

Projeto de Pesquisa:

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE FATORES ATMOSFÉRICOS E GEOGRÁFICOS
SOBRE OS NÍVEIS DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM REGIÕES DE ALTA
DENSIDADE POPULACIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Responsável: Dr. MARCELO DE PAULA CORRÊA

Instituição: Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (CPTEC/INPE)

Colaboradores: Dr. Luiz Augusto Toledo Machado (CPTEC/INPE), Dr. Juan Carlos Ceballos (CPTEC/INPE), Dr. Paulo Artaxo Netto (IF/USP), Dra. Márcia Akemi Yamasoe (IAG/USP).

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Este projeto de pesquisa visa a melhoria dos conhecimentos sobre fenômenos atmosféricos e geográficos inerentes às estimativas de radiação ultravioleta (R-UV) em superfície. No entanto, os estudos envolvendo R-UV não devem se resumir somente aos objetivos científicos, mas também devem fornecer parâmetros à sustentação de políticas públicas e sociais para conscientização da população sobre os efeitos nocivos do excesso de exposição ao sol. Diante dessa gama de motivações, este projeto propõe um conjunto de estudos sobre R-UV a serem realizados no Estado de São Paulo, uma vez que a região apresenta pontos importantes em relação ao tema. Do ponto de vista de saúde pública a região abriga cerca de 25% da população brasileira e detém os maior número de diagnósticos de câncer de pele do País, e do ponto de vista científico possui regiões de interesse relevante devido às suas diferenças geográficas e atmosféricas, como uma das maiores aglomerações urbanas do mundo, a cidade de São Paulo, e estâncias turísticas litorâneas e montanhosas. Devido a essa heterogeneidade geográfica a realização deste projeto, que inclui a aquisição de sensores para medidas de fluxos globais de R-UV, tem o objetivo de realizar estudos teórico-experimentais relacionados à influência da:

- a.) presença de aerossóis;
- b.) altitude da superfície;
- c.) reflexão do solo;
- d.) cobertura de nuvens; e, ainda, aproveitando a realização de medidas sistemáticas, propõe-se o monitoramento dos níveis de R-UV em grandes centros urbanos e turísticos.

XXXXXXXXXXXXX e XXXXXXXXXXXXXXXX

X.1. A R-UV e a saúde pública

Segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) e o Instituto Nacional de Câncer (INCA), o Brasil apresenta altas taxas de câncer de pele não-melanoma (CPNM), com média de 46,3 novos casos para cada 100.000 habitantes, superando países como os EUA e Austrália, cujos níveis de radiação ultravioleta (R-UV) em superfície são, por vezes, semelhantes. A carência de informações e a falta de hábitos de prevenção são apontadas como as principais responsáveis por esse alto número e crescente aumento, não só dos casos de CPNM, mas também de outros efeitos nocivos relacionados ao excesso de exposição à radiação solar, tais como eritemas e queimaduras (Ürbach, 1969; Pathak, 1985), envelhecimento precoce (Klingman e Klingman, 1993), depleção do sistema imunológico (DeFabo e Noonan, 1993), outros cânceres de pele (Longstreth et al., 1998) e a catarata (Parisi et al., 2001). Embora esta seja uma neoplasia não-metastática e de baixíssima letalidade, o CPNM pode levar a deformações físicas e ulcerações mais graves, acarretando prejuízos financeiros aos sistemas de saúde, e psicológicos aos indivíduos (ACS, 2003). No Brasil, os casos desse tipo de câncer representam mais de 1/5 do total dos casos desta doença sendo superado, apenas em poucas regiões do país, pelo número de casos de câncer de mama nas mulheres. O Estado de São Paulo lidera as estatísticas em números absolutos de casos de CPNM, por concentrar mais de 1/4 da população do país (INCA, 2003).

Deve-se destacar que no Estado de São Paulo estão concentradas cidades densamente povoadas, tais como São Paulo, Campinas e Ribeirão Preto, e um grande número de balneários e estâncias turísticas muito populares, tais como Guarujá, Praia Grande, Caraguatatuba, Ubatuba e Campos de Jordão. Nas grandes cidades a preocupação se concentra no grande número de pessoas (popularmente conhecidas como camelôs) que vive do comércio informal. Só na capital do Estado são mais de 1,3 milhão de camelôs (IBGE, 2000; SEADE, 2003). Esses trabalhadores – homens, mulheres e crianças – estão em constante exposição ao sol e, portanto, mais susceptíveis a sofrer consequências devidas aos efeitos nocivos da R-UV. No caso das estâncias turísticas, os problemas de saúde podem se estender a outras parcelas da população que não estão sujeitas à exposição diária, mas que tomam sol de maneira excessiva em ocasiões esporádicas, como os fins-de-semana,

feriados e férias de verão. Nessas situações geralmente são ignorados os cuidados básicos, como tomar banhos de sol em horários recomendados, fazer o uso correto de cremes e loções protetoras, e usar chapéus, óculos escuros e roupas adequadas (Vanicek et al., 2000). Essa falta de cuidados pode ser atribuída não só à desinformação, mas também aos próprios conceitos estéticos, uma vez que os hábitos culturais e sociais da atualidade promovem a idéia de que um corpo bronzeado é sinal de beleza e saúde, quando na verdade pode significar um sinal de agressão decorrente da exposição exagerada ao sol (Diffey, 1991). As campanhas para conscientização e esclarecimento da população, baseadas em estudos meteorológicos e climatológicos, são consideradas mecanismos eficazes, quando amplamente divulgados pelos meios de comunicação, para conter o crescimento de doenças relacionadas à superexposição ao sol (Emmons e Colditz, 1999).

X.2. A meteorologia e a R-UV

Com os crescentes esforços dos centros de previsão e dos meios de comunicação para divulgação dos níveis de R-UV, a Organização Mundial da Saúde padronizou os critérios para divulgação dessa informação através de uma escala denominada índice ultravioleta (IUV) (WHO, 2002). O IUV é baseado nas medidas ou previsões de irradiância solar UV ponderadas pelo espectro de ação eritêmica correspondente à resposta biológica da pele humana à R-UV (McKinley e Diffey, 1987). A divulgação desse parâmetro deve ser realizada de maneira sistemática através de diagnósticos e previsões a partir da variabilidade das características geográficas, sazonais e atmosféricas, e de medições por instrumentação instalada em superfície ou a bordo de satélites.

No Brasil, diversos esforços relevantes têm sido realizados na pesquisa sobre R-UV. Podem-se destacar os trabalhos do Laboratório de Ozônio e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, ambos do INPE, das Universidades Federais do Rio de Janeiro e Pernambuco e do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Estes trabalhos envolvem o desenvolvimento de códigos computacionais para avaliação teórica da R-UV (Corrêa, 2003), análises sobre a influência exercida por fenômenos atmosféricos relevantes, como variabilidade do conteúdo total de ozônio (Kirchhoff et al., 2001; Kirchhoff e Guarnieri, 2002), ocorrência de queimadas (Corrêa e Coronel, 2002) e presença de aerossóis atmosféricos (Kirchhoff et al., 2002; Yamasoe et

al., 2003; Corrêa e Plana-Fattori, 2004), e estudos sobre impactos sobre a saúde humana (Corrêa e Plana-Fattori, 2000; Corrêa et al., 2003). Os frutos desses esforços não se restringem somente à pesquisa científica, mas também se estendem a aplicações dirigidas à sociedade, tais como as páginas “web” da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC – (<http://www.cptec.inpe.br/ultravioleta>), do laboratório Master do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (<http://www.master.iag.usp.br/indiceuv>), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (<http://www.indiceuv.ufrj.br>) e do Laboratório de ozônio do INPE (<http://www.dge.inpe.br/ozonio>).

X.3. Aerossóis atmosféricos e sua influência sobre os fluxos UV

Os aerossóis atmosféricos provocam atenuação dos fluxos UV que atingem a superfície terrestre, principalmente por espalhar radiação de volta para o espaço. Devido à sua heterogeneidade e variabilidade em função das variáveis meteorológicas e temporais, é muito difícil estimar as características físicas e ópticas de uma população de partículas. Conseqüentemente, avaliar os fluxos UV em situações de presença de aerossóis atmosféricos constitui uma tarefa complicada e, por esta razão, diversos trabalhos destacam a importância e apontam para a necessidade de maior compreensão desse fenômeno para o sucesso das estimativas de R-UV em superfície (Long et al. (1996), Wenny et al. (2001), Kirchoff e al. (2002), e McKenzie et al. (2003), por exemplo).

Geralmente, a representação dos aerossóis de uma certa localidade é caracterizada por misturas típicas de particulados. Por exemplo, grandes centros urbanos são responsáveis pela presença de fontes poluidoras que despejam na atmosfera elevados níveis de aerossóis ricos em carbono. Ou então, regiões costeiras são caracterizadas por altos níveis de aerossóis basicamente compostos de sal marinho. No entanto, cabe-se questionar: É conveniente caracterizar os aerossóis de uma região exclusivamente por sua característica, geográfica ou econômica, mais marcante?

Corrêa e Plana-Fattori (2004) mostram que os níveis de aerossóis característicos da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), avaliados a partir de medidas efetuadas por fotômetros e/ou radiômetros espectrais, podem ocasionar atenuações relevantes aos níveis de R-UV em superfície. Mas: Os aerossóis característicos de regiões costeiras ou montanhosas exercem a mesma influência relevante sobre o índice UV ?

A ocorrência de alguns fenômenos como erupções vulcânicas, tempestades de areia nos desertos e ocorrência de queimadas são responsáveis pela presença maciça de particulados na atmosfera com forte atenuação dos fluxos UV. Corrêa e Coronel (2002) apontam para valores extremos de atenuação da R-UV, detectados por piranômetros situados na capital do Paraguai, em função de queimadas ocorridas neste país e no Brasil. Também são observados episódios extremos semelhantes a estes no Estado de São Paulo.

Respostas para essas perguntas ainda estão longe de serem encontradas, mas sabe-se que a utilização de estudos envolvendo modelagem computacional e medidas experimentais são ferramentas imprescindíveis nessa atividade de pesquisa. Por essa razão, uma das propostas deste Plano de Pesquisa sugere a instalação de biômetros UV ao lado de instrumentos, como fotômetros e radiômetros, possibilitando um estudo inédito e aprofundado da relação entre as propriedades ópticas dos aerossóis e os fluxos UV em superfície no País.

X.4. Atenuação da R-UV exercida pelas nuvens

Sob condições de nebulosidade as interações entre a R-UV e atmosfera terrestre aumentam de complexidade. Enquanto as nuvens diminuem a quantidade de radiação direta, elas podem incrementar a de radiação difusa que atinge um determinado alvo em superfície. Além disso, diversos fatores como a posição, distribuição espacial, distribuição de partículas, espessura óptica e conteúdo de água líquida implicam em aumento de dificuldades para o estabelecimento de uma relação entre essas propriedades e a atenuação da RUV.

Desde a década de 1980, diversos trabalhos apresentam resultados experimentais com valores distintos para atenuação exercida por diferentes formações de nebulosidade, além de relações empíricas geralmente associadas a séries temporais locais. No entanto, os maiores progressos têm sido realizados no intuito de se relacionar padrões de nuvens obtidos a partir de imagens de satélites com medidas de R-UV realizadas em superfície. Por exemplo, esses estudos evidenciaram um aumento na cobertura de nuvens em séries temporais observadas sobre a Antártida, com diminuição dos fluxos de R-UV em superfície, minimizando a influência dos eventos de depleção de ozônio sobre a região (Chen et al., 2002). Neste mesmo contexto, pesquisadores da DSA/CPTEC vêm trabalhando na classificação de nebulosidade a partir de imagens multiespectrais GOES (Bottino e Ceballos, 2003), a qual deverá atingir regime operacional em 2004. Como a

aquisição de dados UV pode ser realizada com frequência de um minuto, seria possível registrar as flutuações dos fluxos induzidas pelos campos de nuvens presentes, numa oportunidade inédita no País de se realizar associações com esse produto de satélite.

X.5. Parâmetros geográficos que exercem influência sobre os fluxos de R-UV

Além dos componentes atmosféricos, outros parâmetros como a altitude e a reflexão da superfície exercem influência sobre os fluxos de R-UV. Trabalhos envolvendo medições como as de Okuno et al. (1986) mostram que, em média, há uma diminuição de 6 a 8 % nos fluxos UV para cada 1000m de elevação em altitude. As irradiâncias UV aumentam com a altitude da superfície devido principalmente à diminuição da coluna atmosférica e, portanto, da quantidade de elementos que atenuam os fluxos de radiação como os aerossóis atmosféricos e o ozônio troposférico. Além desses efeitos, a variação da R-UV com a altitude tem forte dependência da posição do sol e do comprimento de onda (McKenzie et al., 2003).

A reflexão de radiação pela superfície também tem influência relevante sobre a R-UV, principalmente nos casos de superfícies muito refletoras. Quanto mais refletora for uma superfície, maior será a parcela de radiação incidente que retornará à atmosfera e que poderá ser re-espalhada em direção a um determinado alvo. Além do material ou substância que compõem uma superfície, a estimativa da reflexão também depende da natureza da radiação que incide sobre a mesma. No caso da R-UV, essa dependência espectral pode ser ignorada e o albedo de uma superfície considerado constante em todo o intervalo 280–400nm (Lenoble, 1993). Desta forma, alguns valores de reflexão são utilizados como padrão para os cálculos nesta região do espectro. Em média, uma superfície urbana (concreto + asfalto) reflete entre 3 e 5% da RUV, a areia entre 10 (úmida) e 25% (seca) e em superfícies nevadas essa reflexão pode chegar a mais de 85% (Blumthaler e Ambach, 1988; Degünther and Meerkotter, 2000). Esses valores de albedo de superfície podem implicar em níveis de R-UV inesperadamente altos em localidades usualmente frequentadas por turistas como praias e estações de esqui.

X.6. Modelos computacionais para estimativa de R-UV

O UVGAME (*UltraViolet Global Atmospheric Model*) é um modelo computacional de espalhamento múltiplo, baseado no método de ordenadas discretas (DISORT – *Discrete Ordinate Radiative Transfer*; Stamnes et al., 1988), construído para cálculos sob diferentes

condições atmosféricas, geográficas e temporais (Corrêa, 2003). Além da determinação precisa de irradiâncias e do IUV, o modelo também está apto a fornecer radiâncias e fluxos actínicos (espectrais e integrados). O UVGAME reúne bibliotecas de dados sobre perfis atmosféricos (Mc Clatchey et al., 1972) e propriedades ópticas de aerossóis baseadas em informações destes trabalhos precedentes (OPAC – “*Optical Properties of Aerosols and Clouds*” – Hess et al., 1998). Para o caso especial dos aerossóis, as propriedades ópticas foram recalculadas, com base na teoria Mie, a partir da interpolação dos dados de índices de refração disponíveis nas bandas intermediárias àquelas propostas no pacote OPAC, proporcionando um conjunto de dados robusto e adequado às aplicações na região UV.

Além do UVGAME, um modelo baseado no método de dois-fluxos foi especialmente desenvolvido para efetuar rotinas operacionais que exigem baixo custo computacional ao custo de relativa perda de precisão dos resultados. O 2-SUM (**2-Stream Ultraviolet Model**) é um modelo espectral para cálculos de horizontalmente homogêneas. O modelo utiliza as mesmas bases de dados disponíveis no código UVGAME.

X.7. Perspectivas

As perspectivas de aprofundamento nos estudos sobre R-UV se ressentem da escassez de instrumentação realizando medições nesta banda do espectro. A instalação de equipamentos com estas características é de relevante importância para o sucesso de investigações científicas e melhor compreensão da influência exercida pela altitude, refletância da superfície, presença de aerossóis atmosféricos e nuvens.

Além disso, a coleta sistemática de dados possibilita, além do monitoramento diário, a validação de algoritmos desenvolvidos em estudos precedentes (Corrêa, 2003; Corrêa et al., 2003), gerando contribuições diretas à qualidade e confiabilidade dos métodos de previsão do IUV atualmente divulgados nas páginas *internet* dos laboratórios do CPTEC/INPE e Master/USP. Nos itens subseqüentes são detalhados os principais objetos de estudo a serem explorados no âmbito do conhecimento sobre as interações entre a RUV e os principais componentes atmosféricos e geográficos. Além do interesse científico, deve-se ressaltar que o melhor conhecimento desses fenômenos é fundamental para o estabelecimento de políticas públicas voltadas à saúde humana (Emmons e Colditz, 1999).

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

X.1. Monitoramento dos níveis de R-UV na capital paulista e em localidades de interesse turístico. Nesse sentido propõe-se a instalação de sensores de irradiâncias globais UVB nas cidades de São Paulo (uma das mais populosas metrópoles do mundo), Caraguatatuba (importante balneário que representaria a região litorânea) e Campos do Jordão (estância turística localizada em altitude elevada), conforme ilustra a tabela (1):

Cidade	Posição Geográfica	Distância à capital	Altitude	População ¹
São Paulo	23°32'S; 46°38'O	–	~ 760 m	~ 10.000.000
Campos do Jordão	22°44'S; 45°30'O	167 km	~ 1700 m	~ 45.000
Caraguatatuba	23°39'S; 45°25'O	186 km	0 – 2 m	~ 80.000

¹ As estâncias turísticas de Campos do Jordão e Caraguatatuba apresentam uma população flutuante de cerca de 200.000 habitantes nos feriados prolongados e nos períodos de alta estação. Durante essas temporadas estima-se que mais de 1.000.000 de pessoas transitem pela região.

Tabela 1 – Características dos sítios de medição

X.2. Validação das previsões do IUV realizadas e disponibilizadas via *internet* pelo CPTEC (<http://www.cptec.inpe.br/ultravioleta>) e pela Universidade de São Paulo (<http://www.master.iag.usp.br/indiceuv>).

X.3. Análise do impacto dos aerossóis atmosféricos sobre a R-UV. De antemão, o projeto conta com um fotômetro solar do tipo Cimel 318 (rede Aeronet – Holben et al., 1998) e dois radiômetros espectrais do tipo MFRSR7 (*Multi Filter Shadowband Radiometer* – Harrison et al., 1994). O fotômetro pertence ao Grupo de Estudos da Poluição do Ar do Instituto de Física da Universidade de São Paulo e está instalado no Campus da Cidade Universitária desde o ano 2001, sob responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Artaxo Netto (no âmbito do projeto Fapesp nº 97/11358-9). Os radiômetros pertencem ao Departamento de Ciências Atmosféricas da mesma Universidade e estão atualmente sob responsabilidade da Profa. Dra. Márcia Akemi Yamasoe. Esses instrumentos foram adquiridos no âmbito do Projeto Temático “Meteorologia e Poluição Atmosférica em São Paulo” (Fapesp nº 96/01403-4) e foram intensamente utilizados pelo proponente deste projeto de pesquisa (Corrêa, 2003; Corrêa e Plana-Fattori, 2004; Plana-Fattori et al., 2004). A análise dos resultados tem como objetivos fornecer, mesmo que de maneira preliminar: 1.) uma caracterização das propriedades ópticas dos aerossóis, na região espectral UV, para a RMSP, a partir dos dados coletados pelos fotômetros Cimel; 2.) profundidades ópticas de aerossóis e a análise da atenuação exercida sobre as irradiância UV e o IUV nos sítios

experimentais; 3.) o comportamento, avaliado experimental e teoricamente, dos fluxos UV sob diferentes condições de quantidade e tipo de aerossóis atmosféricos; 4.) detecção de situações de atenuação extrema dos fluxos UV; e, 5.) a variabilidade anual da R-UV sobre a capital paulista e de duas importantes estâncias turísticas do Estado em condições reais.

X.4. Análise da influência da altitude sobre os fluxos de R-UV. A instalação dos sensores nos sítios propostos possibilitará um estudo, inédito no País, sobre a influência da altitude sobre a R-UV. Os métodos e critérios a serem empregados nessa análise são frutos da experiência ganha pelo proponente durante a participação no experimento VELETA (*Valoración de los Efectos de La Elevación y de los aerosoles en la radiación ultravioleta*, Espanha, 2002), cuja participação foi financiada pela Fapesp no âmbito de seus estudos de doutoramento (projeto Fapesp n° 99/00924-9).

2.5. Influência da nebulosidade sobre a R-UV. A descrição teórica dessa influência, além de ser extremamente complexa, está além do escopo do presente projeto. Entretanto, as características dos dados registrados permitem a associação com o tipo de nebulosidade através da classificação a partir de imagens multi-espectrais GOES (Bottino e Ceballos, 2003). A disponibilidade de arquivos de cenas GOES classificadas permitirá a estratificação dos dados de UV segundo o tipo de nebulosidade. Espera-se, desta análise: a) obter parametrizações desta influência; b) ponderar sua influência quando comparada à do aerossol; c) realizar estudos conseqüentes da modificação do índice de UV em condições outras que as de céu claro.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

X.1. Para cumprir com os objetivos mencionados, propõe-se o seguinte Plano de Trabalho:

Fase A:

A.0) Solicitação e entrega da instrumentação pelo fabricante. Segundo informações do mesmo, o prazo de entrega é de 8 a 12 semanas após o pagamento. Durante esse período serão realizados os trabalhos de montagem das estruturas de suporte para os aparelhos, assim como de preparação dos locais para o desenvolvimento das fases A.1 e A.2.

A.1) A primeira fase do experimento é reservada a intercomparação entre os piranômetros de radiação solar global UV. A execução dessa fase consiste da instalação conjunta dos aparelhos, com o objetivo de verificar eventuais discrepâncias entre suas medições e estabelecer a correlação entre suas medidas. Essa etapa será realizada no perímetro do CPTEC, em Cachoeira Paulista / SP.

A.2) Uma vez conhecidas as relações entre as medidas dos instrumentos, pretende-se, ainda no sítio experimental de Cachoeira Paulista, instalar os aparelhos de forma a avaliar a variabilidade do albedo de diferentes superfícies, tais como água, asfalto, grama e areia.

Fase B:

B.1) Instalação dos instrumentos nos respectivos sítios de medição.

B.2) Propõem-se quatro atividades distintas a serem realizadas de maneira concomitante, de acordo com os objetivos do projeto:

- a. Monitoramento diário dos fluxos UV e do IUUV;
- b. Avaliação do impacto exercido pelos aerossóis atmosféricos;
- c. Estudo da influência da altitude sobre os fluxos de R-UV em superfície;
- d. Caracterização das relações entre os fluxos UV e a presença de nebulosidade local.

Período (em dias)	Evento
ano 1	
0 – 120	Fase A.0
121 – 150	Fase A.1
151 – 180	Fase A.2
181 – 360	Fase B.1
181 – 360	Fase B.2
ano 2	
1 – 360	Continuidade da fase B.2

Tabela 2 – cronograma de execução

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

X.1. Material necessário a ser adquirido:

- a. 03 (três) biômetros UV modelo 501A. Resposta espectral: 200-320nm. Empregado na rede mundial de monitoramento de R-UV. Empresa: Solar Light Co. (<http://www.solar.com>).
- b. 03 (três) módulos de armazenamento de dados: Basic datalogger CR510 128Kb de memória, Campbell Scientific Inc. (<http://www.campbellsci.com>).
- c. 03 (três) baterias seladas 12 V para alimentação dos equipamentos.
- d. 03 (três) geradores solares fotovoltaicos Kyocera KS10 para alimentação das baterias.
- e. 01 (um) notebook. Uso: recuperação e análise dos dados coletados pelos instrumentos e armazenados nos respectivos módulos de memória.
- f. Material para montagem das estruturas (ferragens em geral).

X.2. Métodos de coleta de dados

Fase A.1: Os piranômetros deverão ser instalados lado a lado para realizar medições, minuto a minuto, de irradiâncias globais durante um período de 30 dias. Os dados coletados serão tabulados e analisados de maneira a se estabelecer uma relação entre as medidas efetuadas pelos instrumentos.

Fase A.2.: A avaliação da refletância de diferentes superfícies deve ser analisada nesta segunda fase de medições. Será realizado um arranjo entre dois instrumentos de forma que um deles tenha o sensor voltado para cima e o outro voltado para baixo. Esse arranjo instrumental, comumente conhecido como albedômetro, permite que sejam estabelecidas relações entre os fluxos incidentes (F_i) e refletidos (F_r) pela superfície em questão. Algumas informações de trabalhos anteriores podem ser utilizadas para simplificar os critérios de ajuste do equipamento, sem comprometer a validade das medidas. Por exemplo, Blumthaler e Ambach (1988) mostraram que a variação da altura do instrumento, entre 30 e 50 cm, e medições em dias de céu nublado ou claro, implicam em diferenças pouco significativas para o albedo resultante. Outro ponto importante é destacado no trabalho de Feister e Grewe (1995), o qual mostra que a correção do ângulo solar (*cosine correction*) é desnecessária em medições do albedo na região ultravioleta.

As medidas serão realizadas sobre diferentes superfícies características de ambientes urbanos e costeiros, tais como: a.) areia seca; b.) areia molhada; c.) grama; d.) terra; e.)

concreto e f.) asfalto, além de duas superfícies de referência representadas por: g.) uma placa metálica pintada de branco; h.) uma placa metálica pintada de preto. Serão dispensados dois dias de medições para cada uma das superfícies testadas, com dados coletados minuto a minuto em períodos do dia cuja elevação do ângulo solar seja maior do que 30° . Quando o sol está muito próximo do horizonte, isto é, para ângulos de elevação inferiores a 30° , o caminho óptico é extenso e, conseqüentemente, os fluxos de R-UV muito tênues. Por esse motivo, os erros instrumentais são, nestas ocasiões, superiores às medidas realizadas (o fabricante garante erros absolutos menores que 5% num intervalo de ângulo zenital solar de 0 a 60°).

Fases B.1. e B.2.: Os biômetros UV destinados às localidades de Caraguatatuba e Campos de Jordão deverão ser instalados junto às PCDs (Plataformas Coletora de Dados) monitoradas pela Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do CPTEC/INPE. Esse tipo de instalação permitirá o monitoramento contínuo dos dados coletados, assim como outras facilidades do uso da infra-estrutura disponível no local (segurança, instalações, facilidades para vistorias, etc.). No caso do instrumento a ser instalado em São Paulo, será utilizada a infra-estrutura disponível no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, onde já estão instalados os instrumentos do Grupo de Estudos da Poluição do Ar. A instalação do radiômetro UV junto ao sensor Cimel/AERONET permitirá que sejam estudadas relações entre os fluxos UV e aerossóis atmosféricos. Espera-se realizar o mesmo tipo de estudo instalando-se os radiômetros espectrais MFRSR7 nos outros sítios experimentais. Visitas periódicas a cada uma das estações serão programadas para verificação das instalações, limpeza e nivelamento dos instrumentos e coleta de dados.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

- ACS – American Cancer Society. **Cancer: Facts & Figures**. American Cancer Society, Inc., N°

5008/03, 52 p., 2003. Disponível em <http://www.cancer.org>

- Ångström, A. The parameter of atmospheric turbidity. *Tellus*, 16, 64-75, 1964.

- Alados-Arboledas L., J. Lorente, J.A. Martínez, V. Cachorro, A. Labajo, B. De la Morena, J.P. Díaz,

M. Pujadas, H. Horvath e A.M. Silva, G. Pavesse e J.Rodrigues. Veleta 2002 Field Campaign.

Geophysical Research Abstracts, 5, 12218, 2003.

- Blumthaler M. e W. Ambach. Solar UVB-Albedo of various surfaces. *Photochem. Photobiol.*, 48(1),

85-88, 1988.

- Bottino, M.J. e J.C. Ceballos. Classification of scenes in multispectral GOES-8 imagery. *Anais do XI*

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte/MG, 05-10/abril/2003.

- Cachorro, V.E., A.M. De Frutos e J.L. Casanova. Determination of Angström turbidity parameters. *Appl.*

Opt., 26, 3069-79, 1987.

- Chen, J., B.E. Carlson e A.D. Del Genio. Evidence for strengthening of the tropical general circulation

in the 1990s. *Science*, 295, 838-841.

Corrêa, M.P. **Índice ultravioleta: avaliações e aplicações**. Tese de doutorado, Departamento de

Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São

Paulo, 247p., 2003.

- Corrêa, M.P., P. Dubuisson e A. Plana-Fattori. An overview about the ultraviolet index and the skin

Cancer cases in Brazil. *Photochem. Photobiol.*, 78(1), 49-54, 2003.

etc...