



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

VALIAÇÃO E MONITORAMENTO DOS ÍNDICES DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA SOBRE ESTADO DE SÃO PAULO

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

Rodrigo Domingues de Paula (DSA/CPTEC/INPE, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: rodrigo.domingues@cptec.inpe.br

Dra. Simone Sievert da Costa (DSA/CPTEC/INPE, Orientadora)
E-mail: simone.sievert@cptec.inpe.br

Junho de 2009

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	pág. 5
CAPÍTULO 2 – MÉTODOS E DADOS	pág. 9
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS	pág. 12
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO	pág. 22

LISTA DE FIGURAS

1 – Classificação do IUV e cuidados para com a saúde	pág. 6
2 – Representação das faixas espectrais da Radiação UV	pág. 6
3 – Página da DSA sobre a previsão de IUV e Ozônio	pág. 8
4 – Biômetro UV501A (Radiação UVB - 280-320 nm).....	pág. 10
5 – Medias mensais do IUV observado e estimado para as 9:00 hs	pág. 14
6 – Medias mensais do IUV observado e estimado para as 12:00 hs	pág. 15
7 – Medias mensais do IUV observado e estimado para as 15:00 hs	pág. 16
8 – Gráfico de dispersão do IUV para os meses de Janeiro e Abril	pág. 17
9 – Gráfico de dispersão do IUV para os meses de Julho e Outubro	pág. 18
10 – Gráfico de dispersão do Índice UV para a cidade de São Paulo	pág. 19
11 – Variação do Índice UV para Ilha Solteira no mês de dez/2008.....	pág. 21

RESUMO

A presente pesquisa enfoca aspectos associados ao monitoramento da radiação ultravioleta como uma ferramenta de auxílio à saúde pública na prevenção e combate ao câncer de pele no Brasil. A radiação ultravioleta (R-UV) faz parte da luz solar que atinge o nosso planeta. Esta é essencial na preservação do meio ambiente e da existência da vida humana, por outro lado, a exposição excessiva a este tipo de radiação pode ocasionar sérios riscos à saúde. Atualmente, a Divisão de Satélites Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSA/INPE) é um dos poucos centros meteorológicos da América do Sul que estima e disponibiliza diariamente níveis de radiação ultravioleta à superfície. O objetivo do presente projeto é avaliar experimentalmente e monitorar os níveis de R-UV no estado de São Paulo gerados na DSA/CPTEC. Neste contexto, o presente relatório apresenta sucintamente as atividades realizadas durante a bolsa, as quais foram: i) Catalogação do banco de dados de R-UV da DSA-INPE, ii) reprocessamento de aerossóis, iii) avaliação dos IUV na cidade de Ilha Solteira, iv) desenvolvimento de ferramentas computacionais para análise dos resultados, v) comparação dos IUV estimados e observados para a cidade de São Paulo. O presente relatório é dividido em cinco partes: Introdução, Métodos e Dados, Resultados, Conclusões e Atividades Futuras.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A radiação solar apresenta grande importância para o planeta Terra, sendo responsável pela circulação atmosférica. Adicionalmente, tem papel importante na vida terrestre, na produção de fotossíntese das plantas. No aspecto da saúde, a radiação solar é importante para a síntese de vitamina D no organismo humano. Neste capítulo uma breve introdução sobre a radiação e índice UV é apresentada.

1.1 RADIAÇÃO SOLAR E ÍNDICE ULTRAVIOLETA

A Radiação Solar é um tipo de energia que se propaga em forma de ondas eletromagnéticas. As ondas irradiadas pelo sol têm ampla frequência sendo que apenas uma parte dela é visível ao olho humano. A percepção humana das cores fica em uma pequena faixa situada entre a radiação UV (ultravioleta) e a radiação IR (infravermelhos), que são as cores presentes no arco íris. A R-UV é parte do espectro eletromagnético referente aos comprimentos de onda entre 100 e 400nm (<http://satelite.cptec.inpe.br/uv>), representando cerca de 7% da radiação total emitida pelo Sol. A intensidade da R-UV incidente sobre a superfície da Terra de relevância aos efeitos da pele humana é estimada através de um índice chamado - Índice Ultravioleta (IUV ou índice UV). O conceito do IUV foi criado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Organização Mundial de Meteorologia para ajudar a população a entender os efeitos nocivos da radiação solar. Os índices de UV geralmente variam de 0 a 16 e são categorizados em cinco níveis de risco (Figura 1). Para cada uma dessas categorias, a OMS recomenda medidas de precaução e prevenção, destacando-se: o uso de chapéus, óculos, protetores solares, auto-exame de pele, entre outras medidas de precaução (Figura 1). Observa-se que quando maior o IUV maior é o risco à saúde, e maior é o cuidado que deve-se tomar. Exemplificando, índices abaixo de 2 não apresentam nenhum risco, enquanto que índices acima de 8 deve-se evitar a exposição solar.



Figura 1 – Classificação do IUV e cuidados para com a saúde

Os raios Ultravioletas são classificados em 3 grupos (Figura 2): UVA, UVB e UVC. O **UVC** é altamente nocivo, felizmente este tipo é barrado na camada de Ozônio, sendo assim ele não atinge a terra. O **UVB** também é nocivo, porém em menor proporção que o UVC. O UVB atravessa a camada de Ozônio atingindo a superfície da Terra e conseqüentemente a nossa pele, e pode ser prejudicial quando houver exposição excessiva, podendo causar câncer de pele. O **UVA** não são cancerígenos, são responsáveis pelo bronzeamento e causa envelhecimento precoce da pele.

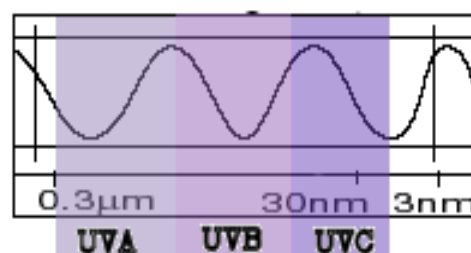



Figura 2 – Representação das faixas espectrais da Radiação UV (UVA, UVB e UVC)

1.2 - MONITORAMENTO DO IUV DA DSA/CPTEC

Atualmente, a Universidade do Rio Janeiro, o Laboratório de Ozônio do INPE e a Divisão de Satélites Ambientais (DSA) são os únicos centros brasileiros que disponibilizam diariamente previsão do máximo índice diário de UV para toda a América Latina. Particularmente, na DSA estima o IUV a cada meio hora. Estes índices podem ser acessados pela internet através do site <http://satelite.cptec.inpe.br/uv> (Figura 3). Na página da internet intitulada **radiação ultravioleta, camada de ozônio e saúde humana**, apresenta as seguintes informações: **Índice ultravioleta atual:** gerado a cada 15 minutos e representa o nível de R-UV para uma determinada região e determinado horário. Este índice é corrigido pela nebulosidade observada por satélite. **Previsão do índice ultravioleta máximo:** Previsão de valores máximos diários do IUV para condições de céu claro (sem nuvens). O usuário pode ainda visualizar o índice para os próximos 5 dias através de uma animação gráfica e também visualizar o Índice Ultravioleta Máximo para uma cidade específica. Assim como o *Índice ultravioleta atual*, o Ultravioleta Máximo pode ser visualizado por: Regiões (Sul, Sudeste, Centro-oeste, Nordeste e Norte), todo o Brasil ou toda a América do Sul. **Previsão do conteúdo de ozônio:** Conteúdo total de ozônio integrado na coluna atmosférica com base em medidas do satélite NOAA-16 (sensor SBUV/2). Pode-se visualizar os dados de ozônio por: Regiões (Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte) e também uma previsão para os próximos 5 dias através de uma animação gráfica. **Informações úteis e importantes:** Alguns links com informações sobre Ozônio, radiação UV e saúde numa linguagem simples.

Ministério da Ciência e Tecnologia Acesse o



Radiação Ultravioleta

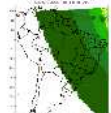
Camada de Ozônio e Saúde humana

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais

Home CPTEC / Tempo / Clima / Previsões Numéricas / Satélite / Ondas / Energia / Dados Observacionais / Pesq. & Desenvolvimento / Pós-Graduação

Índice ultravioleta atual Clique nas imagens e nos links

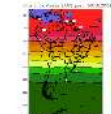
Índice corrigido, considerando a nebulosidade observada por satélite. (Atualiz. a cada 15 min.)



- [Brasil](#)
- [Estado de São Paulo](#)
- [América do Sul](#)
- [Regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste, Norte](#)
- [Imagens anteriores](#)
- [Mais informações sobre o efeito de nuvens](#)

Previsão do índice ultravioleta máximo

Previsão de valores máximos diários do IUV para condições de céu claro (sem nuvens).

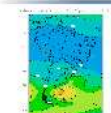


Índice UV hoje

- [Brasil](#)
- [Regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste, Norte](#)
- [Índice para os próximos 5 dias - Animação](#)
- [Previsão para sua cidade](#)

Previsão do conteúdo de ozônio


Conteúdo total de ozônio com base em medidas do satélite NOAA-16 (sensor SBUV/2).



- [Para hoje](#)
- [Animação para os próximos 5 dias](#)
- [Regiões: Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste, Norte](#)

Informações úteis e importantes

O que você precisa saber sobre ozônio, radiação UV e saúde numa linguagem simples.




- [O que é radiação UV ?](#)
- [Outros portais](#)
- [O que é o índice UV ?](#)
- [Publicações](#)
- [Radiação UV e saúde](#)
- [Radiação solar e terrestre](#)
- [Ozônio](#)

P & D


- [DSA/CPTEC](#)
- [Glossário de radiação](#)
- [Projeto UVSP](#)

Organizações sociais

- [Homepage do GBM](#)
- [Prozonesp](#)
- [Programa sol amigao](#)



Caro Usuário,
participe de nossa
[Pesquisa R-UV](#)



Copyright ©INPE/CPTEC
Comentários e/ou sugestões:
satelite@cptec.inpe.br

Figura 3 - Página da DSA onde está disponível A previsão para o IUV Atual, IUV Máximo e para a Camada de Ozônio

CAPÍTULO 2 – MÉTODOS E DADOS

O presente estudo teve por objetivo avaliar os IUV estimados na DSA/CPTEC. Esta avaliação consistiu na comparação entre dados estimados e os dados experimentais medidos a superfície. Este capítulo descreve os dados de IUV estimados e observados. Adicionalmente, este apresenta a metodologia utilizada na avaliação dos índices de radiação UV.

2.1 Dados

2.1.1 - Estimativa do IUV através de informações de satélite

O IUV apresentado na página da DSA é calculado através do modelo de transferência radiativa chamado UVSIM (UltraViolet Simplified Model; Correia et al., 2003). O modelo é baseado na seguinte formulação matemática:

$$IUV = \int_{280nm}^{400nm} E_{\lambda} \varepsilon_{\lambda} d\lambda,$$

Em que E_{λ} é a irradiância espectral em superfície [$W/m^2/nm$], ε_{λ} é o espectro de ação eritêmica, λ é o comprimento de onda e C é a constante de conversão (1IUV equivalente a $25 mW/m^2$). Fatores que estão incluídos no cálculo do IUV são: posição geográfica da localidade, hora do dia, Estação do ano. Estudos futuros irão avaliar o efeito do tipo de superfície (areia, neve, água, concreto, etc.) e altitude da superfície.

2.1.2 – Projeto de Pesquisa UVSP: Observações da R-UV

O Projeto de Pesquisa UVSP visou a melhoria dos conhecimentos sobre fenômenos atmosféricos e geográficos inerentes às estimativas de radiação ultravioleta (R-UV) em superfície.

Para a realização deste projeto foi utilizados a seguintes instrumentação:



Figura 4 - Biômetro UV501A (Radiação UVB - 280-320 nm)

As informações foram coletadas em 3 diferentes localidades: Cachoeira Paulista (sítio experimental provisório), apenas junho/2005, Campos do Jordão, período: agosto/2005 à janeiro/2006, São Paulo, período: junho/2005 à março/2007.

Mais informações sobre o Projeto UVSP podem ser acessados pela internet através do site <http://satelite.cptec.inpe.br/pesquisa/uvsp/>

Neste trabalho foram utilizados observações de superfície provenientes do projeto FAPESP “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”, este projeto foi realizado entre junho/2005 até março/2007 em diferentes cidades, como descrito acima.

2.2 - Metodologia

2.2.1 – Geração do banco de dados observacionais e estimados de IUV

Os dados de IUV na DSA são estimados para America Latina numa resolução espacial de 4 km desde de 2005. Sendo assim, para avaliar o comportamento do IUV no estado de São Paulo serão necessários extrair do conjunto de imagens o IUV para as regiões de estudo. Neste contexto, foram utilizadas algumas ferramentas computacionais, tais

como: um programa desenvolvido na linguagem Fortran (FORmula TRANslation), este programa carrega os dados de UV de toda a América do Sul (a partir de um arquivo de texto) para a memória do computador, quando o programa é rodado, é solicitado que o usuário forneça valores de longitude e latitude, onde a partir destas informações, aplicando uma lógica matemática, o programa busca o índice UV para a coordenada fornecida pelo usuário e grava o valor encontrado em um arquivo (output.txt). Este programa permitira extrair os dados de IUV para determinada localidade que se queira estudar.

Adicionalmente, foi desenvolvido um programa na linguagem Shell Script (programa criado e executado em Ambiente Linux), para automatizar a extração de dados de vários arquivos. Por exemplo, quando for necessário fazer a extração de valores UV para vários arquivos, para as coordenadas: Latitude = -20.4 e Longitude = -51.3, para todos os horários possíveis no dia 01/01/2009, visto que os dados são gerados a cada 15 minutos, iniciando-se às 08h45min até 20h15min, temos então vários arquivos (divididos em horários) para fazer a extração do índice UV, este programa recebe como entrada uma lista ordenada (criada pelos usuário através do comando: `ls -l > lista.txt`) dos arquivos a serem extraídos o índice UV, este Shell Script então executa o programa feito em Fortran para cada item do arquivo lista.txt e concatena o valor de UV obtido em um arquivo de saída (result_final.txt). É importante salientar que para o arquivo “result_final.txt” ficar organizado é necessário que o arquivo “lista.txt” (criado pelo usuário) também esteja ordenado. Tal ordenação pode ser feita como no exemplo: `ls -l UVI_CMF????090101.TXT`, onde como resultado obteremos uma lista ordenada iniciando no primeiro arquivo de IUV do dia 01/01/2009, ou seja, a primeira observação obtida para este dia (08h45min UTC), até a última observação obtida para o mesmo dia (20h15min UTC).

Com o mesmo intuito do programa criado em Fortran, foi criado também um programa na Linguagem GrADS (Grid Analysis and Display System - Análise da grade e sistema de exposição) o qual trabalha com arquivos binários ao invés de arquivos texto, o que torna o processamento mais rápido. Quando for necessário fazer a extração de valores

UV para vários arquivos pode-se utilizar o programa escrito em Shell Script assim como para com o programa escrito em Fortran.

Quanto aos dados que foram utilizados para se extrair o IUV, todos eles estavam compactados em formato tar.gz e para extrair os arquivos desejados (*.txt ou *.bin) foi necessário a criação de um Shell Script, o qual recebe como entrada uma lista onde se encontram o nome dos arquivos a serem descompactados, lista esta que deve ser criada pelo usuário com o comando “ls -l > lista.txt”. O Shell Script se encarrega de extrair somente os dados desejados (*.txt ou *.bin, dependendo da configuração do programa em Shell Script) para um diretório pré-definido.

2.2.2 Coeficientes estatísticos

A avaliação dos índices consistiu na comparação entre dados estimados e os dados experimentais medidos a superfície. O desempenho do modelo de transferência radiativa UVSIM foi analisado através da construção de histogramas de dispersão e dos coeficientes da regressão linear: inclinação da reta e correlação.

A análise correlacional indica a relação entre 2 variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção se a correlação é positiva ou negativa, o tamanho da variável indica a força da correlação.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

Durante o primeiro ano de bolsa de iniciação científica foi realizado uma análise preliminar dos índices de radiação UV (seção 3.1). Adicionalmente, outras atividades complementares foram realizadas (seção 3.2).

3.1 Análise comparativa entre o IUV Estimado e o Observado

O IUV, que é disponibilizado pelos centros de previsão, tem por finalidade alertar a população dos perigos a exposição excessiva à radiação solar. Ele é estimado através dos dados do NCEP e código de transferência radiativa. O efeito das nuvens sobre o IUV é estimado através do produto de classificação de nuvens inferidas através do satélite GOES10. Em contrapartida, temos os dados observados, que por sua vez são dados reais, coletados através do instrumento Biômetro, localizado na cidade de São Paulo.

O objetivo desta etapa do projeto é fazer uma comparação do IUV Estimado (obtido através do Satélite) com o IUV Observado (obtido através do Biômetro) e verificar o nível de correlação entres os 2 índices. Antes porém, tivemos de extrair o IUV Estimado para a localização do sítio experimental, que foi a cidade de São Paulo-SP, para isto foi utilizado o programa para extração do IUV para uma determinada localidade, através do programa o qual foi descrito anteriormente no capítulo 2. A partir destes dados foram gerados alguns gráficos e tabela logo abaixo.

Na tabela podemos observar um comparativo entre o IUV Estimado (céu aberto e com nuvens) e também o IUV Observado. Os dados utilizados foram extraídos para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro; para as 9:00, 12:00 e 15:00 hs. Para obtenção dos valores foi realizada uma média entre todos os dias dos meses de cada mês, tendo como base o IUV somente para o horário desejado, ou seja, para a obtenção da média do IUV para o mês de Janeiro as 9:00 hs, foi realizada a soma de todos os valores de UV as 9:00 hs para todos os 31 dias do mês de Janeiro e depois este valor que foi obtido foi dividido por 31, que é o número de amostras. Com isto se obteve a média do IUV para

Janeiro as 9:00 e a partir da média foi obtido o Desvio Padrão, que nada mais é que a diferença de cada valor no espaço amostral pela média, elevado ao quadrado e depois dividido pelo número de valores. Apenas uma média aritmética pode não dar uma idéia exata sobre o que acontece com a dispersão dos valores da amostra, para uma melhor interpretação dos dados utiliza-se o Desvio Padrão porque ele mede a dispersão da média, ou seja, como os valores se distribuem em relação a média. Temos então para cada IUV uma média e seu respectivo Desvio Padrão, e ao final da tabela temos uma coluna que nos mostra o quanto o IUV Estimado (para céu com núvem) se difere do Observado. Observa-se que os IUVs estimados apresentam um bom acordo com os dados observacionais, indicando a alta acuracia do modelo de transferência radiativa UVSIM.

Tabela – Media e desvio padrão dos IUVs nos horários das 9:00, 12:00 e 15:00 (horário local em SP) para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro.

	Horário	Satélite		Biômetro		Diferença entre		
		Com núvem	Sem núvem	Observado	Estimado e Observado	Sat - Obs		
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	
Jan	9	4,09	1,26	4,99	0,22	4,11	1,60	-0,02
	12	8,99	3,01	12,80	0,27	8,77	3,75	0,22
	15	4,17	1,81	6,99	0,20	4,20	2,69	-0,03
Abr	9	2,15	0,64	2,58	0,29	2,39	0,72	-0,24
	12	5,86	1,69	7,80	0,81	6,91	2,56	-1,05
	15	2,39	0,62	3,16	0,49	2,96	0,98	-0,57
Jul	9	1,08	0,33	1,25	0,10	1,08	0,34	0,00
	12	4,19	1,22	4,87	0,35	3,71	2,20	0,48
	15	1,63	0,47	1,87	0,18	1,48	0,81	0,15
Out	9	3,66	1,50	5,11	0,50	3,67	1,99	-0,01
	12	8,10	2,54	11,18	0,71	7,71	3,07	0,39
	15	3,10	0,99	4,49	0,29	3,09	1,43	0,01

A Figura 5 mostra a variação da média do IUV para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro para as 9:00 hs (horário de São Paulo). Pode-se observar no gráfico o desvio padrão para cada média encontrada. Podemos ver pelo gráfico que os meses com

valores mais elevados de IUV são os meses de Janeiro e Outubro (aproximadamente 4, que é classificado como “Moderado”). Este índice é alto durante este período devido ao eixo de rotação da Terra esta mais inclinado em direção ao Sol, incidindo mais paralelamente ao Hemisfério Sul. Por outro lado, nos meses de inverno observa-se índice menores que 3 (de baixos a moderados).

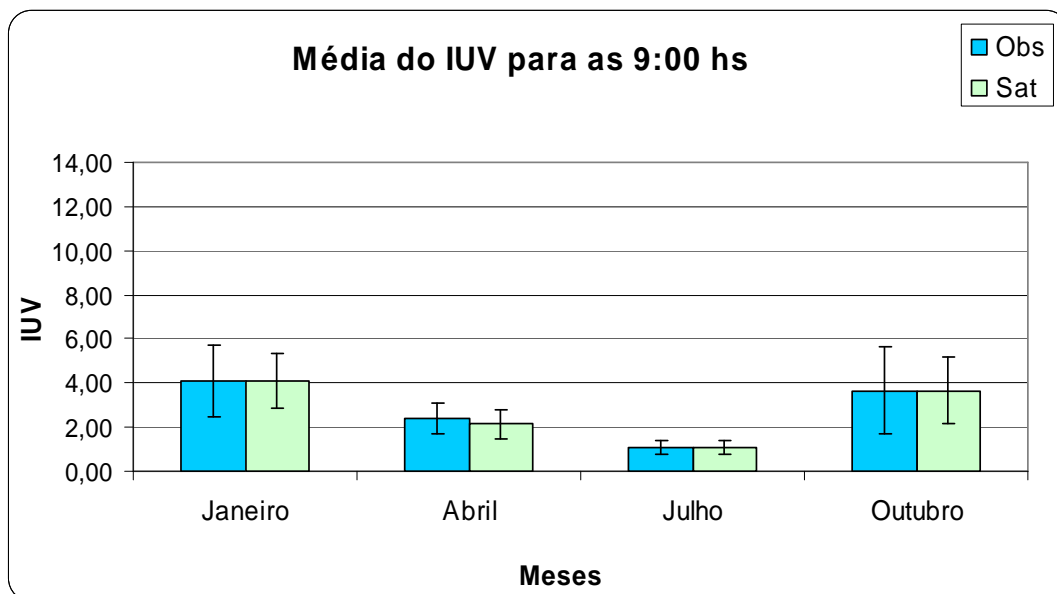


Figura 5 - Medias mensais do IUV observado e estimado para as 9:00 horas local.

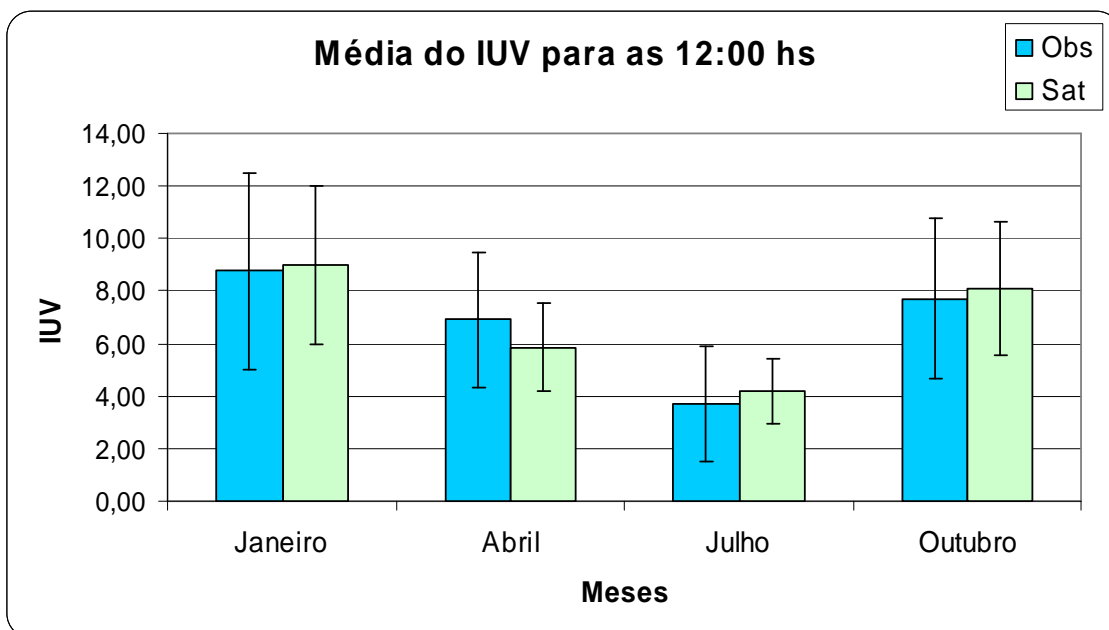


Figura 6 - Medias mensais do IUV observado e estimado para as 12:00 horas local

Na Figura 6 temos um demonstrativo do IUV para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro para as 12:00. Podemos observar que no mês de Janeiro (Verão) o IUV fica próximo ao valor 9, que é classificado como “Muito Alto”, e através do desvio padrão podemos observar também que em alguns casos o IUV fica acima do valor 12, que é classificado como “Extremo”. No mês de Abril o IUV fica aproximadamente em 6, classificados como “Alto”. Em Julho temos o IUV mais baixo dentre todos os outros, em torno de 4, classificados como “Moderado”. Já em Outubro o IUV começa a aumentar novamente, ficando em torno de 9, classificado como “Muito Alto”. O IUV para este período é sem a presença de nuvens seria classificado como máximo, De acordo com a tabela X??, observa-se que as nuvens reduzem mais de 30% em alguns meses. O efeito das nuvens sobre o IUV será analisado com mais detalhes durante o segundo ano de bolsa.

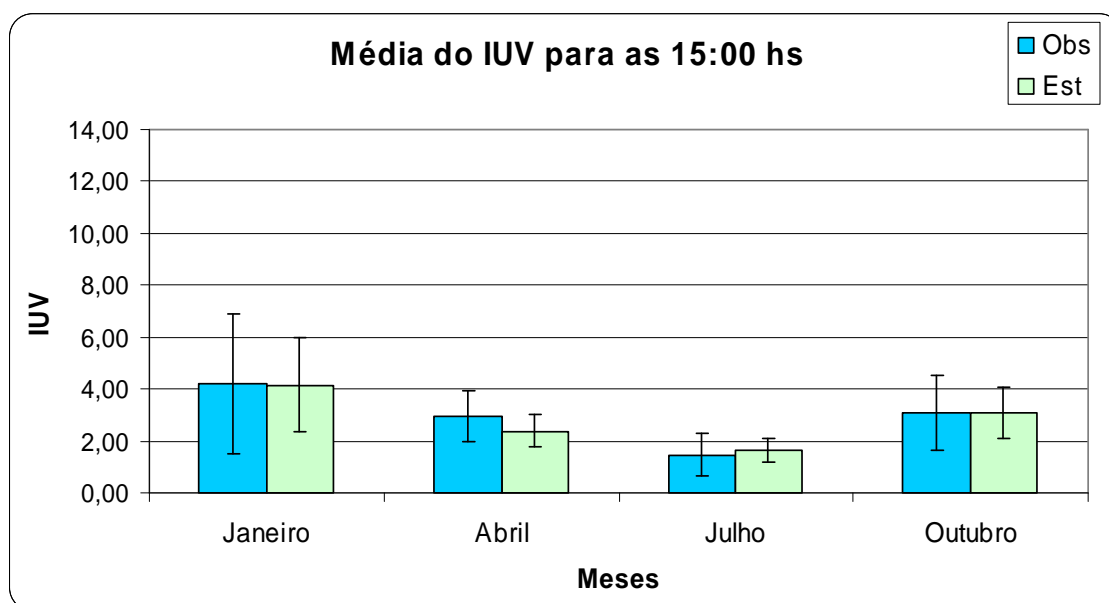


Figura 7 - Medias mensais do IUV observado e estimado para as 15:00 horas local

Na Figura 7 temos novamente um demonstrativo do IUV para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro, só que para às 15:00 horas local. Este gráfico assemelha-se com

o gráfico com dados de IUV para às 9:00 horas local. Onde os valores médios ficam aproximadamente entre 1,5 e 4, classificados entre “Baixo” e “Moderado”. Entretanto, podemos observar pelo desvio padrão, que alguns valores do mês de Janeiro estão próximos ao valor 7, classificado como “Alto”.

Nas Figuras 8 e 9 temos gráficos de dispersão para os meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro, nos períodos de: 12:00, 15:00 e 18:00 UTC para a cidade de São Paulo.

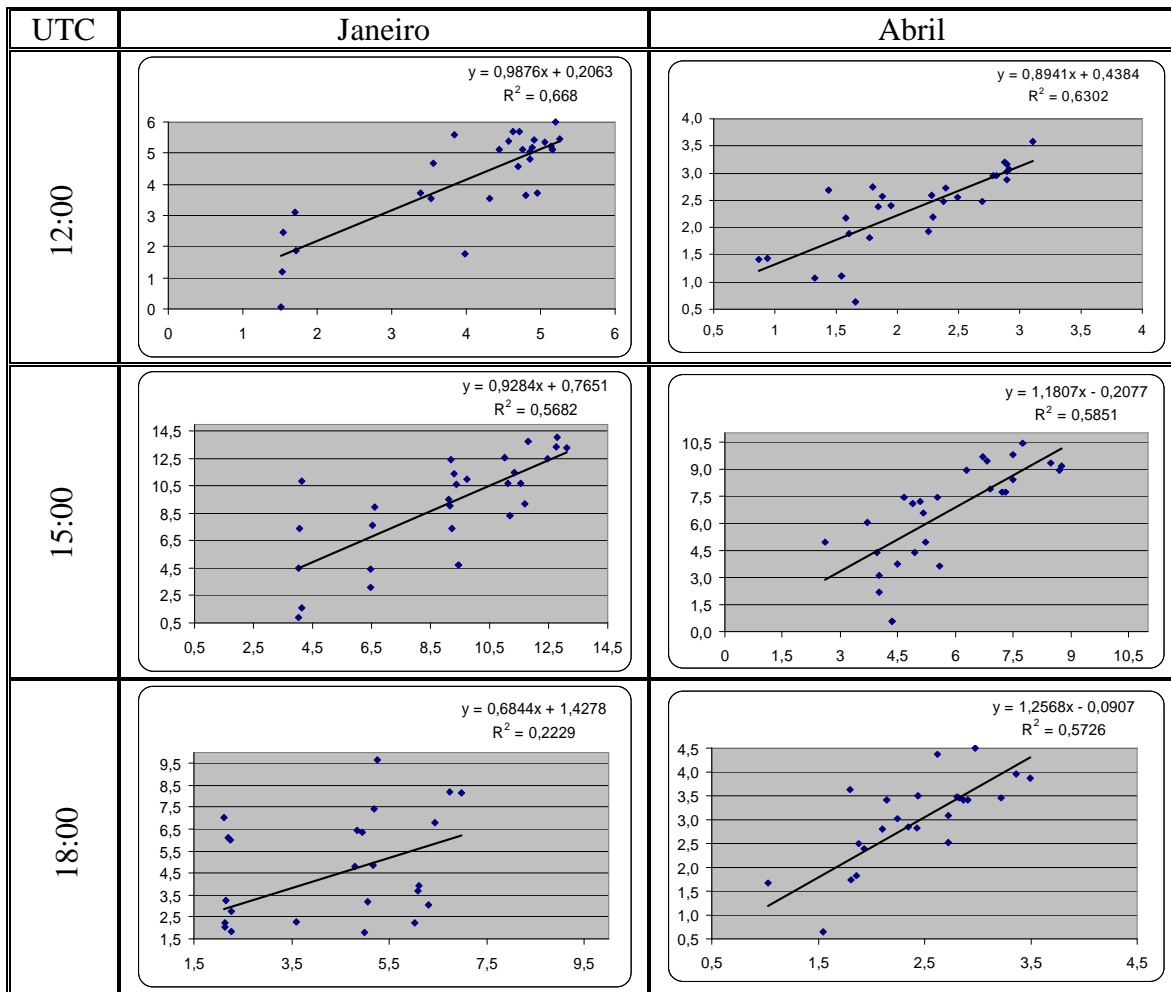


Figura 8 - Gráfico de dispersão do IUV para os meses de Janeiro e Abril nos horários 12:00, 15:00 e 18:00 UTC

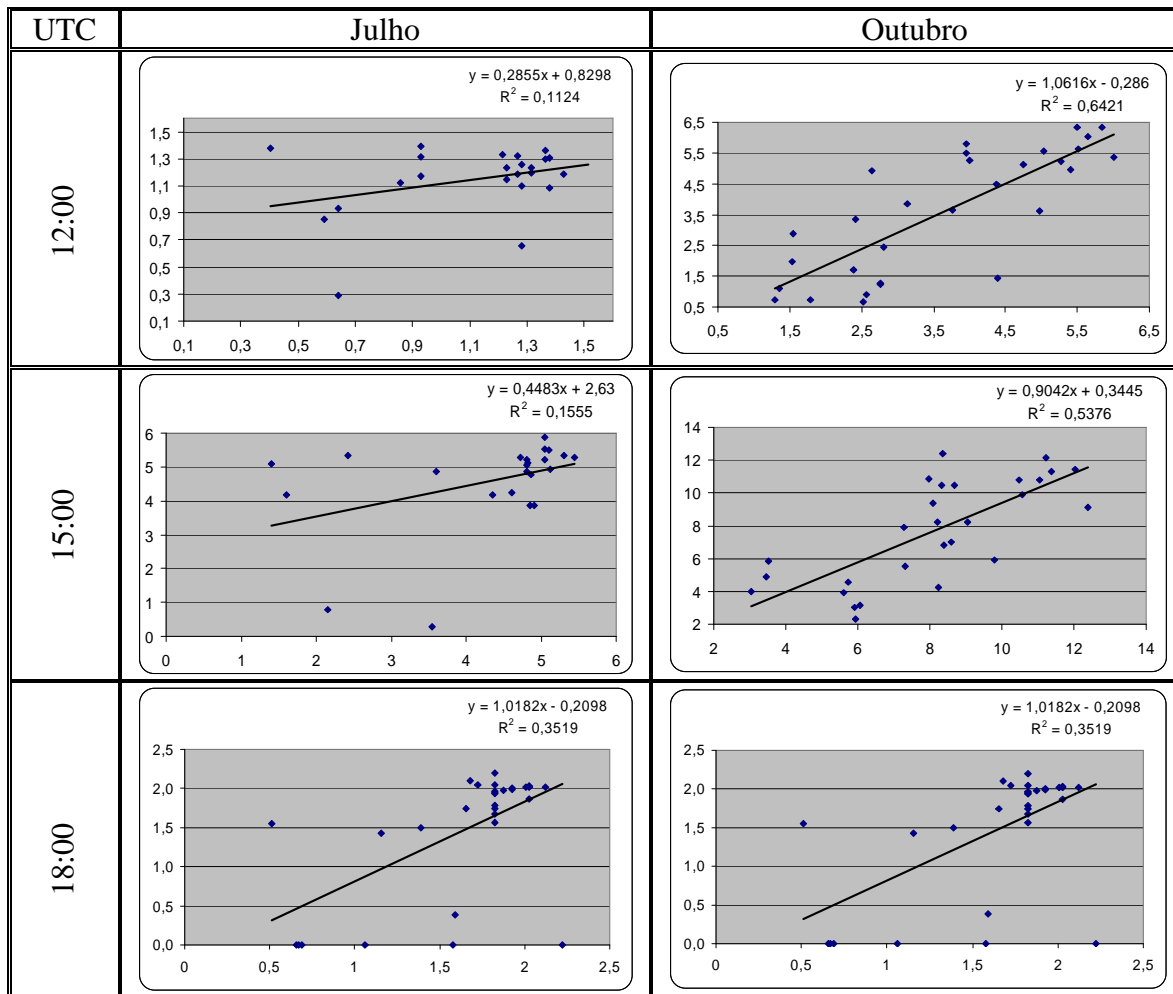


Figura 9 - Gráfico de dispersão do IUV para os meses de Julho e Outubro nos horários 12:00, 15:00 e 18:00 UTC

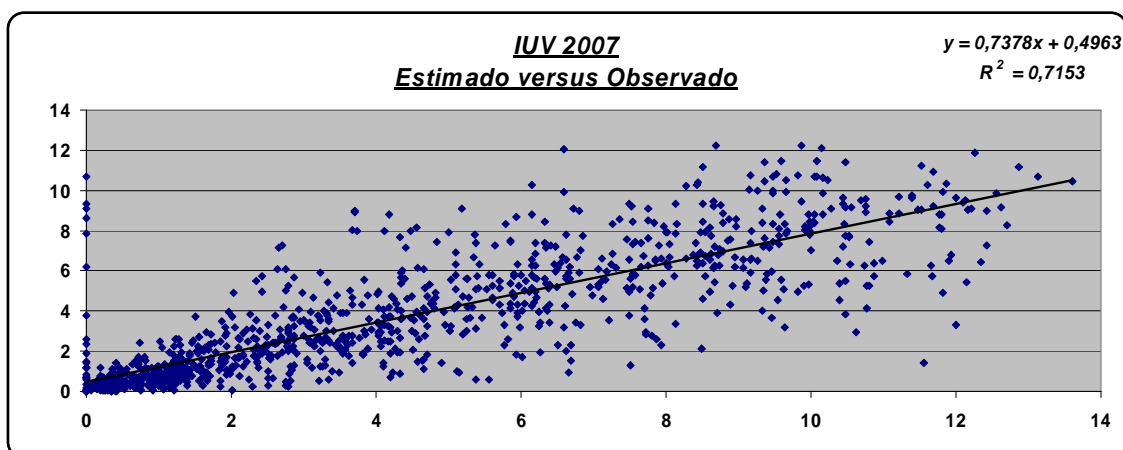


Figura 10 - Gráfico de dispersão do IUV para todo o Ano de 2007 para a cidade de São Paulo.

3.2 Atividades complementares

3.2.1 – Organizar a Serie histórica do IUV da DSA-CPTEC

O objetivo deste trabalho foi catalogar informações dos dados IUV disponíveis na DSA e criar um banco de dados. Foram realizados alguns “backups” dos dados e também foi verificado a existência de dados faltantes. Com base neste trabalho foi redigido um documento (DVD.doc) contendo todo o histórico de dados. Adicionalmente, o documento traz as informações sobre a catalogação, o que permite que o serviço de “atendimento ao usuário” possa encontrar rapidamente os dados referentes ao período e dado desejado.

3.2.2 - Projeto de Colaboração Universidade de Londres (Inglaterra)

As substâncias húmicas são resultantes de reações químicas, fotoquímicas e microbiológicas que ocorrem durante a degradação da matéria vegetal. Estas substâncias são encontradas nas águas dos rios. Sendo assim, o tratamento de água a ser utilizada pela população deve considerar a remoção das substâncias húmicas. Neste contexto, o projeto intitulado "Effect of solar radiation on the humic substances removal by coagulation-flocculation, sedimentation and filtration" está sendo desenvolvido pela Universidade de Londres – Inglaterra, em colaboração com a Universidade Estadual Paulista de Ilha Solteira-SP e Universidade Federal de Goiás em Goiânia-GO. O objetivo

principal do projeto é verificar o efeito da radiação solar no processo de tratamento da água de Ilha Solteira na remoção das substâncias húmicas. Após verificar a existência da relação entre radiação solar na eficiência tratamento da água, os pesquisadores irão sugerir mecanismos sustentáveis de baixa energia na remoção do humic. No contexto do projeto, a DSA/CPTEC-INPE é responsável por disponibilizar o produto Índice Ultravioleta.

O presente estudo avaliou a disponibilidade de dados de radiação ultravioleta para o projeto referido acima. Sendo assim, foi montado uma série de dados de IUV para período de 01 de Outubro de 2008 a 31 de Janeiro de 2009, sendo este o período da coleta das amostras de água tratada. Para a construção da série foi desenvolvido um programa de extração de dados para a localidade de Ilha Solteira (ver *Métodos e Dados*). Os dados de IUV estão sendo disponibilizados do nascer ao por do sol numa frequência temporal de 15 minutos. Na figura 2 podemos visualizar os dados de IUV para o mês de Outubro à Dezembro de 2008 e Janeiro de 2009 sobre a cidade de Ilha Solteira. Verifica-se que o IUV apresenta um ciclo diário, atingindo o Máximo de aproximadamente ao meio dia local, observa-se também que existe uma tendência positiva de Outubro de 2008 à Janeiro de 2009.

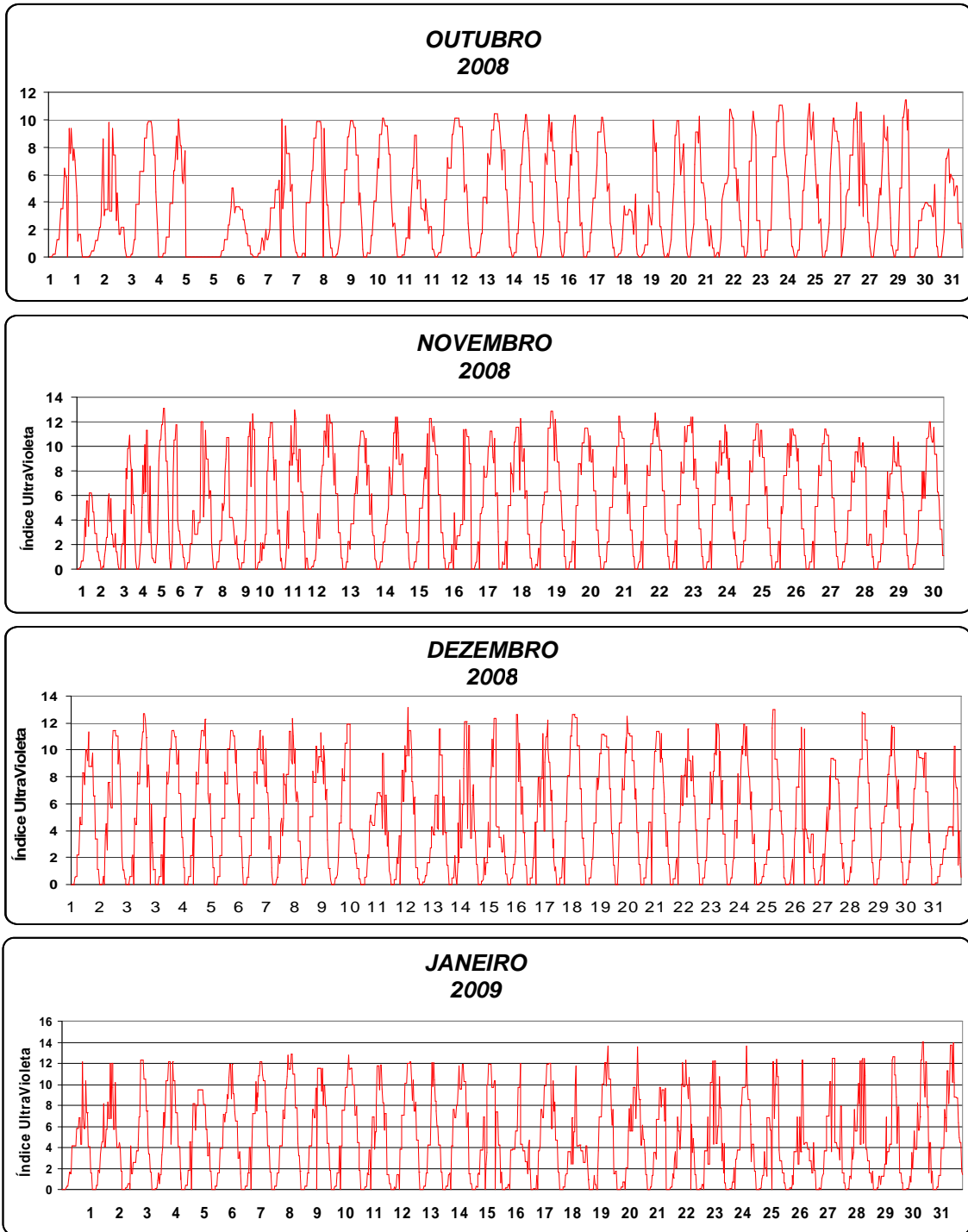


Figura 11 – Variação do Índice UV para Ilha Solteira os meses de Outubro de 2008 à Janeiro de 2009

3.2.3 - Reprocessamento de Aerossóis

Aerossol é um conjunto de partículas suspensas num gás, com tamanho que varia entre 0,002 μm a mais de 100 μm , ou seja, desde umas poucas moléculas até o tamanho em que as mesma não podem permanecer suspensas no gás. Os dados dos aerossóis são coletados por dois satélites: o satélite *AQUA*, lançado em 04/05/2002 que faz parte do projeto Earth Science Enterprise (ESE) da NASA que se propõe a coletar e interpretar dados buscando compreender a dinâmica terrestre e as mudanças globais causadas pela atuação humana ou pela própria natureza. e o satélite *TERRA*, que foi lançado em 18/12/1999 como parte do programa Earth Observing System (EOS), da NASA e tem por objetivo principal adquirir dados que possam aumentar nossos conhecimentos sobre a dinâmica atmosférica global, sobre a interação terra, oceano e atmosfera.

O objetivo do reprocessamento dos aerossóis foi compor a base de dados dos mesmos, aumentando o período de dados de 2004 até 2008, aumentando a base de dados disponível na internet, onde os mesmo podem ser acessados através do site do INPE (<http://sigma.cptec.inpe.br/aerossóis/>). Isto conseqüentemente auxilia nos processos de estatísticas e validação dos mesmos. Foi realizado o reprocessamento dos dados do ano de 2004 restando ainda os anos de 2003 e 2002 a ser realizado o reprocessamento. Estes dados serão futuramente utilizados para avaliar o impacto dos aerossóis nos IUV.

CAPÍTULO 4 – CONCLUSÃO

O presente relatório apresenta resultados preliminares da análise do desempenho do modelo de transferência radiativa do IUV chamado UVSIM. A região de estudo é o estado de São Paulo, mas particularmente para um ponto em SP. A avaliação consistiu na comparação entre dados estimados e os dados experimentais medidos a superfície.

Verificou-se que o IUV varia com o horário do dia, sendo Máximo próximo ao meio-dia (12:00), quando o sol atinge sua altura máxima. Adicionalmente, o IUV varia durante as estações do ano. Nos meses de Janeiro, Abril, Julho e Outubro, os valores estimados do IUV com nuvens para as 12:00 horas locais em São Paulo são aproximadamente 9 (muito alto), 7 (alto), 4 (moderado) e 8 (alto), respectivamente. Esses resultados estimados apresentam bom acordo com os valores observados de IUV, indicando uma boa precisão do modelo de radiação. Interessante característica foi verificada, quando compara-se o IUV estimado de céu claro com aqueles de céu com nuvens para os meses de primavera e verão. O IUV para céu claro assume valores extremos nos meses de primavera e verão (ex. Outubro e Janeiro). No entanto, o IUV para céu com nuvens assume valores altos a muito alto nestes mesmos meses devido ao efeito da nebulosidade.

Resultados preliminares mostram que os IUVs estimados apresentam um bom acordo com os dados observacionais (menos de 10%), indicando a alta acurácia do modelo de transferência radiativa UVSIM. Estudo futuro irá avaliar com mais detalhes as diferenças existentes entre os índices estimados e observados. Procurar-se-a verificar o efeito das nuvens sobre os IUV. Adicionalmente, estenderá a avaliação para outros meses, analisando o ciclo anual.

Cachoeira Paulista, 03 de Julho de 2009

Rodrigo Domingues de Paula