

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI
INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS - IRN**

**MESTRADO EM
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – MEMARH**

JAIME RODRIGUEZ COARITI

**ANÁLISE DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR
ULTRAVIOLETA (R-UV) EM POPULAÇÕES
HABITANTES A DIFERENTES ALTITUDES**

Itajubá
Minas Gerais – Brasil
Junho de 2011

JAIME RODRIGUEZ COARITI

**ANÁLISE DOS EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR
ULTRAVIOLETA (R-UV) EM POPULAÇÕES
HABITANTES A DIFERENTES ALTITUDES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Paula Corrêa

Co-Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Silva

Itajubá

Minas Gerais – Brasil

Junho de 2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB_6/1700

C652a

Coariti, Jaime Rodriguez

Análise dos efeitos da radiação solar ultravioleta (R-UV) em
populações habitantes a diferentes altitudes / Jaime Rodriguez

Coariti. -- Itajubá, (MG) : [s.n.], 2011.

88 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Paula Corrêa.

Coorientador: Prof. Dr. Luis Felipe Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Radiação ultravioleta. 2. Índice ultravioleta. 3. Fotoderma_
toses. 4. Câncer de pele. I. Corrêa, Marcelo de Paula, orient. II.
Silva, Luis Felipe, coorient. III. Universidade Federal de Itajubá.
IV. Título.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002

A N E X O II

FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Dissertação: **“Análise dos Efeitos da Radiação Solar Ultravioleta (R-UV) em Populações Habitantes a Diferentes Altitudes”**

Autor: **Jaime Rodriguez Coariti**

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito	Rubrica
	A = Aprovado - R = Reprovado - I = Insuficiente	
1º	A	
2º	A	
3º	A	
4º	X	

Observações:

- (1) O Trabalho será considerado Aprovado se todos os Examinadores atribuírem conceito A.
 - (2) O Trabalho será considerado Reprovado se forem atribuídos pelos menos 2 conceitos R.
 - (3) O Trabalho será considerado Insuficiente (I) se for atribuído pelo menos um conceito R. Neste caso o candidato deverá apresentar novo trabalho. A banca deve definir como avaliar a nova versão da Dissertação.
- Este documento terá a validade de 60 (sessenta) dias a contar da data da defesa da Dissertação.

Resultado Final: Conceito: A, ou seja, Aprovado

Observações: _____

Itajubá, 21 de junho de 2011.

Prof.ª Dr.ª Emico Okuno
1ª Examinadora - USP

Prof.ª Dr.ª Sâmia Regina Garcia
2ª Examinadora - UNIFEI

Prof. Dr. Luiz Felipe Silva
3º Examinador - UNIFEI - (Co-Orientador)

Prof. Dr. Marcelo de Paula Corrêa
4º Examinador - UNIFEI - (Orientador)

cs/PRPPG

DEDICATÓRIA

A minha amada futura esposa "bb", aos meus pais Jaime e Justina, as minhas irmãs Vanessa e Dayana, a meu cunhado Daniel e aos meus queridos sobrinhos Daniel e Gabriel.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer principalmente a Deus por me permitir concluir esta fase importante na minha vida.

Agradecer aos meus pais, irmãs, cunhado e sobrinhos pelo grande apoio ao longo destes dois anos de aprendizado, por suas palavras que, mesmo tão longe, me faziam senti-los ao meu lado.

Agradecer à mulher que me aceitou e compartilhou comigo toda essa sede de conhecimento que sempre teve, ficando constantemente ao meu lado sempre "*Mi bb*".

Agradecer ao meu orientador, Professor Marcelo de Paula Corrêa (UNIFEI) pela confiança e apoio incondicional ao longo do curso, pelas palavras de reflexão nos momentos necessários e sobre tudo pela sua amizade.

Agradecer a minha querida Professora Marilyn Aparicio Effen (UMSA) pelo grande apoio, confiança e pelas lições de vida dadas, desde os primeiros anos da faculdade, na minha formação como pessoa e como médico.

Agradecer ao Professor Luiz Felipe Silva (UNIFEI) pelas grandes contribuições e pela orientação nas discussões do trabalho.

Agradecer ao Professor Marcos Bernardes (UNIFEI) e a sua família pela amizade e as boas-vindas na minha chegada ao Brasil.

Agradecer à Dra. María Soledad Jaimes Mancilla (UMSA) pela colaboração na coleta dos dados no hospital.

Agradecer ao Departamento Administrativo do Hospital "Caja Nacional de Salud" por permitir o acesso aos arquivos e registros de consulta externa da especialidade de dermatologia.

Agradecer a todos os professores do Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela atenção e recebimento ao curso e pela paciência com minha dificuldade na língua portuguesa.

Agradecer ao Departamento Administrativo da PRPPG da UNIFEI, em especial à Magda Nathália e Sonia, pela colaboração em todos os processos administrativos.

Não posso deixar de agradecer a todos os meus colegas do Mestrado das turmas de 2008 e 2009, que me ajudaram muito no processo de adaptação, e até de naturalização neste país tão lindo.

Um agradecimento especial aos meus amigos e amigas que me apoiaram nessa aventura fantástica do Mestrado: Amaro, Ana Carolina, Angela Pérez, Karla, Clarice, Elaine,

Elena, Elmer, Emerald, Evandro, Fabrício, Felipe, Fernanda Luz, Fernanda Paes, Fernando Morales, Gisela Paz, Hansel, Karen Udaeta, Leonardo, Madelen, Marcel, Maria Amélia, María Cristina, Maria Rita, Michelly, Pablo, Paula, Priscila, Rafael Guimarães, Rafael Macedo, Rebeca, Reginaldo, Rhafaela, Ricardo, Rose, Simone, Talita, Thamara, Thiago, Valentim e Vanessa, e um especial a minha amiga e colega Luciana De Carvalho Machado Pires pelo grande apoio ao longo destes dois anos.

Um agradecimento muito especial, aos meus dois parceiros, Fernando Henrique Machado e Samuel Soares Valentin, que me apoiaram e ajudaram sempre que necessário. Também agradeço ainda pela grande amizade que foi construída ao longo deste tempo, pela força nos momentos difíceis e por me converter em mais um brasileiro, ensinando-me o *“jeito brasileiro de não desistir nunca”*.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a CNPq – Programa de estudantes - convênio de pós-graduação – PEC/PG pela bolsa de estudo e pela oportunidade de ser escolhido para este programa de estudos.

Se um dia tiver que escolher entre o mundo e o amor....Lembre-se. Se escolher o amor ficará sem o mundo, mas se escolher o mundo com ele você conquistará o amor.

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	XIV
BANCO DE DEFINIÇÕES	XVI
RESUMO	XVIII
ABSTRACT	XIX
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
OBJETIVO GERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS.....	4
3.2 RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA E SUAS INTERAÇÕES	6
3.2.1. <i>Atmosfera</i>	7
3.2.2. <i>Nebulosidade</i>	8
3.2.3. <i>Ozônio</i>	8
3.2.4. <i>Aerossóis</i>	9
3.2.5. <i>Aspectos astronômicos e geográficos</i>	10
3.3. O ÍNDICE ULTRAVIOLETA.....	11
3.3.1. <i>Dose Eritematosa Mínima (DEM)</i>	13
4. EFEITOS DA R-UV SOBRE A SAÚDE.....	15
4.1. A PELE HUMANA	15
4.2. LESÕES CAUSADAS NA PELE PELA R-UV	16
4.2.1. <i>Câncer basocelular</i>	18
4.2.2. <i>Carcinoma Espinocelular</i>	18
4.2.3. <i>Melanoma Cutâneo</i>	20
4.2.4. <i>Erupção polimorfa à luz solar</i>	23
4.2.5. <i>Outras doenças dermatológicas</i>	23

5. METODOLOGIA.....	25
5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	25
5.2. INSTRUMENTAÇÃO	28
5.3. COLETA DE DADOS	29
5.3.1. <i>Saúde</i>	29
5.3.2. <i>Radiação Ultravioleta</i>	33
6. RESULTADOS	34
6.1. MEDIDAS DE R-UV	34
6.2. DADOS RELATIVOS ÀS ENFERMIDADES DE PELE	47
7. CONCLUSÕES.....	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
9. ANEXOS	67
ANEXO 1: REGISTRO DE CONSULTA EXTERNA NO HOSPITAL DA BOLÍVIA.....	67
ANEXO 2: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE FOTOTIPO DE PELE.....	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3-1: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA.....	4
FIGURA 3-2: ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO.....	5
FIGURA 3-3: INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR COM A ATMOSFERA.....	6
FIGURA 3-4: ESTRUTURA VERTICAL DA ATMOSFERA TERRESTRE (VALORES MÉDIOS).....	7
FIGURA 3-5: REPRODUÇÃO DO ESPECTRO DE AÇÃO ERITÊMICA.....	12
FIGURA 3-6: ÍNDICE UV.....	12
FIGURA 4-1: CAMADAS DA PELE - MELANOMA.....	15
FIGURA 4-2: CARCINOMA BASOCELULAR - TIPO ULCERADO.....	18
FIGURA 4-3: CEC ULCEROSO.....	19
FIGURA 4-4: CEC NODULAR.....	19
FIGURA 4-5: CEC NODULAR-QUERATÓSICO.....	19
FIGURA 4-6: CEC VEGETATIVO.....	19
FIGURA 4-7: CEC. CORTE HISTOLÓGICO.....	19
FIGURA 4-8: CEC (FIG. 4-8. AMPLIADA).....	19
FIGURA 4-9: ABCD DAS LESÕES DA PELE CAUSADAS PELA R-UV NO MELANOMA.....	22
FIGURA 4-10: EPLS, LOCALIZADA NA FACE.....	23
FIGURA 4-11: EPLS, LOCALIZADA NO COLO.....	23
FIGURA 4-12: VERRUGA VULGAR.....	24
FIGURA 4-13: VERRUGA FILIFORME.....	24
FIGURA 5-1: MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÕES DAS CIDADES BOLIVIANAS.....	26
FIGURA 5-2: MAPA DE ISOTERMAS DAS CIDADES BOLIVIANAS.....	27
FIGURA 5-3: RADIÔMETROS PORTÁTEIS IUUV.....	29
FIGURA 5-4: BIÔMETRO UVB 501.....	29
FIGURA 5-5: ESQUEMA DE INTERPRETAÇÃO DA RCP.....	30
FIGURA 6-1: MÁXIMOS DE IUUV NA BOLÍVIA – FOTOGRAFIA DE COROICO NO DIA COM NEBULOSIDADE.....	34
FIGURA 6-2: MÁXIMOS DE IUUV NAS CIDADES BRASILEIRAS.....	35

FIGURA 6-3: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DE IUV SEGUNDO À OMS NAS CIDADES BOLIVIANAS.....	36
FIGURA 6-4: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DAS MEDIDAS IUV REALIZADAS ENTRE 10 E 16H ENTRE OS ANOS 2006 A 2009	37
FIGURA 6-5: ANÁLISE DAS MEDIDAS DE IUV	38
FIGURA 6-6: GRÁFICO DE BOXPLOT DAS CIDADES BOLIVIANAS	39
FIGURA 6-7: GRÁFICO DE BOXPLOT DAS CIDADES BRASILEIRAS	40
FIGURA 6-8: CICLO DIÁRIO DO IUV NA BOLÍVIA NO DIA 13/02/2010	41
FIGURA 6-9: CICLO DIÁRIO DO IUV NO BRASIL 2006 – 2009	42
FIGURA 6-10: IUV MÁXIMOS OBSERVADOS NA CIDADE DE LA PAZ.....	43
FIGURA 6-11: DOSES ERITEMATOSA ACUMULADA (DEA) NA BOLÍVIA.....	44
FIGURA 6-12: DOSES ERITEMATOSA ACUMULADA (DEA) NAS CIDADES BRASILEIRAS	45
FIGURA 6-13: DOSES ERITEMATOSA ACUMULADA (DEA) LA PAZ - SÃO PAULO.....	46
FIGURA 6-14: FREQUÊNCIA DOS FOTOTIPOS DE PELE NA CIDADE LA PAZ – BOLÍVIA	47
FIGURA 6-15: FREQUÊNCIA DE CASOS (%) DE FOTODERMATOSES, VERRUGAS E DEMAIS DOENÇAS DERMATOLÓGICAS	48
FIGURA 6-16: FREQUÊNCIA DE DIAGNOSTICADOS RELACIONADAS À EXPOSIÇÃO À R-UV	49
FIGURA 6-17: PERCENTUAL DE DOENÇAS RELACIONADAS À EXPOSIÇÃO À R-UV	50
FIGURA 6-18: DISTRIBUIÇÃO DAS DOENÇAS DERMATOLÓGICAS INDUZIDAS OU AGRAVADAS PELA R-UV, SEGUNDO O SEXO ENTRE OS ANOS DE 1998 E 2006.....	51
FIGURA 6-19: DISTRIBUIÇÃO DE DIAGNÓSTICOS RELACIONADOS À EXPOSIÇÃO À R-UV	52
FIGURA 6-20: COEFICIENTE DE MORTALIDADE GERAL NEOPLASIA MALIGNA DA PELE (CMNMP)	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ALBEDO DE ALGUMAS SUPERFÍCIES NATURAIS -----	10
TABELA 2: TIPOS DE PELE E REAÇÃO À EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO RUV-B -----	13
TABELA 3: VALORES DA MED PARA DIFERENTES REGIÕES DO CORPO PARA FOTOTIPO I - II---	14
TABELA 4: ENFERMIDADES EXACERBADAS PELA R-UV -----	17
TABELA 5: CARACTERÍSTICAS DAS CIDADES DA BOLÍVIA E DO BRASIL -----	28
TABELA 6: TABELA DICOTÔMICA -----	30
TABELA 7: ANÁLISE ESTRATIFICADA POR GÊNERO, COM VALORES DAS RAZÕES DE CHANCE DE PREVALÊNCIA E DE MANTEL-HAENSZEL DE VERRUGAS, CONTROLANDO-SE POR FAIXAS DE IDADE -----	53
TABELA 8: ANÁLISE ESTRATIFICADA POR GÊNERO, COM VALORES DAS RAZÕES DE CHANCE DE PREVALÊNCIA E DE MANTEL-HAENSZEL DE EPLS, CONTROLANDO-SE POR FAIXAS DE IDADE -----	54
TABELA 9: ANÁLISE ESTRATIFICADA POR GÊNERO, COM VALORES DAS RAZÕES DE CHANCE DE PREVALÊNCIA E DE MANTEL-HAENSZEL DE QUEILITE ACTÍNICA, CONTROLANDO-SE POR FAIXAS DE IDADE -----	55
TABELA 10: ANÁLISE ESTRATIFICADA POR GÊNERO, COM VALORES DAS RAZÕES DE CHANCE DE PREVALÊNCIA E DE MANTEL-HAENSZEL DE MELASMA, CONTROLANDO-SE POR FAIXAS DE IDADE -----	56
TABELA 11: ANÁLISE ESTRATIFICADA POR GÊNERO, COM VALORES DAS RAZÕES DE CHANCE DE PREVALÊNCIA E DE MANTEL-HAENSZEL DE CARCINOMA, CONTROLANDO-SE POR FAIXAS DE IDADE -----	57
TABELA 12: COEFICIENTES DE MORTALIDADE POR NEOPLASIA MALIGNA DE PELE (CMNMP – POR 100.00 HABITANTES). -----	59
TABELA 13: RAZÃO DE MORTALIDADE PADRONIZADA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO -----	59

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

E	Energia radiante emitida (W/m^2)
c	Velocidade da luz no vácuo ($2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$)
E_λ	Irradiância espectral solar
h	Constante de Planck ($6,63 \times 10^{-23} \text{ J.s}$)
H	Exposição radiante
I	Intensidade radiante
k	Sentido de propagação da onda
K	Kelvin
K_{er}	Constante de conversão para determinação do IUV ($= 40 \text{ m}^2/\text{W}$)
L	Radiância
n	Número de fótons
O_2	Oxigênio
O_3	Ozônio
Q	Energia radiante
S	Irradiância solar biologicamente ativa
S_{er}	Espectro de ação relativo ao eritema
W	Watts
λ	Comprimento de onda (m)
Φ	Fluxo radiante
ADN	Ácido desoxirribonucléico
APA	Agência de Proteção Ambiental
AZS	Ângulo zenital solar
B	Campo magnético
CBC	Carcinoma basocelular
CEC	Carcinoma espinocelular
CFCs	Cloro-flúor-carbonos
CID BR 10	<i>Siglas utilizadas para Neoplasia Maligna da Pele pelo Banco de Dados do Sistema Único de Saúde DATASUS</i> “ http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10mg.def ”
CMF	<i>Cloud Modification Factor</i>
CMNMP	Coefficiente de Mortalidade por Neoplasia Maligna da Pele
CPNM	Câncer de pele não melanoma

CS	Constante solar
DEA	Dose eritematosa acumulada
DEM	Dose eritematosa mínima
E	Campo elétrico
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPLS	Erupção polimorfa à luz solar
FMUSP	Faculdade de Medicina Universidades de São Paulo
IC-NIRP	<i>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</i>
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico
IINSAD	Instituto de Pesquisa em Saúde e Desenvolvimento
IUV	Índice ultravioleta
LEPA	Laboratório de Estudos sobre Poluição do Ar
MC	Melanoma cutâneo
NWS	Serviço Nacional de Meteorologia
OMM	<i>Organização Mundial de Meteorologia</i>
OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
RE	Radiação eletromagnética
RI	Radiações ionizantes
RNI	Radiações não ionizantes
RPM	Razão Padronizada de Mortalidade
R-UV	Radiação ultravioleta
RUV-A	Radiação ultravioleta banda “a”
RUV-B	Radiação ultravioleta banda “b”
RUV-C	Radiação ultravioleta banda “c”
SENAMHI	Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia Bolívia
TME	Tempo máximo de exposição
UD	Unidades Dobson
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>

BANCO DE DEFINIÇÕES

Energia radiante: Quantidade de energia emitida, transferida ou recebida sob forma de radiação, transportada por uma onda eletromagnética e é medida em joule (J).

Fluxo radiante: Potência emitida, transferida ou recebida sob forma de radiação. É medida em Watt ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$).

Intensidade radiante: É o fluxo radiante por unidade de área de ângulo sólido. É medida em W/sr .

Radiância: Fluxo radiante por unidade de área projetada do radiador (emissor) por unidade de ângulo sólido. Sua unidade é $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$.

Exposição radiante: Energia radiante total incidente numa superfície dividida pela área dessa superfície. é medida em J/m^2 .

Espectro de ação: Descreve a eficácia relativa de uma banda espectral em relação a uma resposta biológica específica.

Queratinócitos: Células epiteliais da epiderme que produzem queratina, estas células chegam até as camadas basais da epiderme.

Melanócitos: células que produzem a *melanina*, principal composto que dá a cor à pele, estas células estão dispersas entre os estratos germinativo e espinhoso da epiderme (Figura 4-1).

Células de Langerhans: Constituem a terceira população celular da epiderme, possuem forma de estrela com prolongações dendríticas, encontram-se principalmente no estrato espinhoso. Cumprem a função de imunovigilância.

Células de Merkel: Constituem a quarta população celular da epiderme, localizadas no estrato germinativo, se encontram unidas aos queratinócitos assim também possuem a função de imunovigilância e receptores.

Perolas epiteliosomas: Pequenas formações globosas de 1 a 5 mm de diâmetro, translúcidas, localizadas na periferia da lesão, características para o diagnóstico clínico do CBC.

Mácula: É uma alteração da coloração da pele, sem relevo, visíveis, podendo até ser palpáveis. Podem ser acrômica, hipo ou hiperacrômicas.

Pápula: Lesão inflamatória, elevadas, de consistência dura, superficiais, menores do que 5mm.

Vesícula: Lesão pequena, elevada, com secreção serosa no seu interior.

Bolha: Lesão maior que a vesícula, pode apresentar uma depressão central. Pode ser epidérmica ou subepidérmica.

Nódulo: Lesão elevada, palpável, visível, com bordos bem delimitados e com consistência firme.

Tumor: Formação patológica sólida da pele.

Úlcera: Lesão com perda de substância caracterizada por ser profunda.

Fissura: Lesão com rompimento da pele. Há solução de continuidade linear e estreita, apresenta bordos eritematosos. Pode ser ocasionada por bactérias ou fungos.

Coefficiente de Mortalidade por Neoplasia Maligna da Pele: Refere-se ao coeficiente ou taxa de mortalidade dada por neoplasia maligna da pele, numa população.

Razão Padronizada de Mortalidade: Refere-se ao CMG padronizados em relação à composição etária. A padronização de coeficientes pode ser feita através de dois métodos, denominados direto e indireto.

RESUMO

A exposição inadequada à R-UV aumentou a incidência de câncer de pele e outras doenças da pele de forma significativa no mundo. Diante da relevância deste problema no que concerne à saúde pública, este trabalho teve como objetivos: a) realizar uma avaliação sobre a R-UV e seus efeitos sobre as fotodermatoses; b) desenvolver projeções de prognóstico sobre as fotodermatoses em algumas cidades brasileiras e bolivianas; e, c) propor medidas preventivas e educativas com vistas à mitigação dos efeitos negativos da exposição excessiva à R-UV. Foram definidas três cidades brasileiras caracterizadas por possuir um clima tropical (São Paulo - SP, Ilhéus - BA e Itajubá - MG) e, três cidades bolivianas caracterizadas por estarem localizadas a altitudes elevadas acima de 3800 m (La Paz, El Alto e Coroico). A metodologia utilizada para este trabalho foi dividida em duas partes independentes, mas complementares. Uma destina-se à área médica. Na Bolívia, os dados de saúde foram obtidos no hospital “Caixa Nacional de Saúde”. Além disso, em janeiro de 2011 foi aplicado um questionário adaptado da classificação de Fitzpatrick, para determinar o fototipo dos pacientes bolivianos. No Brasil, os dados foram obtidos do banco de dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Estas duas bases de dados permitiram avaliar as prevalências das principais doenças causadas e agravadas pela R-UV em cada país. A outra parte do estudo corresponde à física da R-UV, expressa através do IUV (valor numérico que expressa a intensidade da R-UV incidente sobre a superfície da Terra). Na Bolívia, foram feitas medições simultâneas nas três cidades supracitadas, onde todo o experimento foi realizado entre dezembro de 2009 e março de 2010; no Brasil, as medições de IUV foram realizadas entre os anos de 2005 e 2009. Os resultados da pesquisa apresentaram IUVs elevados e uma porcentagem significativa de doenças dermatológicas correspondentes às fotodermatoses. Concluiu-se que existe uma necessidade imediata de incorporação de medidas de prevenção e conscientização da população, através de medidas simples como o incentivo ao uso habitual de métodos de proteção individual, tais como o uso de camisa de manga longa, bonés, óculos com proteção UV, e protetores solares, além do incentivo à consulta periódica a um médico.

ABSTRACT

Inadequate exposure to R-UV has increased significantly the incidence of skin cancer and other skin diseases in the world. Given the importance of that problem in relation to public health, this study has aimed to: a) conduct an evaluation of the R-UV and its effects on photodermatoses b) develop projections on the prognosis of photodermatoses in some Brazilian and Bolivian towns, and c) propose preventive and educational measures aimed at the mitigation of the negative effects of excessive exposure to R-UV. Three Brazilian towns were defined for being characterized by having a tropical climate (São Paulo - SP, Ilhéus- BA, and Itajubá - MG), and three Bolivian towns characterized by being located at high altitudes above 3800 m (La Paz, El Alto and Coroico). The methodology used for this work was divided into two independent, but complementary parts. One is for the medical field. In Bolivia, the health data were obtained from the hospital "Caja Nacional de Salud - National Fund for Health". Furthermore, in January 2011 a questionnaire, adapted from the Fitzpatrick classification, was applied to determine the skin type of Bolivian patients. In Brazil, data was obtained from the database of the National Health System (DATASUS). Those two databases have made it possible to evaluate the prevalence of major diseases caused and exacerbated by R-UV in each country. The other part of the study corresponds to the physics of R-UV, expressed in IUUV (numeric value that expresses the intensity of R-UV incident on the surface of the Earth). In Bolivia, simultaneous measurements were made in the three towns mentioned above, where the whole experiment was conducted between December 2009 and March 2010. In Brazil, the measurements were performed between 2005 and 2009. The results showed high IUUVs and a percent significant number of skin diseases related to photodermatoses. It was concluded that there is an immediate need to incorporate preventive measures and public awareness through simple attitudes like boosting the habitual use of personal protection methods, such as wearing long-sleeved shirt, caps, sunglasses with UV protection, and sunscreens, as well as encouraging regular consultation with a physician.

1. INTRODUÇÃO

Um homem como eu, não é descritível pelas coisas que diz ou pelos sentimentos que têm, mas sim pelo que pensa e como o pensa.

Albert Einstein

O sol é considerado a maior fonte de radiação eletromagnética natural próxima ao planeta Terra. Esta radiação é transmitida em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, sendo que mais de 90 % dessa energia é concentrada nos espectros visível e infravermelho e apenas 7 a 8 % se concentram como radiação ultravioleta (R-UV).

Em níveis adequados, a R-UV ($100 < \lambda < 400$ nm) pode proporcionar efeitos benéficos para o ser humano, tal como a produção da vitamina D. Porém, a exposição inadequada à R-UV pode produzir efeitos nocivos, tais como o envelhecimento precoce da pele, as queimaduras solares, a depressão do sistema imunológico, doenças dos olhos como pterígio e catarata, e principalmente, os cânceres de pele (MOTA, 2003; MULERO, 2004; OLIVEIRA, 2005). Um grupo de doenças dermatológicas induzidas ou agravadas pela R-UV são conhecidas como Fotodermatoses, elas refletem os efeitos nocivos da radiação solar. Além disso, uma das doenças mais importantes nesse grupo de doenças é o câncer de pele, que mostrou um aumento considerável na incidência desta doença, mostrando uma tendência anual de crescimento de aproximadamente 4 % em todo o mundo (GARCÍA, 2005).

Diante deste quadro preocupante, o presente trabalho visa avaliar a relação entre níveis de R-UV e seus efeitos nocivos na saúde humana, a partir de medições do Índice Ultravioleta (IUV) realizadas em diferentes localidades do Brasil e da Bolívia. Em relação aos efeitos nocivos, além do câncer de pele, este trabalho dará especial destaque a outras doenças que correspondem ao grupo das fotodermatoses como à erupção polimorfa à luz solar (EPSL) uma reação aguda comum decorrente da exposição ao sol (MOTA, 2003), melasma e Queilite actínica, esta última é considerada como uma enfermidade pré-cancerígena. Assim também, foi considerada às verrugas, esta doença, não corresponde ao grupo das fotodermatoses. No entanto, esta doença é uma virose da pele provocada pelo Papiloma vírus. Tal doença na atualidade é considerada como pré-cancerígena (EPA, 2010) .

Quanto às medidas do IUV foram selecionadas localidades bolivianas El Alto (urbano, a 4100m), La Paz (urbano, a 3800m) e Coroico (urbano-rural, a 1100m), que possuem níveis de R-UV elevados e características geográficas distintas, destacando-se, principalmente, a diferença de altitude entre as cidades bolivianas. Essas três cidades bolivianas apresentam IUV considerados como do “extremo” segundo a classificação da OMS, na maior parte do ano, registrando máximas de até 24 (Zaratti, 2003). Assim também, foram selecionadas localidades brasileiras, que possuam características próprias do país, como climas tropicais, além domais, já se contava com registros de IUV de tais cidades. Desse modo selecionou-se

São Paulo/SP (ambiente urbano, a 865m de altitude), Ilhéus/BA (litorâneo, ao nível do mar) e Itajubá/MG (urbano-rural, a 850m). Além disso, as três cidades brasileiras são caracterizadas por terem um clima sub-tropical. São Paulo, considerada uma das maiores regiões metropolitanas do mundo é de fundamental interesse para estudos da R-UV. O IUV atinge níveis considerados extremos (>10) (CORRÊA e CEBALLOS, 2004). Por se tratar de uma cidade populosa, o comportamento de seus habitantes em relação à exposição ao sol pode ser considerado como um dos principais fatores de risco pelo grande número de registros de Câncer de pele. Já Ilhéus localizado no estado da Bahia é caracterizada por se um pólo turístico. Itajubá localizada no estado de Minas Gerais se trata do local de desenvolvimento desse estudo e, assim como Ilhéus, é caracterizada por apresentar céus claros e intensa insolação na maior época do ano.

O fato de se realizar uma análise da R-UV e avaliar seus efeitos sobre a saúde exige um esforço multidisciplinar que possa contribuir para melhor compreensão do problema e possibilitar a detecção de diferenças marcantes entre o Brasil e a Bolívia. Além disso, é importante conhecer os aspectos gerais e as particularidades de cada localidade, de modo a gerar resultados e medidas de prevenção específicas. Por exemplo, propostas educativas para evitar exposições desnecessárias, como tomar sol nos horários de maior intensidade da radiação, que muitas vezes pode diferir dos tradicionais entre 10 e 15h comumente divulgados. Os resultados deste estudo pretendem, também, incentivar o hábito de utilização de métodos de proteção simples como uso de camisa de manga longa, bonés, óculos escuros, e protetores solares.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo a realização de uma análise comparativa sobre as medidas de R-UV e seus efeitos sobre a saúde na especialidade de dermatologia, em diferentes localidades da Bolívia, caracterizadas principalmente pelas diferenças de altitude.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar, uma coleta de informação epidemiológica referente às principais enfermidades agudas (EPLS) e crônicas (câncer de pele) decorrentes do excesso de exposição à R-UV nas cidades escolhidas da Bolívia.
- Realizar uma avaliação do indicador de saúde Coeficiente de Mortalidade por Neoplasia Maligna da Pele e sua Razão de Mortalidade Padronizada referidas aos óbitos por neoplasia maligna da pele no município e Estado de São Paulo, com caráter ilustrativo.
- Realizar avaliações medidas de níveis de R-UV e suas principais características em diferentes localidades brasileiras, Ilhéus/BA (nível do mar), Itajubá/MG (850 m) e São Paulo (865 m); e, bolivianas, La Paz (3800 m), El Alto (4100 m) e Coroico (1100m).
- Realizar uma análise comparativa de distribuição de R-UV como os dados coletados das doenças, de modo que se possa ter um panorama da relação e comportamento entre as duas variáveis.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Pensa como pensam os sábios, mas fala
como falam as pessoas simples.*

Aristóteles

3.1 Radiações Eletromagnéticas

Isaac Newton (1643-1727) foi o primeiro cientista a estudar, de maneira mais aprofundada, a energia solar em meados do século XVII. Em 1800, William Herschel (1643-1727) descobriu a radiação infravermelha, e, em 1801, Johann Ritter (1776-1810) identificou a radiação ultravioleta (R-UV). Planck, por sua vez, demonstrou que a energia da radiação eletromagnética é inversamente proporcional ao comprimento de onda, representada por meio da expressão:

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \quad (3.1)$$

Na qual E é a Energia radiante emitida (W/m^2), n é o número de fótons, h é a constante de Planck ($6,63 \times 10^{-23}$ Js), c é a velocidade da luz no vácuo ($2,998 \times 10^8$ m/s) e λ é o comprimento de onda (m).

A Radiação Eletromagnética (RE) é uma forma de energia que se propaga pelo vácuo ou pela matéria. É composta por uma componente elétrica e outra magnética que oscilam perpendicularmente entre si, e são perpendiculares à direção de propagação, conforme mostrado na Figura 3-1 (CAVALCANTE, 2001; PINTO, 2010). Essas ondas eletromagnéticas são divididas em faixas de comprimento de onda ou frequência, sendo que a separação entre elas não é muito rigorosa (Figura 3-2) (OKUNO, 2005).

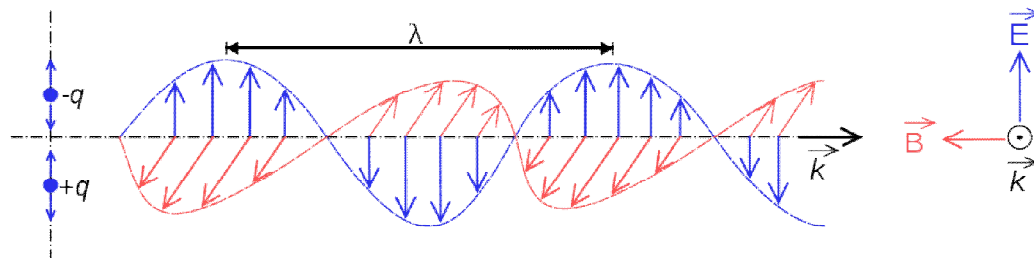


Figura 3-1: Representação esquemática de uma onda eletromagnética.

Observam-se os vetores campo elétrico (E) e magnético (B), bem como comprimento de onda (λ). k indica o sentido de propagação da onda.

Fonte: Cavalcante (2001)

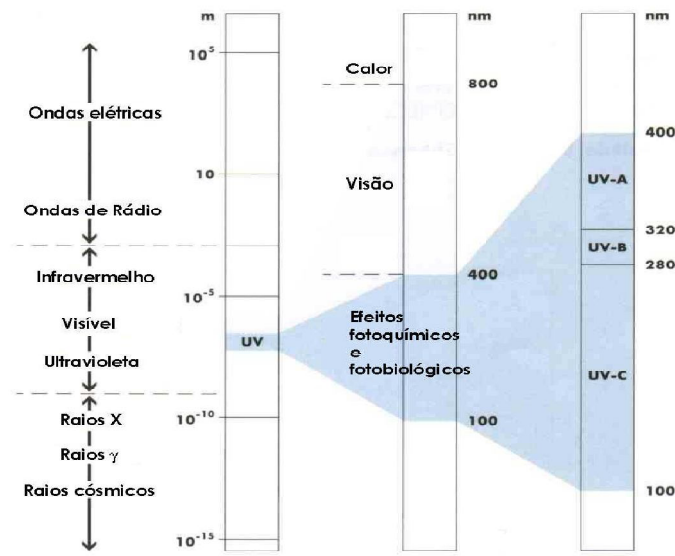


Figura 3-2: Espectro Eletromagnético

Fonte: Corrêa (2003)

Em sua “viagem” desde a superfície solar, onde o fluxo médio de energia é de $5,98 \times 10^7 \text{ W/m}^2$, até o topo da atmosfera terrestre, a energia emitida pelo Sol varia de acordo com a lei do inverso do quadrado da distância. A partir desta relação, estabeleceu-se um valor padrão denominado de constante solar (CS), relativo à quantidade de energia recebida no limite exterior da atmosfera, por unidade de área, quando a Terra se encontra a uma distância média do Sol. A CS varia entre 1322 e 1382 W/m^2 (KIRCHHOFF, 1995). Com base em dados de satélites, a maioria dos autores adota o valor aproximado de 1367 W/m^2 para a CS (SILVA, 2008 “b”).

Essas radiações eletromagnéticas também podem ser divididas em dois grandes grupos de acordo com o poder de ionização, denominados Radiações Ionizantes (RI) e Radiações Não Ionizantes (RNI) (DEWES, 2006). As RI têm energia suficiente para ionizar átomos ou moléculas e liberar elétrons, No caso das RNI, a radiação atinge o átomo e apenas o excita, aumentando sua energia interna, porém, sem energia suficiente para fazer com que os átomos liberem os elétrons (WELLS, 1983 apud DEWES, 2006). No espectro eletromagnético (Figura 3-2), a R-UV encontra-se no limiar entre as RI e as RNI, e somente raios X e raios gama são considerados como RI (OKUNO, 2005).

Os elementos que compõem a atmosfera e a superfície terrestre interagem com a energia eletromagnética proveniente de fontes naturais (ex.: sol) e artificiais (ex.: lâmpadas) (LISBOA FILHO, J, 2000). Estas interações se dão principalmente por meio de absorção, espalhamento e reflexão da RE, dependem diretamente do comprimento de onda da radiação incidente e, geralmente, ocorrem de maneira simultânea.

As interações da R-UV são numerosas, constituindo um fator fundamental para o clima da Terra e exercendo influência significativa no ambiente (KINLEY e DIFFEY, 1987). Essas interações dependem da quantidade de R-UV que atinge a superfície terrestre e, assim como em outras bandas do espectro solar, dependem de fatores geográficos, temporais e atmosféricos. Nesta seção é apresentado um maior detalhamento acerca das interações entre a R-UV e o sistema Terra-atmosfera.

3.2.1. Atmosfera

A atmosfera constitui um fator determinante do clima na Terra, principalmente por interagir com as radiações emitidas pelo sol e pela superfície do planeta. Sua função é promover a distribuição da energia térmica proveniente do Sol, reduzindo as amplitudes entre as temperaturas diurnas e noturnas e, portanto, determina o modo como a energia solar entra e sai do planeta (SILVA, 2008 “b”).

A atmosfera é dividida em camadas, sendo a parte mais baixa a *Troposfera*, que contém mais de 75% de todo volume de matéria que compõe a atmosfera e onde ocorre a maioria dos fenômenos meteorológicos. Nos trópicos, esta camada se estende desde a superfície terrestre até aproximadamente 10 a 15 km, enquanto que nos pólos atinge cerca de 8 km. A segunda camada é a *Estratosfera*, localizada entre, aproximadamente, 15 e 50 km de altitude e que contém cerca de 90% do ozônio atmosférico. A camada de ozônio é responsável pela forte atenuação da R-UV, principalmente nas bandas C e B. As outras camadas superiores mesosfera, termosfera e exosfera, apresentam baixa densidade e não são significativas em termos de interação da radiação. A Figura 3-4 mostra um esquema da atmosfera terrestre com as divisões das camadas e as variações da temperatura em cada camada (OKUNO, 2005).

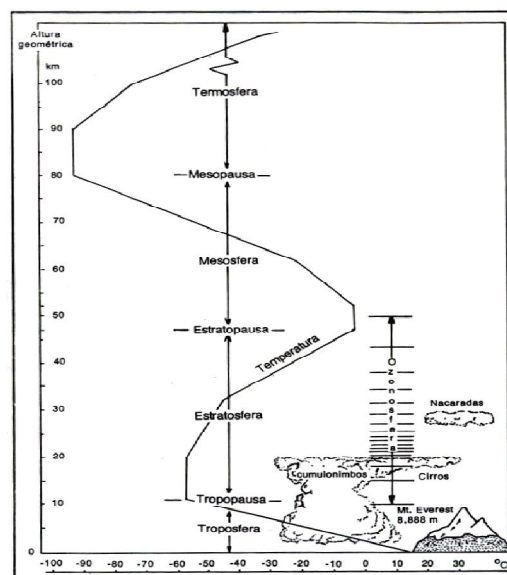


Figura 3-4: Estrutura vertical da atmosfera terrestre (valores médios)

Fonte: Vianello, 2000 apud Silva (2008 “b”)

3.2.2. *Nebulosidade*

Um de seus efeitos mais comuns é a atenuação tanto da RUV-A como da RUV-B. Sob condições de céu totalmente encoberto a R-UV pode ser reduzida em mais de 90 %. Um dos principais motivos para essa atenuação é o fato que a nebulosidade é considerada como a causa principal do espalhamento múltiplo dentro das gotículas das nuvens (BERGER, 1992). No entanto, em alguns casos particulares, as nuvens podem provocar aumento no fluxo de radiação que atinge a superfície. Este fenômeno ocorre devido a morfologia de nuvens do tipo *cumulus* ou *cirrus* profundos que podem produzir reflexões laterais refletindo significativamente a R-UV (CORRÊA et al., 2010). Devido a esses diferentes fenômenos, mesmo em caso de céu completamente encoberto, não existem garantias de níveis inofensivos de R-UV (SILVA, 2008 “a”).

No geral as nuvens possuem uma geometria complexa e uma disposição variante, motivo pelo qual é muito difícil conseguir simulações do comportamento delas frente à radiação. Devido a essa complexidade, geralmente são utilizados coeficientes teóricos empíricos, tais como o CMF – “*Cloud Modification Factor*” para simular a influência das nuvens em modelos matemáticos (FOYO-MORENO et al., 2001). O CMF define fatores de atenuação de radiação com base no tipo e na altura das nuvens. Por esse motivo, proporciona resultados razoáveis para condições de céu estratificado, mas não permite, por exemplo, inferir situações mais dinâmicas vistas, por exemplo, em situações de céu parcialmente coberto com diferentes tipos de nuvens, ou mesmo caracterizar geometrias diferentes que proporcionem aumento dos fluxos UV.

3.2.3. *Ozônio*

O químico Christian Schönbein (1839) reparou um odor peculiar devido à formação de certo tipo de gás durante descargas elétricas na atmosfera. A esse gás Schönbein deu a denominação de “ozônio” (O_3) (do grego “ozein” = cheiro). Quando uma molécula de O_2 na estratosfera é atingida por fótons de RUV ocorre uma fotodissociação, deixando átomos de oxigênio (O) livres para combinações com outros elementos. A combinação desde oxigênio livre com uma molécula de O_2 produz O_3 .

O ozônio constitui um gás minoritário na atmosfera terrestre, com uma concentração média total de 300 UD (Unidades Dobson¹), e em condições normais de temperatura e pressão (273 °K e 1 atm) possui uma espessura de 3 mm aproximadamente (SILVA, 2008 “b”). Na troposfera a concentração de ozônio é relativamente baixa, enquanto que na estratosfera concentra aproximadamente 85 a 90% do conteúdo total. Ainda na estratosfera, entre 25 e

¹ Unidade que representa a espessura, medida em unidades de centésimo de milímetro, que a coluna de ozônio poderia ocupar a temperatura e pressão padrão (273K e 1 atm). Assim $1 \text{ DU} = 10^{-3} \text{ atm-cm} \cong 2,69 \times 10^{-16} \text{ moléculas cm}^{-2}$ (Corrêa, 2006)

35km de altitude, define-se arbitrariamente a região denominada de "Camada de Ozônio" (KIRCHHOFF, 1995).

Existe uma variação do conteúdo de ozônio e da temperatura com relação à altitude na atmosfera. Enquanto que na troposfera a temperatura diminui com a altitude na estratosfera onde se tem maior concentração de ozônio, a temperatura aumenta pelo fato que quando o ozônio ao absorver a RUV-B libera calor (KIRCHHOFF, 1995).

A partir dos anos 1980, percebeu-se uma nítida diminuição da espessura da camada de ozônio nas latitudes mais altas, principalmente nas regiões polares. A Teoria da Química Heterogênea mostra que tal diminuição é dada pela reação química do ozônio com os cloro-flúor-carbonos (CFCs) presentes na estratosfera (TUNG e RODRIGUES, 1986). Estima-se que uma redução de 1% no ozônio total poderia causar um aumento de 1,2% na R-UV biologicamente ativa (KIRCHHOFF, 2000). Atualmente a vigência do Protocolo de Montreal garantiu o banimento da produção do CFCs e a recuperação da camada de ozônio já tem sido observada (LEAHY, 2009 apud MAYER, 2009).

3.2.4. Aerossóis

São partículas suspensas na atmosfera que influenciam o balanço radiativo da atmosfera e o clima, visibilidade, e a saúde (ARTAXO et al., 2006). Possuem tamanhos que, em geral, variam entre 0,01 a 10 μm de diâmetro. Os aerossóis têm diferentes origens naturais como, por exemplo, a ação erosiva dos ventos sobre o solo e a superfície oceânica, ou a conversão gás-partícula, ocorrida entre moléculas numa reação química. Porém as concentrações são muito variáveis (WHO, 2008). Outra forma de classificação dos aerossóis refere-se à origem antropogênica, tal como da emissão de particulados da combustão de combustível fóssil.

Na atmosfera os aerossóis são abundantes, geralmente nas regiões das grandes cidades, onde há muita atividade industrial e emissões por veículos. Nas regiões rurais os aerossóis são produzidos pela poeira suspensa, atividades agrícolas ou pelas queimadas. Nessas regiões as concentrações têm muita variabilidade ao longo do ano devido à periodicidade dessas atividades (SILVA, 2002).

A R-UV sofre atenuação quando atravessa uma camada de aerossóis. Esta atenuação depende da absorção e do espalhamento causado por esses particulados. Por esse motivo os aerossóis estão diretamente relacionados à R-UV, principalmente nas situações em que a quantidade de material particulado é alta ou quando o aerossol atmosférico é muito absorvedor (CORRÊA, 2003; CORRÊA e CEBALLOS, 2004; CORRÊA e PLANA-FATTORI, 2006). Em alguns casos, diminuem até 2,5 unidades de IUV de acordo com a classificação estabelecida pela OMS (CORRÊA e PLANA-FATTORI, 2006).

3.2.5. Aspectos astronômicos e geográficos

A Terra apresenta dois tipos de movimentos principais, denominados rotação e translação. O primeiro descreve o movimento do planeta em torno de seu próprio eixo e é responsável pelo ciclo dia-noite. O segundo descreve a trajetória em órbita elíptica ao redor do Sol e se relaciona às estações de ano (ZARATTI, 2003). Ambos os movimentos influenciam a quantidade de radiação solar que atinge a superfície terrestre, o que explica sua variação ao longo do dia e de acordo com as estações do ano. Por essa razão, a localização geográfica constitui um fator importante na análise da R-UV. Geralmente latitudes próximas à linha do Equador recebem maiores quantidades de radiação que latitudes altas próximas aos pólos (CORRÊA, 2003).

Existem outros fatores relacionados aos aspectos geográficos que interferem na intensidade da R-UV, tal como o ângulo zenital solar (AZS). O AZS é o ângulo de inclinação dos raios solares sobre uma superfície horizontal. Quando se tem um AZS pequeno, os raios solares possuem uma direção mais próxima à vertical em relação à superfície e, portanto têm maior intensidade. Outro fator importante é o albedo que constitui a propriedade de reflexão de uma superfície. Quanto maior é o albedo maior é a capacidade de refletir radiação. Na Tabela 1 são apresentados os valores referenciais do albedo da R-UV (ZARATTI, 2003).

Tabela 1: Albedo de algumas superfícies naturais

Tipo de Superfície	Albedo	Localização
Asfalto, vegetação e concreto	0,09	Cidades metropolitanas
Vegetação e pedras	0,04	Montanhas
Água	0,07	Mares e lagos
Água, asfalto, vegetação, concreto.	0,08	Cidades costeiras
Água, vegetação e pedras	0,06	Cidades costeiras não urbanas
Neve nova	0,89	Montanhas em estação de inverno
Neve velha	0,59	Montanhas em estação de verão

Fonte: Zaratti, 2003

Um dos aspectos geográficos mais relevantes para este estudo é a altitude. Em regiões de maior altitude a quantidade de R-UV é geralmente maior, devido à menor espessura da atmosfera e, por consequência, menor atenuação devida principalmente ao espalhamento de radiação. Por essa razão, as cidades localizadas em níveis mais altos podem receber uma maior quantidade de R-UV em comparação com localidades ao nível do mar (CORRÊA, 2003).

Diversos estudos mostram que o IUV aumenta aproximadamente 6% a cada quilômetro de altitude (OKUNO, 1996; CORRÊA, 2003) essa variação, encontra-se também em função da posição do sol. Em cálculos que consideraram o Sol no zênite, houve um aumento médio da irradiância UV de 6,3%/km de altitude. Medições realizadas no Chile, por RIVAS (2002), constatou um aumento de 5,6 %/km. No caso da cidade de La Paz (Bolívia),

cuja altitude é de aproximadamente 4 km, o IUV pode ser cerca de 30% mais elevado do que aquele calculado para o nível do mar.

3.3. O Índice Ultravioleta

Em junho de 1992 cientistas canadenses desenvolveram o Índice Ultravioleta (IUV) com o objetivo de facilitar a divulgação das intensidades da R-UV para o público leigo. Em 1994 a OMS e a OMM aprovaram o IUV como padrão internacional. A preocupação com a medida e divulgação da quantidade de R-UV está associada ao aumento no número de casos de câncer de pele em diversos países. A divulgação da intensidade de R-UV de maneira simplificada visa à mudança dos hábitos de exposição ao sol para reduzir os danos à saúde (CORRÊA, 2003).

O IUV é um valor numérico que expressa a intensidade da R-UV incidente sobre a superfície da Terra. O índice é dado por um valor inteiro e positivo e, quanto mais alto, maior a probabilidade de lesões cutâneas e oculares (WHO, 2003). A representação matemática do IUV é dada pelo produto entre os fluxos espectrais de R-UV em função ao espectro de ação relativo ao eritema (DIFFEY, 1987), dado pela equação:

$$IUV = K \int_{280nm}^{400nm} \epsilon_{\lambda} I_{\lambda} d\lambda \quad (3.2)$$

Onde **K** é uma constante numérica de conversão que torna o IUV uma escala adimensional. ϵ_{λ} , denominado de espectro de resposta da pele humana à R-UV, descreve a eficácia relativa de uma banda espectral em relação a uma resposta biológica específica, no caso o avermelhamento (eritema) da pele humana. A Figura 3-5 mostra um espectro de ação ϵ_{λ} , na região UV, onde pode-se observar que no caso do eritema, a banda UVB provoca uma resposta biológica muito mais intensa do que a banda UVA. E, por fim, I_{λ} é a irradiância solar espectral que atinge determinado alvo. Como a integração ocorre entre 280 e 400 nm, o termo S_{λ} consiste de toda banda UV. Cada unidade de IUV corresponde a $0,025 \text{ Wm}^{-2}$ de R-UV biologicamente ativa, isto é, em relação à resposta espectral da pele humana à formação do eritema (VANICEK, 2000; WHO, 2003).

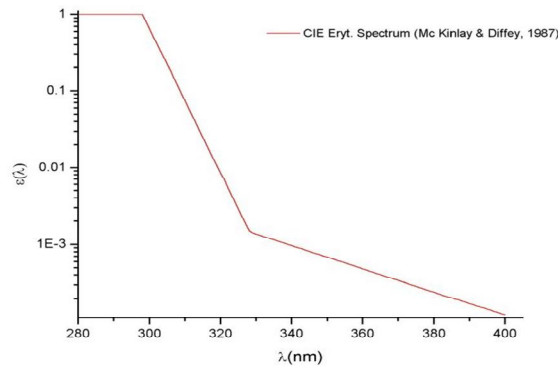


Figura 3-5: Reprodução do espectro de ação eritêmica

Fonte: McKinlay and Diffey (1987)

O uso do IUV geralmente levanta uma questão: Por que usar um índice em vez de divulgar o tempo máximo de exposição (TME) recomendada para uma pessoa? A vantagem no uso do IUV em relação ao TME é que o índice não depende de características subjetivas. Enquanto a determinação do TME depende do tipo de pele, o IUV é independente desse fator (CORRÊA, 2004).

Segundo as recomendações da OMS, os valores do IUV são divididos nas seguintes categorias de intensidade: Baixo (IUV < 2); Moderado (3 < IUV < 5); Alto (6 < IUV < 7); Muito Alto (8 < IUV < 10) e Extremo (IUV > 11) (Figura 3-5) (WHO, 2003).



Figura 3-6: Índice UV

Fonte: WHO/SDE/OEH (2003)

3.3.1. Dose Eritematosa Mínima (DEM)

Considerando indivíduos saudáveis, a cor natural da pele e a cor após a exposição ao sol são fundamentais para se estabelecer um padrão médio da resposta biológica à R-UV. Por esse motivo, Fitzpatrick (1988) sugere uma classificação, reproduzida na Tabela 2, dos tipos da pele de acordo com a cor da pele, resposta à exposição ao sol e lesões que são originadas pela R-UV.

Tabela 2: Tipos de pele e reação à exposição à radiação RUV-B

Cor da Pele (sem exposição)	Tipo de Pele	Queimadura	Bronzeamento	DEM (mJ/cm ²)
Branca	I	Sim	Não	20 – 30
	II	Sim	Mínimo	25 – 35
	III	Sim	Sim	30 – 50
	IV	Não	Sim	45 – 60
Mulata	V	Não	Sim	60 – 100
Negra	VI	Não	Sim	100 – 200

Fonte: Fitzpatrick, 1988 apud Corrêa, 2003

A última coluna da Tabela 2 apresenta o conceito de Dose Eritematosa Mínima (DEM), isto é, a quantidade de R-UV eritêmica necessária para desencadear o processo de eritema, isto é o avermelhamento da pele após 24 h da exposição ao sol (CORRÊA, 2003). Assim, a Tabela 2 fornece uma avaliação quantitativa da dose de radiação necessária para causar o eritema, de modo que peles mais claras necessitam de menor dose de R-UV enquanto peles mais escuras e, portanto mais resistentes à R-UV, necessitam de doses maiores.

Com base na DEM e no espectro de ação, pode-se obter o período máximo de exposição (ΔT_{exp}) [minutos] de acordo com o tipo de pele da pessoa (CORRÊA, 2003):

$$\Delta T_{exp} = 360 \frac{S}{DEM} \quad (3.3)$$

Onde S (J/m²) é a irradiância solar biologicamente ativa ou irradiância eritêmica e 360 é o fator de conversão para minutos, assim pode-se estimar o tempo máximo de exposição considerando o limite mínimo da DEM (Jm⁻²) apresentado na Tabela 2. Não custa lembrar que o ΔT_{exp} é calculado em função do tipo de pele, um fator subjetivo, e que por tanto, deve ser utilizado com precaução.

A irradiância eritêmica acumulada em um intervalo de tempo Δt é denominada dose efetiva DOSE [J/m²] (CORRÊA, 2003), dada por:

$$DOSE = S \Delta t \quad (3.4)$$

Neste trabalho, utiliza-se o conceito de **Dose Eritematosa Acumulada (DEA)** como dose de radiação acumulada em determinado alvo no decorrer de um dia. Isto é, considerando a equação 3.3 a DEA é calculada considerando Δt como o período de insolação e S como as medidas de irradiância eritêmica UV medidos no menor intervalo do tempo possível.

De maneira geral, a DEM é aplicada quantitativamente a indivíduos com determinados fototipos. No entanto, é importante ressaltar que diferentes partes do corpo podem ser mais resistentes à R-UV do que outras. A Tabela 3 apresenta os valores da DEM para diferentes regiões do corpo de um indivíduo com fototipo II (OKUNO, 2005). No entanto, geralmente considera-se à DEM para um indivíduo como aquela da região mais sensível.

Tabela 3: Valores da MED para diferentes regiões do corpo para fototipo I - II

Parte do corpo	1 DEM (Jm^{-2})
Abdômen	210
Costas	250
Pescoço	220
Antebraço	450
Mãos (costas)	850

Fonte: Okuno, 2005

4. EFEITOS DA R-UV SOBRE A SAÚDE

A vida, a natureza, a humanidade, só são boas quando são transfiguradas por um cérebro criativo. Todo o resto é mentira.

Edmond Jaloux

Nesta seção são descritas as principais doenças relacionadas à exposição à R-UV, além de outras que se sobressaem por apresentarem um número de casos considerável, como por exemplo, a Queilitis Actínica, dada pela afecção na mucosa labial, geralmente do lábio inferior, e considerada como uma lesão pré-cancerosa (PUGA, 2009), a rosácea, o melasma, o vitiligo, e o líquem simples crônico. Detalhes mais aprofundados sobre essas outras doenças podem ser encontrados em “Dermatologia” (ROLLANO, 2003).

4.1. A pele humana

A pele é o principal tecido que protege o corpo contra substâncias nocivas, constitui uma barreira contra os micro-organismos, ajuda a regular a temperatura corporal, através do suor, excreta água e os produtos do metabolismo. Além disso, constitui o maior órgão sensitivo para a percepção de estímulos tácteis, térmicos e dolorosos (LEESON, 1988).

A pele é constituída por duas camadas: epiderme e derme, cada uma delas com suas próprias camadas de células (Figura 4-1). O limite entre elas é irregular e a espessura da epiderme varia com a região cutânea, sendo mais espessa nas regiões palmo-plantares. A epiderme é desprovida de vasos linfáticos, sanguíneos e terminações nervosas e, além dos queratinócitos, contém os melanócitos, as células de Langerhans e as células de Merkel. Todas elas cumprem a função de imunovigilância (LEESON, 1988; ROCHA, 2003). A melanina sintetizada pelos melanócitos é responsável pela pigmentação da pele e a principal barreira de defesa que evita que a pele sofra queimaduras pela R-UV (ZARATTI, 2003; OKUNO, 2005).

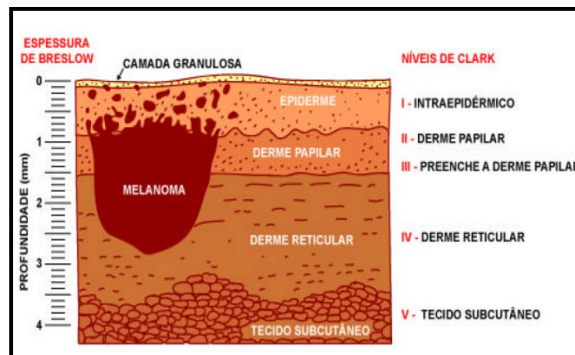


Figura 4-1: Camadas da pele - melanoma
Fonte: Milvia Enokihara, 2003 apud Oliveira filho ²

² Figura disponível em: [http://homologa.ambiente.sp.gov.br/prozonestp/seminario_2003\(Palestras\)](http://homologa.ambiente.sp.gov.br/prozonestp/seminario_2003(Palestras))

As células de Langerhans são células dendríticas com função macrofágica-monocítica provenientes da medula óssea. Além disso, atuam nos processos de hipersensibilidades, proteção às infecções virais e na eliminação de células epidérmicas em proliferação. A ação da RUV diminui o número de células de Langerhans, fato que diminui a função imunológica cutânea (OKUNO, 2005).

A derme é constituída pela substância fundamental, rica em mucopolissacárideos, fibras colágenas, elásticas e reticulares. Ela aloja glândulas sudoríparas écrinas e apócrinas, folículos pilossebáceos e músculos eretores do pêlo, além de vasos sanguíneos linfáticos e estruturas nervosas.

Por fim a hipoderme é a camada mais profunda, apesar de tecnicamente não fazer parte da pele. Tem espessura variável, formada exclusivamente por células adiposas e, além de exercer a função nutricional de reserva, participa do isolamento térmico, da proteção às pressões e traumas externos e facilita a mobilidade da pele em relação às estruturas subjacentes (LEESON,1988; OKUNO, 2005).

4.2. Lesões causadas na pele pela R-UV

As lesões são decorrentes, principalmente, do histórico de exposição do indivíduo e da exposição aos diferentes comprimentos de onda da R-UV. Deve-se ressaltar que a RUV-B é cerca de 1000 vezes mais “agressiva”, no que se refere ao eritema (avermelhamento da pele) em relação à RUV-A (vide Figura 3-5). Essa diferença faz com que a RUV-A tenha uma contribuição de somente 15 a 20% na quantidade de energia responsável pelo eritema (CORRÊA, 2003).

Para um indivíduo de pele saudável há cinco perigos da exposição solar excessiva (JUCHEM, 1998):

1. Os efeitos agudos (eritema, queimadura solar, fototoxicidade induzida por medicamentos);
2. Os riscos, em longo prazo, da exposição descontrolada e repetida resultando no desenvolvimento de modificações actínicas ou dermatohelioses (rugos, envelhecimento precoce da pele, adelgaçamento irregular da epiderme, telangiectasias, máculas hiperpigmentadas);
3. O desenvolvimento de lesões pré-malignas (ceratoses solares) e malignas (carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular e melanomas);
4. A consequência do dano fotoquímico cumulativo aos olhos que não tiveram nenhum tipo ou pouca proteção produz novas formações no campo visual, como o pterígio e a catarata nuclear;
5. A alteração da resposta imune e da função e distribuição dos componentes do sistema imunológico causando uma imunodeficiência seletiva.

A Tabela 4 apresenta uma lista das doenças que podem ser induzidas ou exacerbadas pela R-UV (CORRALES, 1973):

Tabela 4: Enfermidades exacerbadas pela R-UV

Genéticas e metabólicas	Xeroderma pigmentoso Protoporfirina eritropoiética Porfirina eritropoiética Albinismo Pelagra Doença de Hartnup
Fototóxicas e fotoalérgicas	Fitodermatoses Urticária solar
Degenerativas e neoplásicas	Queratôses actínica Queilites actínica Carcinoma basocelular Carcinoma epidermóide Melanoma cutâneo
Idiopáticas	Hidroa estival Hidroa vaciniforme Erupção polimorfa à luz solar Prurido solar Reticulóide actínico
Fotoagravadas	Lúpus eritematoso discóide Lúpus eritematoso sistêmico Dermatomitoses Herpes simples Doença de Darier Síndrome de Bloom Pitiríase alba Poroqueratose actínica superficial disseminada Liquen actínico Melasma Melanodermite tóxica Melanose de Riehl Rosácea

Fonte: Corrales, 1973

Atualmente as Fotodermatoses são classificadas por Juchem (1998), como:

- a. Fotossensibilidade às drogas e substâncias químicas,
- b. Alterações na reparação do DNA,
- c. Lesões agravadas pela R-UV,
- d. Fotodermatoses Idiopáticas. Estas incluem: Erupção polimorfa à luz solar, prurigo actínico, vacuniforme, dermatite actínica crônica com três sub-grupos (dermatites por fotossensibilidade, reticuloide actínico e reação lumínica persistente).
- e. Urticária solar.

4.2.1. Câncer basocelular

Conhecido também como basalioma ou epitelioma basocelular, o Carcinoma Basocelular (CBC) possui maior prevalência em relação aos outros cânceres de pele (ROLLANO, 2003). O principal sinal desta doença são as *pérolas epiteliomatosas* (lesões com forma de pérolas pigmentadas) (ROLLANO, 2003). Geralmente o CBC começa na epiderme e mede menos de um centímetro de diâmetro, mas nos casos avançados podem medir muito mais, formando nódulos e/ou até ulcerar (Figura 4-2). Sua incidência aumenta nos grupos etários de pessoas adultas de pele clara e olhos claros (fototipos I e II), mas não se descarta presença nos outros fototipos. Raramente o CBC dá origem a uma metástase, e é de lento-crescimento. (BRASIL, 2001; GARCÍA, 2005; FMUSP, 2006).



Figura 4-2: Carcinoma Basocelular - Tipo ulcerado

Fonte: Rollano, 2008

Segundo Rollano (2003) o CBC possui maior incidência nas áreas expostas ao sol 85% dos casos são na face, enquanto os demais se apresentam em outras áreas como couro cabeludo, orelhas e pescoço. Existem diferentes formas clínicas do CBC, baseadas na morfologia, tais como características nodular, perolada, plana cicatrizar, escleroepidermoide, pagetóide, ulcerada e pigmentada.

4.2.2. Carcinoma Espinocelular

O Carcinoma Espinocelular (CEC), também pode ser chamado de epitelioma espinocelular, carcinoma epidermóide e carcinoma escamocelular (ROLLANO, 2003). Inicia-se geralmente a partir de uma área áspera da pele que se torna saliente (FMUSP, 2006).

É o segundo câncer de pele mais freqüente e se origina a partir dos queratinócitos do epitélio cutâneo e mucoso (ROLLANO, 2008). Pode gerar metástases viscerais por via sanguínea ou linfática ao fígado e/ou pulmões em 5% do total dos casos (ROLLANO, 2003; BARRÓN-TAPIA, 2004; OKUNO, 2005). O CEC não apresenta uma topografia específica

apresentando as seguintes variedades: nodulares, verrugosas, vegetativas ou em couve-flor, ulcero com crosta, eritemato-escamosa, nodular-queratósico (ROLLANO, 2003) (Figuras: 4-3 – 4-8).



Figura 4-3: CEC ulceroso.

Observa-se na parte central da lesão a ulcera com as bordas infiltradas.

Fonte: Barrón-Tapia, 2004



Figura 4-4: CEC nodular.

Observa-se o aspecto da lesão (nodular).

Fonte: Barrón-Tapia, 2004



Figura 4-5: CEC nodular-queratósico.

Fonte: Barrón-Tapia, 2004



Figura 4-6: CEC vegetativo.

Fonte: Barrón-Tapia, 2004



Figura 4-7: CEC. Corte histológico.

Observa-se proliferação das células epidérmicas escamosas atípicas.

Fonte: Barrón-Tapia, 2004

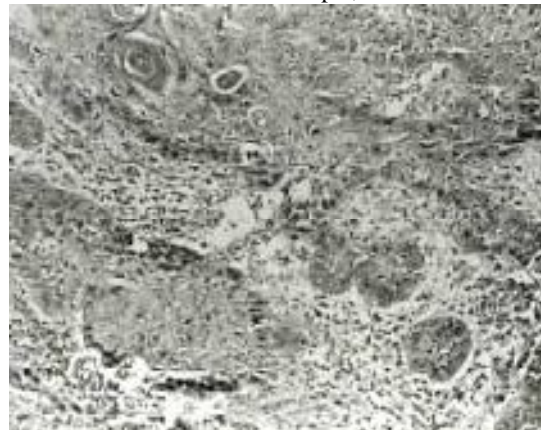


Figura 4-8: CEC (Fig. 4-8. ampliada).

Observa-se a significativa queratinização.

Fonte: Barrón-Tapia, 2004









Histologicamente, independente do tipo, o CEC é caracterizado por uma proliferação de células epiteliais que chegam à derme, com presença de células neoplásicas e inflamatória. Esta proliferação de células permite classificar o CEC em tumor bem diferenciado, medianamente diferenciado e tumor indiferenciado (ROLLANO, 2003).







4.2.3. *Melanoma Cutâneo*

O melanoma cutâneo (MC), ou melanocarcinoma, é o mais grave dos tumores de pele, possuindo o pior prognóstico dentre os cânceres desta natureza com alto índice de mortalidade. É mais comum nos adultos, tanto nos homens como nas mulheres, podendo aparecer em qualquer idade (ROLLANO, 2003; FMUSP, 2006). Recentemente, esta doença teve um aumento de casos a nível mundial, entre 4% a 8% por ano, principalmente nos fototipos I e II (OMS, 2003). O MC possui fatores de risco genéticos e ambientais, porém se atribui grande porcentagem dos casos aos fatores ambientais, especificamente à exposição solar intermitente (OKUNO, 2005). O MC se origina nos melanócitos, que sofrem mudança para células neoplásicas, visíveis na transformação de pintas ou manchas pré-existentes no corpo.

Existem quatro tipos clínicos de MC, referentes à forma de crescimento: extensivo superficial, melanose de Dubreuil ou lentigo-maligno, lentiginoso-acral e nodular. Estas características dependem da espessura do tumor (índice de Breslow), da profundidade (nível de Clark) e da presença ou não da ulceração (ROLLANO, 2003; OKUNO, 2005).

O MC possui muitos sinais, porém, algumas podem ser consideradas como pré-cancerígenas (pintas e manchas). Existe uma regra simples e básica, denominada “ABCD” (Assimetria, Bordas, Cor e Diâmetro), para verificar se tais sinais são ou não pré-cancerígenos. (Figura 4-9) (FMUSP, 2006).

	Lesões Benignas (nevus)	Lesões Malignas (melanomas)
A ssimetria:	Simétricas	Assimétricas
	 	 
B ordas:	Regulares	Irregulares
	 	 

Cor:	Uma cor ou tonalidade	Diferentes tipos de cores
		
Diâmetro:	Menores que 6 mm.	Maiores que 6 mm.
		
		
<p>Figura 4-9: ABCD das lesões da pele causadas pela R-UV no melanoma Fonte: FMUSP (2006)</p>		

4.2.4. Erupção polimorfa à luz solar

A erupção polimorfa à luz solar (EPLS) também pode ser chamado de eczema solar e dermatite actínica (ROLLANO, 2003). Foi descrita pela primeira vez no começo do século XX (RASCH, 1900 apud NALEWAY, 2002). É uma doença comum entre as fotodermatoses, mais prevalente nas mulheres. Apresenta-se geralmente na primavera e no verão, após um período de latência de várias horas ou dias após da exposição solar, desaparecem espontaneamente em 7 a 10 dias, sem deixar cicatrizes. Geralmente os pacientes com esta enfermidade apresentam também hiperemia conjuntival e queilites actínica.

A EPLS se caracteriza por apresentar uma variedade nos sinais como eritemas, escamas, eczemas, máculas, pápulas ampolas, ulcerações, crostas, vesículas ou manchas, além de provocar prurido intenso nas regiões afetadas (Figuras 4-10; 4-11) (NALEWAY, 2002; ROLLANO, 2003; ROLLANO, 2008). As regiões do corpo mais afetadas são o pescoço, dorso dos antebraços e braços, ombros e face (CRIADO, 2003). Pode se apresentar em qualquer tipo de pele, mas é mais freqüente nos tipos I a IV (SAEB-LIMA, 1999). Há diversos subtipos morfológicos, mas os pacientes tendem a desenvolver o mesmo tipo a cada ano (SIMIS, 2006).



Figura 4-10: EPLS, localizada na face. Observa-se múltiplas lesões, onde se destacam eczemas e crostas.

Fonte: Rollano, 2008



Figura 4-11: EPLS, localizada no colo. Observam-se lesões de tipo maculas predominantemente.

Fonte: Naleway, 2002

4.2.5. Outras doenças dermatológicas

As fotodermatoses são um grupo de doenças dermatológicas que possuem relação direta com o estado imunológico e os hábitos de exposição solar das pessoas. Podem ser agravadas ou induzidas pela R-UV. Algumas das fotodermatoses destacam-se pelo aumento de frequência de casos (ROLLANO, 2008).

A queilite actínica é a principal lesão pré-cancerígena do lábio ocorrendo, na maioria dos casos, no lábio inferior (Pontes, 2005; EPA, 2010). Clinicamente apresenta uma lesão de

bordas pouco definidas com atrofia descamativa. É importante realizar um estudo patológico para descartar algum processo inflamatório que possa virar um carcinoma epidermoide infiltrante (ROLLANO, 2003; ROLLANO, 2008).

A rosácea é uma dermatose inflamatória crônica, corresponde às fotodermatoses fotoagravadas. Apresenta-se na idade adulta e possui maior incidência nas mulheres. Clinicamente se caracteriza por apresentar eritema com pápulas e pústulas na face. A pele dos pacientes geralmente torna-se seca, fina e sensível (ROLLANO, 2003). O Melasma correspondem também às fotodermatoses fotoagravadas. As lesões são caracterizadas por manchas hiperpigmentadas, localizadas geralmente na face (ROLLANO, 2003).

Outra doença dermatológica, que não se encontra dentro do grupo das fotodermatoses, são as Verrugas (Figura 4-12). Mais recentemente esta enfermidade foi catalogada como uma lesão pré-cancerígena (EPA, 2010). As verrugas correspondem a uma virose causada pelo papiloma humano (HPV) e podem se disseminar pelo contato direto. Os principais sinais clínicos são pápulas com bordas definidas e superfícies ásperas que podem apresentar pontilhados escuros. Geralmente, se localizam na face, mãos, pescoço e pés. Excluindo-se as verrugas genitais, são classificadas segundo a localização e a forma, tais como: verrugas vulgares ou comuns, verrugas planas juvenis e verrugas plantares. As verrugas vulgares possuem uma variedade as verrugas filiformes (Figura 4-13) (ROLLANO, 2003; MARTÍNEZ, 2008).



Figura 4-12: Verruga vulgar
Fonte: www.dermatologia.net



Figura 4-13: Verruga filiforme
Fonte: www.dermatologia.net

5. METODOLOGIA

O respeito à vida é o fundamento de qualquer outro direito, incluídos os da liberdade.

Juan Pablo II

A metodologia desenvolvida neste estudo foi dividida em duas partes independentes, mas complementares. Uma destina-se à metodologia adotada para a área médica, em especial a dermatologia, enquanto a outra se destina à parte física da R-UV.

5.1. Caracterização das áreas de estudo

Foram selecionadas localidades que possuem características climatológicas e geográficas típicas de cada país, como por exemplo, cidades localizadas em altitudes elevadas como as cidades bolivianas; e, aquelas localizadas em climas tropicais, como as brasileiras. No Brasil foram selecionadas as cidades de São Paulo, Ilhéus e Itajubá; enquanto na Bolívia, selecionou-se La Paz, El Alto e Coroico.

As cidades bolivianas de La Paz e El Alto têm uma característica muito importante para o desenvolvimento do presente estudo, pois estão localizadas em altitudes muito elevadas, acima de 3800 m, com temperaturas médias entre 4°C a 12°C (SENAMHI, 2009). Tais cidades são consideradas as mais populosas em maior altitude no mundo. Além disso, possuem registros de IUV superiores a 11 na maior parte do ano, com máximas de até 24 (ZARATTI, 2003). No entanto, a pequena distância encontra-se Coroico, que possui como característica sua baixa altitude, clima tropical com céus claros na maior parte do ano e temperatura média entre 21°C a 24°C (SENAMHI, 2009).

As Figuras 5-1 e 5-2 consistem de dois mapas, com resolução espacial de 90 m, para ilustrar as características das cidades bolivianas. Traçou-se uma linha oblíqua de elevações do perfil do terreno partindo desde El Alto e concluindo em Coroico. Para tal efeito, foi utilizado o programa ArcGIS 9.3.

O primeiro mapa (Figura 5-1) é um modelo digital de elevações, que retrata as curvas de nível cada 500 metros, tomando-se como referências as cidades de El Alto e Coroico, além dos polígonos de manchas urbanas das cidades de El Alto e La Paz que foram fornecidos pelos respectivos governos municipais. A título de curiosidade, a Figura mostra também a rede rodoviária principal, obtida da base de dados “Centro digital de recursos naturais da Bolívia” da universidade de Texas (EUA).

O segundo mapa (Figura 5-2) retrata os mesmos pontos e polígonos de referência que o primeiro mapa. No entanto, ilustra temperaturas médias anuais para um período entre os anos 1961 a 1990 (isotermas), fornecidos pelo Serviço Nacional de Meteorologia Hidrologia da Bolívia (SENAMHI).

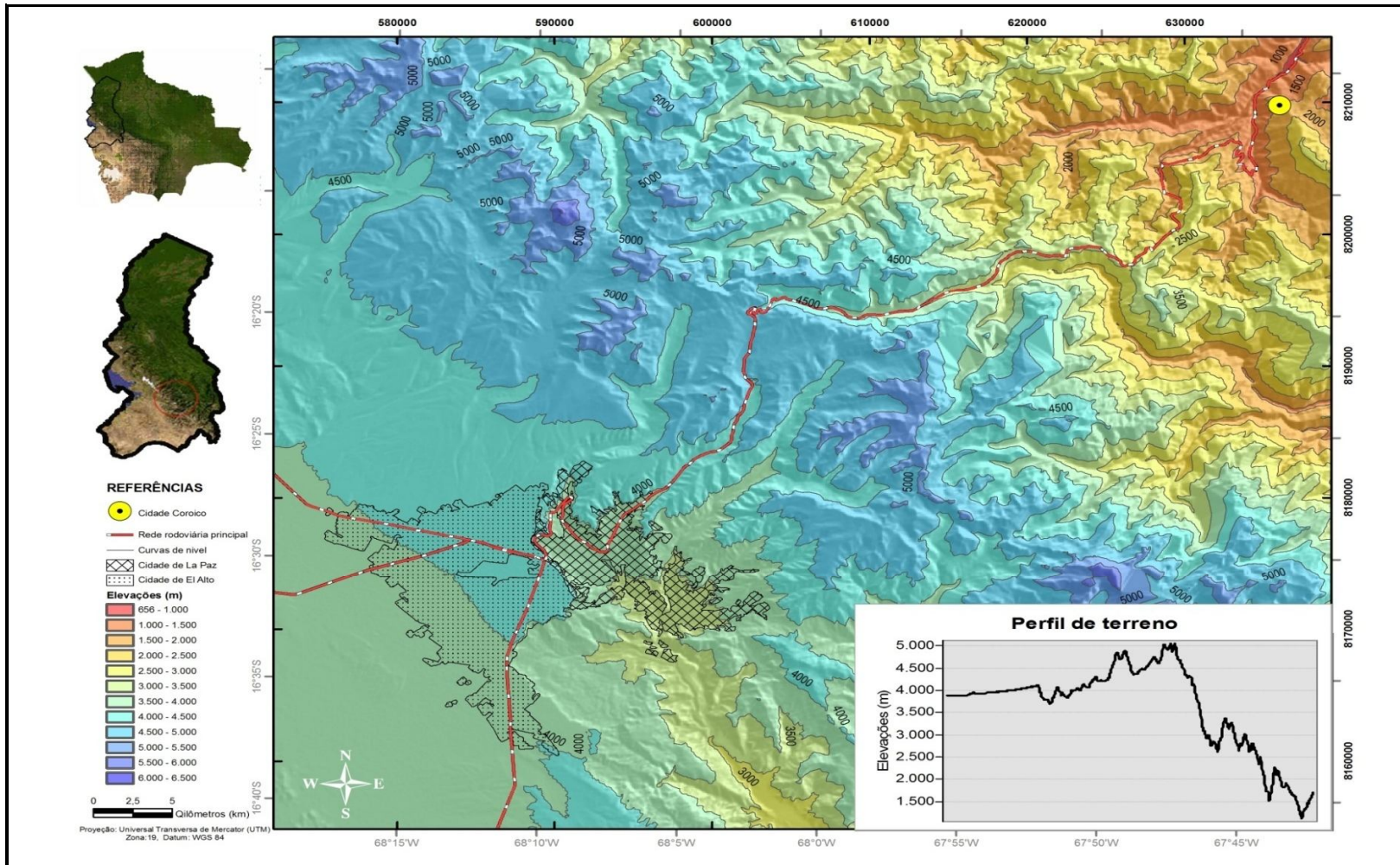


Figura 5-1: Modelo digital de elevações das cidades bolivianas.

Observa-se que El Alto e La Paz se encontram entre os 3500m – 4500 m., no entanto, Coroico se encontra entre 1500m – 2000m, estas características corroboram que a maior altitude, maiores índices IUV.

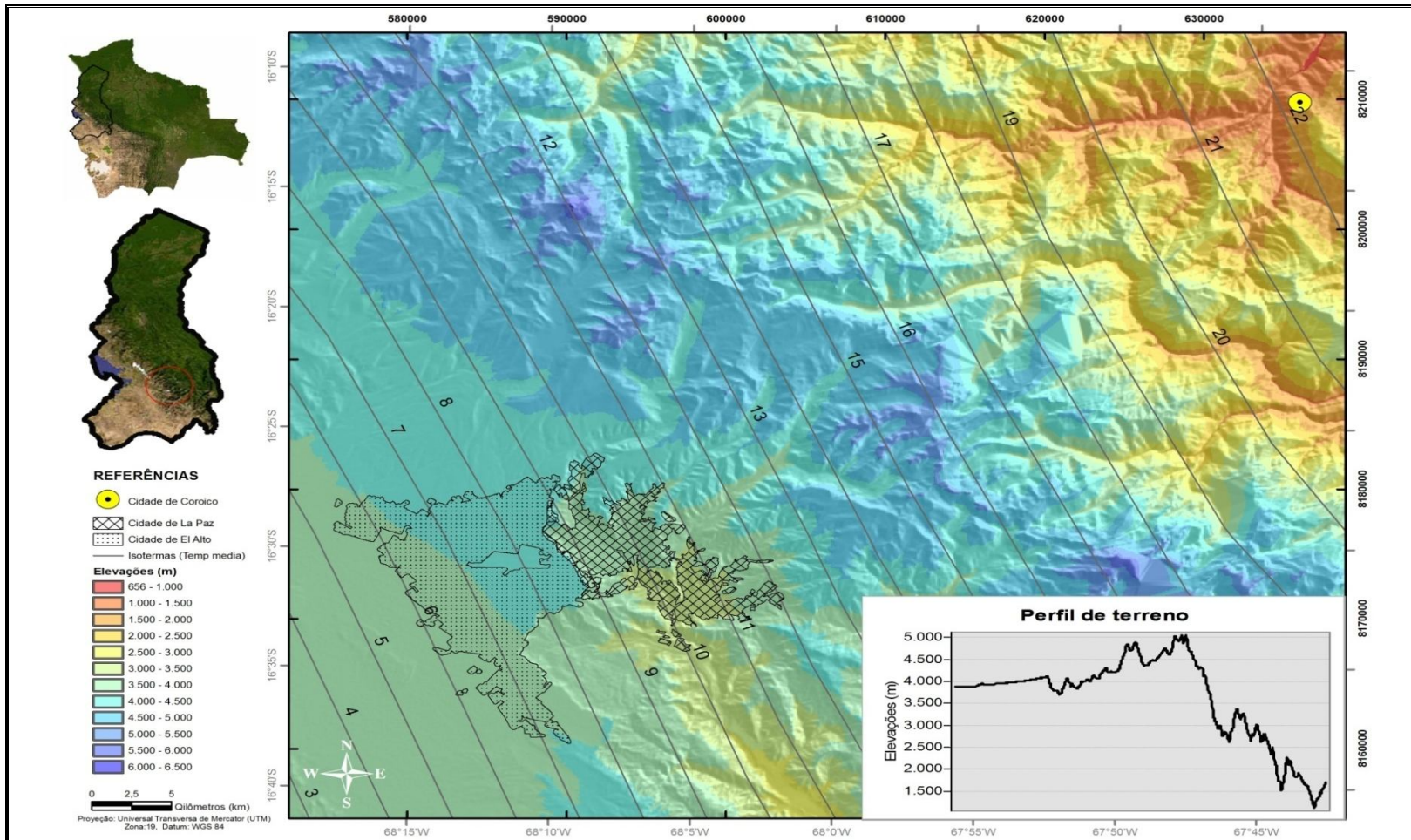


Figura 5-2: Mapa de isotermas das cidades bolivianas

Observa-se que El Alto e La Paz apresentam temperaturas entre 6°C – 12°C em média anual. No entanto, nelas são registradas IUV acima dos valores máximos dados pela OMM.

Na Tabela 5 encontram-se outras características referentes às cidades escolhidas para este estudo.

Tabela 5: Características das cidades da Bolívia e do Brasil

Cidade	Latitude	Longitude	Altitude (m)	População
São Paulo	23°32'51''	46°38'10''	780	10.886.518
Ilhéus	14°46'30"	39°03'20"	Nível do mar	220.144
Itajubá	22°30'30''	45°27'20''	850	89.793
La Paz	16°29'44''	68°08'00''	3 800	2.349.885
El Alto	16°32'40''	68°12'52''	4 100	800.273
Coroico	16°39'04''	67°43'43''	1 525	2.270

Fontes: Instituto Geográfico e Cartográfico – IGC (2009); Página oficial da Prefeitura Municipal de Itajubá, São Paulo, Ilhéus (Brasil) (2009) e Pagina oficial do Governo Municipal de La Paz (Bolívia) (2009)

As cidades de Itajubá, Ilhéus e São Paulo (Brasil) são caracterizadas por terem um clima sub-tropical. São Paulo, considerada uma das maiores regiões metropolitanas do mundo é de fundamental interesse para estudos da R-UV. Nos dias de céu claro, durante o verão e partes do outono e primavera, o IUV atinge níveis considerados extremos (>10) (CORRÊA e CEBALLOS, 2004). Por se tratar de uma cidade populosa, o comportamento de seus habitantes em relação à exposição ao sol pode ser considerado como um dos principais fatores de risco pelo grande número de registros de CPNM. Já Ilhéus localizado no estado da Bahia é caracterizada por se um pólo turístico. Itajubá localizada no estado de Minas Gerais se trata do local de desenvolvimento desse estudo e, assim como Ilhéus, é caracterizada por apresentar céus claros e intensa insolação na maior época do ano. Além de todas as características, já se contava com medidas de IUV das três cidades.

5.2. Instrumentação

Para as medições nas cidades bolivianas foram utilizados radiômetros portáteis do tipo *Solarmeter*, modelo 6.5 (Figura 5-3) (<http://www.solarmeter.com>) fornecidos pelo Instituto de Pesquisa em Saúde e Desenvolvimento (IINSAD) da Universidade Maior de São Andrés. Apesar de terem baixo custo e fácil manipulação, tais instrumentos mostraram eficiência em comparações realizadas com instrumentos de referência, tais como espectrômetros e radiômetros (CORRÊA et al., 2010). Para as medidas brasileiras foram utilizados dados coletados, entre 2005 e 2009, por biômetros UVB 501A (<http://www.solarlight.com>) (Figura 5-4).



Figura 5-3: Radiômetros portáteis IUV

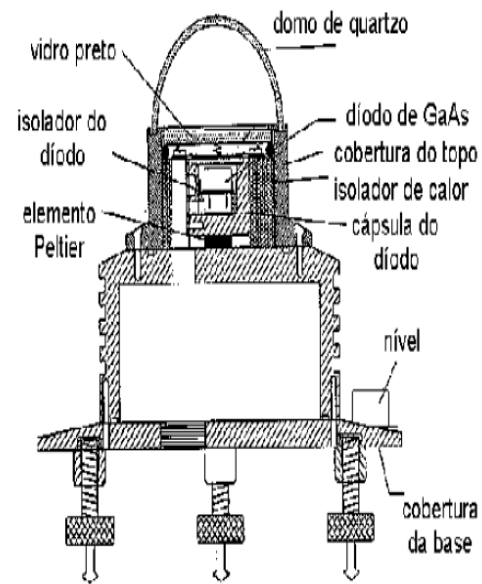


Diagrama esquemático do Biômetro (Fonte: Solar Light Co. INC.)

Figura 5-4: Biômetro UVB 501

5.3. Coleta de dados

5.3.1. Saúde

A coleta dos dados na Bolívia foi realizada no serviço de dermatologia do Hospital “Caja Nacional de Salud”, localizado em La Paz. Tais dados foram coletados dos registros de consulta externa (Anexo 1). Foram consideradas todas as enfermidades correspondentes às fotodermatoses e às verrugas por serem consideradas como lesões pré-cancerígenas, contendo mais de 10.000 casos relatados entre os anos de 1998 e 2006. As variáveis coletadas foram sexo, faixa etária, diagnóstico e ano.

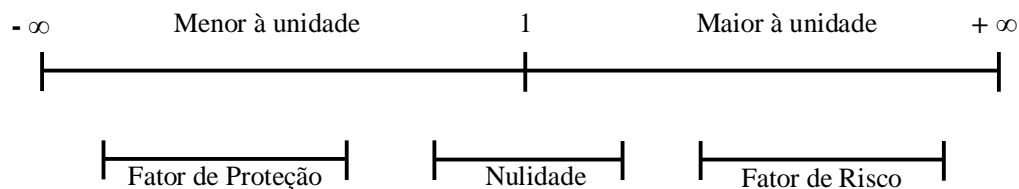
A associação entre os diagnósticos levantados e o gênero da amostra estudada foi quantificada por meio da análise que utiliza o conceito da Razão de Chances de Prevalência (RCP). Este parâmetro pode ser explanado pelo exemplo abaixo, em uma tabela dicotômica, pela qual se avalia a relação entre o diagnóstico observado e a distribuição por gênero (Tabela 6) (PEARCE et al., 2004.).

Tabela 6: Tabela dicotômica

Exposição	Agravado		
	Sim	Não	
Exposto	a	b	a+b (M1i)
Não-exposto	c	d	c+d (M0i)
	a + c (N1i)	b + d (N0i)	n (Ti)

Fonte: Pearce et al, 2004

Quando os valores de RCP encontram-se superiores ou inferiores ao valor unitário, as taxas podem ser consideradas diferentes, restando verificar a significância de associação. Caso o intervalo de confiança do valor encontrado da RCP contemple o valor unitário, não há associação entre a exposição e o agravado estudados. Para valores de RCP inferiores à unidade verifica-se que a exposição poderia ser interpretada como proteção para a ocorrência do agravado. Caso seja superior à unidade, o fator analisado exerce risco. Para que estas situações descritas possam ser consideradas significantes, o intervalo de confiança não deve contemplar o valor unitário. Quanto menor o intervalo menor será o valor de p (Figura 5-5) (MEDRONHO, 2009).

**Figura 5-5:** Esquema de interpretação da RCP

Desse modo, a RCP pode ser calculada pela equação:

$$RCP = \frac{a/c}{b/d} = \frac{a \times d}{b \times c} \quad (5.1)$$

O teste de significância foi realizado pela análise do qui-quadrado, no nível de 95% de confiança, para um grau de liberdade, dado por:.

$$X^2 = \frac{(ad-bc)^2 \times n}{(a+b) \times (c+d) \times (a+c) \times (b+d)} \quad (5.2)$$

O intervalo de confiança é definido pela expressão:

$$L = RCP \times e^{\left[\pm 1,96 \sqrt{\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} \right)} \right]} \quad (5.3)$$

Com o propósito de ajustar o valor da RCP pelas faixas etárias consideradas na pesquisa, será empregado o conceito da RCP de Mantel-Haenszel (RCP_{M-H}), que representa uma ponderação do valor da Razão de Chance, ajustando-se pelas variáveis presentes. De fato, a variável idade pode normalmente ser classificada como de confusão.

De acordo com Moraes e Pacheco (1996), como neste estudo há poucas variáveis que devem ser controladas (idade e gênero), a análise estratificada é considerada um procedimento interessante que oferece maior nitidez na visualização dos dados trabalhados.

Desse modo, a RCP de Mantel-Haenszel é definida pela expressão 5.4.:

$$RCP_{M-H} = \frac{\sum \left[\frac{(a_i \times d_i)}{n_i} \right]}{\sum \left[\frac{(b_i \times c_i)}{n_i} \right]} \quad (5.4)$$

A significância estatística no nível de 95% é testada pelo valor do qui-quadrado de Mantel-Haenszel:

$$X_{M-H}^2 = \frac{\sum [a - E_0(a)]^2}{\sum Var_0(a)} \quad (5.5)$$

Onde $E_0(a)$ é a esperança e

$Var_0(a)$ é a variância do termo “a” $Var_0(a)$ é dada por:

$$Var_0(a) = \frac{N_{1i} N_{0i} M_{1i} M_{0i}}{T_i^2 (T_i - 1)} \quad (5.6)$$

Os intervalos de confiança foram calculados pela seguinte expressão:

$$IC = RC_{M-H} \left(\frac{1 \pm \frac{1,96}{\sqrt{X_{M-H}^2}}}{\sqrt{X_{M-H}^2}} \right) \quad (5.7)$$

Em janeiro de 2011, também foi aplicado um questionário (Anexo 2) adaptado da classificação de Fitzpatrick (SACHDEVA, 2009) para determinar a classificação do fototipo médio dos pacientes bolivianos. Tal questionário foi aplicado nos pacientes do serviço de dermatologia do Hospital de Clínicas Universitário da Faculdade de Medicina em La Paz.

Além disso, na fase final da pesquisa, foi aplicado em pessoas que tem como atividade o comércio livre nas ruas. No total, foram obtidos 162 questionários.

Com o propósito de ilustrar a situação de neoplasias malignas da pele (CID BR 10) no Brasil, foi empreendida uma avaliação de um indicador em saúde disponível, utilizando-se informações secundárias presentes no Banco de Dados do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Na busca foram considerados os dados sobre óbitos por ano, residência e ocorrência, no município e no estado de São Paulo, no período de 1998 a 2007.

Foram calculados os valores dos Coeficientes de Mortalidade por Neoplasia Maligna da Pele (CMNMP) para o período considerado, conforme equação 5.8. A padronização dos dados pelo método indireto foi conduzida, de acordo com as equações 5.9 e 5.10, obtendo-se assim a Razão de Mortalidade Padronizada (RMP) por Neoplasia Maligna de Pele. Este parâmetro foi utilizado com fins de comparação. Portanto, foram comparados os coeficientes do município de São Paulo em relação ao estado de São Paulo. No tocante aos demais municípios brasileiros constantes deste estudo, a análise não foi realizada em virtude do número limitado de ocorrências.

De acordo com Medronho (2009), o método indireto da RMP é indicado apenas quando se conhece o número total de óbitos, relativos a uma população, sem detalhamento de alguma variável cujo efeito de confundimento se deseja controlar, como foi o caso deste trabalho.

Desse modo, o CMNMP pode ser calculado pela seguinte equação:

$$CMNMP = \frac{NO_{AT}}{Pop_{AT}} 100000hab \quad (5.8)$$

Onde $NO_{A,T}$ é o número de óbitos referentes ao agravo na área A no período T e $Pop_{A,T}$ refere-se ao tamanho da população nas mesmas condições.

A RMP é definida pela seguinte equação:

$$RMP = \frac{\text{Óbitos observados}}{\text{Óbitos esperados}} \times 100\% \quad (5.9)$$

O cálculo dos óbitos esperados é definido pela seguinte equação:

$$OE = \frac{CMNMP_{SP}(T_i) \times Pop_{SP}(T_i)}{100000} \quad (5.10)$$

Onde $CMNMP_{SP}(T_i)$, se refere ao Estado de São Paulo, e, $Pop_{SP}(T_i)$, à população do município de São Paulo no período analisado.

5.3.2. *Radiação Ultravioleta*

Para a realização das medições do IUV, foram conformadas três equipes, cada equipe tinha duas pessoas um médico e um auxiliar. Desse modo, cada equipe realizou as medições de forma simultânea em cada cidade boliviana, por um período de seis dias (09 a 14 de fevereiro de 2010), das 8 às 17 horas, com um intervalo de tempo de 10 minutos entre cada medição. Assim também, foram feitos registros visuais das características do céu, divididas em quatro tipos (Céu claro, nebulosidade com céu visível, nebulosidade com céu coberto e céu totalmente coberto). O período de medição corresponde a temporada de verão, porém esperou-se IUV acima da normalidade, como será explicado com mais detalhe nos resultados.

Além desse período de medições simultâneas, foram feitos 20 dias de medições a mais em La Paz, compreendidos entre 02/01 a 07/03 de 2010, somando no total 26 dias de medições, isto pela facilidade que não se precisava deslocação para realizar as medidas, como nas outras cidades. As medições foram realizadas no mesmo horário e com o mesmo intervalo de tempo entre cada medição, além do registro visual das características do céu.

Durante os seis dias de medições simultâneas, tiveram-se apenas um dia com bastante nebulosidade, em Coroico em 11 de fevereiro, e em La Paz e El Alto 14 de fevereiro. Não se tiveram chuva nos dias de medição. Os pontos onde foram feitas as medições, foram em lugares abertos, sem a presença de prédios ou algum outro tipo de construções, que possam interferir na intensidade real do IUV. Em Coroico, foram feitas as medições no quintal do prédio mais alto, que se encontra na frente da praça central da cidade, em La Paz, as medições também foram feitas num quintal de uma casa, localizada na zona norte da cidade, em El Alto, o ponto onde foram feitas as medições, corresponde ao limite entre as cidades de La Paz e El Alto “*Ceja de El Alto*”, que também corresponde a um lugar aberto. Desse modo, as únicas influências que se teve para as medições, corresponderam às climáticas (presença de nuvens entre os intervalos de medição, vento, etc).

Durante os 20 dias de medições de IUV, além dos seis dias de medição simultâneas. Em La Paz, foi registrada maior variabilidade climática, isto pelo fato de ter maior número de dias de medições. Tiveram-se dias com céus claros e dias com céus cobertos, até com chuva e granizo. Todo o experimento foi realizado entre dezembro de 2009 e março de 2010.

No Brasil, as medições foram realizadas entre os anos de 2005 e 2009, diariamente, em intervalos de 10 minutos, simultaneamente nas três cidades brasileiras. Além disso, trabalhou-se com o horário local.

6. RESULTADOS

Cada ser humano tem, dentro de si mesmo, algo muito mais importante que ele mesmo: seu dom.

Paulo Coelho

Este capítulo apresenta os resultados das medições de IUV realizadas nas cidades da Bolívia (La Paz, El Alto e Coroico) e nas cidades do Brasil (São Paulo, Itajubá e Ilhéus), além da discussão referente aos dados de doenças relacionadas à R-UV.

6.1. Medidas de R-UV

Em relação ao IUV, foram realizadas medições simultâneas nas três cidades bolivianas entre 9 a 14 de fevereiro de 2010. Os dados foram coletados em intervalos de 10 minutos das 8 às 17 horas (hora local). A Figura 6-1 resume os altos níveis de R-UV comumente encontrados nessas localidades, apresentando os máximos registrados no período de medição. Na altitude de 4100m de El Alto, foi registrado IUV = 21. Isto é, 10 unidades acima do limite estabelecido pela OMS para valores considerados como “extremos” em termos de cuidados necessários à exposição ao sol. Além disso, apesar da menor altitude, em Coroico observou-se valores de IUV semelhantes, exceto para 11 de fevereiro foi registrada máxima de 5,5 devido à nebulosidade presente.

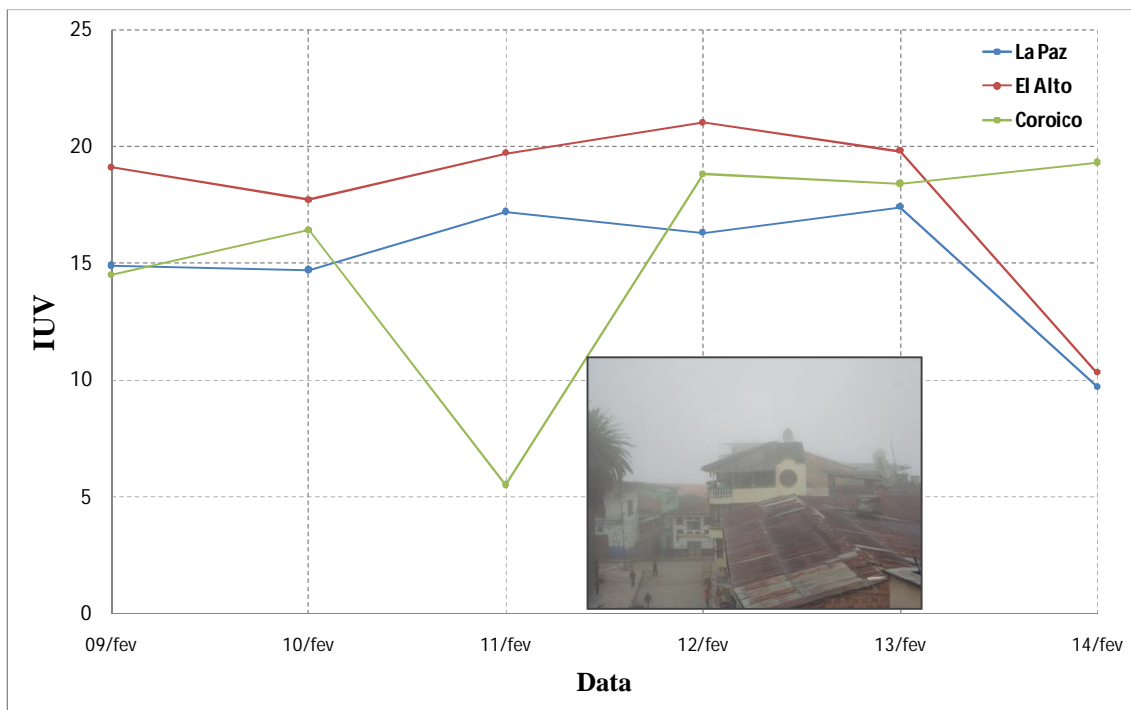


Figura 6-1: Máximos de IUV na Bolívia – Fotografia de Coroico no dia com nebulosidade La Paz (azul), El Alto (vermelho) e Coroico (verde), entre os dias 9 a 14/02/2010. A foto corresponde ao dia com nebulosidade em Coroico.

A Figura 6-2 apresenta as máximas diárias de IUV nas cidades brasileiras, registradas entre os anos de 2006 e 2009. Observa-se em São Paulo, que possui a série de tempo mais longa (1120 dias), máxima de 16,8 no dia 29 de janeiro de 2007; em Itajubá (598 dias) com máxima de 15,6, no dia 21 de janeiro de 2008; e, no caso de Ilhéus que possui a série mais curta (328 dias) IUV máximo de 13,6 no dia 7 de março de 2008.

As máximas de IUV observadas nas três cidades ultrapassam a classificação “extremo”, segundo recomendação dada pela OMS. Essas máximas coincidem com a estação do verão, na qual o sol está mais próximo do zênite, aumentando a intensidade da R-UV (CORRÊA, 2010). As máximas no inverno diferem entre as três localidades. Com IUV = 5,5 em São Paulo e Itajubá, e 7,5 em Ilhéus. É importante ressaltar essa característica entre as cidades brasileiras estudadas. Localidades mais próximas à linha equatorial, como Ilhéus, apresentam menor amplitude dos níveis de radiação no ano. Por outro lado, latitudes mais elevadas, e próximas a 23° de latitude, como São Paulo e Itajubá, têm maior amplitude, podendo inclusive ter níveis máximos de radiação mais elevados no verão. Isto ocorre, pois nessa época do ano a inclinação do eixo terrestre coincide com a latitude local, deixando o sol próximo ao zênite em horários próximos ao meio-dia solar.

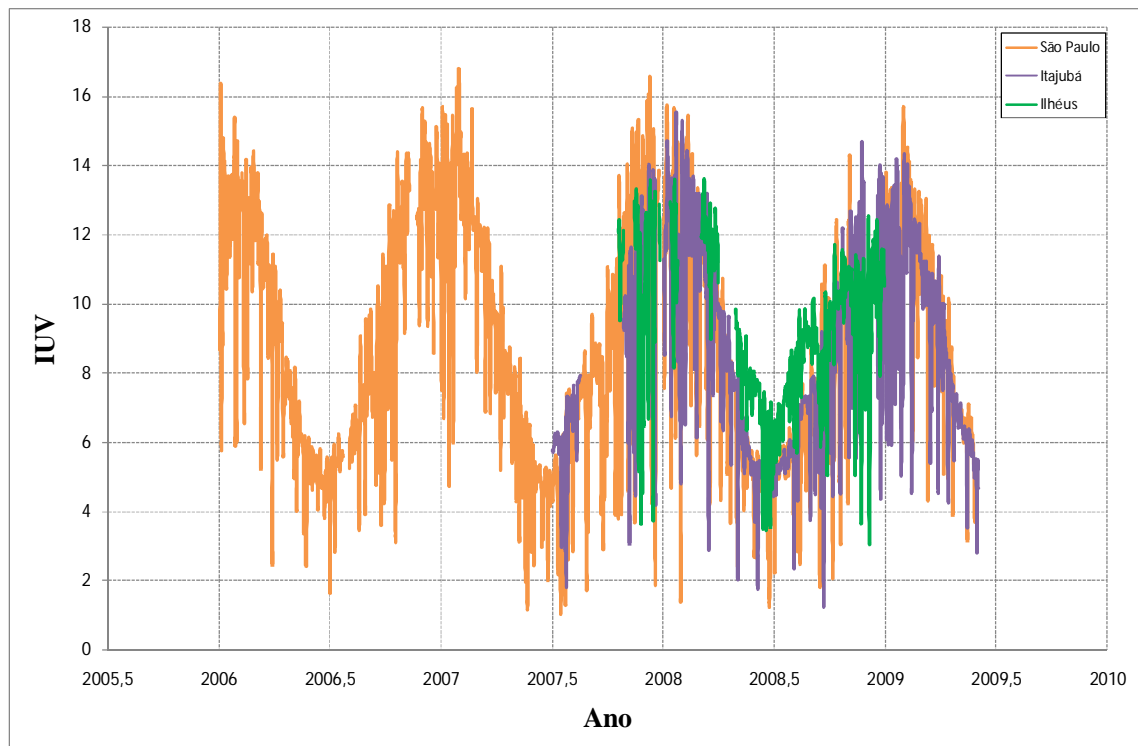


Figura 6-2: Máximos de IUV nas cidades brasileiras
São Paulo (laranja), Itajubá (roxa) e Ilhéus (verde), entre os anos 2006 a 2009

Nas Figuras 6-3 e 6-4 são apresentadas as distribuições de intensidades do IUV, relacionadas à classificação da OMS, nas cidades bolivianas e brasileiras, respectivamente. Deve-se levar em conta que tais medidas representam dados coletados entre 10 e 16h (hora local) nas séries temporais correspondentes aos dois países.

É importante ressaltar que as datas das medições correspondem à temporada de verão nas cidades bolivianas (Figura 6-3). Valores de IUV na faixa de classificação acima de “alto” de atenção recomendada pela OMS foram registrados em 67% e 89% das medidas realizadas em La Paz e El Alto, respectivamente. Mesmo Coroico, que possui características tropicais e está localizada a 1500 m de altitude, apresenta valores “Extremos” em quase metade das medidas entre 10 e 16h.

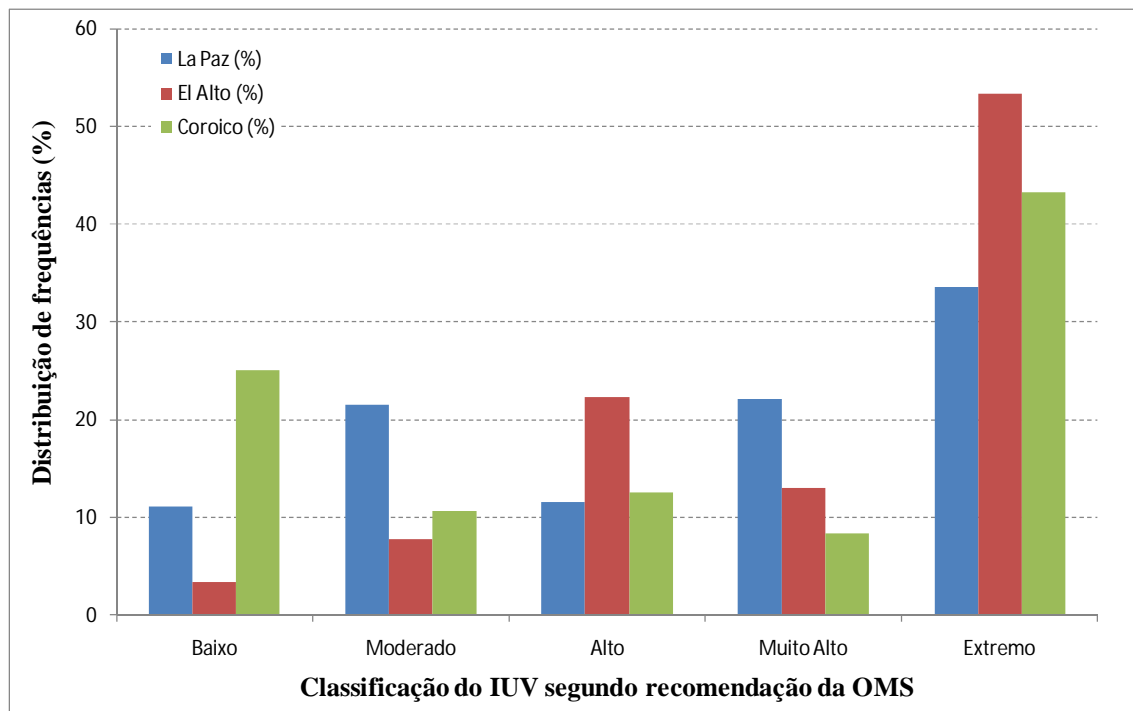


Figura 6-3: Histograma de frequências de IUV segundo à OMS nas cidades bolivianas

La Paz (azul), El Alto (vermelho) e Coroico (verde), Bolívia entre os dias 9 e 14/02/2010.

As classes indicam as escalas de recomendação da OMS: Baixo ($IUV < 2$); Moderado ($3 < IUV < 5$); Alto ($6 < IUV < 7$); Muito Alto ($8 < IUV < 10$) e Extremo ($IUV > 11$)

Nas cidades brasileiras (Figura 6-4), observa-se uma distribuição do IUV diferente das cidades bolivianas. Além de possuírem uma série temporal maior, aproximadamente 77% das medidas correspondem às escalas “Moderado” e “Muito Alto”. Os IUVs “Extremos” correspondem a, aproximadamente 5% do total das séries temporais em cada uma das três cidades.

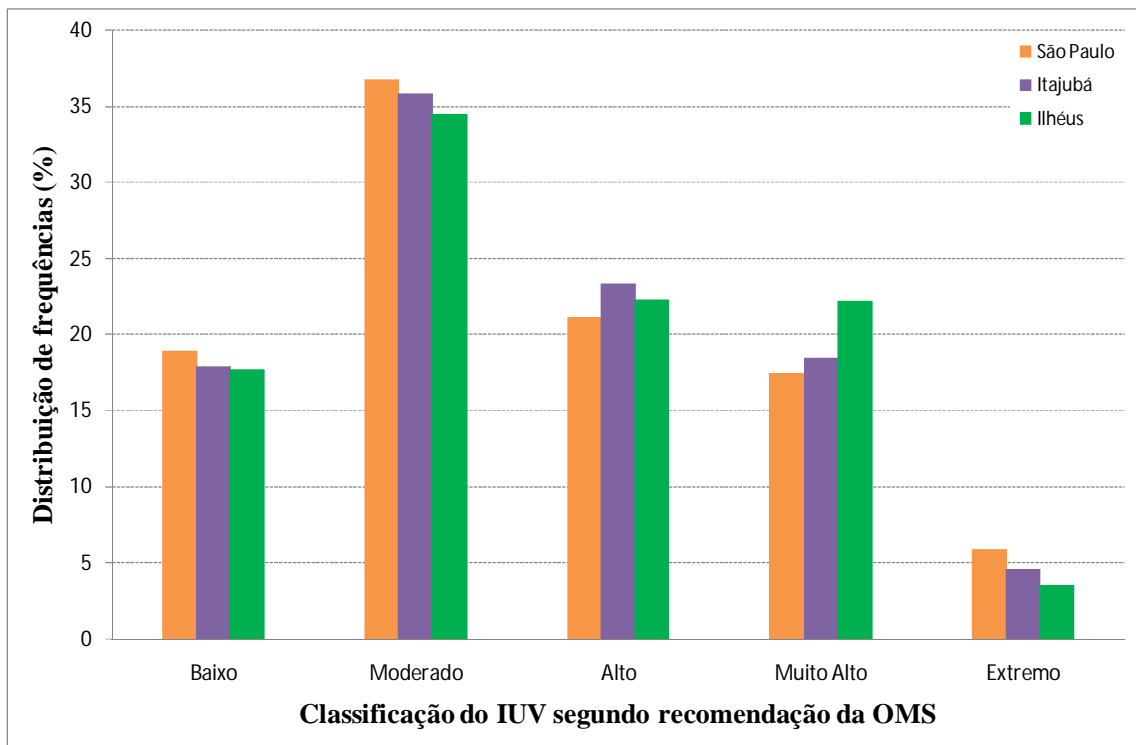


Figura 6-4: Histograma de frequências das medidas IUV realizadas entre 10 e 16h entre os anos 2006 a 2009 em São Paulo (laranja), Itajubá (roxo) e Ilhéus (verde). As classes indicam as escalas de recomendação da OMS

De modo a aprofundar a análise iniciada na Figura 6-3, a Figura subsequente 6-5, mostra as médias, desvios-padrão e máximos das medidas realizadas entre os dias 9 e 14 de fevereiro de 2010. É importante notar algumas particularidades das medições realizadas. Todas as médias registradas se encontram em valores que variam de “Alto” a “Extremo”, segundo a escala da OMS, à exceção de 11 de fevereiro, em Coroico, e 14 de fevereiro, em La Paz e El Alto, devido a presença de nebulosidade. Como era de se esperar, devido a sua menor altitude, a cidade de Coroico apresenta médias de IUV inferiores às de La Paz em quase todos os dias de medição. Apesar de que os valores máximos possam ser considerados como *outliers*, é difícil explicar essa característica de máximas elevadas em Coroico. Uma hipótese plausível pode ser a presença de nuvens cumulus, comuns no verão em regiões tropicais, que intensificam momentaneamente a R-UV. De qualquer modo, a explicação para

tal resultado só pode ser confirmada com um período mais extenso e mais específico de medições.

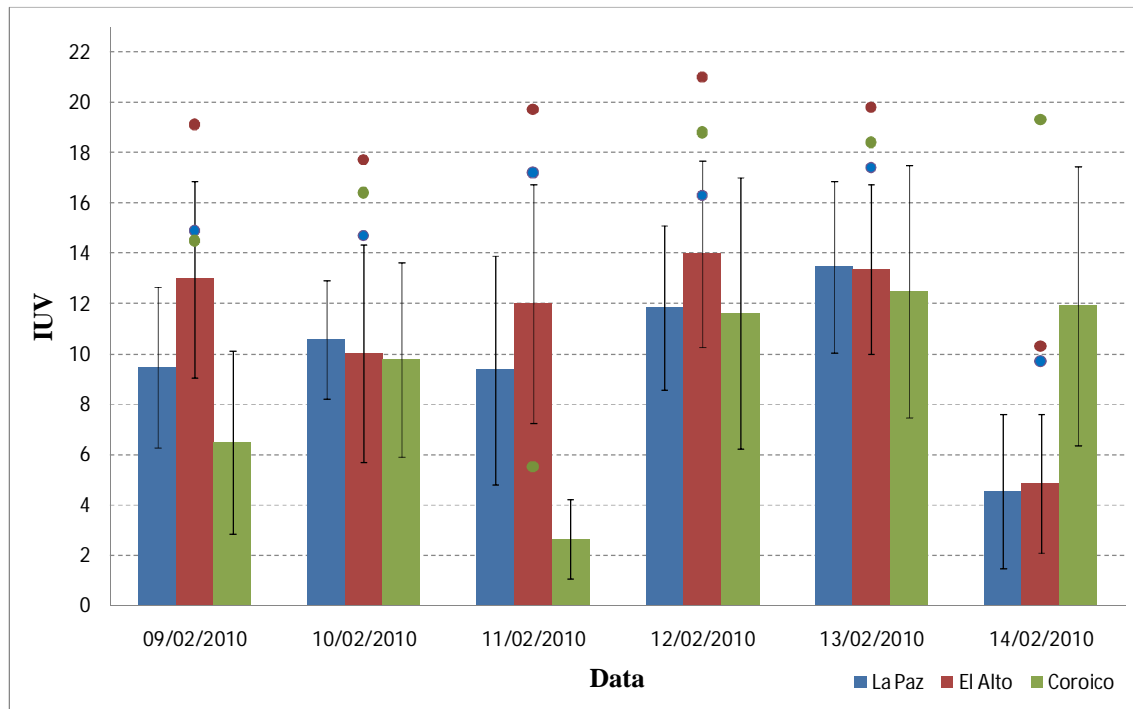


Figura 6-5: Análise das medidas de IUUV

Realizadas entre 10 e 16h, entre os dias 9 e 14 de fevereiro de 2010. La Paz (azul), El Alto (vermelho) e Coroico (verde), Bolívia.

As Figuras 6-6 e 6-7 apresentam diagramas de caixas (*boxplot*) das cidades bolivianas e brasileiras, respectivamente. Deve-se ressaltar que se trata de uma análise simplista, tanto para as cidades bolivianas como para as brasileiras, correspondente às medidas realizadas entre 10h e 16h (horário local). É importante lembrar que a discrepância entre o tamanho das bases de dados consideradas limita uma análise estatística mais aprofundada. De qualquer modo, os diagramas apresentados permitem simples comparação entre as distribuições de dados em cada um dos países.

A Figura 6-6 mostra a análise de seis dias de medidas realizadas em El Alto e Coroico e de 26 dias em La Paz. A distribuição dos IUUVs para as três cidades é razoavelmente simétrica, mesmo considerando valores de IUUV máximos (19,7 em La Paz, 21,0 em El Alto, e 19,3 em Coroico) que poderiam ser considerados como *outliers* em uma análise menos cuidadosa. De maneira geral, três quartos do total das medições correspondem a valores acima de 4, enquanto que as medianas do IUUV, apesar de serem classificadas como “Muito Alto” e “Extremo”, variam significativamente entre as três cidades. O menor valor da mediana observada em La Paz pode refletir uma inverdade decorrente das diferenças no tamanho das bases devem abranger, por exemplo, um maior número de situações com nebulosidade. Desse

modo, é imprescindível que campanhas mais extensas sejam realizadas a fim de que se possa ter uma avaliação coerente. De qualquer modo, o que chama a atenção não são somente os valores das máximas obtidas, mas também o número de horas do dia em que os níveis de IUUV estão acima da classificação “Muito Alto”.

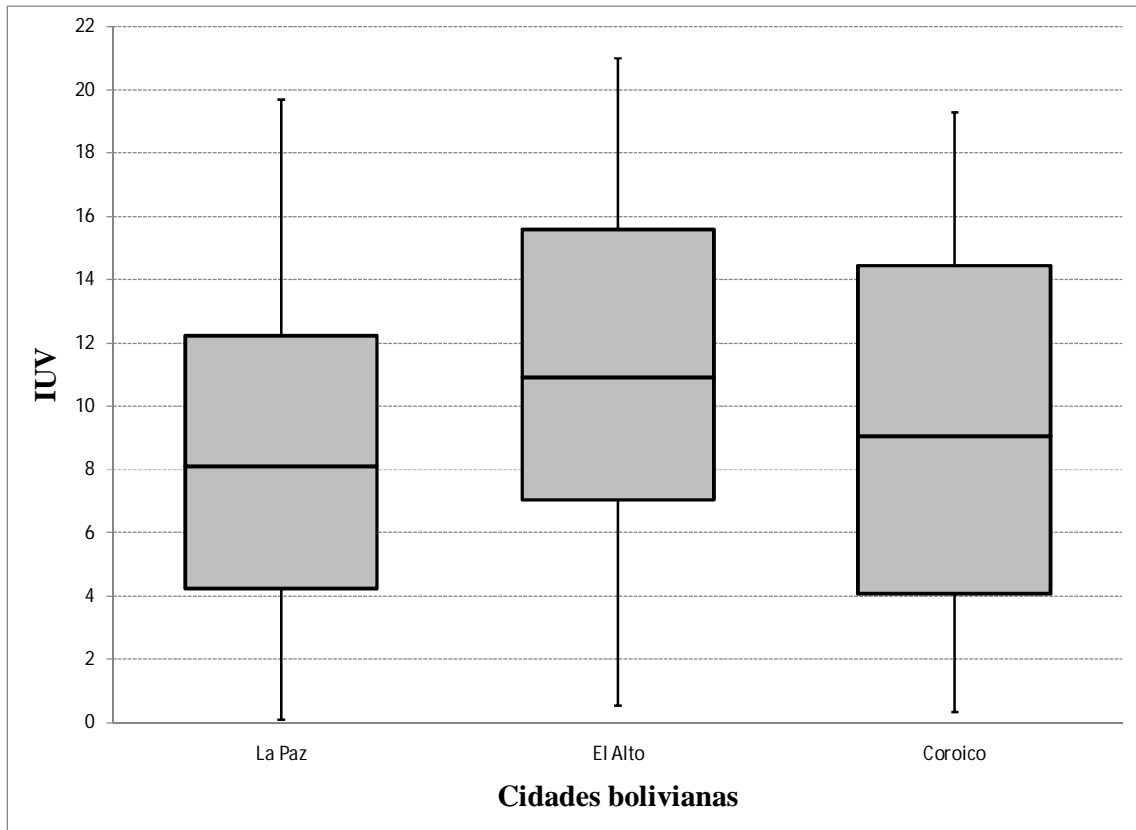


Figura 6-6: Gráfico de boxplot das cidades bolivianas
Medições entre 10 – 16h, correspondentes a 6 dias em El Alto e Coroico e 26 dias em La Paz.

No caso das cidades brasileiras, tem-se um conjunto de dados mais significativo. Observa-se na Figura 6-7 distribuições razoavelmente simétricas deslocadas para os valores mais baixos de IUV. É importante ressaltar que, ao contrário do imaginário popular no qual praia está sempre associada a sol, os valores de IUV observados entre as três cidades são praticamente equivalentes. No entanto, com máximas maiores nas cidades próximas à latitude 23°, como Itajubá e São Paulo, como já discutido.

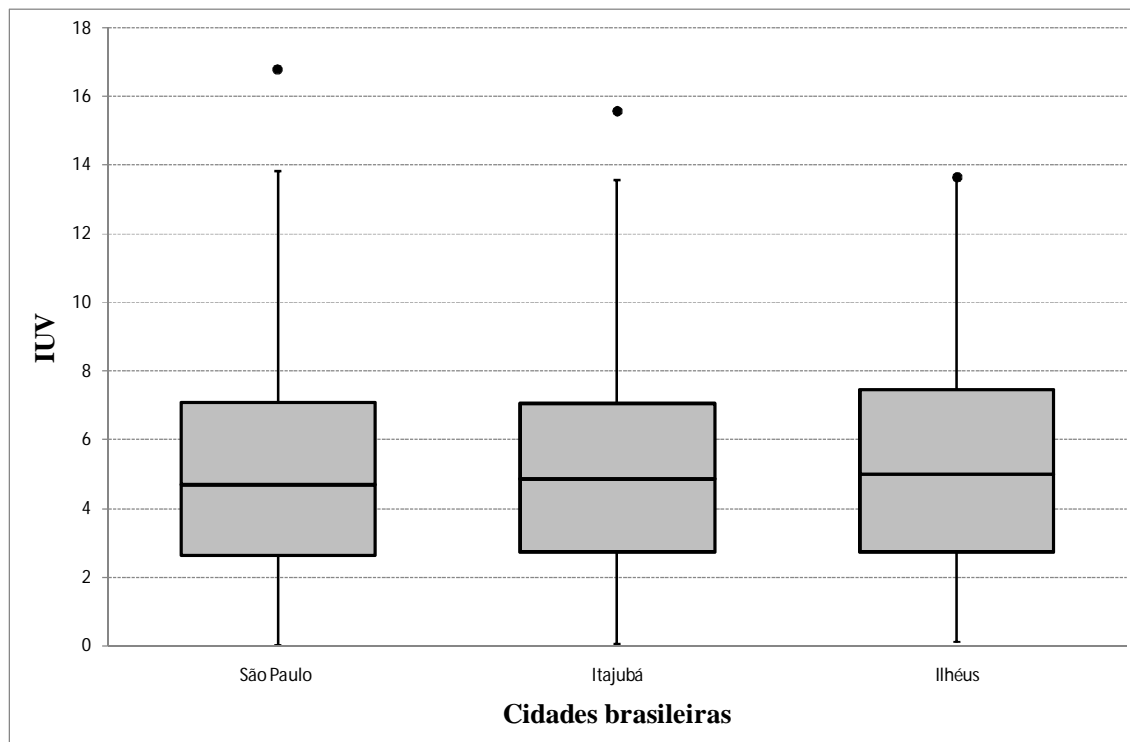


Figura 6-7: Gráfico de boxplot das cidades brasileiras
Medições entre 10 – 16h, no ciclo diário de 2006 a 2009

Para ter um exemplo da evolução diária do IUV, a Figura 6-8 detalha observações realizadas, concomitantemente nas três cidades bolivianas, em um dia específico de medições (13/02/2010). Nesta data, os máximos de IUV observados para La Paz, El Alto e Coroico foram de 17,4, 19,8 e 18,4, respectivamente. Outro ponto de relevância a ser observado, refere-se ao número de medidas que atingem valores superiores à escala de classificação “muito alto” ($IUV > 8$). Em La Paz, mais de 68 % de todas as medições foram classificadas como superiores a “muito alto”, enquanto que em El Alto e Coroico atingiram respectivamente, 72 e 62% das medidas nessas condições. Praticamente, todas as medições registradas entre 10 e 16h (horário local) estão nessa situação. Em algumas situações podem ser observados picos inferiores, nos quais se encontraram valores mais baixos de IUV durante o dia. Tais fatos correspondem à presença de nebulosidade no momento da medida.

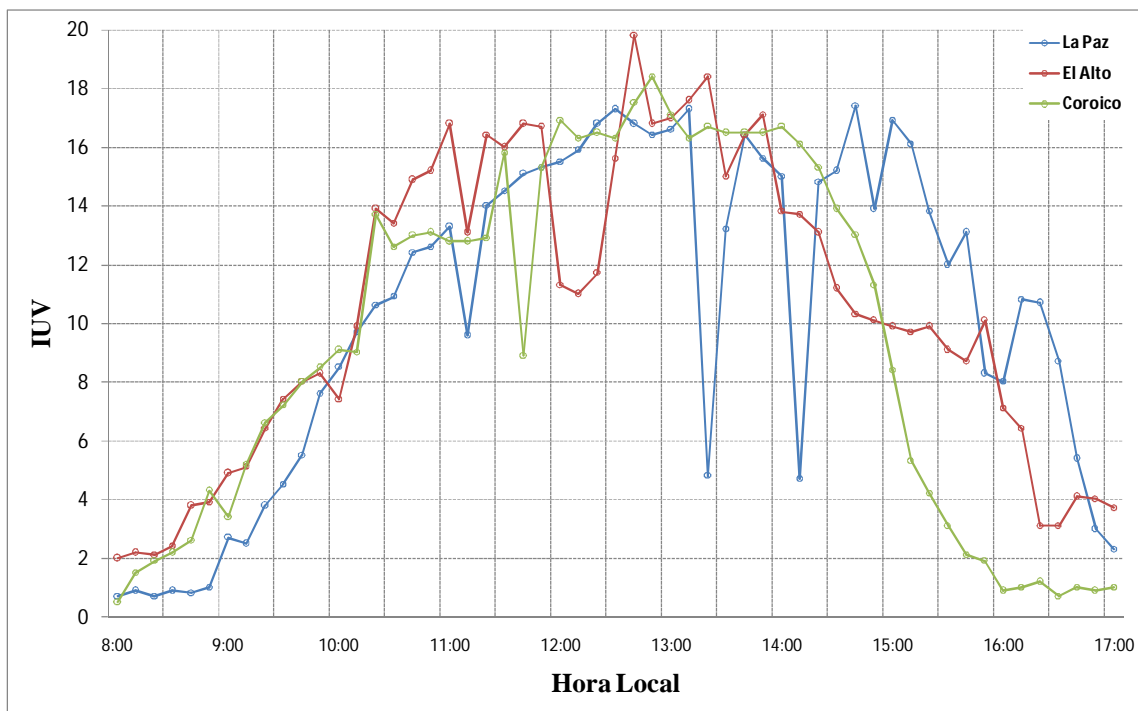


Figura 6-8: Ciclo diário do IUV na Bolívia no dia 13/02/2010

Medições nas três localidades bolivianas: La Paz (azul), El Alto (vermelho) e Coroico (verde)

A Figura 6-9 apresenta os IUVs correspondentes às datas onde foram registrados os IUV máximos ao longo das séries de tempo para cada cidade brasileira. Observam-se máximos de IUV observados para São Paulo, Itajubá e Ilhéus foram de 16,8, 15,6 e 13,6 respectivamente. Em São Paulo, 63% de todas as medições foram classificadas como “Alto” a “Extremo”, enquanto que em Itajubá 28%, e em Ilhéus 46%. As máximas aconteceram por volta das 13 às 14h. (hora local).

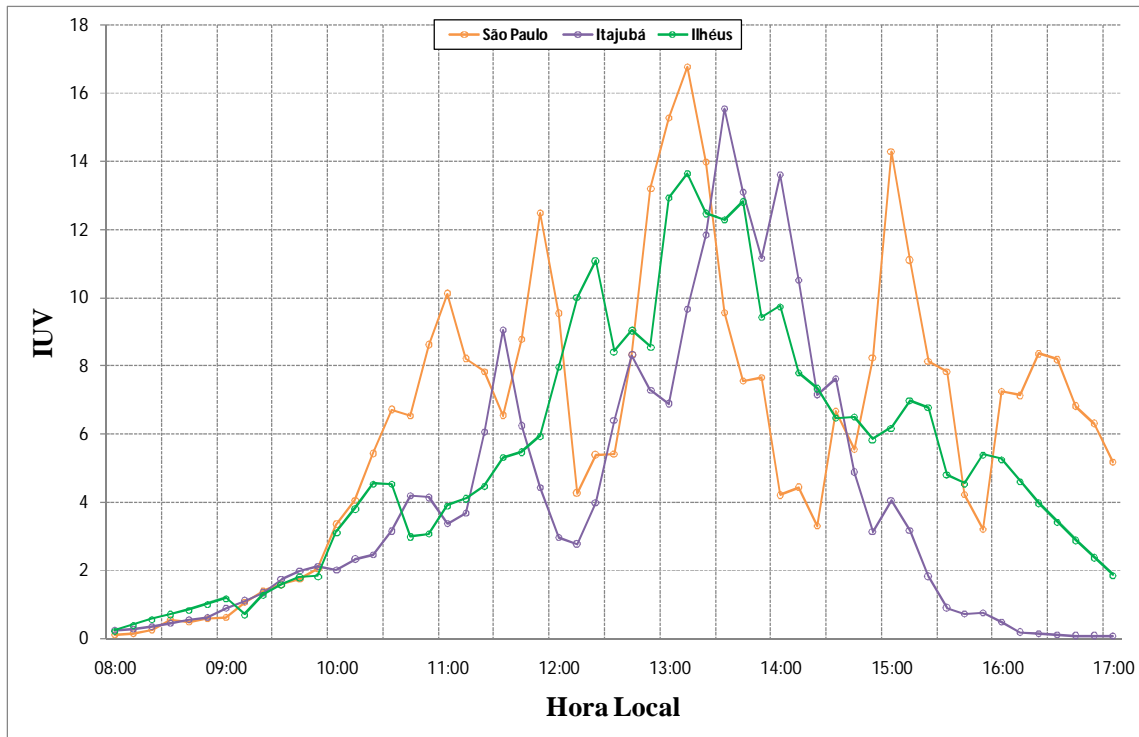


Figura 6-9: Ciclo diário do IUV no Brasil 2006 – 2009

Medições nas três localidades brasileiras: São Paulo “29 de janeiro de 2007” (laranja), Itajubá “21 de janeiro de 2008” (roxo) e Ilhéus “8 de março de 2008” (verde)

Além das medidas concomitantes realizadas nas três cidades bolivianas, outro conjunto de dados foi coletado especialmente para a cidade de La Paz. Durante 26 dias foram registradas medidas de IUV, a cada 10 minutos, entre 8 e 17h (hora local). A Figura 6-10 mostra os registros dos valores máximos observados em tais medidas, realizadas entre janeiro a março de 2010. O valor máximo registrado foi observado no dia 7 de fevereiro com IUV = 19,7, muito acima do limite considerado como extremo (IUV>11) pela OMS. De todas as máximas registradas, apenas duas ficaram abaixo do limite muito alto (18/02 – IUV=6,5 e 28/02 – IUV= 7,2).

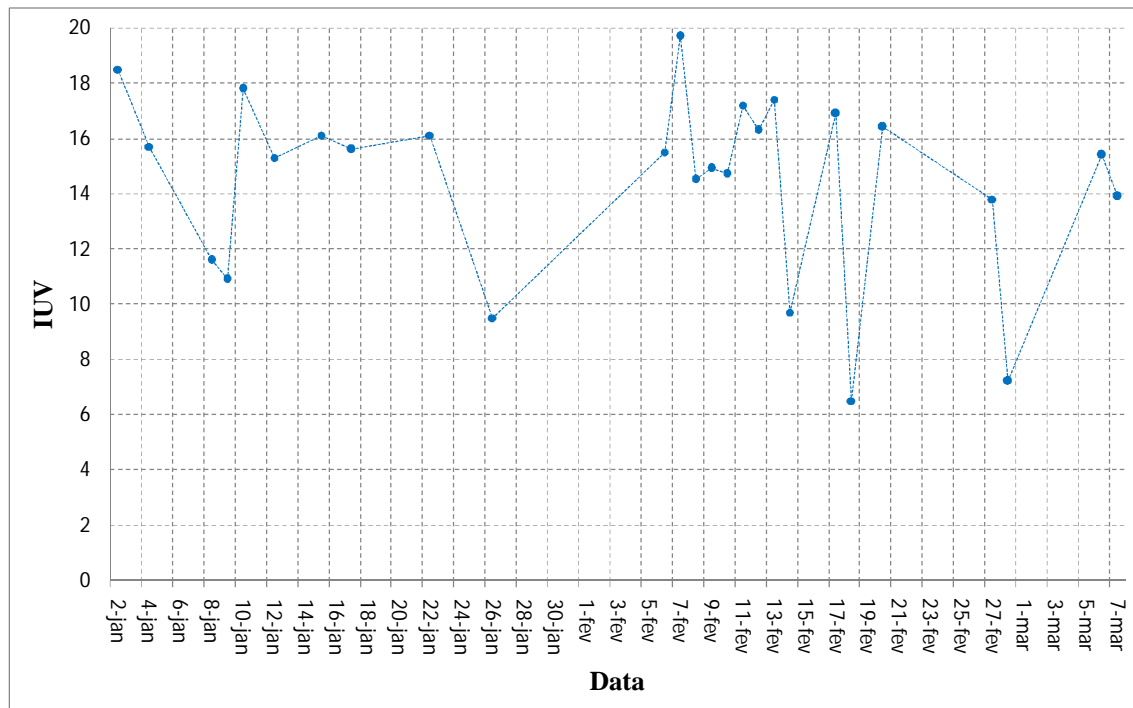
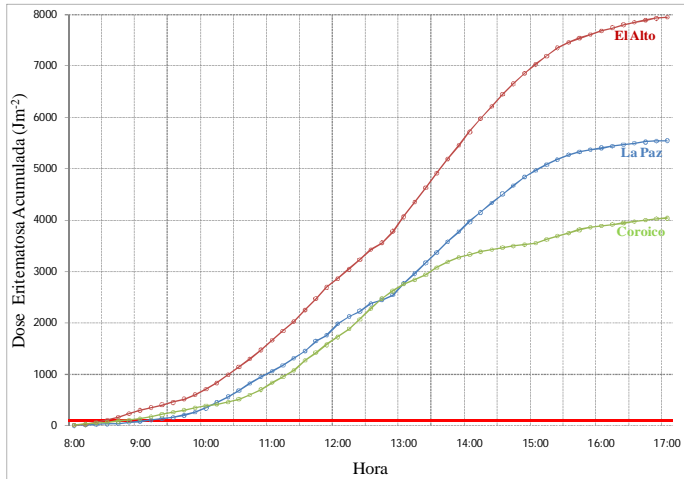
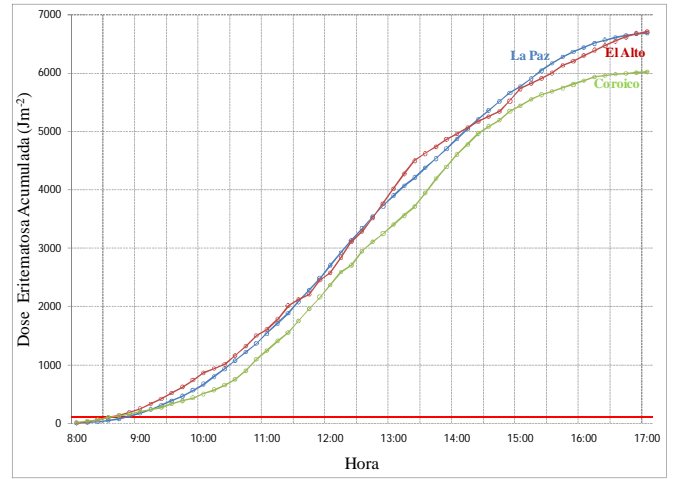


Figura 6-10: IUV máximos observados na cidade de La Paz

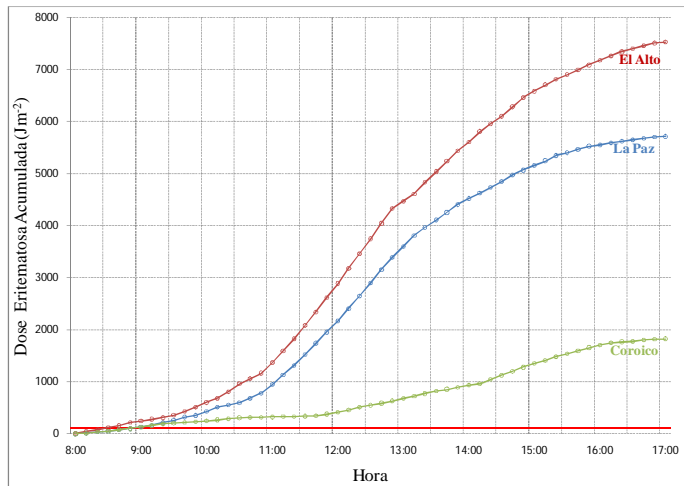
As Figuras 6-11(a-f) apresentam as DEA nas medidas realizadas nas cidades bolivianas. A linha horizontal vermelha que cruza o eixo vertical indica a dose recomendada para exposição diária, correspondente a 108 Jm^{-2} (ICNIRP, 2004). Independentemente dos dias com bastante nebulosidade (11 de fevereiro, em Coroico, e 14 de fevereiro, em La Paz e El Alto), tal dose é alcançada em poucos minutos antes mesmo das 9h30 da manhã (hora local). Outro importante destaque dos altos níveis de R-UV nas cidades bolivianas pode ser observado com o tempo necessário para se atingir a dose de 450 Jm^{-2} , isto é, a DEM para o fototipo IV. Esta dose é alcançada aproximadamente meia hora após de ser atingida a dose de exposição recomendada pela OMS, com exceção dos dias que se teve nebulosidade. A DEA até as cinco da tarde foram de 6151 Jm^{-2} para La Paz, 7225 Jm^{-2} para El Alto, e 5668 Jm^{-2} para Coroico. Estas doses são entre 52 a 67 vezes a dose recomendada diária pela OMS.



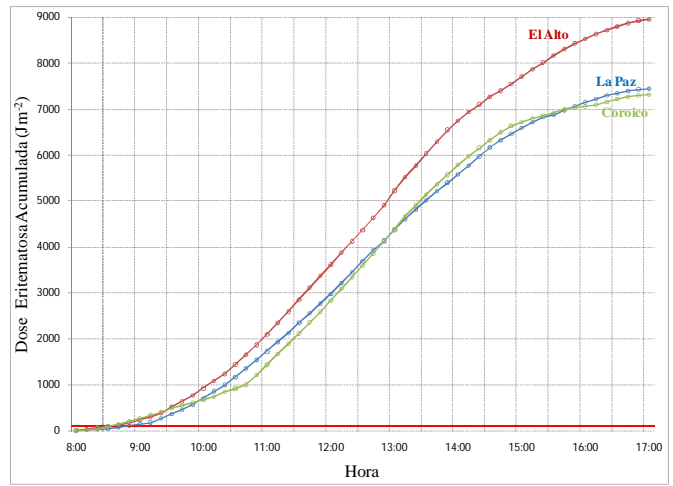
a) 09 de fevereiro 2010



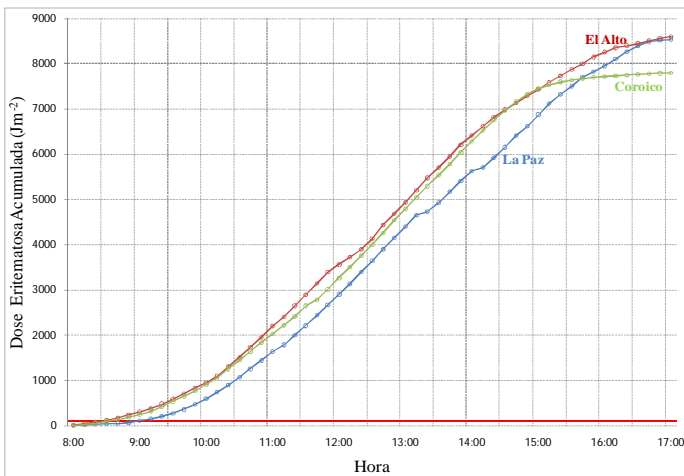
b) 10 de fevereiro 2010



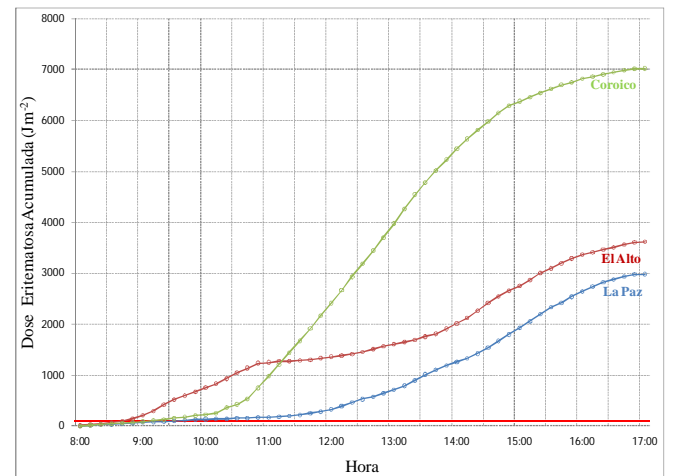
c) 11 de fevereiro 2010



d) 12 de fevereiro 2010



e) 13 de fevereiro 2010



f) 14 de fevereiro 2010

Figura 6-11: Doses Eritematosa Acumulada (DEA) na Bolívia

Realizadas entre 10 e 16h, entre os dias 9 e 14 de fevereiro de 2010. La Paz (azul), El Alto (vermelho) e Coroico (verde), Bolívia.

A Figura 6-12 apresenta análise semelhante para as cidades brasileiras, nos dias que apresentaram máximos de IUV. A dose recomendada para exposição é atingida por volta das 9h30 (hora local), nas três cidades. Após 10min a DEM para os fototipos I – II (200 Jm^{-2}) é atingida; e, entre 15 a 30 min aproximadamente, é atingida a DEM para o fototipo IV (450 Jm^{-2}). Estas doses referem-se a quantidade necessária de radiação para provocar o avermelhamento da pele (eritema) após a exposição. A DEA diária foi de 5164 Jm^{-2} para São Paulo, 3339 Jm^{-2} para Itajubá e 4409 Jm^{-2} para Ilhéus. Essas doses são entre 31 a 48 vezes a dose recomendada diária pela OMS.

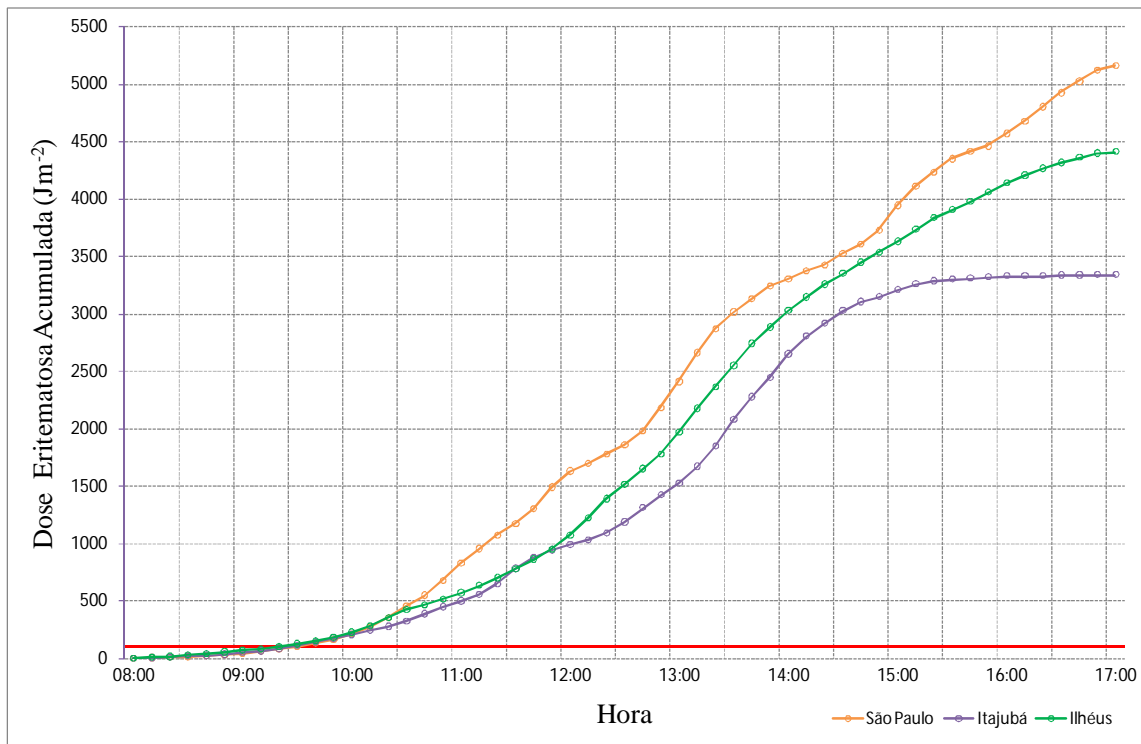


Figura 6-12: Doses Eritematosa Acumulada (DEA) nas cidades brasileiras

Medições nas três localidades brasileiras: São Paulo “29 de janeiro de 2007” (laranja), Itajubá “21 de janeiro de 2008” (rocha) e Ilhéus “7 de março de 2008” (verde)

A Figura 6-13 compara as DEA nos dias de maior radiação observados em La Paz e São Paulo. Uma pessoa que inicia sua exposição ao sol às 8h da manhã recebe a dose recomendada de 108 Jm^{-2} após 1h de exposição em La Paz, e 1h30 em São Paulo. No entanto, o que mais chama a atenção é a diferença entre as doses acumuladas durante todo o dia. Entretanto La Paz recebe 8549 Jm^{-2} , São Paulo recebe cerca de 60% dessa quantidade, com 5164 Jm^{-2} . Isto é, 79 vezes a dose recomendada diária para La Paz e 48 vezes para São Paulo.

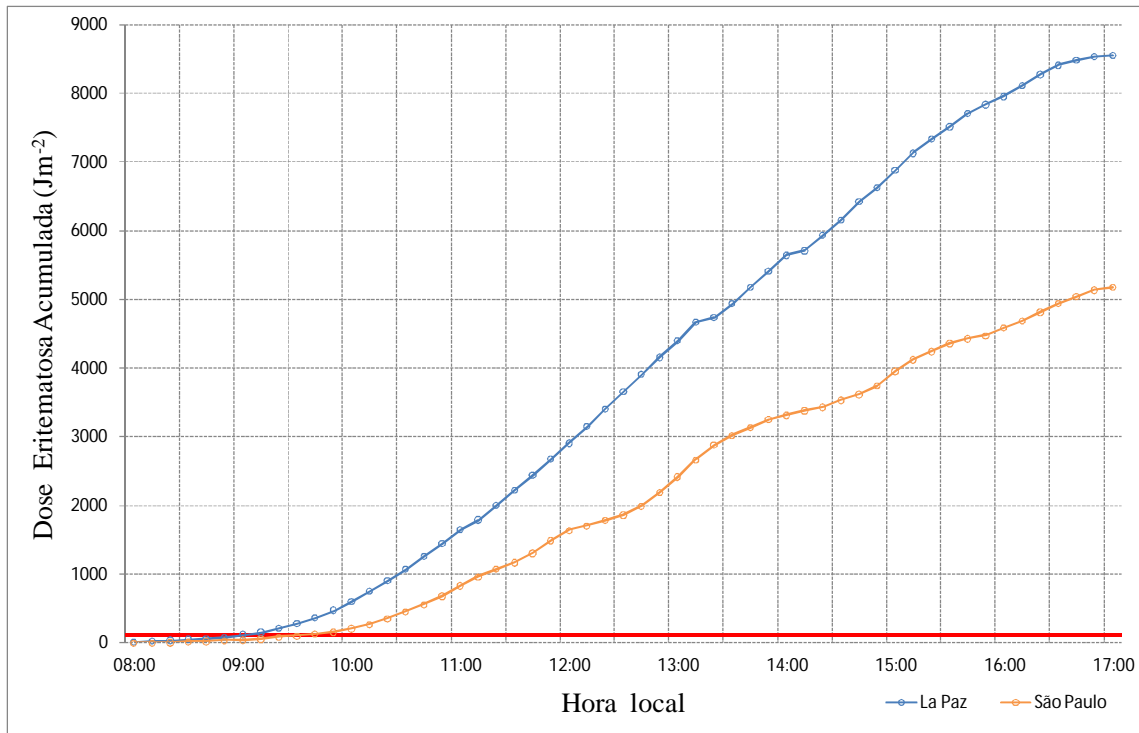


Figura 6-13: Doses Eritematosa Acumulada (DEA) La Paz - São Paulo

Medições comparativas de La Paz (Bolívia) e São Paulo (Brasil): La Paz “13 de fevereiro de 2010” (Azul). São Paulo “29 de janeiro de 2007” (laranja)

6.2. Dados relativos às enfermidades de pele

A Figura 6-14 apresenta os fototipos de pele avaliados a partir dos 162 questionários aplicados na cidade de La Paz. Foram observadas algumas particularidades entre os entrevistados: a) 28 % do total da amostra correspondem ao grupo etário acima de 51 anos, 23 %, corresponde ao grupo etário entre 30 a 40 anos. O grupo etário entre 41 a 50 anos representa 19%; b) 80 % do total dos entrevistados correspondem ao sexo feminino; c) 100% da amostra indicou ter ou já ter tido doenças de pele; d) não houve registros do fototipo I e os fototipos prevalentes foram os do tipo III (58%) e IV (35%), constituindo 93 % do total da amostra; e, c) 88% dos entrevistados são “Paceños”, isto é, habitantes da cidade de La Paz e, desta população, 38 % são trabalhadores do comércio informal realizado nas ruas da cidade.

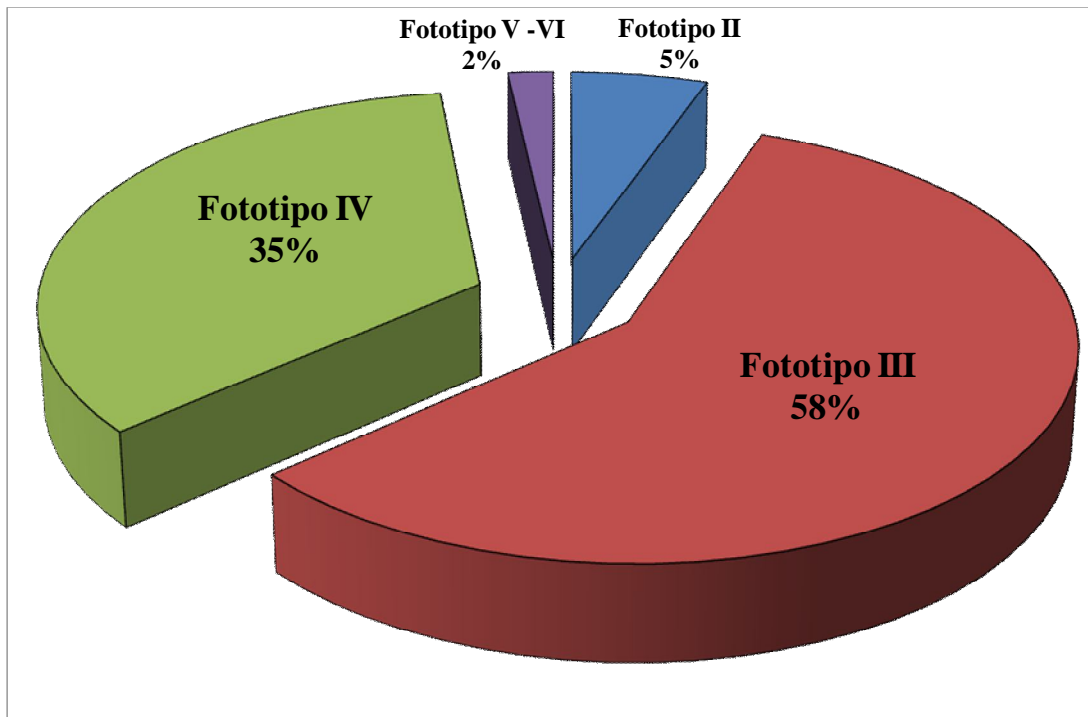


Figura 6-14: Frequência dos fototipos de pele na cidade La Paz – Bolívia

A Figura 6-15 apresenta a série cronológica (1998 – 2006) das porcentagens dos casos de doenças registradas no serviço de dermatologia no Hospital “Caixa Nacional de Saúde” La Paz – Bolívia. Neste período foram registrados 46243 casos de enfermidades de pele no serviço de dermatologia, dos quais 10126 casos de fotodermatoses (22%). Um destaque no caso de enfermidades de pele é o registro de 2961 casos de verrugas (6,4%), uma lesão considerada pré-cancerígena (EPA, 2010). Observa-se que ao longo dos anos as fotodermatoses representaram entre 19% a 26% do total dos casos, enquanto que as verrugas representaram entre 6 a 8% do total. De maneira geral, as fotodermatoses e as verrugas constituem aproximadamente um terço do total das doenças dermatológicas induzidas ou agravadas pela R-UV.

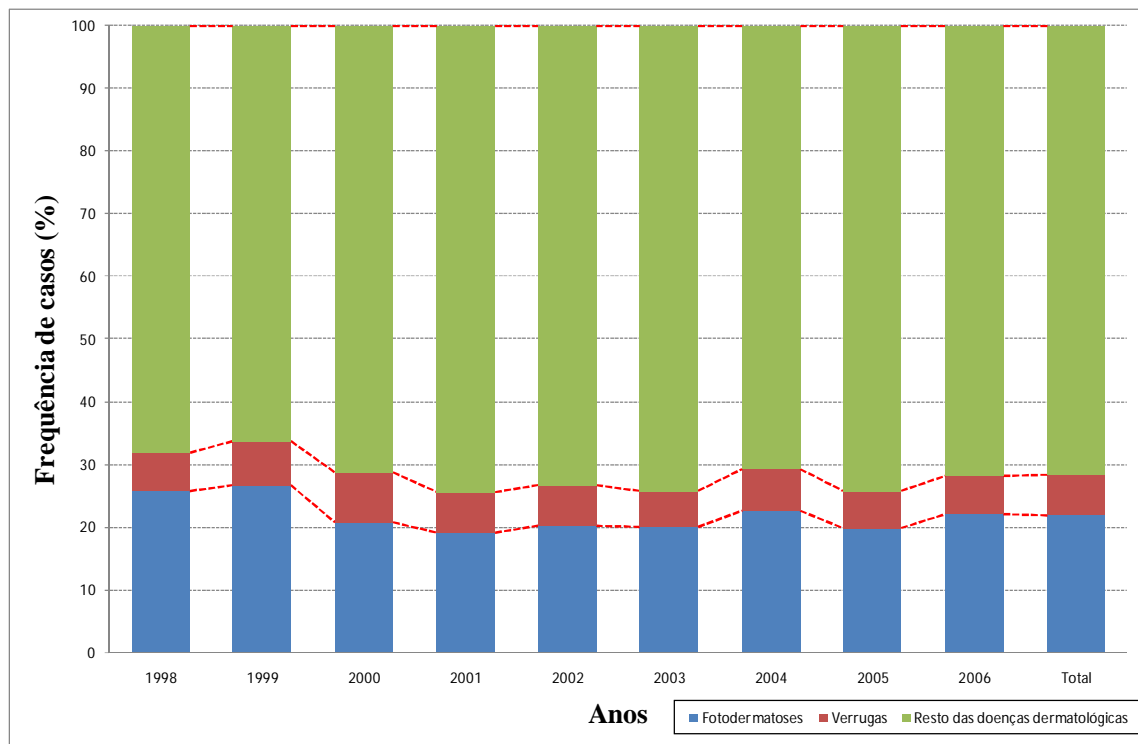


Figura 6-15: Frequência de casos (%) de fotodermatoses, verrugas e demais doenças dermatológicas Hospital “Caixa Nacional de Saúde” La Paz, Bolívia, entre os anos de 1998 e 2006. Fotodermatoses (azul), Verrugas (vermelho), e, resto das doenças dermatológicas (Verde).

A Figura 6-16 apresenta a prevalência de doenças induzidas ou agravadas pela R-UV. As verrugas (29%) e a EPLS (23%) são as duas enfermidade mais frequentes. No caso dos cânceres, CBC e CEC, representam somente 1,4% do total dos casos.

A prevalência elevada de EPLS era esperada, uma vez que se trata de um efeito agudo à exposição à R-UV, com rápida recuperação do paciente. Já a prevalência das verrugas chama a atenção, uma vez que, a pesar de ser uma infecção viral são consideradas sinais precursores de cânceres de pele, inclusive do melanoma (EPA, 2010). Sendo assim, esses números são um indicativo da exposição excessiva à R-UV, com possibilidades de sérias consequências à saúde da população.

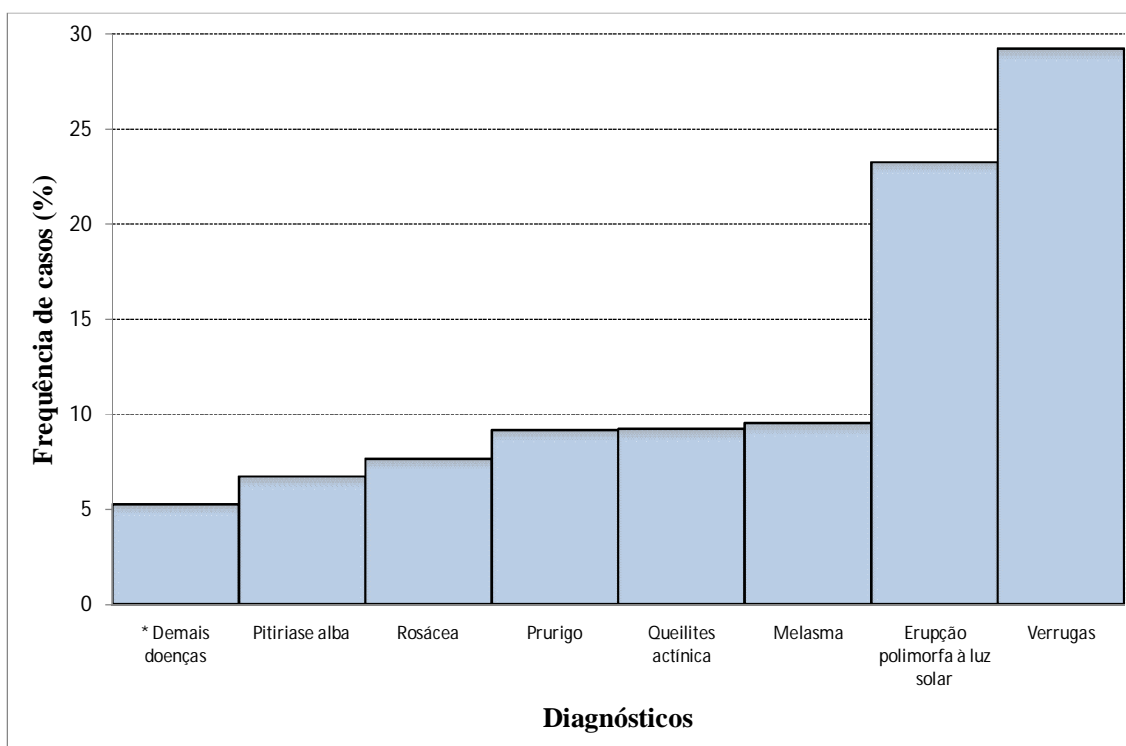


Figura 6-16: Frequência de diagnosticados relacionadas à exposição à R-UV

Hospital “Caixa Nacional de Saúde” La Paz, Bolívia, entre os anos de 1998 e 2006.

*Demais doenças: carcinoma espinocelular, carcinoma basocelular, dermatite crônica, herpes simples, e líquen simples.

Para que uma análise da evolução temporal da prevalência seja possível, a Figura 6-17 mostra um perfil da proporção entre o número de casos diagnosticados e o número de atendimentos realizados. Enquanto as verrugas mantêm, em média, cerca de $\frac{1}{4}$ dos casos entre todas as doenças, a EPLS demonstra queda significativa no número relativo de diagnóstico. As causas para essa diminuição são desconhecidas. Cada uma das demais doenças citadas compreende entre 5 a 10% dos diagnósticos, com destaque para o aumento de casos, também de origem desconhecida, de queilite actínica no período analisado.

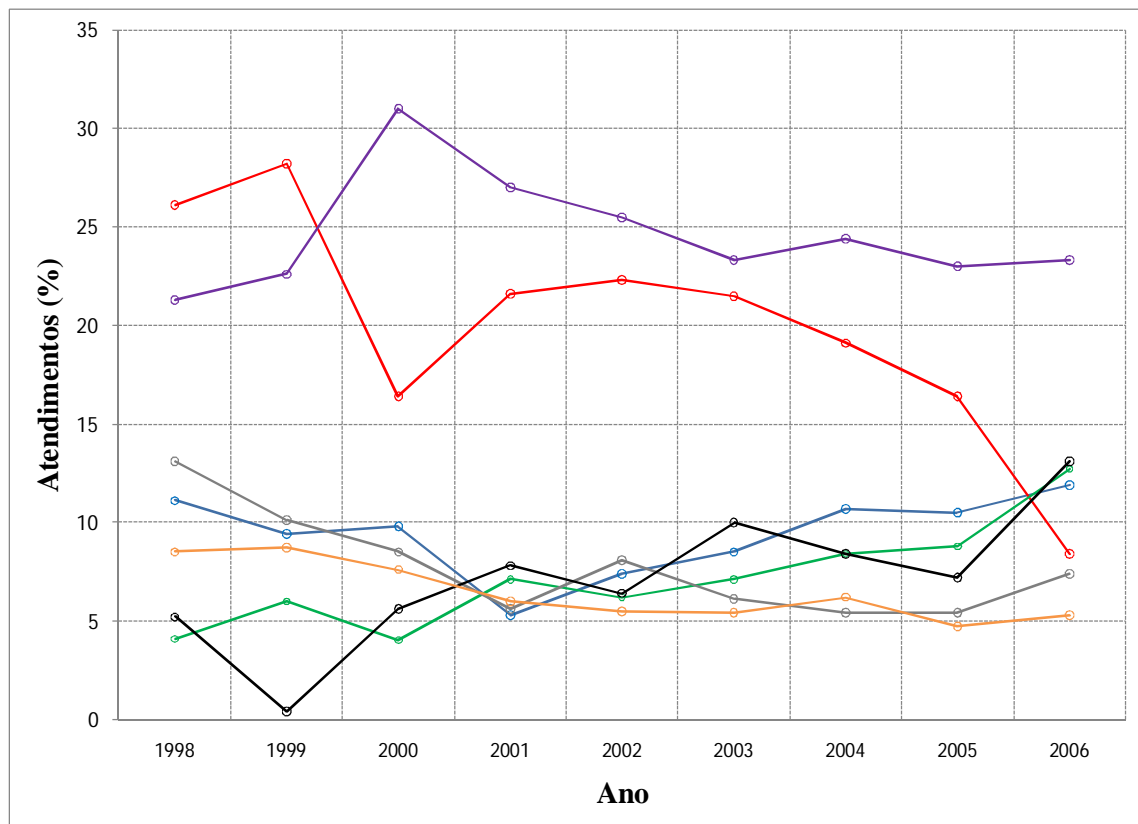


Figura 6-17: Percentual de doenças relacionadas à exposição à R-UV

Hospital “Caixa Nacional de Saúde”, La Paz, Bolívia, entre os anos de 1998 e 2006.

Erupção polimorfa à luz solar (linha vermelha), Melasma (linha verde), Prurigo (linha cinza), Queilites actínica (linha preta) Rosácea (linha azul claro), Verrugas (linha roxa), e Demais doenças (linha azul).

*Demais doenças: carcinoma espinocelular, carcinoma basocelular, dermatite crônica, herpes simples, líquen simples, e, pitiríase alba.

Na Figura 6-18 são apresentadas as frequências de casos segundo o sexo. Observa-se, que o sexo feminino apresenta 60% dos casos de enfermidades da pele, com média de 686 casos por ano, enquanto os homens apresentam cerca de 440 casos por ano. Algumas hipóteses talvez possam explicar esta situação. Nas cidades bolivianas existe grande atividade de comércio informal, nas quais a maioria dos comerciantes são mulheres que trabalham a maior parte do dia expostas ao sol. Além disso, outro motivo que possa explicar essa maior prevalência entre o sexo feminino se deve a um fator cultural onde as mulheres frequentam o serviços de saúde com maior regularidade que os homens (OMS, 2007).

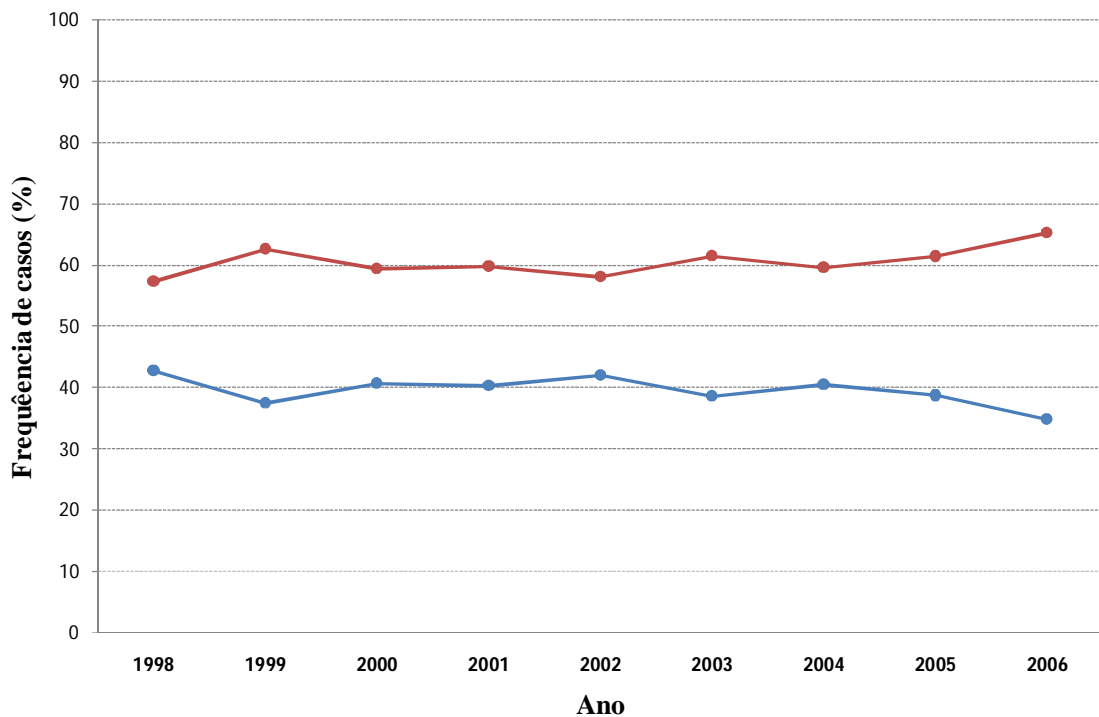


Figura 6-18: Distribuição das doenças dermatológicas induzidas ou agravadas pela R-UV, segundo o sexo entre os anos de 1998 e 2006

Hospital “Caixa Nacional de Saúde”, La Paz, Bolívia.

Em azul, casos entre homens; em vermelho, casos entre mulheres.

As Figuras 6-19(a-d) apresentam as frequências de casos, separadas por sexo, das seguintes doenças: EPLS, verrugas, queilite actínica e melasma, respectivamente. Estas quatro doenças foram selecionadas porque a EPLS é a segunda doença dermatológica com maior prevalência, as verrugas e a queilite actínica são consideradas como lesões pré-cancerígenas (EPA, 2010) e, por último, o melasma por estar relacionado com o estado imunológico do paciente.

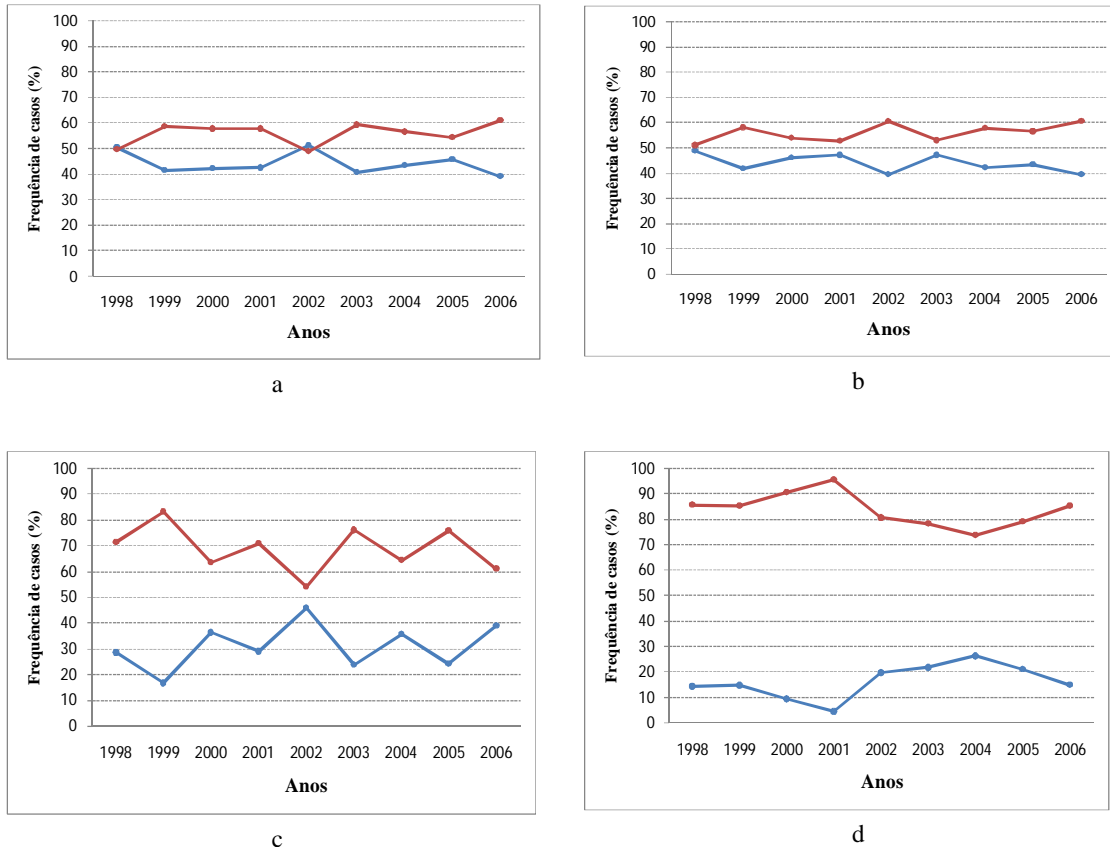


Figura 6-19: Distribuição de diagnósticos relacionados à exposição à R-UV

Hospital “Caixa Nacional de Saúde”, La Paz, Bolívia, entre os anos de 1998 e 2006: a) Erupção polimorfa à luz solar; b) Verrugas; c) Queilite actínica; e, d) Melasma. Em azul, casos entre homens; em vermelho, casos entre mulheres.

O sexo feminino é o mais atingido em todos os casos apresentados, com maior destaque para os melasmas. A EPLS e as verrugas aparecem em quantidades similares ao número de pacientes de ambos os sexos e, portanto, aparentemente essas doenças não possuem relação com o sexo do indivíduo. Por último, a queilite actínica tem número de casos bem variável no decorrer dos anos. A razão dessa variabilidade é desconhecida e talvez esteja relacionada à ocorrência de campanhas de prevenção ou mesmo a sub-notificação de registros.

As Tabelas 7 a 11 apresentam os valores da Razão de Chance de Prevalência (RCP) por estrato de idade, com os respectivos intervalos de confiança e valores p. As taxas de prevalência dos agravos estudados, por faixa etária, segundo sexo. O gênero masculino foi considerado como “exposição”, de acordo com cada faixa etária.

Cabe ressaltar que as três primeiras faixas etárias no geral não apresentam significância estatística, pelo fato que a amostragem é baixa, porque os limites delas são menores em relação às outras faixas etárias. Nas enfermidades de melasma e carcinoma, realizou-se um ajuste nas faixas etárias, já que algumas não contavam com a presença de casos, gerando células nulas.

A Tabela 7 apresenta a análise referente a ter ou não ter verrugas, de acordo com cada faixa etária, segundo sexo. É possível observar que há valores significantes para RCP em três faixas etárias: “<1”, “5 a 14”, e, “15 a 59”. Para a primeira faixa, ser do sexo masculino representa um fator de “proteção”, uma vez que o valor da RCP é de 0,39. Para as demais citadas, pertencer a este gênero passa a ser um fator de “risco”, pois os valores das RCP são superiores à unidade.

Tabela 7: Análise estratificada por gênero, com valores das Razões de Chance de Prevalência e de Mantel-Haenszel de Verrugas, controlando-se por faixas de idade

				I.C. (95%)			χ^2	Valor p
	Masc.	Fem.	Total	RCP	Lim. inf.	Lim. sup.		
< 1				0,39	0,15	0,97	4,22	0,04000*
Sim	9	15	24					
Não	56	36	92					
2 a 4				0,97	0,65	1,44	0,02	0,88165
Sim	64	67	131					
Não	190	193	383					
5 a 14				1,29	1,10	1,52	9,55	0,00200*
Sim	585	585	1170					
Não	505	653	1158					
15 a 59				1,36	1,20	1,55	22,07	0,00000*
Sim	513	822	1335					
Não	1248	2723	3971					
60 e mais				0,97	0,75	1,25	0,06	0,80876
Sim	125	176	301					
Não	660	901	1561					
Total	3955	6171	10126	1,24**	1,11	1,39	13,77***	0,0002*

*p < 0,05 **RCP_{M-H} *** χ^2_{M-H}

A Tabela 7 também apresenta a análise de Razão de chance de Prevalência de Mantel-Haenszel (RCP_{M-H}), com valor de 1,24. Lê-se a partir deste valor, que a chance entre os

homens de desenvolverem esta doença é de 1,24 vezes a das mulheres, ajustada pela idade, constituindo um fator de “risco”, já que o valor de RCP_{M-H} é superior à unidade. Na avaliação da significância, o valor de χ_{M-H}^2 e p, apresentam significância estatística.

A Tabela 8 mostra a análise referente a ter ou não EPLS, de acordo com as variáveis citadas. Observa-se que há significância estatística para as faixas etárias de “15 a 59” e “60 e mais” com valores de RCP considerados como fator de “risco”, porque são superiores à unidade. Portanto, considerando o nível de significância adotado, pode-se afirmar que os homens, nas duas faixas etárias citadas, apresentam 1,67 e 1,56 vezes a chance das mulheres em desenvolver EPLS, respectivamente.

Tabela 8: Análise estratificada por gênero, com valores das Razões de Chance de Prevalência e de Mantel-Haenszel de EPLS, controlando-se por faixas de idade

				I.C. (95%)			χ^2	Valor p
	Masc.	Fem.	Total	RCP	Lim. inf.	Lim. sup.		
< 1				0,99	0,44	2,22	0,00	0,98304
Sim	19	15	34					
Não	46	36	82					
2 a 4				0,94	0,61	1,44	0,09	0,76326
Sim	51	55	106					
Não	203	205	408					
5 a 14				1,83	1,66	1,04	2,53	0,11179
Sim	152	202	354					
Não	938	1036	1974					
15 a 59				1,67	1,47	1,89	62,79	0,00000*
Sim	574	797	1371					
Não	1187	2748	3935					
60 e mais				1,56	1,26	1,92	17,56	0,00003*
Sim	245	243	488					
Não	540	834	1374					
Total	3955	6171	10126	1,40**	1,26	1,56	38,27***	0,00000*

*p < 0,05 ** RCP_{M-H} *** χ_{M-H}^2

Na Tabela 8, observando a análise da RCP_{M-H} , é possível verificar o valor de 1,40. Desse modo, é permitido afirmar que a chance entre os homens de desenvolverem esta doença é de 1,40 vezes a das mulheres, ajustada pela idade, constituindo um fator de “risco”, considerando que o valor é superior à unidade. Os valores χ_{M-H}^2 e p apresentam significância estatística.

A Tabela 9 apresenta a análise referente a ter ou não queilite actínica. Observa-se nas faixas “2 a 4”, “5 a 14”, e, “60 e mais” apresentam valores de RCP, significantes, menores à unidade, portanto, homens entre essas faixas representa um fator de “proteção”, para não desenvolver queilite actínica, contrario às anteriores enfermidades citadas, que nessas faixas etárias, constituiu um fator de “risco”.

Tabela 9: Análise estratificada por gênero, com valores das Razões de Chance de Prevalência e de Mantel-Haenszel de Queilite actínica, controlando-se por faixas de idade

	Masc.	Fem.	Total	RCP	I.C. (95%)		χ^2	Valor p
					Lim. inf.	Lim. sup.		
< 1				1,53	0,52	4,46	0,61	0,43555
Sim	11	6	17					
Não	54	45	99					
2 a 4				0,37	0,22	0,63	14,61	0,00013*
Sim	23	55	78					
Não	231	205	436					
5 a 14				0,54	0,37	0,77	11,67	0,00064*
Sim	46	94	140					
Não	1044	1144	2188					
15 a 59				0,91	0,74	1,13	0,68	0,41001
Sim	135	295	430					
Não	1626	3250	4876					
60 e mais				0,66	0,50	0,86	9,13	0,00252*
Sim	90	177	267					
Não	695	900	1595					
Total	3955	6171	10126	0,72**	0,93	0,55	6,08***	0,01365

*p < 0,05 **RCP_{M-H} *** χ^2_{M-H}

Na análise da RCP_{M-H}, na Tabela 9, observa-se um valor de 0,72. Desse modo, é permitido afirmar que a chance entre os homens de desenvolverem esta doença é de 0,72 vezes a das mulheres, ajustada pela idade. Assim, constitui um fator de “proteção”, já que o valor de RCP_{M-H} é inferior à unidade. Na avaliação da significância, os valores de χ^2_{M-H} e p, apresentaram significância estatística.

A Tabela 10 apresenta a análise referente a ter ou não Melasma. Nas faixas “5 a 14” e “15 a 59” observa-se valores de RCP significantes, menores à unidade, interpretando-se como fator “proteção”, uma vez que os valores são 0,48 e 0,30 respectivamente. Para as demais citadas, pertencer ao gênero masculino seria um fator de risco, pois os valores das RCP são superiores à unidade. Cabe ressaltar que nesta doença o gênero masculino é menos atingido em relação ao feminino, mostrando-se este fenômeno na análise da porcentagem, como nesta análise de significância estatística, já que foi realizado um ajuste nas faixas etárias.

Tabela 10: Análise estratificada por gênero, com valores das Razões de Chance de Prevalência e de Mantel-Haenszel de Melasma, controlando-se por faixas de idade

		I.C. (95%)						
	Masc.	Fem.	Total	RCP	Lim. inf.	Lim. sup.	χ^2	Valor p
0 a 4				0,53	0,18	1,61	1,28	0,25879
Sim	5	9	14					
Não	314	302	616					
5 a 14				0,48	0,29	0,79	8,65	0,00327*
Sim	23	53	76					
Não	1067	1185	2252					
15 a 59				0,30	0,25	0,37	143,94	0,00000*
Sim	118	681	799					
Não	1643	2864	4507					
60 e mais				0,65	0,39	1,06	2,99	0,083739
Sim	24	50	74					
Não	761	1027	1788					
Total	3955	6171	10126	0,35**	0,42	0,29	115,38***	0,00000*

*p < 0,05 **RCP_{M-H} *** χ^2_{M-H}

O valor da RCP_{M-H} na Tabela 10 foi de 0,35. Assim, pode-se asseverar que a chance entre os homens de desenvolverem esta doença é de 0,35 vezes a das mulheres, ajustada pela idade, constituindo um fator de “proteção”, já que o valor de RCP_{M-H} é inferior à unidade. Na avaliação da significância, os valores de χ^2_{M-H} e p, apresentaram uma significância estatística.

A Tabela 11 apresenta a análise referente a ter ou não carcinoma. Nesta análise, os valores de algumas faixas etárias não contavam com a presença de casos, gerando células nulas. Portanto, na análise desta doença pertencer ao gênero masculino, nas faixas de idade superior a 15 anos, representa um fator de “risco”, os valores de RCP são superiores à unidade. Na avaliação de significância, os valores de χ^2 e de p, não são representativos de acordo com os critérios estabelecidos.

Tabela 11: Análise estratificada por gênero, com valores das Razões de Chance de Prevalência e de Mantel-Haenszel de Carcinoma, controlando-se por faixas de idade

				I.C. (95%)			χ^2	Valor p
	Masc.	Fem.	Total	RCP	Lim. inf.	Lim. sup.		
0 a 14				0,73	0,12	4,39	0,12	0,73231
Sim	2	3	5					
Não	1407	1546	2953					
15 a 59				1,88	0,88	4,00	2,74	0,09794
Sim	13	14	27					
Não	1748	3531	5279					
60 e mais				0,83	0,49	1,43	0,44	0,50769
Sim	22	36	58					
Não	763	1041	1804					
Total	3955	6171	10126	1,06*	0,95	1,18	1,07**	0,29992

* RCP_{M-H} ** χ^2_{M-H}

Conforme os valores apontados na Tabela 11, o valor da RCP_{M-H} foi de 1,06. Assim, pode-se argumentar que a chance entre os homens de desenvolverem esta doença é de 1,06 vezes a das mulheres, ajustada pela idade, constituindo um fator de “risco”, já que o valor de RCP_{M-H} é superior à unidade, sem significância estatística.

Conforme citado na metodologia, infelizmente não foi possível a coleta de dados da mesma natureza para o Brasil. Sendo assim, o presente trabalho apresenta, em caráter ilustrativo, os resultados do indicador de saúde disponíveis correspondentes às cidades brasileiras estudadas.

No período entre 1998 e 2007 foram registrados 4623 casos de óbitos por doenças de pele, sendo aproximadamente 55% em homens, com média de 84,8 óbitos por ano, e, 45% em mulheres, com média de 69,3 óbitos por ano.

A Figura 6-20 mostra o Coeficiente de Mortalidade por Neoplasia Maligna da Pele (CMNMP). No estado e no município de São Paulo, observam-se pequenas variações ao longo dos anos. Destaca-se que, entre 1998 e 2007, houve de 1,0 a 1,2 óbitos para cada grupo de 100.000 habitantes no município, enquanto que no Estado esse número ficou entre 1,2 a 1,4 óbitos/100.000 habitantes.

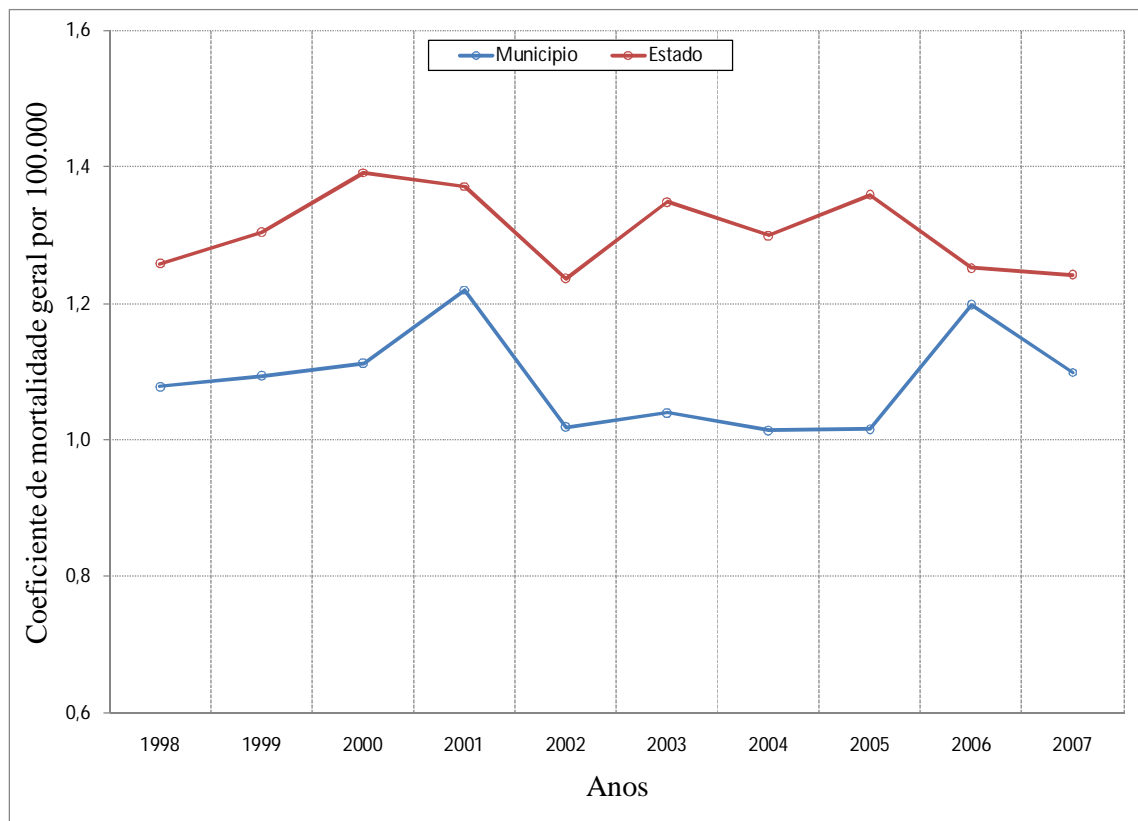


Figura 6-20: Coeficiente de Mortalidade Geral Neoplasia Maligna da Pele (CMNMP)
Em azul, CMNMP no município de São Paulo; em vermelho, no estado de São Paulo

A Tabela 12 apresenta a população, óbitos observados, óbitos esperados e a CMNMP, para o município e estado de São Paulo, correspondentes aos anos 1998 a 2007. À primeira vista, tais valores sugerem que, ao longo desse período, a “força” de morrer em função do agravo é menor do município, comparando-se ao estado.

Tabela 12: Coeficientes de mortalidade por Neoplasia Maligna de Pele (CMNMP – por 100.00 habitantes).

Para o município de São Paulo e Estado de São Paulo, de 1998 a 2007 e óbitos esperados pelo agravo no município no período

Ano	Município São Paulo			Estado São Paulo			
	População	Óbitos Observados	Óbitos Esperados	CMNMP	População	Óbitos Observados	CMNMP
1998	9928219	107	124,9	1,1	15427554	212	1,4
1999	9968485	109	130,0	1,1	15879734	228	1,4
2000	10434252	116	145,1	1,1	16163899	254	1,6
2001	10499133	128	144,0	1,2	16631839	244	1,5
2002	10600059	108	131,1	1,0	16977616	233	1,4
2003	10677017	111	144,0	1,0	17355305	267	1,5
2004	10753768	109	139,7	1,0	17731826	261	1,5
2005	10927985	111	148,5	1,0	18586850	290	1,6
2006	11016708	132	137,9	1,2	19022345	244	1,3
2007	11104715	122	137,9	1,1	18454138	245	1,3

No intuito de aprofundar a análise iniciada na Tabela 12, a Tabela 13 mostra a Razão de Mortalidade Padronizada (RMP) por neoplasia maligna de pele, com seus respectivos intervalos de confiança, para o mesmo período. Como anteriormente citado, a RMP expressa a força da mortalidade comparando-se o município com o estado. Observa-se que no período estudado, no qual os intervalos de confiança calculados não passam por 100%, ou pela unidade, com exceção de 2006, há indicação de uma “força” menor e significativa de morrer pelo agravo estudado, comparando-se com do estado. Em 2002, por exemplo, a força de morrer pelo agravo na cidade de São Paulo correspondia a 70% a do estado.

Tabela 13: Razão de Mortalidade Padronizada no município de São Paulo

Ano	RMP (%)	I.C. (95%)	
		Lim. inf.	Lim. sup.
1998	80	64	94
1999	80	63	91
2000	70	58	84
2001	80	69	98
2002	70	61	89
2003	70	56	81
2004	70	57	82
2005	70	54	78
2006	90	78	110
2007	80	69	98

7. CONCLUSÕES

*A tolerância dos ideais alheios é virtude
suprema dos que pensam.*

José Ingenieros

A altitude é uma característica relevante, independentemente dos outros fatores ambientais, na observação de IUV extremos. Uma mostra dessa relevância são as medidas de IUV, em torno de 20, nas localidades bolivianas. Tais valores são muito superiores àqueles observados em climatologias registradas no Brasil. Cabe ressaltar que as medições nas cidades bolivianas, foram realizada em época correspondente ao verão. Os efeitos da R-UV de intensidades maiores do que aquelas observadas em países tropicais, como o Brasil, têm impacto significativo no estudo dos efeitos sobre a saúde humana. Não existem dúvidas de que ações imediatas das autoridades locais sejam necessárias em localidades como as cidades bolivianas de El Alto, La Paz e, até mesmo, Coroico.

Uma das características principais das localidades brasileiras é o clima tropical. No Brasil observaram-se valores de IUV “extremos”, em torno de 16, durante episódios isolados ocorridos no verão, estação na qual o sol se encontra mais próximo do zênite, aumentando a intensidade da R-UV.

No correspondente à análise das DEA, os elevados valores de IUV refletem-se em doses até 80 vezes superiores à recomendação pela OMS, principalmente em cidades bolivianas. No Brasil doses 50 vezes superiores à recomendação também são constantemente observadas. Esses valores são decorrentes de extremos registrados desde às 10h da manhã mantendo-se até quase às 16h na Bolívia, e das 11h às 15h no Brasil. Esta análise permite afirmar que o horário conhecido como de “maior perigo de exposição solar” correspondente entre as 10 a 16 h. é muito subjetivo, já que demonstrou-se que as pessoas expostas ao sol a partir das 8h, recebem a dose mínima de síntese de vitamina D, após de uma hora de exposição. Tal horário encontrou-se fora do conhecido popularmente como “horário de maior perigo de exposição solar”.

Apesar da pele não ser a única especialidade médica afetada pela R-UV, neste trabalho foram avaliadas apenas prevalências de doenças na área de dermatologia, coletadas somente para a Bolívia. Em relação às fotodermatoses de reação aguda, os resultados mostraram que a EPLS foi a doença mais prevalente. No caso das crônicas, como os cânceres de pele, não se observou um aumento significativo ao longo dos anos e nem o número de casos relatados foi relevante. Algumas explicações poderiam ser dadas relacionando esses números baixos a os fototipos tipo II e IV, conhecidos como “melano-protetidos” que são mais prevalentes na população boliviana. Outra explicação para o número baixo de cânceres, possa-se se dever ao

sub-diagnóstico, à baixa expectativa de vida e à falta de condições médicas adequadas. Estas possíveis explicações podem ser corroboradas por indicadores como o alto número de casos de verrugas e queilite actínica, consideradas como sinais pré-cancerígenas.

É importante ressaltar que as mulheres entre 15 e 59 anos foram as mais afetadas pelas doenças relacionadas à R-UV especificamente nas cidades bolivianas, para os dois gêneros. Um dos fatores que pode explicar essa tendência de casos majoritariamente femininos pode estar relacionado à prática do comércio informal nas ruas ser feito na sua maior parte por mulheres. No entanto, estudos sociais mais específicos devem ser realizados sobre o assunto.

No Brasil, a limitada análise dos indicadores de saúde se concentrou somente nos óbitos relacionados à neoplasia maligna de pele, por meio de comparações entre o município e o estado de São Paulo.

A principal perspectiva para este trabalho é poder contribuir na elaboração de medidas de prevenção e educação sobre efeitos nocivos da R-UV, coadjuvando na geração de políticas de controle e prevenção na saúde pública nos países envolvidos, por meio de medições de IUV em maior escala de tempo nas localidades bolivianas e de uma análise mais aprofundada para os dados de saúde no Brasil.

Mais especificamente na Bolívia pretende-se trabalhar com a oftalmologia e imunologia, outras especialidades médicas relacionadas à problemática da R-UV, numa tentativa de gerar um novo Indicador de Vulnerabilidade para na área médica. Tal indicador poderia contribuir para o desenvolvimento de um padrão para diagnóstico precoce e preventivo nas três especialidades e que possa ser guia para sua aplicação não só nas cidades bolivianas, mas também nas brasileiras.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTAXO, P. et al. **Efeitos Climáticos De Partículas De Aerossóis Biogênicos E Emitidos Em Queimadas Na Amazônia.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.3a, 168-22, 2006.
- BARRÓN-TAPIA, T et al. **Carcinoma epidermoide de piel.** *Revista Médica Hospital General Mexico* 2004; 67 (2): 71-77.
- BERGER, D.A. **Reconstruction of UV radiation: UV exposure of the Arcto-Norwegian cod egg population, 1957 - 2005,** 2007. 85 f. Dissertação (Master Thesis Meteorology) – Universistas Begensis, Virginia USA, 1992.
- BRASIL. MINISTERIO DA SAÚDE, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, **Doenças relacionadas ao trabalho: Manual de procedimentos para os serviços de saúde.** Brasília, 2001. 117 p.
- BRINKWORD, B. J. **Energia solar para El hombre.** Madrid: Blume, 1981, 244p
- CAVALCANTE, M. A. **Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 18, n. 3, dez. 2001.
- CORRALES, P. **Fotosensibilidad en otras Enfermedades;** *Revista Médica de Honduras*, v. 41, n.17, 176 – 187, 1973.
- CORRÊA, M.P. **Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações.** 2003. 243 f. Dissertação (Doutor em Ciências) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo; São Paulo, 2003.
- CORRÊA, M.P. **Algoritmos Para Cálculos De Transferência Radiativa Na Região Ultravioleta Do Espectro Eletromagnético.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza CE, Anais de Foratelza CE, 2004. p. 1 – 15.
- CORRÊA, M.P.; CEBALLOS J.C. **A Divulgação do Índice ultravioleta como prevenção ao excesso de exposição ao sol: uma contribuição da meteorologia para o desenvolvimento de políticas públicas para a saúde no país.** In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza CE, Anais de Fortaleza CE, 2004. p. 1 – 14.
- CORRÊA, M.P, PLANA-FATTORI, A. **Uma Análise Das Variações Do Índice Ultravioleta Em Relação Às Observações De Conteúdo De Ozônio E Da Espessura Óptica Dos Aerossóis Sobre A Cidade De São Paulo;** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.1, 24-32, 2006.
- CORRÊA, M.P.; CEBALLOS, J.C; MOREGULA, A; OKUNO, E; FAUSTO, A.; MOL. A.; SANTOS, J.C. **Recent studies on UV radiation in Brazil.** In *European Geosciences Union General Assembly 2009*, 2009. *Geophysical Research Abstracts*, 2009. v.11.

- CORRÊA, M.P.; GODIN-BEEKMANN, S.; HAEFFELIN, M.; BROGNIEZ, C.; VERSCHAEVE, F.; SAIAG, P.; PAZMINO, A.; MAHE, E. **Comparison between UV index measurements performed by research-grade and consumer-products instruments**. Photochemical & Photobiological Sciences, v. 9, p. 459-463, 2010.
- CRIADO, P., **Erupção polimorfa à luz: seu amplo espectro clínico e suas relações com o lúpus eritematoso**. São Paulo, Edição 4, Vol 8 Out/Nov/Dez. 2003.
- DIFFEY, B.L. **Analysis of the risk of skin cancer from sunlight and solarium in subjects living in Northern Europe**. Photodermatology, 4, 118-26, 1987.
- DEWES, V. M. **Estudo Experimental dos efeitos dos Campos Eletromagnéticos de baixa frequência nos biosubstratos**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais) – Programa de Pós - Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo do Sul Catarinense – UNESC; Santa Catarina, 2006.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Health Effects of Ultraviolet Radiation. Publication Number EPA 100-F-10-011**, Julho, 2010.
- FACULDADE DE MEDICINA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FMUSP, DISCIPLINA DE TELEMEDICINA. **Câncer da pele**. 17 de maio de 2006.
- FOYO-MORENO, I., I. ALADOS, F.J. OLMO, J. VIDA E L. **Alados-Arboledas. On the use of a cloud modification factor for solar UV (290 – 385nm) spectral range**. Theor. Appl. Climatol., 68, 41-50, 2001.
- GARCÍA, S., MILLARES. R. **Asociación de Radiación UV, fototipo de piel e histopatología del Câncer no melanoma**. In: 7º Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica y 1º Congreso de Preparaciones Virtuales por Internet. 2005. P. 1 – 8.
- ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. **Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation)**. Health Physics, 87:171–186, 2004.
- JUCHEM P.P. et al. **Riscos à Saúde da Radiação Ultravioleta**. *Revista da Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica*. Vol. 13 n.2 1998.
- KIRCHHOFF, V. **A camada de ozônio**, Transtec Editorial, São José dos Campos, 1995.
- KIRCHHOFF, V. **A Variação Sazonal da Radiação Ultravioleta Solar Biologicamente Ativa**; *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol. 18(1), 2000.
- LEESON, T. **Texto/Atlas de histología**. 1. ed. Mexico: Nueva Editorial Interamericana, 1988. 363-376 p.
- LISBOA FILHO, J. **Projeto de Banco de Dados para Sistemas de Informação Geográfica**; Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Informática, 2000.
- MCKINLAY, A.F.; DIFFEY, B.L. **A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin**. CIE-Journal, 6(1): 17–22, 1987.

- MARTINEZ, V.M.; **Tratamiento tópico de verrugas filiformes múltiples en cara con 5-fluorouracilo más ácido retinoico.** Revista de Medicina Cutánea Ibero-Latino-Americana, Vol. 36(8): 137-141, 2008.
- MAYER, Margareth. **Escola Rural: A Visão Da Comunidade Escolar Sobre Relações Ecológicas.** In VII Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação e Ciência, Florianópolis SC, 2009. P 1 – 10.
- MEDRONHO, R. **Epidemiologia.** 2. ed. Brasil – São Paulo: Editora Atheneu, 2009. 36-42 p.
- MORAES, S., PACHECO, J.M. **Efeito dose-resposta de fatores de risco para a doença isquêmica do coração.** Revista de Saúde Pública, Vol. 30: 471-8, 1996.
- MOTA, E. et al. **El sol y los filtros solares;** MEDIFAM 2003., Vol. 13 – Núm. 3 – Marzo 2003.
- MULERO, M.A. **Efecto de la Radiación Ultravioleta (R-UV) Sobre Los Procesos De Estrés Oxidativo E Inmunodepresión Cutánea. Efecto Protector de los Filtros Solares.** 2004. 183 f. Dissertação (Doutorado) – Facultad De Medicina Universidad “ROVIRA I VIRGILI”; Catalunha – Espanha, 2004.
- NALEWAY, A.L. **Erupción luminosa polimorfa.** Revista. International Journal of Dermatology; Vol. 5: 433-44, 2002.
- OKUNO, E., T. NAKAJIMA, E.M. YOSHIMURA, F. HODO, A.M.F. FAUSTO, W.S. PAES, N.K. UMISED E S. OTSUBO. **Radiação ultravioleta solar em São Paulo, Chiba, Calafate e Ilha de Páscoa.** Rev. Bras. Eng., 12(3), 143-153, 1996.
- OKUNO, E. et al., **Radiação ultravioleta solar em São Paulo, Chiba, Calafate e Ilha de Páscoa.** Rev. Bras. Eng., 12(3), 36 – 39, 143-153, 2005.
- OLIVEIRA, G. **Efeitos da Radiação ultravioleta nas atividades aéreas e terrestres;** Rio de Janeiro 55 (1/2), Dez. 2005.
- PEARCE, Neil, KRIEBEL, David, CHECHOWAY, Harvey. **Research methods In Occupational Epidemiology.** 2. ed. USA: Editora Oxford USA Trade, 2004. 384 p.
- PINTO, T.S.N. **Aplicação de campos magnéticos livres de Força na Explosão solar de 13 de dezembro de 2006.** 87 f. Dissertação (Mestre em Astrofísica) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE São Jose dos Campos, 2010.
- PONTES, HAR, et al. **Imunoexpressão da proteína de reparo hMSH2 em queilite actínica e mucosa labial normal.** Rev. Brasileira de Cancerologia., 51(1): 23-30, 2005.
- PUGA GUIL P.M., **Parámetros de Riesgo de la Queilitis Actínica Crónica.** 2009. Dissertação (Doutor em Estomatología) – Departamento de Estomatología, Universidade de Granada; Espanha, 2009.

- RIVAS, A. et al. **Efecto de la altura en la radiación solar ultravioleta en Arica norte de Chile**. Revista Facultad de Ingeniería, U.T.A. (CHILE), VOL. 10, pp. 59-62. 2002.
- ROCHA, T. **O Atendimento Dermatológico Integrativo – uma contextualização do atendimento médico sob a ótica integrativa**; An bras Dermatol, Rio de Janeiro, 78(5):619-624, set./out. 2003.
- ROLLANO, F. Tumores de la piel. In: Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Medicina. **Apuntes de Dermatología**. La Paz – Bolivia, 2003. p. 99-116.
- ROLLANO, F. La piel. In: Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Medicina. **Biopatología de la gran altura en los andes bolivianos**. La Paz – Bolivia, 2008. p. 59-72.
- SAEB-LIMA. M., **Principales Fotodermatosis em Latinoamérica Revision y Actualizacion**. Dermatologia Venezolana, Vol. 37, N° 1, 1999.
- SACHDEVA S. **Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology**. Indian J Dermatol Venereol Leprol, Vol 75, Issue 1, January-February 2009, pg: 93-96.
- SIMIS T., **Doenças da Pele Relacionadas á Radiação Solar**. Ver. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba, Vol. 8, No. 1, p. 4, 2006.
- SILVA A.A., **A Espessura Óptica de Aerossóis na banda do UV-B**. 2002.143 f. Dissertação (Doutor em geofísica espacial) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE; São José dos Campos, 2002.
- SILVA, A.A “a”. **Medidas de Radiação Solar Ultravioleta em Belo Horizonte e Saúde Pública**; Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 26(4), 2008.
- SILVA, F.R “b”. **Estudo da Radiação Ultravioleta na Cidade de Natal/RN**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal, 2008.
- SLINEY, D.H. **Radiometric Quantities and Units Used in Photobiology and Photochemistry: Recommendations of the Commission Internationale de l’Eclairage (International Commission on Illumination)**; American Society for Photobiology, 83: 425–432, 2007.
- SURÓS, J. **Semiología médica y técnica exploratoria**. 7. ed. Barcelona: MASSON, S.A., 1999. 41 p.
- TUNG, K.K. and RODRIGUES, J.M., **Are Antarctic Ozone Variation a Manifestation of Dynamics or Chemistry?**, Nature. 322: 811-814. 1986
- VANICEK, K. T. et al. **UV Index for Public. COST-713 Action**. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities, 2000.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Global Solar UV Index**. Practical Guide. 2003.

- WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Estrategia de Cooperación Centrada en el País Bolivia** 2004-2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION– WHO. **Climate change and human health: risk and responses: revised summary 2008**; Washington, D.C; 2008.
- ZARATTI, F., **La Radiación Ultravioleta en Bolivia**; Primera edición (OPS/OMS), (IIF - UMSA), marzo 2003, pg: 57 – 75; 123.
- <http://www.senamhi.gob.bo/>

9. ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO DE CONSULTA EXTERNA NO HOSPITAL DA BOLÍVIA

CAJA NACIONAL DE SALUD Form. EM- 202

INFORME DIARIO DE CONSULTA EXTERNA

DERMATOLOGÍA

ADMINISTRACION: Salazar SERVICIO DE: 9 DIA 10 MES 2000 AÑO

NUMERO DE SERIE: 15
 FIRMA MEDICO: [Firma]
 ENFERMERA: [Firma]

MEDICO DR. Marcelo Salazar CLAVE: S-577 TITULAR SUPLENTE

HORAS CONSULTA MEDICA: 14 a 17

Nº de Orden	NUMERO DE ASEGURADO MATRICULA	ZONA BARRIO O ASOCIACION	EDAD Y SEXO		CONSULTAS		TIPO DE ASEG.			Nº PRESCRIPCIONES MENORES DE 3 AÑOS	TRANSFERNENCIAS	PAP.	PLANE. FAMILIAR	LABORATORIO	RX	LACTANCIA MATERNA	CONTROL PRE NATAL	SIDA ETS	CRESC. Y DESARROLLO	IRA	EDA	PAI	TBC	DIAGNOSTICO	CODIGO	
			H	M	P	S	A	B	A																	B
1	975215 EBN	12	16	53	x	x				3																
2	375204 DDB	12	DM	63		x				1																
3	531120 BAF	53	DM	14		x				3																
4	230718 CRS	12	UF	76		x				2																
5	510903 EGO	12	DM	46		x				3																
6	290910 EB	12	6	76		x				1																
7	340316 LAD	50	DM	14		x				2																
8	440211 HAD	51	DM	14		x				2																
9	551216 STV	12	41	44		x				4																
10	785506 COS	12	12	21		x				5																
11	691023 RCM	03	DM	8		x				2																
12	120614 ITB	50	16	62		x				3																
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
24																										
			5	7	3	9	5	3	2	2	24															

H = HOMBRE M = MUJER P = Primeras Consultas S = Consultas Subsiguientes A = Asegurado B = Beneficiario

ANEXO 2: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE FOTOTIPO DE PELE NAS CIDADES BOLIVIANAS

ENCUESTA

“ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA RADIACIÓN SOLAR ULTRAVIOLETA (R-UV) EM POBLACIONES QUE HABITAN EN DIFERENTES ALTITUDES³”

La presente encuesta, es parte de una investigación que se viene desarrollando para el estudio de los efectos de la Radiación Solar Ultravioleta en Bolivia. Todas las preguntas que serán respondidas por usted será utilizadas de manera confidencial sin revelar su identidad. Muchas gracias por la colaboración prestada.

Datos personales:

Sexo: masculino

femenino

Edad aparente: _____ Edad real: _____

Dirección: _____

Lugar de Nacimiento: _____

Ocupación: _____

Grado de instrucción: _____

Estado civil:

Soltero (a):	<input type="radio"/>
Casad(a):	<input type="radio"/>
Viudo (a):	<input type="radio"/>
Divorciado (a):	<input type="radio"/>
Conviviente (a):	<input type="radio"/>
Otro: _____	

Nivel de educación:

Analfabeto:	<input type="radio"/>
Primaria:	<input type="radio"/>
Secundaria:	<input type="radio"/>
Superior:	<input type="radio"/>

A CONTINUACIÓN MARQUE SU RESPUESTA CON UNA (X) EN CADA CASILLA RESPONDIENDO A CADA UNA DE LAS PREGUNTAS RESALTADAS EN LA PRIMERA COLUMNA DE CADA CUADRO.

Predisposición genética:

	0	1	2	3	4
¿De qué color son sus ojos?	Azul claro, gris o verde	Azul, gris o verde	Azul	Café oscuro	Negro
¿Cuál es el color natural de sus cabellos?	Pelirrojo	Rubio	Castaño/rubio oscuro	Café oscuro	Negro
¿De qué color es su piel en las zonas no expuestas al sol?	Rojizo	Muy pálido	Pálido con tinte amarillento	Café claro	Café oscuro
¿Tiene pecas en las áreas no expuestas?	Muchas	Varias	Ninguna	Algunas	Pocas

Reacción a la exposición al sol:

³ Adaptado: Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology

	0	1	2	3	4
¿Qué sucede cuando se expone al sol por mucho tiempo?	La piel se enrojece e duele, se forman ampollas	Ampollas seguidas de descamación de esas áreas	Quemaduras seguidas de descamación	Raramente quemaduras	Nunca existen quemaduras
¿Hasta qué punto cree usted se pone rojo por la exposición?	Poco o nada	Levemente bronceado	Razonablemente bronceado	Fácilmente bronceado	Bronceado oscuro con rapidez
¿Se broncea después de varias horas de exposición al sol?	Nunca	Rara vez	Algunas veces	A menudo	Siempre
¿Cómo reacciona su rostro después de exponerse al sol?	Muy sensible	Sensible	Normal	Muy resistente	Nunca he tenido problema

Hábitos de bronceado:

	0	1	2	3	4
¿Cuándo fue la última vez que expuso su cuerpo al sol (o lámparas solares artificiales / crema de bronceado)?	Hace más de 3 meses	Hace 2 - 3 meses	Hace 1 - 2 meses	Hace menos de un mes	Hace menos de 2 semanas
¿Con qué frecuencia usted suele exponerse al sol?	Nunca	Casi nunca	A veces	A menudo	Siempre

MUCHAS GRACIAS POR LA COLABORACIÓN PRESTADA!!!!!!!!!!!!!!