Tabelas do IUV sem e com incidência de nuvens para as cinco regiões do Brasil para os horários de 09h00min, 12h00min e 15h00min locais que foram utilizadas para gerar os gráficos por região utilizada nesta pesquisa. Conta aqui:

- ❖ Tabela A.1 Valores do IUV para a região Centro-Oeste
- ❖ Tabela A.2 Valores do IUV para a região Nordeste
- ❖ Tabela A.3 Valores do IUV para a região Norte
- ❖ Tabela A.4 Valores do IUV para a região Sudeste
- ❖ Tabela A.5 Valores do IUV para a região Sul

Tabela A1. Valores do IUV para a região Centro-Oeste

Mês	0900 LT sem nuvem			0900 LT com nuvem			1200 LT sem nuvem			1200 LT com nuvem			1500 LT sem nuvem			1500 LT com nuvem		
	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de Casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos
Jan	5.68	1.02	119	4.63	1.66	122	13.69	0.36	120	9.73	3.04	120	6.62	1.12	77	4.09	1.76	76
Fev	5.25	1.00	110	4.52	1.39	108	13.99	0.37	110	10.54	3.17	108	6.85	1.15	108	4.65	1.96	107
Mar	4.64	0.86	122	4.05	1.23	122	12.49	0.92	120	9.46	2.47	118	7.23	0.99	120	3.74	1.56	117
Abr	3.81	0.69	116	3.50	0.86	112	10.10	0.95	110	8.35	1.91	106	3.88	1.04	102	2.99	1.01	101
Mai	2.85	0.52	88	2.60	0.68	86	7.22	0.85	32	6.09	1.71	32	3.38	0.53	36	2.92	0.76	36
Jun	2.19	0.42	120	2.15	0.47	120	6.44	0.64	118	6.18	0.94	118	3.08	0.44	116	2.86	0.58	116
Jul	2.16	0.44	124	2.06	0.49	124	6.70	0.61	124	6.11	1.24	124	3.43	0.50	122	3.02	0.72	122
Ago	2.96	0.61	124	2.97	0.66	124	8.37	0.75	122	8.22	1.11	122	4.36	0.55	120	3.90	0.48	120
Set	4.38	0.82	120	4.11	0.97	120	10.32	0.71	120	9.63	1.83	118	5.19	0.61	118	4.13	0.97	119
Out	5.68	0.91	124	5.05	1.39	122	11.43	0.55	122	9.23	2.62	122	5.59	0.70	124	3.88	1.35	123
Nov	6.49	0.90	118	4.93	2.05	118	12.46	0.54	120	9.18	2.79	120	5.55	0.45	62	3.16	1.27	118
Dez	6.09	0.96	124	5.20	1.63	124	12.70	0.40	124	9.44	2.77	124	7.13	0.81	124	4.72	1.90	124

Tabela A.2 Valores do IUV para a região Nordeste

Mês	0900 LT sem nuvem			0900 LT com nuvem			1200 LT sem nuvem			1200 LT com nuvem			1500 LT sem nuvem			1500 LT com nuvem		
	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de Casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos
Jan	6.24	0.35	260	4.84	0.74	270	12.35	0.43	268	9.78	1.55	269	4.24	0.76	179	3.15	0.52	171
Fev	6.61	0.37	252	5.21	0.77	243	13.86	0.48	252	10.82	1.74	252	4.83	0.82	252	3.67	0.68	251
Mar	6.51	0.33	279	5.14	0.80	279	13.15	0.68	270	10.45	1.61	270	4.15	0.90	261	3.27	0.66	252
Abr	6.19	0.35	270	4.74	0.78	261	11.72	0.97	261	8.57	1.50	252	3.20	0.87	261	2.25	0.45	261
Mai	5.29	0.35	198	4.17	0.63	189	9.36	0.93	81	7.32	1.19	81	2.35	0.76	81	1.93	0.37	81
Jun	4.36	0.30	270	3.66	0.56	270	8.51	0.80	270	6.69	1.12	270	2.22	0.69	261	1.69	0.36	261
Jul	4.14	0.26	279	3.58	0.54	279	8.52	0.70	279	6.72	0.95	279	2.41	0.68	279	1.91	0.37	279
Ago	4.84	0.32	279	4.13	0.65	279	9.59	0.63	279	7.83	1.00	279	2.72	0.68	270	2.24	0.37	270
Set	5.93	0.33	270	5.16	0.65	270	10.45	0.37	270	8.62	0.98	270	2.74	0.61	270	2.32	0.36	270
Out	6.65	0.35	279	5.63	0.69	272	10.53	0.35	279	9.03	1.01	279	2.55	0.52	279	2.24	0.27	279
Nov	6.75	0.37	261	5.72	0.71	261	10.49	0.46	270	9.12	0.94	270	2.62	0.50	270	2.33	0.30	270
Dez	6.80	0.27	31	5.68	1.33	30	10.73	0.44	279	8.89	1.159	279	3.13	0.55	279	2.61	1.08	279



Tabela A.3 Valores do IUV para a região Norte

Mês	0900 LT sem nuvem			0900 LT com nuvem			1200 LT sem nuvem			1200 LT com nuvem			1500 LT sem nuvem			1500 LT com nuvem		
	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de Casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos
Jan	3.66	0.43	151	3.04	0.99	214	12.63	0.70	209	8.79	2.70	210	6.76	1.03	140	4.28	1.70	137
Fev	3.76	0.47	138	3.08	1.10	189	13.91	0.46	192	9.73	3.03	192	7.65	0.82	188	5.06	1.93	185
Mar	3.90	0.57	153	3.40	1.06	213	13.59	0.54	210	9.92	2.62	206	8.09	1.91	211	6.46	2.65	207
Abr	3.96	0.75	146	3.12	1.06	195	12.53	0.96	191	8.67	2.71	184	5.82	0.70	175	3.68	1.33	175
Mai	3.57	0.88	110	3.00	0.96	151	9.84	1.39	55	7.62	2.35	55	6.28	1.45	63	4.57	1.81	73
Jun	2.93	0.80	150	2.71	0.75	210	9.39	1.06	206	7.60	1.63	206	5.83	1.32	203	4.56	1.46	203
Jul	2.68	0.71	155	2.48	0.67	217	9.19	0.90	217	7.46	1.58	217	5.96	1.29	213	4.68	1.58	213
Ago	3.06	0.67	155	3.01	0.68	217	10.12	0.74	213	8.71	1.35	213	6.52	1.36	210	5.34	1.80	210
Set	3.77	0.59	150	3.68	0.75	210	10.99	0.38	210	9.15	1.39	210	6.63	1.51	206	5.46	1.74	206
Out	4.31	0.46	155	3.96	0.96	216	11.19	0.36	213	9.07	1.92	213	6.37	1.67	217	4.70	1.99	21Z
Nov	4.37	0.51	119	3.82	1.09	179	11.22	0.71	180	8.25	2.39	180	6.56	1.79	64	3.30	1.12	64
Dez	3.83	0.50	93	3.27	1.11	183	10.98	0.81	186	7.66	2.34	185	6.75	1.91	186	4.48	2.29	186

Tabela A.4 Valores do IUV para a região Sudeste

Mês	0900 LT sem nuvem			0900 LT com nuvem			1200 LT sem nuvem			1200 LT com nuvem			1500 LT sem nuvem			1500 LT com nuvem		
	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos
Jan	5.96	0.46	120	5.11	1.57	120	13.55	0.47	120	10.54	2.95	120	6.44	0.74	79	4.66	1.50	79
Fev	5.32	0.49	112	4.74	1.14	111	13.35	0.48	112	10.86	2.81	112	6.29	0.71	112	4.46	1.42	112
Mar	4.47	0.64	124	3.69	1.10	124	11.47	1.03	120	8.56	2.27	120	4.74	0.80	116	3.16	1.10	115
Abr	3.42	0.58	120	2.87	0.86	116	8.72	0.90	116	6.74	1.67	112	2.95	0.53	116	1.97	0.67	116
Mai	2.38	0.50	88	2.09	0.62	84	5.66	0.60	36	3.89	1.24	36	1.61	0.23	36	1.13	0.35	36
Jun	1.74	0.36	120	1.59	0.46	120	5.07	0.50	120	4.35	1.11	120	1.48	0.20	116	1.25	0.35	116
Jul	1.98	0.29	93	1.77	0.38	93	5.61	0.67	124	4.65	1.10	124	1.82	0.31	124	1.46	0.41	124
Ago	2.63	0.54	124	2.35	0.70	124	7.25	0.73	124	6.26	1.69	124	2.49	0.35	120	2.17	0.63	120
Set	4.17	0.72	120	3.37	1.11	120	9.43	0.80	120	7.55	2.12	120	3.22	0.43	120	2.46	0.83	120
Out	5.76	0.66	124	4.41	1.40	120	11.09	0.69	124	7.95	2.64	124	3.78	0.54	124	2.63	1.00	124
Nov	6.63	0.52	116	4.95	1.71	116	12.09	0.58	120	8.46	2.70	120	4.44	0.60	120	2.75	1.191	120
Dez	6.49	0.47	124	5.34	1.54	123	12.78	0.42	124	9.70	2.62	124	5.40	0.68	124	3.75	1.27	124

Tabela A.5 Valores do IUV para a região Sul

Mês	0900 LT sem nuvem			0900 LT com nuvem			1200 LT sem nuvem			1200 LT com nuvem			1500 LT sem nuvem			1500 LT com nuvem		
	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de Casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos	Media	Desvio Padrão	Nº de casos
Jan	4.71	0.51	90	3.40	1.18	90	13.12	0.78	90	8.45	3.20	90	7.90	0.38	60	4.85	2.04	60
Fev	3.91	0.42	84	3.11	0.80	84	12.54	0.84	84	9.64	3.04	34	7.59	0.54	84	5.41	2.02	84
Mar	2.81	0.43	93	2.09	0.61	93	9.76	1.07	90	6.91	2.23	90	5.27	0.73	87	3.50	1.28	87
Abr	1.84	0.39	90	1.37	0.35	87	6.75	1.08	87	4.58	1.77	84	3.05	0.58	87	2.01	0.83	87
Mai	1.10	0.26	66	0.76	0.23	63	3.97	0.57	27	2.54	0.90	27	1.53	0.19	27	0.89	0.34	27
Jun	0.72	0.18	90	0.59	0.26	90	3.47	0.56	90	2.57	0.97	90	1.35	0.20	87	1.07	0.36	87
Jul	0.78	0.21	93	0.61	0.49	93	3.91	0.72	93	2.97	1.11	93	1.69	0.31	93	1.21	0.50	93
Ago	1.31	0.38	93	1.05	0.85	93	5.36	1.01	93	4.29	1.70	93	2.44	0.43	90	1.92	0.80	90
Set	2.50	0.56	90	1.77	1.22	90	7.66	1.06	90	5.15	2.03	90	3.48	0.40	90	2.37	0.88	90
Out	4.20	0.67	93	3.03	1.21	90	10.26	1.10	93	7.18	2.57	93	4.65	0.45	93	3.13	1.24	93
Nov	4.98	0.49	87	3.95	1.21	87	11.10	0.89	90	8.25	2.35	90	5.38	0.47	90	3.93	1.29	90
Dez	5.27	0.37	93	4.12	1.25	93	12.52	0.54	93	8.84	2.85	93	6.81	0.43	62	4.46	1.87	93