

©Copyright, 2006. Todos os direitos são reservados. Será permitida a reprodução integral ou parcial dos artigos, ocasião em que deverá ser observada a obrigatoriedade de indicação da propriedade dos seus direitos autorais pela INTERFACEHS, com a citação completa da fonte.  
Em caso de dúvidas, consulte a secretaria: [interfacehs@interfacehs.com.br](mailto:interfacehs@interfacehs.com.br)

## **RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA: UMA AVALIAÇÃO EM SÃO PAULO**

Vanessa A. König Kiguti <sup>1</sup> ; Emília Satoshi Miyamaru Seo <sup>2</sup> ; Alcir Vilela-Junior <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental do Centro Universitário Senac. [v.kiguti@ig.com.br](mailto:v.kiguti@ig.com.br).

<sup>2</sup> Orientadora: Doutora em Ciências pelo Ipen/USP e professora do Centro Universitário Senac.

<sup>3</sup> Co-orientador: professor do Centro Universitário Senac.

### **RESUMO**

A radiação ultravioleta (R-UV) corresponde a uma faixa de espectro eletromagnética entre 100 e 400 nm, dividida em três sub-regiões: UVA, UVB e UVC. O espectro compreendido entre 280 e 400 nm (UVB) incide sobre a superfície terrestre e, em grandes doses, prejudica a saúde humana. Este projeto visou avaliar o índice de R-UVB que incide sobre a cidade de São Paulo, mais especificamente na região metropolitana de São Paulo (RMSP), na qual está inserido o Centro Universitário Senac, Campus Santo Amaro. Os níveis de R-UV observados na cidade de São Paulo foram comparados com os das capitais vizinhas. Pode-se afirmar que ocorre a influência das estações do ano, acontecendo uma variação muito grande no verão e mais baixa no inverno. Os dados de comparação desses índices foram obtidos através de dados secundários divulgados no site do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A análise dos dados proporcionou informações como o melhor horário de exposição ao sol e qual o tempo máximo de exposição sem comprometer a saúde das pessoas.

**Palavras-chave:** radiação ultravioleta; São Paulo (cidade); saúde humana.

A radiação ultravioleta (R-UV) corresponde a uma faixa de espectro eletromagnética entre 100 e 400 nm, dividida em três sub-regiões: UVA, UVB e UVC. O espectro compreendido entre 280 e 400 nm, que incide na superfície terrestre em grandes doses, é prejudicial à saúde humana, reduz as safras agrícolas e destrói e inibe o crescimento de espécies vegetais; desta forma, afeta todo o ecossistema terrestre, além de causar danos aos materiais plásticos. Assim, o índice Ultravioleta (UV) mede o nível de radiação solar na superfície da Terra. Quanto mais alto, maior o risco de danos aos olhos e à pele e de aparecimento de câncer. Um estudo sobre essa temática é de extremo valor, pois vem a contribuir para a qualidade de vida e da saúde das populações.

Nesse contexto, o presente trabalho consiste na avaliação do índice de R-UVB que incide sobre a cidade de São Paulo, mais especificamente na região metropolitana de São Paulo (RMSP), na qual está inserido o Centro Universitário Senac, Campus Santo Amaro. Estudaram-se os níveis de R-UV observados na cidade de São Paulo, e estes foram comparados com as das capitais vizinhas. Os dados desses índices de comparação foram obtidos através de dados secundários divulgados no site do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que realiza a medição da R-UV diariamente, na região metropolitana de São Paulo, nas cidades vizinhas de São Paulo e em todas as capitais do Brasil.

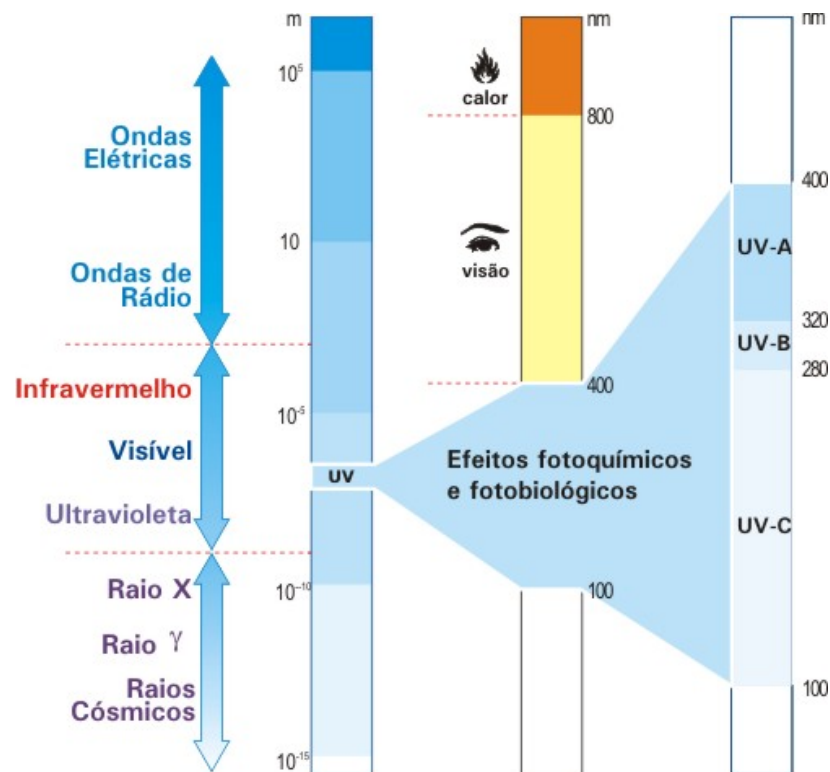
Os resultados do presente trabalho somam-se a um conjunto de estudos que vêm sendo realizados no Senac buscando avaliar a Qualidade do Ar.

Sendo assim, esses dados poderão ser disponibilizados para toda a sociedade por meio de diversos meios, como por exemplo, o Portal do Senac, para conscientização da população sobre o assunto e divulgação de informações sobre proteção à exposição excessiva ao sol no tange aos períodos mais críticos.

## **RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA**

A radiação ultravioleta (R-UV) corresponde a uma pequena faixa de espectro eletromagnética compreendida entre 100 e 400 nm, a qual é dividida em três sub-regiões: UVA, UVB e UVC (Figura 1; BRAGA et al., 2002), a saber:

- a) o espectro compreendido entre 100 e 280 nm é o UVC, completamente absorvido pelo O<sub>2</sub> e pelo O<sub>3</sub> estratosférico e, com isso, não atinge a superfície terrestre;
- b) na faixa compreendida entre 280 e 320 nm está o UVB, que sofre forte absorção pelo O<sub>3</sub> estratosférico e, em grandes doses, pode ser prejudicial à saúde humana, causando queimaduras e, a longo prazo, câncer de pele; e
- c) a radiação UVA está compreendida entre 320 e 400 nm, sofre pouca absorção pelo O<sub>3</sub> estratosférico e é necessária para sintetizar a vitamina D no organismo. Porém, o excesso de exposição pode causar queimaduras e, a longo prazo, causa o envelhecimento precoce.



Fonte: CPTEC, 2007.

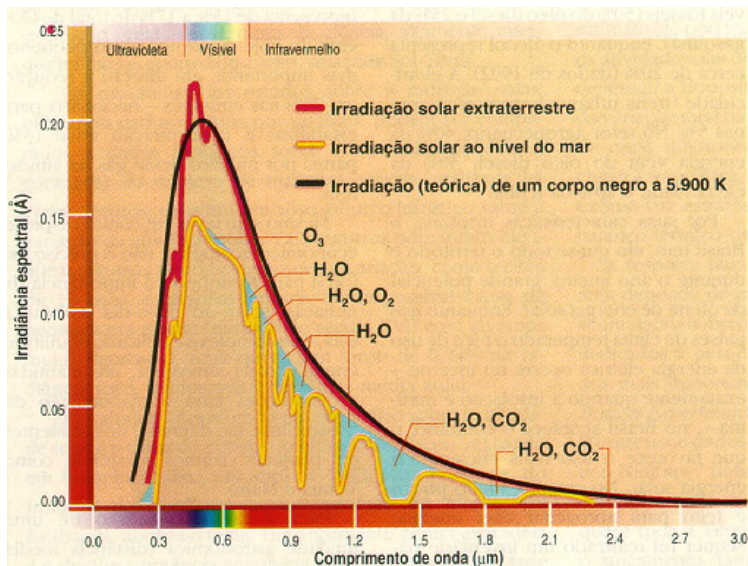
**Figura 1 – Espectro eletromagnético da radiação ultravioleta**

Vários fatores contribuem para a variação de radiação que ocorre entre o início da estratosfera e a superfície do planeta, como se vê na Figura 2. Esses fatores atuam em

diversos níveis e com intensidade variável, conforme a frequência e o comprimento de onda da radiação incidente. As radiações ultravioletas (abaixo de  $0,3 \mu$  de comprimento de onda) são absorvidas pela camada de ozônio que envolve a Terra a uma altitude aproximada de 25 quilômetros. A camada de ozônio é um dos fatores de manutenção da vida no planeta, uma vez que esse tipo de radiação é letal quando incide com grande intensidade (BRAGA et al., 2002).

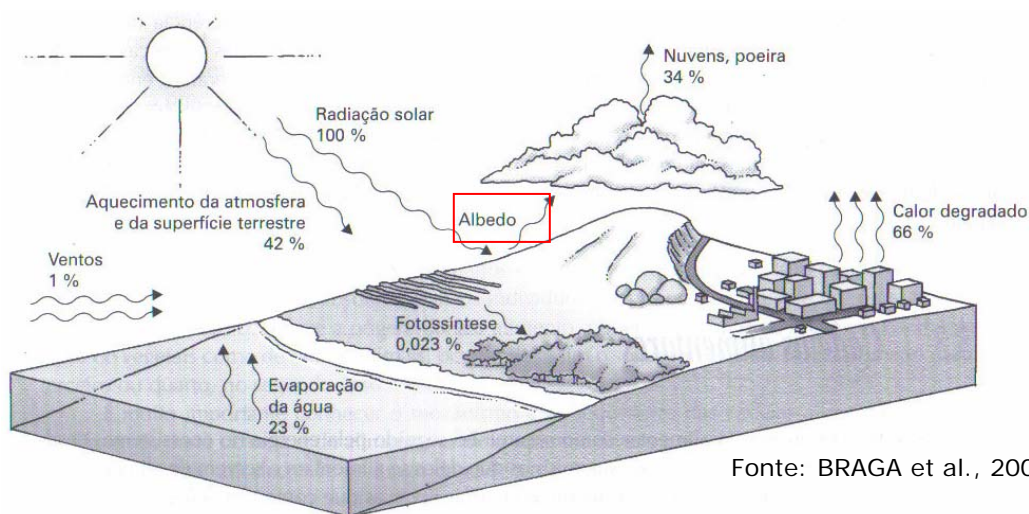
A redução na concentração do ozônio estratosférico permite que mais luz UV-B alcance a superfície da terra: estima-se que uma diminuição de 1% no ozônio das camadas altas da atmosfera resulte em um aumento de 2% na intensidade de UV-B no nível da superfície. Esse aumento é a principal preocupação ambiental no que diz respeito à depleção do ozônio, visto que tem como consequência efeitos prejudiciais a algumas formas de vida, inclusive a vida humana (BAIRD, 2000).

Outra parte da energia incidente é refletida pelas nuvens e por outras partículas suspensas no ar, volta ao espaço e torna-se perdida para a terra. A esse fenômeno dá-se o nome de albedo, que é uma medida da capacidade de dado material refletir a luz, como mostra a Figura 3. A radiação remanescente chega à superfície terrestre em forma de luz direta ou difusa apresentando, em dia claro, uma composição de aproximadamente 10% de radiação ultravioleta, 45% de radiação visível e 45% de infravermelho. A dispersão é causada pelas moléculas gasosas da atmosfera (que conferem cor azul ao céu) e pelas partículas sólidas em suspensão (que dão coloração branca ao céu, mais notável nas grandes cidades). A radiação visível é pouco atenuada quando transpõe camadas de nuvens, o que possibilita a realização da fotossíntese pelos vegetais, mesmo em dias nublados (BRAGA et al., 2002). E os seres humanos são depósitos de uma fração infinitesimal dessa corrente de energia (DREW, 2002).



Fonte: CPTEC / INPE.

**Figura 2 – Variação da radiação entre o início da estratosfera e a superfície do planeta**



Fonte: BRAGA et al., 2002.

**Figura 3 – Fluxo de energia na Terra**

Toda a vida na terra depende da energia proveniente do sol, e a distribuição das diversas formas de vida é consequência da variação de sua incidência e intensidade. Por isso regiões de intensa incidência de radiação apresentam flora e fauna totalmente diversas das de regiões de fraca incidência. Essa variação de incidência é o principal fator que gera as diferenças climáticas entre as diversas regiões do mundo. A incidência

luminosa influi no clima e, conseqüentemente, na vida do globo. A influência mais notada é a divisão do ano em estações, ditada pela maior ou menor intensidade com que a energia solar alcança a superfície de determinada região do globo. A variação de intensidade verificada nas estações torna-se mais acentuada à medida que nos afastamos do equador. Outras conseqüências importantes da variação da incidência solar são a existência de regiões quentes e frias e, assim, de baixas e altas pressões, respectivamente. Essa diferença de pressão faz que as massas de ar de regiões de alta pressão desloquem-se para regiões de menor pressão, levando, nesse deslocamento, a umidade que se precipitará ao longo do percurso (chuvas), criando diferentes condições climáticas nas áreas por onde passar (BRAGA et al., 2002).

### **Interferência das nuvens**

Segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2007), os fluxos de R-UV são afetados pela presença de nuvens, que geralmente provocam atenuação do feixe de radiação. Quando o sol está completamente encoberto, as nuvens reduzem a componente direta (na direção do sol) e intensificam a componente difusa (proveniente de todas as direções, exceto aquela do sol). A radiação global (direta + difusa) geralmente diminui, pois a atenuação de radiação direta é mais eficiente que a produção de radiação difusa.

Sob condições de céu totalmente encoberto, essa diminuição pode chegar a 70%.

### **Índice Ultravioleta (IUV)**

O Índice Ultravioleta (IUV), segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC (2007), é uma medida da intensidade da radiação UV incidente sobre a superfície da Terra e relevante nos efeitos sobre a pele humana. O IUV representa o valor máximo diário da radiação ultravioleta. Isto é, no período referente ao meio-dia solar, o horário de máxima intensidade de radiação solar. Como a cobertura de nuvens é algo muito dinâmico e variável, o IUV é sempre apresentado para uma condição de céu claro. Isto é, para ausência de nuvens, o que, na maioria dos casos, representa a máxima intensidade de radiação. O IUV é apresentado como um número inteiro. De

acordo com recomendações da Organização Mundial da Saúde, esses valores são agrupados em categorias de intensidades, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1 – Classificação de índice ultravioleta**

<b>Categoria</b>	<b>Índice Ultravioleta</b>
Baixo	< 2
Moderado	3 a 5
Alto	6 a 7
Muito alto	8 a 10
Extremo	> 11

Fonte: CPTEC, 2007.

Conforme o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, para o cálculo do IUV alguns elementos são imprescindíveis, como: Concentração de ozônio; Posição geográfica da localidade; Altitude da superfície; Hora do dia; Estação do ano; Condições atmosféricas (presença ou não de nuvens, aerossóis etc.) e Tipo de superfície (areia, neve, água, concreto etc.). A expressão matemática (A) usada é:

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

Onde  $E_{\lambda}$  é a irradiância espectral em superfície [ $W/m^2/nm$ ],  $\epsilon_{\lambda}$  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  $25m W/m^2$  de energia.

## EFEITOS NA SAÚDE HUMANA

A R-UV é de grande importância para a saúde humana, embora a exposição inadvertida cause efeitos indesejáveis no organismo humano, principalmente na pele e no

aparelho ocular, como câncer de pele, depressão imunológica e fotoenvelhecimento, além de causar lesões oculares (OKUNO; VILELA, 2005).

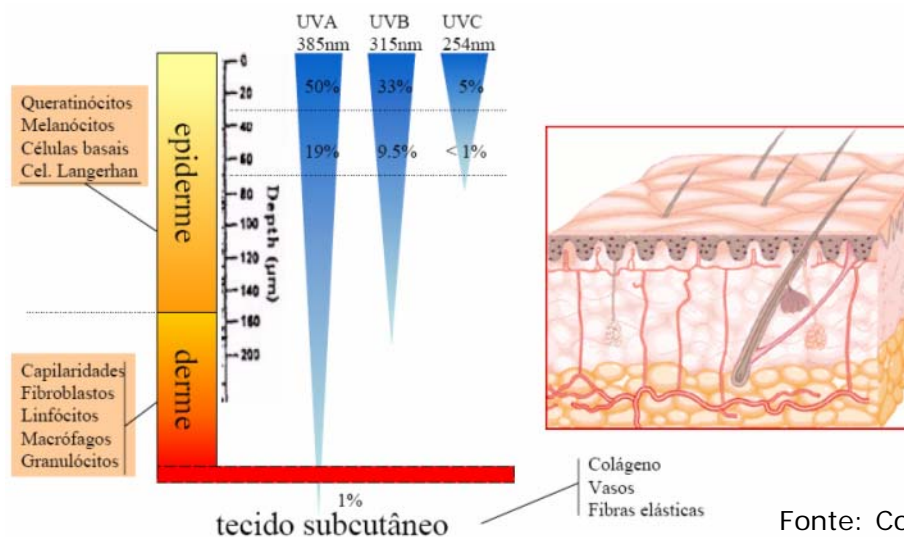
## **Pele**

A penetração da R-UV na pele varia muito com seu comprimento de onda, conforme visto na Figura 4. A radiação com comprimento de onda inferior a 315 nm (UVB + UVC) é em grande parte absorvida por proteínas e outros constituintes celulares epidérmicos, reduzindo muito sua penetração na pele. O remanescente é presumivelmente absorvido pelo DNA e por outros componentes dérmicos: a elastina e o colágeno. A radiação com comprimento de onda superior a 315 nm (UVA) alcança a derme após absorção variável pela melanina epidérmica. A espessura da pele e seu teor de melanina interferem na absorção e na difusão da radiação (OKUNO; VILELA, 2005).

Ainda para Okuno & Vilela (2005), as reações fotobiológicas são tanto mais intensas quanto mais precoce for o início da insolação, e dependem do tempo e do número de exposições. Também influem a intensidade e o comprimento de onda da radiação solar, que varia de acordo com altitude, latitude, estação do ano, condições atmosféricas e hora do dia. Os efeitos biológicos consequentes são agudos ou imediatos, quando surgem algumas horas ou alguns dias após a exposição, e crônicos ou tardios quando são consequências da somatória de exposições agudas, repetitivas no decorrer da vida.

A R-UVC (100-280 nm) é a radiação com maior poder carcinogênico, pois é letal para a epiderme. Sua incidência aumenta durante o verão, especialmente nos horários entre 10 e 16 horas, quando a intensidade dos raios atinge seu máximo. Os raios UVB penetram superficialmente e causam as queimaduras solares. É a principal responsável pelas alterações celulares que predisõem ao câncer da pele. A R-UVB (280-315 nm), eritematogênica, é o principal indutor do câncer cutâneo. E na R-UVA (315-400 nm), maior parte do espectro ultravioleta, a radiação UVA possui intensidade constante durante todo o ano, atingindo a pele praticamente da mesma forma durante o inverno ou o verão. Sua intensidade também não varia muito ao longo do dia, sendo pouco maior entre 10 e 16 horas que nos outros horários. Penetra profundamente na pele, sendo a principal responsável pelo fotoenvelhecimento. Tem importante participação nas fotoalergias e também predis põe a pele ao surgimento do câncer. O UVA também está presente nas câmaras de bronzeamento artificial, em doses mais altas do que na radiação proveniente do sol (SCHAEFER, 2007).





Fonte: Corrêa, 2007.

**Figura 4 – Níveis de penetração da R-UV na pele**

A caracterização de determinado tipo de pele é subjetiva e muito difícil, diante da grande miscigenação e das diferentes características entre os seres humanos. Desse modo, podem ser selecionados três grandes grupos de tipos de pele (Quadro 1):

- aqueles que apresentam pele clara, nunca se bronzeiam e têm grande susceptibilidade a sofrer queimaduras em exposições ao sol (tipos I e II);
- os de pele morena, com pigmentação intermediária (tipos III e IV); e
- indivíduos de pele escura, cuja pigmentação é acentuada (tipos V e VI).

Mais de 90% dos cânceres de pele não melanoma ocorrem em pessoas de pele tipo I e II. Ou seja, do grupo de pele clara. Pessoas com esse tipo de pele devem ter particular atenção às medidas de prevenção às queimaduras. Bebês, crianças e idosos também devem ser incluídos nesse grupo, uma vez que suas peles são mais sensíveis aos efeitos da R-UV. Embora o número de casos de câncer seja menor em pessoas de pele mais escura, estas também estão susceptíveis a outros efeitos nocivos da R-UV, tais como as cataratas e a depleção do sistema imunológico.

**Quadro 1 – Caracterização dos tipos de pele**

Tipo	Característica	Sofre queimadura	Bronzeia após exposição
I	Pele clara – pouca melanina	Sempre	Raramente
II		Usualmente	Às vezes
III	Pele morena – quantidade intermediária de melanina	Às vezes	Usualmente
IV		Raramente	Sempre
V	Pele escura – muita proteção de melanina	Pele mulata (naturalmente)	
VI		Pele mulata (naturalmente)	

Fonte: CPTEC, 2007.

Apesar de o câncer de pele ser o mais frequente no Brasil, o país não utiliza o Índice Ultravioleta (IUV), para prevenção à doença, em benefício da saúde pública. O Instituto Nacional de Câncer – Inca (2008) estima que o câncer de pele do tipo não melanoma (115 mil casos novos) será o mais incidente na população brasileira em 2008, o que praticamente equivale para homens à quantidade de câncer de próstata (49 mil) e, para as mulheres, ao câncer de mama (49 mil). O número de casos novos de câncer de pele não melanoma estimados para o Brasil no ano de 2008, é de 55.890 entre homens e de 59.120 nas mulheres. Estes valores correspondem a um risco estimado de 59 casos novos a cada 100 mil homens e 61 para cada 100 mil mulheres. O câncer de pele não melanoma é o mais incidente em homens na maioria das regiões do Brasil, com um risco estimado de 82/100 mil na região Sul e 68/100 mil na região Sudeste; nas demais regiões a incidência é menor. Nas mulheres, é mais frequente nas regiões Sul (82/100 mil), Centro-Oeste e Sudeste (64/100 mil); nas demais regiões a incidência é menor. Quanto ao melanoma, sua letalidade é elevada, porém sua incidência é baixa (2.950 casos novos em homens e 2.970 casos novos em mulheres). As maiores taxas estimadas em homens e mulheres encontram-se na região Sul.

### *Filtro Solar*

Os filtros solares ou protetores solares são substâncias que aplicadas sobre a pele protegem-na contra a ação dos raios ultravioleta (UV) do sol. Os filtros solares podem ser

químicos (absorvem os raios UV) ou físicos (refletem os raios UV). É comum a associação de filtros químicos e físicos para se obter um filtro solar de FPS mais alto.

Todo filtro solar tem um número que determina o seu Fator de Proteção Solar (FPS), que pode variar de 2 a 60 (até agora, nos produtos comercializados no Brasil). O FPS mede a proteção contra os raios UVB, responsáveis pela queimadura solar, mas não medem a proteção contra os raios UVA. A pele, quando exposta ao sol sem proteção, leva determinado tempo para ficar vermelha. Quando se usa um filtro solar com FPS 15, por exemplo, a mesma pele leva 15 vezes mais tempo para ficar vermelha. Exemplo: Para uma manhã com IUV de 6.9, o Tempo de Exposição Segura (TES) é de 24 minutos, conseqüentemente, se aplicou um creme de proteção solar com Fator de Proteção Solar (FTP) 10, o indivíduo poderá ficar exposto ao sol, sem se queimar, por 240 minutos (4 horas), pois o TES com filtro solar =  $TES \times FTP = 24 \times 10 = 240$  minutos. A eficiência do creme protetor depende de sua permanência na pele, logo deverá ser reaplicado após o banho (contato com água) ou intensa atividade física que gere muito suor (SCHAEFER, 2007).

## **Olhos**

Segundo Schaefer (2007), a radiação ultravioleta A, conforme visto na Figura 5, é a de maior potencial de agressão à retina, pois passa com facilidade pela córnea, a maior parte dela é filtrada pelo cristalino, mas uma vez transmitida para a retina, prejudica o cristalino. De acordo com Corrêa (2007), a maior absorção ocorre na córnea, segundo demonstrado na Figura 6.

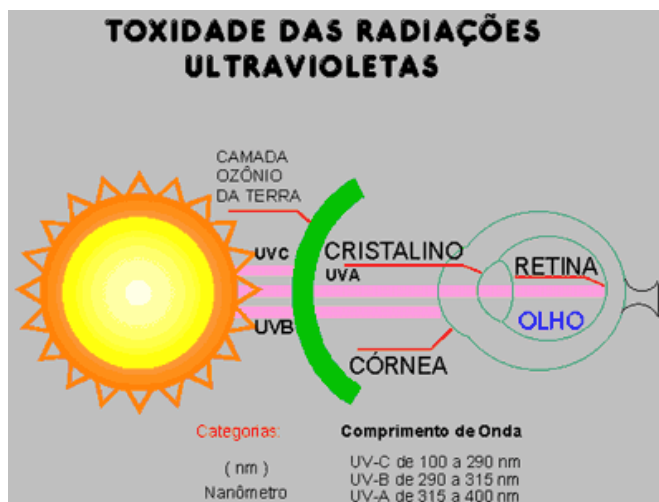


Figura 5 – Toxidade das radiações ultravioleta Schaefer, 2007.

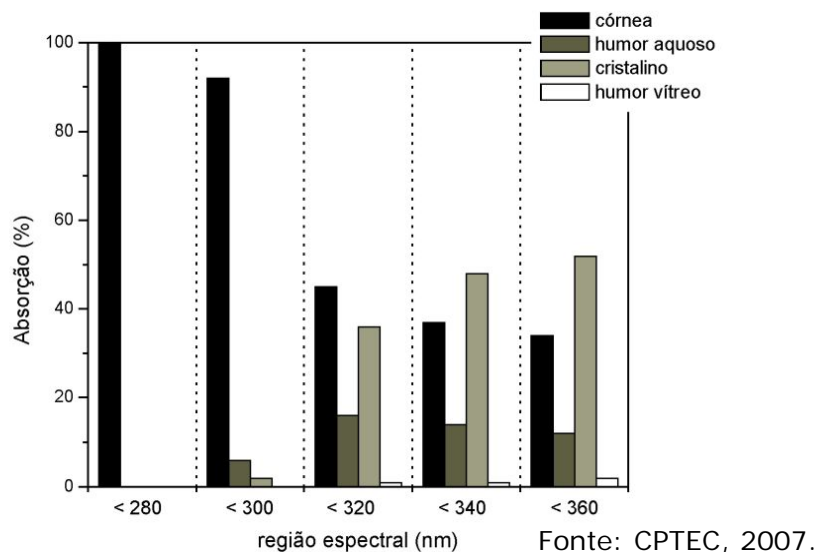


Figura 6 – Absorção de radiação ultravioleta pelo olho humano

Para uma exposição segura, é necessário o uso de óculos com proteção UV, pois, como se vê na Figura 7, a lente tratada tem a capacidade de absorver os raios ultravioleta, filtrando a radiação UVA e UVB que entraria pelos olhos.

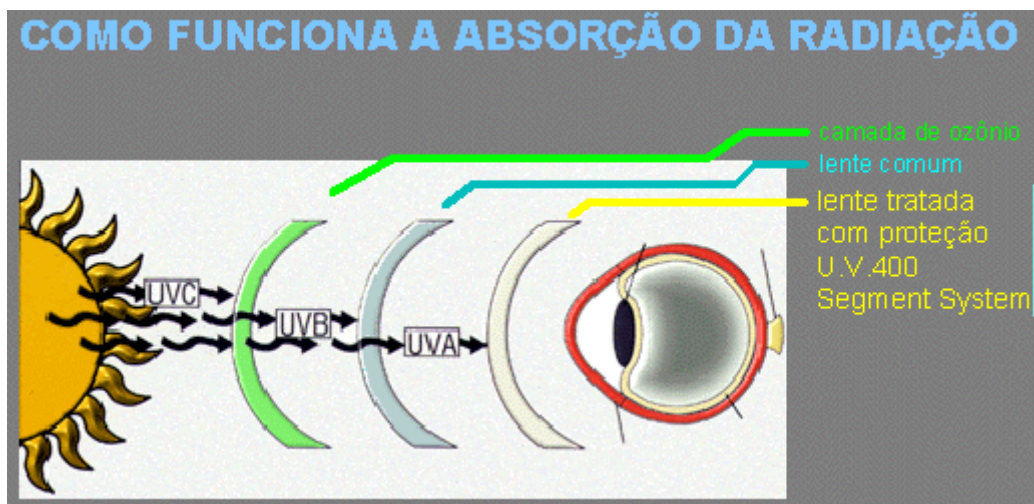


Figura 7 – Absorção da radiação

Fonte: Schaefer, 2007.

No Quadro 2 o espectro está dividido em: UVC (< 280 nm), UVB (280-320 nm), UVA (320-400 nm), Visível (400-750 nm), IVA (780-1400 nm), IVB (1400-3000 nm) e IVC (3000-10000 nm), onde UV: Ultravioleta e IV: Infravermelho. Quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior o dano causado à estrutura ocular. Por essa razão, as radiações UV são mais nocivas do que a luz nos comprimentos de onda visível e IV. Outro fator que diferencia os danos causados pela radiação UV é que sua percepção não é imediata. Enquanto a radiação IV se manifesta na forma de calor e a luz visível pode ser vista, o UV não provoca nenhuma reação que desperte algum dos sentidos do ser humano.

Quadro 2 – Dano causado à estrutura ocular

Espectro	Tecido afetado	Local de absorção	Tipo de dano
UVC / UVB	Córnea	Epitélio	Fotoquímico: fotoqueratite e opacidades na córnea
UVB / UVA	Cristalino	Núcleo	Fotoquímico: catarata
Visível	Retina	Epitélio pigmentário Hemoglobina Pigmento macular	Térmico: diminuição da visão Hemorragia intraocular Alterações na percepção de cores

IVA	Retina	Epitélio pigmentário Epitélio	Térmico: diminuição da visão Catarata
IVB	Córnea	Epitélio	Opacidades
IVC	Córnea	Epitélio	Queimaduras superficiais

Fonte: CPTEC, 2007.

## ESTRATÉGIA DE PESQUISA

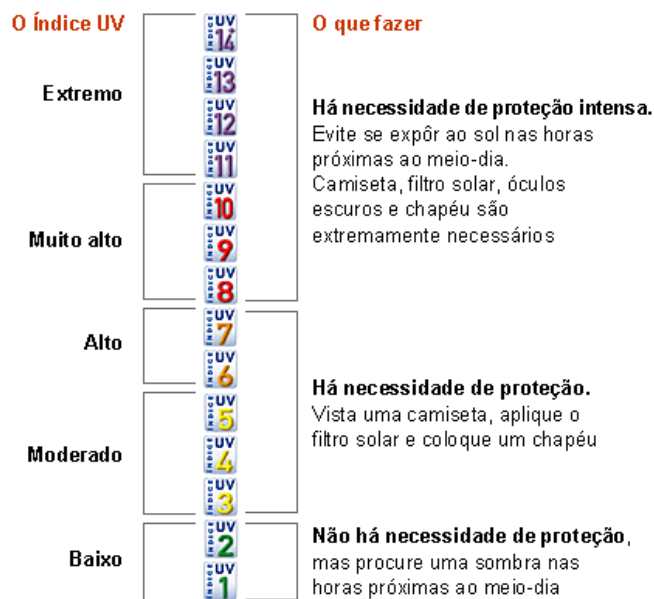
Inicialmente realizou-se pesquisa bibliográfica para compreensão de alguns conceitos e definições a respeito da Radiação Ultravioleta. O segundo passo foi coletar os dados secundários, no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O cálculo do índice UV divulgado pelo Inpe leva em conta fatores como concentração de ozônio (maior responsável pela absorção de radiação UV), posição geográfica, altitude e horário (sabe-se que quanto mais próximo do meio-dia, maior a quantidade de energia UV). Outros fatores também influenciam a radiação que incide sobre a terra, como condições atmosféricas, pois a presença de nuvens atenua a quantidade de radiação na superfície.

A terceira etapa objetivou analisar e comparar os dados, gerando Gráficos (1,2,3,4 e 5), para obter valores consistentes da Radiação Ultravioleta em São Paulo, com base nos números divulgados para as quatro estações do ano, entre:

- São Paulo (capital) e cidades vizinhas (região metropolitana de São Paulo, Osasco e Guarulhos);
- São Paulo (capital) e capitais vizinhas (Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Campo Grande, Curitiba e Distrito Federal);
- São Paulo (capital) e algumas capitais (Manaus, Fortaleza, Salvador, Brasília, Cuiabá e Porto Alegre);
- São Paulo e cidades litorâneas (Guarujá, Praia Grande, Santos e São Vicente);
- São Paulo (capital) e cidades do interior (Araçatuba, Bragança Paulista, São José dos Campos, Santos e Presidente Prudente).

Por fim, os dados obtidos foram aplicados à tabela do Índice Ultravioleta (Figura 9), para fornecer informações com relação aos horários mais críticos de exposição à saúde

humana. O índice calcula, em escala de 0 a 14, a quantidade de radiação solar que chega à Terra, indica o quanto é necessário se proteger do sol em atividades ao ar livre e que tipo de proteção deve ser adotado.

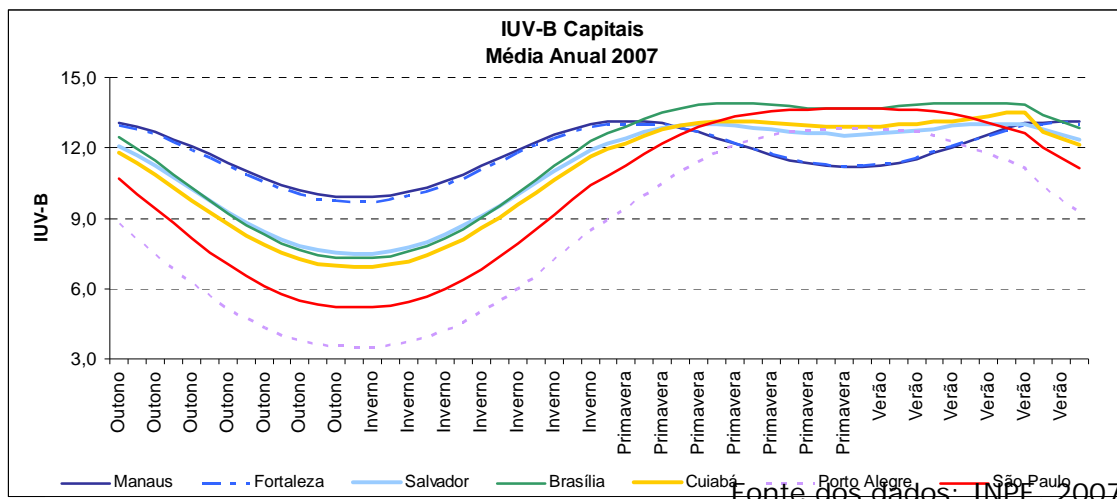


Fonte: CPTEC, 2007.

**Figura 8 – Índice Ultravioleta**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para os valores de índices de radiação ultravioleta (IUV-B) da cidade de São Paulo e de outras localidades estão apresentados nos Gráficos 1,2,3,4 e 5.



**Gráfico 1 – Índice de Radiação em São Paulo e capitais em outras regiões**

Os dados de latitude e altitude das cidades citadas no Gráfico 1 são estes:

	Latitude	Altitude
Manaus	3° 07' S	67 m
Fortaleza	3° 30' S	15 m
Salvador	13° 30' S	8 m
Brasília	15° 36' S	1.172 m
Cuiabá	15° 33' S	176 m
Porto Alegre	30° S	10 m
São Paulo	23° 32' S	760 m



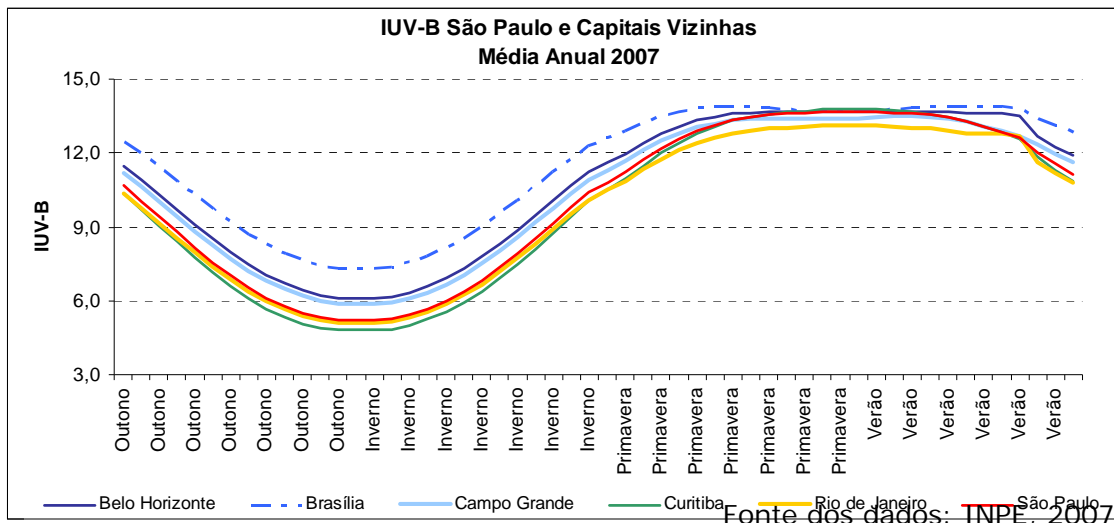


Gráfico 2 – Índice de Radiação UV-B em São Paulo e capitais vizinhas

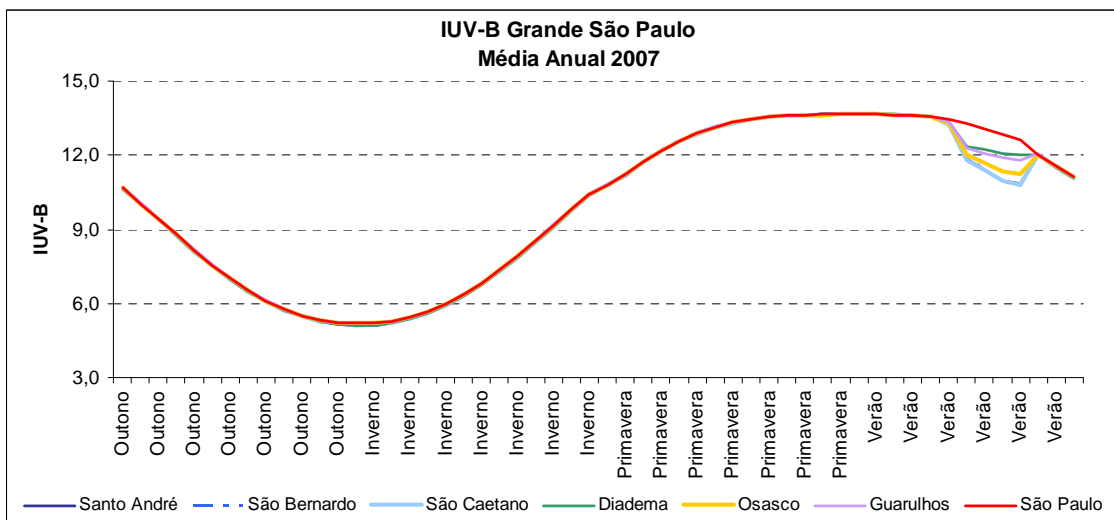
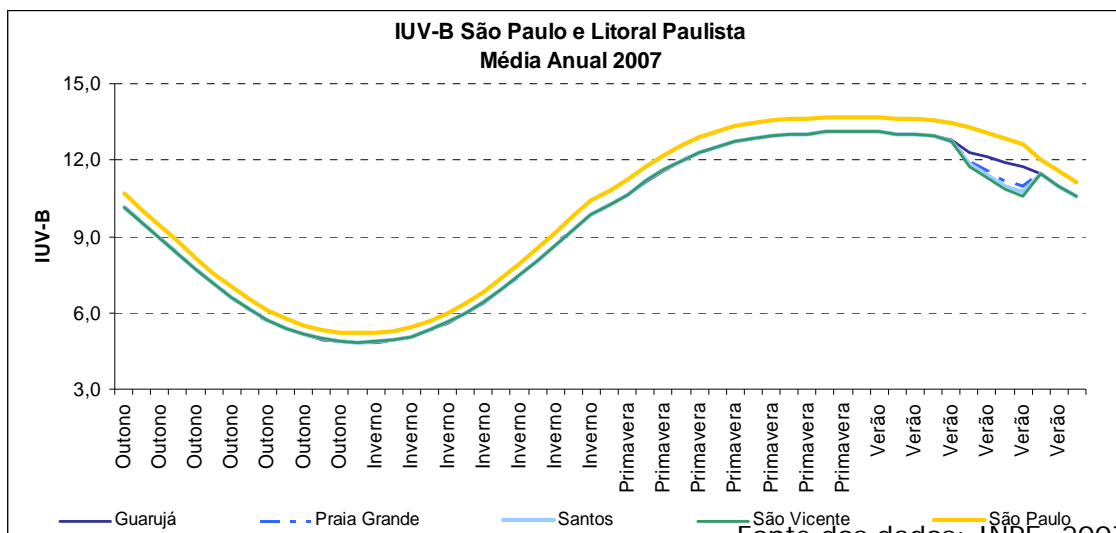
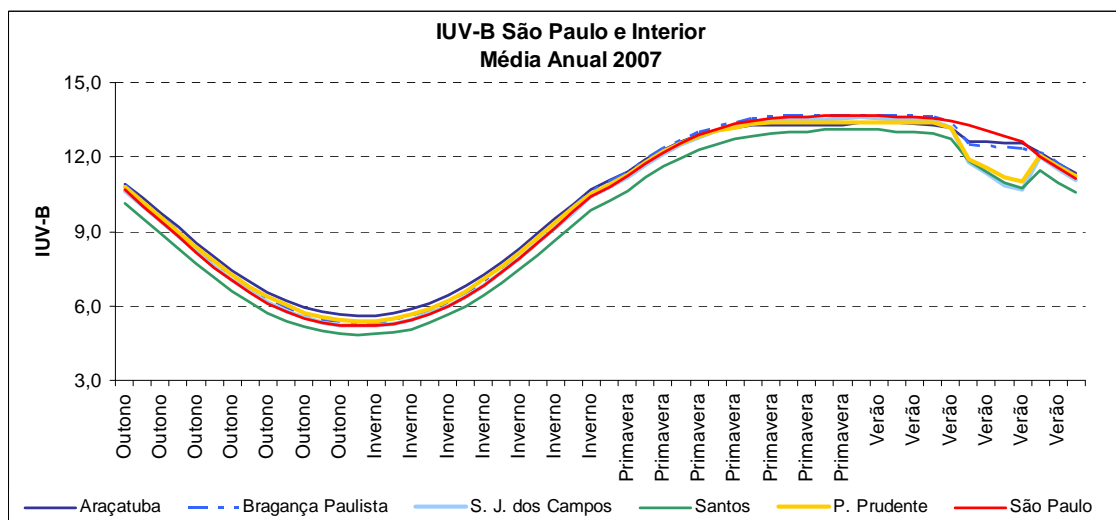


Gráfico 3 – Índice de Radiação UV-B na Grande São Paulo

Fonte dos dados: INPE, 2007.



**Gráfico 4 – Índice de Radiação UV-B nas cidades litorâneas de São Paulo**



**Gráfico 5 – Índice de Radiação UV-B nas cidades do interior de São Paulo**

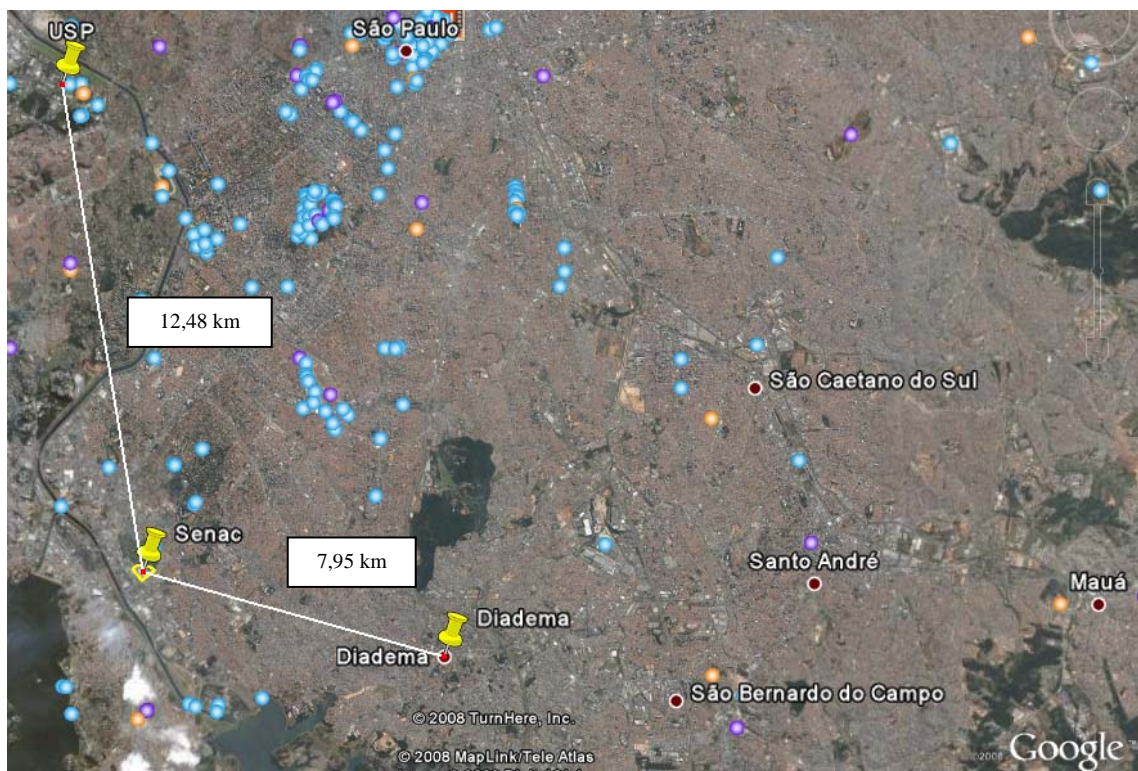
Com base nos resultados obtidos, temos as seguintes avaliações:

- Quanto maior a altitude, maior a radiação UV-B – exemplo: Brasília x Cuiabá (Gráfico 1);
- Quanto maior a latitude, menor a média anual de radiação UV-B, porém maior a amplitude entre o máximo e mínimo – exemplo: Porto Alegre (Gráfico 1);

- Quanto mais próximo à linha do Equador, maior a média anual de radiação UV-B e menor a diferença entre as estações do ano – exemplo: Manaus e Fortaleza (Gráfico 1);
- A incidência de radiação UV-B é maior entre a primavera e o verão, e menor entre o outono e o inverno (Gráficos 1, 2, 3, 4 e 5).

As cidades litorâneas de São Paulo têm incidência menor de radiação UV, pois estão localizadas em uma altitude menor (Gráfico 4).

Comparando os dados secundários de níveis de UVB de São Paulo e cidades vizinhas da região metropolitana (RMSP), verificou-se que os níveis de radiação pouco se alteram (Gráfico 3). E, hipoteticamente, pode-se observar que os valores de R-UV da cidade de Diadema são próximos aos do Senac (Figura 9).



**Figura 10 – Distância do Senac à USP e à cidade de Diadema** Fonte: Google Earth.

Segundo o professor Marcelo de Paula Corrêa, o ponto de medição de R-UV na cidade de São Paulo se localiza no Peletron da Física/USP – Cidade Universitária. Os demais são medidos por satélite, o que explica a variação em todos os gráficos da região

de São Paulo, pois esta medição pode sofrer influência das nuvens. Aliás, também pode ter ocorrido falha de manutenção no sistema que capta os dados (Gráficos 3,4 e 5).

Em São Paulo e também em Diadema, o índice de radiação UV-B fica entre 5 e 9 (referência Figura 8) entre o outono e inverno, ou seja, entre “moderado” e “muito alto”. Entretanto, durante a primavera e o verão o índice de radiação fica entre 9 e 14, ou seja, entre “muito alto” e “extremo”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores de IUV nas regiões Norte e Nordeste são praticamente constantes durante o ano inteiro, graças à proximidade da linha do equador. Para as outras regiões observa-se comportamento sazonal, com valores muito altos no verão e muito baixos no inverno;

Devemos destacar que durante vários meses do ano o território brasileiro apresenta, em condições de céu claro, IUVs considerados extremos pela Organização Mundial da Saúde, por serem maiores que 9.

O Centro Universitário Senac, Campus Santo Amaro, está inserido numa região em que o índice de radiação UV-B fica entre 5 e 9 (Figura 8) entre o outono e o inverno, ou seja, entre “moderado” e “muito alto”. Entretanto, durante a primavera e o verão o índice de radiação fica entre 9 e 14, ou seja, entre “muito alto” e “extremo”.

As condições de radiação solar na região do Senac Campus Santo Amaro (considerando os dados de Diadema) têm um IUV alto e, portanto, devem ser tomadas algumas medidas de proteção por toda a comunidade acadêmica nos períodos de maior insolação, das 10 às 16 horas.

Para dar sequência ao estudo, seria necessária a compra do equipamento que meça radiação ultravioleta para verificar a incidência da radiação no Senac, e disponibilizar as informações no *site* para a comunidade acadêmica, bem como medidas preventivas e horários críticos, para exposição segura, ou seja, sem prejuízo à saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIRD, Colin. *Química ambiental*. (Trad. Maria Angeles Lobo Recio; Luiz Carlos Marques Carrera). 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. p.622.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). *Índice ultravioleta*. Disponível em: [www.cptec.inpe.br/uv](http://www.cptec.inpe.br/uv). Acesso em: 10 maio 2007.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC); INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Espectro solar*. Disponível em: [www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/pesquisa/radsat/radsol.htm](http://www2.cptec.inpe.br/satelite/metsat/pesquisa/radsat/radsol.htm). Acesso em: 10 maio 2007.

CORRÊA, Marcelo de Paula. *Ozônio, radiação UV e saúde: um panorama das pesquisas mais recentes realizadas no país*. In: SEMINÁRIO DE COMEMORAÇÃO DO DIA INTERNACIONAL DE PROTEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO, 12: Vinte anos do Protocolo de Montreal (1987-2007), 2007. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). São Paulo, 2007.

DREW, David. *Processos interativos homem-meio ambiente*. (Trad. João Alves dos Santos). 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p.224.

GOOGLE EARTH. *Imagem da Nasa*. Disponível em: [earth.google.com.br](http://earth.google.com.br). Acesso em: 27 mar. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). *Estimativa 2008: Incidência de câncer no Brasil*. Disponível em: [www.inca.gov.br/estimativa/2008](http://www.inca.gov.br/estimativa/2008). Acesso em: 13 mar. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Radiação UV: índices teóricos por municípios*. Disponível em: [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Acesso em: 19 out. 2007.

OKUNO, Emico; VILELA, Maria Aparecida Constantino. *Radiação ultravioleta: características e Efeitos*. São Paulo: Livraria da Física; Sociedade Brasileira de Física, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Índice UV solar mundial*. Disponível em: [www.opas.org.br](http://www.opas.org.br). Acesso em: 23 set. 2007.

SCHAEFER, Tânia. *A importância da proteção ultravioleta*. Disponível em: [www.schaefer.com.br/art](http://www.schaefer.com.br/art). Acesso em: 4 out. 2007.