

## ROUPA COMO PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO SOLAR UV.

**W. M. S. Albuquerque<sup>1</sup>, C. Tiba<sup>2</sup>, R. C. Andrade<sup>3</sup>, S. S. Leal<sup>4</sup>,**  
Núcleo de Pesquisas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)  
Av. Rio dos Matos, s/n. Germano, CEP 64260-000, Piriipiri – PI, Brasil  
Tel. +55 86 3276-3025 - e-mail: [waldizalbuquerque@ifpi.edu.br](mailto:waldizalbuquerque@ifpi.edu.br)  
Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Av. Prof. Luiz Freire, 1000 – CDU – CEP 50740-540, Recife, PE, Brasil  
Tel. +55 81 21268252 – Fax +55 81 21268250, [tiba@ufpe.br](mailto:tiba@ufpe.br)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)

*Recibido 15/08/13, Aceptado 24/09/13*

**RESUMO:** A exposição prolongada à radiação ultravioleta (UV) tem sido relacionada a diversos efeitos na saúde como câncer de pele, envelhecimento prematuro da pele, problemas nos olhos e cataratas. Além disso, o seu espectro infravermelho (IR) contribui para a sensação de desconforto térmico. O vestuário, sendo mais próximo do homem, é uma das mais simples e eficientes formas de proteção. Neste sentido, este estudo tem como objetivo principal analisar a roupa utilizada pela população de Piriipiri quanto às questões de conforto térmico e proteção contra radiação ultravioleta usando um questionário. A segunda etapa da pesquisa destinou-se a estimação do índice ultravioleta (IUV) mediante a medição da profundidade óptica de aerossóis (AOD) e a utilização do SPCTRAL 2 para justificar o alto nível de radiação ultravioleta. Como resultado principal, destacam-se a imensa ignorância da população de Piriipiri sobre UV e valores classificados altos ou extremos dos índices UV pela manhã e tarde.

**Palavras chave:** radiação ultravioleta, roupa, têxtil, índice UV

## INTRODUÇÃO

Diversos efeitos nocivos à saúde podem ser causados pelo excesso de exposição à radiação ultravioleta (UV) solar, tais como queimaduras, sardas, debilitação do sistema imunológico, envelhecimento precoce, catarata e câncer de pele. O Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2012) previu o surgimento de 518.510 novos casos de câncer para 2012 e válidos também para 2013. O número de casos novos de câncer de pele não melanoma estimados para o Brasil em 2012 é de 62.680 em homens e de 71.490 em mulheres. Quanto ao melanoma, a previsão da sua incidência é de 3.170 casos novos em homens e 3.060 casos novos em mulheres nessa mesma população de indivíduos.

O problema da radiação UV é interdisciplinar - é também objeto de cientistas têxtil. A exposição ao ar livre pode afetar significativamente o grau de absorção à radiação ultravioleta (UV) solar e o uso de itens de proteção pessoal pode proporcionar uma redução substancial na dose de UV recebido. Roupas feitas de tecidos planos podem fornecer proteção pessoal conveniente, contudo, nem todos os tecidos oferecem proteção suficiente (Dubrovski, 2010).

Conforme medições de IUV (Leal et al., 2011) realizados para Recife, PE, ocorrem índices extremos entre 11 e 14 para parte dos dias no verão nessa região e por isso, sentido é importante verificar se a população dessa região está consciente do perigo dessa exposição e se está adequadamente protegida, por exemplo pelas roupas utilizadas ou outros meios de proteção.

Assim nessa pesquisa, busca-se o conhecimento dos hábitos de vestuários, meios de proteção à radiação solar e do conhecimento da população a respeito do UV. Além disto, o trabalho realiza medições com o fotômetro para obtenção da profundidade óptica de aerossóis (AOD) e com isso mediante o uso do programa computacional SPCTRAL 2 estimar o IUV para a localidade de Piriipiri-PI justificando o uso adequado de roupas com proteção aos altos níveis de radiação ultravioleta.

---

<sup>1</sup> Coordenadora do núcleo de pesquisas IFPI

<sup>2</sup> Pesquisador UFPE

<sup>3</sup> Aluno Doutorado UFPE

<sup>4</sup> Professor IFPE

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A lã, a seda, o algodão e o linho são usados como fibra têxtil há milhares de anos, podendo dizer-se que estão ligados à origem mais remota do vestuário e a evolução da produção de artigos têxteis. Por séculos, acreditou-se que as mesmas eram um produto do Velho Mundo e que foram introduzidas pelos principais exploradores (Neto, 1996).

A indústria têxtil utiliza diferentes espécies de fibras, oriundas do reino vegetal, animal e mineral, existindo ainda as que são quimicamente produzidas pelo homem, através de utilização de materiais provenientes dos reinos vegetal e mineral. As fibras são divididas em dois grupos, mais precisamente em fibras naturais e em fibras têxteis não-naturais (Sousa, 2003).

Além de serem usadas por questões sociais, culturais, ou por necessidade, as roupas tem a habilidade de proteger a pele da incidência de radiação solar, sem apresentar efeitos colaterais, porque os tecidos têm como propriedades: refletir, absorver e dispersar certos comprimentos de onda. Essas propriedades nos tecidos dependem da composição e mistura das fibras, bem como tipo e concentração do corante, branqueadores ópticos, espessura das fibras, densidade, título da fibra e do fio, tipos de fio, que todos juntos influenciam no parâmetro mais importante que é a porosidade dos tecidos ou seu fator de cobertura (Menter e Hatch, 2003).

Dubrovski e Brezocnik (2009) analisaram o efeito do tipo de estrutura do tecido, finura do fio, tipo de tecelagem, a densidade relativa, o uso do corante reativo e tecido tingido com corante Cibacron tem sobre a proteção da luz ultravioleta. Como material os autores usaram 27 tecidos com composição de 100% de fibra de algodão em sua estrutura e todos tecidos com construção plana, seja, com estrutura sarja, cetim e tafetá e nas mesmas condições tecnológicas. Todas as amostras de tecidos variaram na finura do fio, tipo de tecelagem, densidade relativa e espessura do tecido. Com a realização dos testes os autores concluíram que os tecidos na cor cinza apresentam proteção UV diferentes para tecidos com mesma densidade, que a estrutura cetim oferece melhor proteção UV comparado às estruturas sarja e tafetá, que tecido com maior densidade relativa, significa maior proteção UV.

Os tecidos de algodão naturalmente colorido oferecem melhor proteção de UV quando comparados aos tecidos de algodão tingido por corante. Hustved e Crews (2005) testaram tecidos de algodão naturalmente colorido em três diferentes cores, tais como: verde, bege e marrom, com o objetivo de determinar o fator de proteção UV e constataram que esses tecidos apresentam valores de fator de proteção ultravioleta (UPF, acrônimo em inglês) significativamente superiores aos tecidos de algodão convencional (branco ou cru).

O fator de proteção ultravioleta (UPF) é um valor numérico que representa o grau de proteção contra a irradiação solar UV fornecido pelas roupas. Nos têxteis, UPF é fortemente dependente da estrutura química das fibras. Fibras naturais como algodão, seda e lã tem uma menor absorção de UV do que as fibras sintéticas.

A região Nordeste do Brasil é constituída por oito estados, representa 18% da área total do país, é responsável por 16% da produção e tem uma população de 42.000.000 de habitantes. O clima dessa região é quente e seco, com uma temperatura média anual de 27°C e com 2500h/ano de insolação em média. A precipitação anual varia de 400 a 800 mm, contrastando com uma evapotranspiração de 2500 mm/ano, o que determina um período seco de mais de sete meses (Tiba e Neto, 2011).

Pelo que antecede é necessário, ou mais, é imperativo, a implementação de pesquisas e medições para aprofundar o conhecimento da irradiação solar UV na região que permitam subsidiar políticas públicas mais eficazes na prevenção aos efeitos nocivos da exposição a radiação solar. O presente trabalho insere-se neste contexto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Levantamento dos hábitos e conhecimento da população*

O questionário para identificação de hábitos e conhecimento da população caracteriza-se por ser uma pesquisa quantitativa, descritiva e de campo desenvolvida com a população de Piripiri de ambos os sexos e com grau de instrução diversificado.

O universo da pesquisa foi a população da cidade de Piripiri-PI que segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), é habitada por 61834 pessoas, conforme informação realizado no último censo em 2010. Para a amostra, prevaleceram-se as seguintes informações: amostragem probabilística, com nível de confiança de 95%, margem de erro de 5% e em proporção de 50% e assim, o tamanho mínimo da amostra ficou constituída por 383 pessoas.

A etapa da pesquisa de campo ocorreu no período de 23 de janeiro a 13 de fevereiro de 2012, onde foi alcançado o número de questionários aproveitáveis estabelecidos pelo tamanho da amostra estipulada. Coletaram-se dados sobre o perfil do entrevistado (sexo, idade, grau de instrução, renda), tipo de tecido usado (tipo de tecido, cor do tecido, análise da fibra, preferência do tipo de fibra) e o nível de conhecimento e meios de proteção contra UV solar (nível de conhecimento do UV, tipo de proteção solar, tempo de exposição solar, uso do creme protetor solar, fator de proteção FPS utilizado, importância da divulgação sobre níveis de radiação ultravioleta).

### *Estimativas do IUV para Piripiri*

Foi utilizado o código computacional SPCTRAL2 (Bird, 1981) para estimar a irradiância solar ultravioleta e o índice de irradiação ultravioleta. O software foi escolhido por que apresenta simplicidade de uso, precisão e relativa facilidade na obtenção das variáveis de entrada: ângulo zenital, pressão atmosférica em relação ao nível do mar, umidade relativa do ar,

temperatura do ar, quantidade de água precipitável, ozônio total e a profundidade ótica de aerossóis. Todas essas variáveis são medidas em estações meteorológicas convencionais, exceto a profundidade ótica dos aerossóis. A profundidade ótica de aerossóis foi medida com um aparelho construído com um sensor LED de banda estreita, centrada em 555nm que mede a transmitância da radiação monocromática através da atmosfera terrestre, o qual pode ser descrita pela lei de Beer.

*Obtenção dos dados de entrada*

Ozônio: O índice de ozônio médio mensal foi obtido a partir dos dados do satélite TOMS (Total Ozone Measurement Spectrometer).

Água Precipitável: A quantidade média mensal de água precipitável foi calculada utilizando as equações 1, 2 e 3 (Paroscientific, 2004). A temperatura média mensal e a umidade relativa foram obtidas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climatológicos (CPTEC/INPE, 2012).

$$\beta(T, RH) = \frac{aT}{(a + T)} + \ln(RH) \tag{1}$$

$$T_d = \frac{b\beta(T, RH)}{a} - \beta(T, RH) \tag{2}$$

onde T é a temperatura ambiente e RH é a umidade relativa, com a=17.27e b=273.7

$$W = \exp[0,07 T_d - 0,075] \tag{3}$$

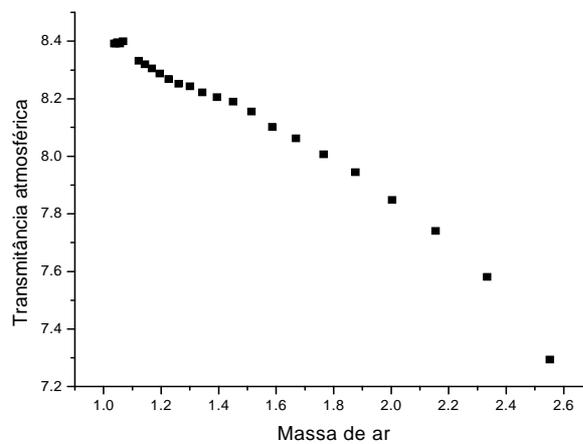
Sendo W a quantidade de água precipitável (cm) e T<sub>d</sub> a temperatura de orvalho (°C)

*Medidas*

A profundidade ótica de aerossóis foi medida com um sensor LED de banda estreita, absorção centrada em 555nm que mede a transmitância da radiação monocromática através da atmosfera terrestre, o qual pode ser descrita pela lei de Beer, Fig.1. Para um dia claro a lei de Beer é expressa como:

$$E_\lambda = E_\lambda^0 \exp(-\tau_\lambda \mu) \tag{4}$$

onde E<sub>λ</sub> é a irradiância monocromática que ingressa no meio e E<sub>λ</sub><sup>0</sup> é a irradiância espectral extraterrestre.



Figural: Lei de Beer.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise dos resultados dos questionários

#### Perfil do entrevistado

Dentre os entrevistados, 39,7% são do sexo masculino (n=152), enquanto 60,3% são do sexo feminino (n=231). A maior concentração etária, entre os entrevistados, encontra-se dos 16 aos 25 anos com 58% (n=220). O grau de instrução mostrou-se variado, observando-se percentual baixo na opção analfabeto com apenas 1% (n=3) e na opção pós-graduação com 3% (n=12). No que tange a renda familiar, a grande maioria da população entrevistada 79,4% (n=304), declarou dispor de até dois salários mínimos mensais. Conforme IBGE, baseada no número de salários mínimos, o público é predominantemente de classe E (renda familiar até R\$ 1244,00 mensais).

#### Tipo de tecido usado

Em comparação aos dois tipos de tecidos existentes, a maioria dos entrevistados prefere usar tecidos de malha com 39% (n=151), pois afirmaram que a malha é termicamente mais confortável. A preparação do fio de malha é diferente do fio para tecido plano no que diz respeito à torção. O fio para o tecido de malha recebe uma torção inferior ao plano conferindo desta forma um excelente conforto fisiológico térmico (Rodrigues, 2012). Segundo Stankovic et al. (2009) o nível de torção do fio afeta o espaçamento dele no tecido, que por sua vez influencia as propriedades de proteção UV dos tecidos de malha.

No quesito cor do tecido, 53% (n=202) preferem usar a cor escura, enquanto 47% (n=181) a cor clara. De acordo com Suárez et al. (2007) a cor do tecido afeta a transmitância de raios UV através do material têxtil. Geralmente cores escuras oferecem melhor proteção UV em comparação a cores mais claras, pois os pigmentos de corantes absorvem a radiação UV. Para um determinado tecido de algodão com diferentes intensidades de cores (branco, verde e azul), o Fator de Proteção Ultravioleta (UPF) aumenta de acordo com a cor e os tecidos de algodão naturalmente colorido oferecem melhor proteção UV quando comparados aos tecidos de algodão tingido por corante (Hustvedt e Crews, 2005).

As respostas ao item de que tipos de fibra preferem usar os entrevistados demonstraram que, 72% (n=275), apontaram fibra de algodão como a preferida. Essa preferência está associada à popularidade do algodão e também ao conforto térmico conferido por ele, porém em termos de proteção UV o algodão deixa a desejar. Segundo Das (2010) as fibras naturais como o algodão oferecem menos proteção, pois ele tem menor grau de absorção de radiação ultravioleta em comparação às fibras sintéticas.

#### Conhecimento e meios de proteção contra UV solar

A abordagem sobre conhecimento da radiação ultravioleta (UV) revelou que 67% (n=257) não tem nenhum tipo de conhecimento. Já os cento e vinte e seis (33%) entrevistados que relataram ter algum conhecimento, verificou-se que 12% (n=46) relacionam UV à doença na pele, 14% (n=54) relacionam ao câncer ou a um prejuízo genérico, 6% (n=22) dos entrevistados traduzem literalmente a abreviação UV e 1% (n=4) apontam que UV proporciona proteção à pele, Fig. 2.

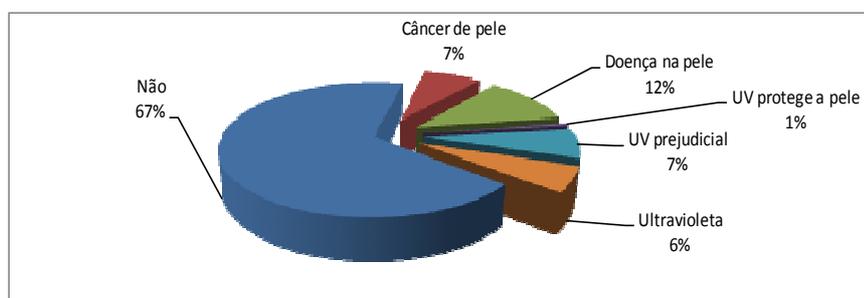


Figura 2: Respostas dadas pelos entrevistados a respeito do conhecimento sobre UV.

O item considerado de maior importância na escolha do tipo de proteção usado pelos entrevistados durante sua exposição ao sol é o creme protetor solar, com 51% (n=197), segundo ficou o uso de casaco/jaqueta com 31% (n=117), boné/chapéu com 19% (n=71), guarda-sol e nenhuma das opções com 15% (n=58) respectivamente e apenas 7% (n=26) apontam todas as opções. Nesta pergunta o entrevistado poderia responder mais de uma opção. Com relação ao fator de proteção solar (FPS) usado pelos entrevistados, verificou-se que a maioria usa o fator entre 15 e 30, com 54% (n=131). Em segundo lugar, com 35% (n=86), ficou com o FPS maior que 30 e com 11%, as opções que variaram de 4 a 15 FPS. A abordagem sobre o período que os entrevistados passam creme protetor solar revelou que a maioria, com 52% (n=126), afirma usar o creme com 30 minutos antes da exposição ao sol e que geralmente não faz a reaplicação. Apenas 22% (n=54) dos entrevistados afirmaram fazer uso do creme protetor em qualquer situação e os demais afirmaram usar apenas quando sentem que a pele está queimando.

Cabe ressaltar que a eficácia fotoprotetora de um filtro solar também depende da forma adequada de uso do produto, em termos de quantidade aplicada e regularidade na reaplicação. Assim, para uma perfeita fotoproteção, devem ser considerados, além dos FPS, os dados relacionados com a resistência à água, proteção UVA e a fotossensibilidade. Em síntese, não faz

diferença, na prática, o uso de um protetor solar com o FPS 30 ou 25 se na realidade a aplicação não for adequada (Schalka e Reis, 2011).

Foram questionados da importância do conhecimento e meios para obtê-los e dos níveis de radiação solar UV em Piripiri, através das seguintes opções: irrelevante, não considero importante, sim através de jornais e revistas, através de previsão do tempo em TV e rádios, através de programas de grande audiência e nas escolas. A maioria da população pesquisada consideram importantes as três últimas opções com 39% (n=149), 38% (n=145) e 30% (n=115) respectivamente.

## RESULTADOS E COMPARAÇÕES OBTIDOS A PARTIR DO SOFTWARE SPCTRAL2

As simulações computacionais para a obtenção da irradiância ultravioleta foram feitas para a localidade de Piripiri-Pi (longitude de -41,5° e latitude de -4,1°), região semi-árida do Piauí. As simulações computacionais com SPCTRAL2 foram realizadas para as horas correspondentes ao intervalo de 09:00h a 15:00h para um dia de céu claro no dia 28 do mês de agosto de 2012.

A partir do conjunto de dados medidos construiu-se a curva da transmitância atmosférica (não normalizada) em função da massa de ar conforme a metodologia exposta anteriormente e obtido um valor de profundidade ótica dos aerossóis de 0,10 no dia 28 de agosto de 2012.

A seguir foi estimado o perfil diário do IUV com o SPCTRAL 2, Fig. 3 Conforme esperado, devido à forte dependência com o ângulo zenital o valor do IUV máximo foi alcançado próximo ao meio dia solar e seu valor foi de 12. Em conformidade com a classificação IUV da OMS, Fig. 4 verificou-se que nas proximidades deste horário ocorreram valores classificados como extremos.

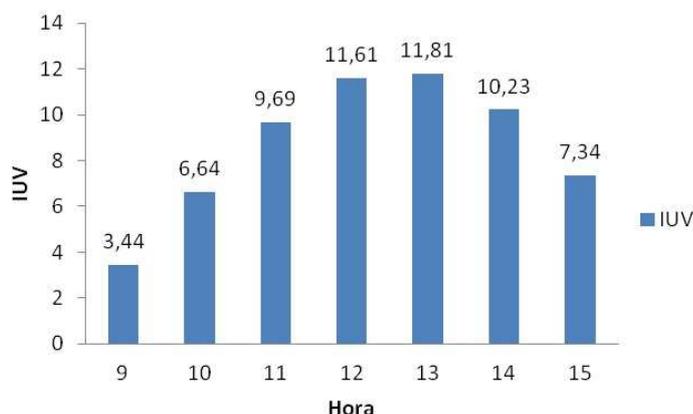


Figura 3: Simulação do IUV horário do dia 28 do mês de agosto de 2012 através do SPCTRAL2.

BAIXO		MODERADO			ALTO		MUITO ALTO			EXTREMO	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	>11
Nenhuma precaução necessária		Precauções Requeridas					Extra Proteção!!!				
Você pode permanecer no sol o tempo que quiser!		Em horários próximos ao meio-dia procure locais sombreados Procure usar camisa e boné Use o protetor solar					Evite o sol ao meio-dia Permaneça a sombra Use camisa, boné e protetor solar				

Figura 4: Classificação do IUV e recomendações (adaptado da OMS, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para tornar as políticas públicas mais eficazes é importante conhecer os hábitos da população quanto aos meios de proteção ao UV e do seu grau de conhecimento sobre o mesmo. A pesquisa de campo mostrou um baixo conhecimento dos habitantes a respeito de melhor vestuário, os efeitos nocivos da irradiação UV, e da forma adequada de proteção. A cidade de Piripiri é

uma cidade de porte médio (aproximadamente 60.000 habitante) no semiárido nordestino e, portanto podemos inferir com razoável segurança o mesmo quadro em outras cidades dessa região. Os índices de radiação ultravioleta (IUV) estimados para Piripiri mostraram valores classificados como altos ou extremos no intervalo de 11:00h as 14:00h, alcançando valores extremos em torno do meio dia solar, quando comparados com a tabela de classificação do IUV da OMS (Organização Mundial de Saúde).

Com os valores estimados, vê-se que, as pessoas nesta localidade ao se exporem ao sol de forma prolongada e frequente, no intervalo mencionado, sejam por motivos profissionais, sejam por motivos de lazer, constitui um grupo de maior risco de contrair doenças tais como catarata ou câncer de pele.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, R.C. (2007). Estimativa da irradiância solar ultravioleta horária no semi-árido Pernambucano, Dissertação de Mestrado, PROTEN-DEN-UFPE, Brasil, 83pp.
- Das, B. (2010). UV radiation protective clothing. *The Open Textile Journal*, New Delhi, n. 3, p.14-21.
- Dubrovski, D. P. e Brezocnik, M. (2009). Prediction of the Ultraviolet Protection of Cotton Woven Fabrics Dyed with Reactive Dystuffs. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, January/March, Vol. 17, No. 1 (72) p. 55-59.
- Dubrovski, D. P. (2010). Woven Fabrics and Ultraviolet Protection. University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering. Slovenia.
- Hustvedt, G. e Crews, P. C. (2005). The Ultraviolet Protection Factor of Naturally-pigmented Cotton. *The Journal of Cotton Science*, v. 9, n.1, p. 47-55.
- IBGE. (2012). Censo.: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. 30 Mar.
- INCA – Instituto Nacional de Câncer. Incidência de câncer no Brasil. (Acesso Agosto, 20, 2012).
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Centro de previsão de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso: julho, 2012.
- Leal, S. S, Tiba, C. e Piacentini, R. (2011). Daily UV Radiation Modeling with the usage of Statistical Correlations and Artificial Neural Networks, *Renewable Energy*, Volume 36, Issue 12, p.3337-3344.
- Menter, J. M. e Hatch, K. L. (2003). Clothing as Solar Radiation Protection. *Basel, Karger*. v. 31, p. 50-63.
- Neto A. e Pita P. (1996). *Fibras têxteis*. v.1. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, p. 341.
- Paroscientific, Inc. (2004) Met3A calculation of dew point, [www.paroscientific.com/dewpoint.htm](http://www.paroscientific.com/dewpoint.htm).
- R. E. Bird. (1981). “A Simplified clear sky model for direct and difuse insolation on horizontal surfaces”, SERI – Solar Energy Research Institute.
- Rodrigues, R.S.dos. (2012). Proposta de sistematização para a etapa conceitual do processo de desenvolvimento de produto no segmento têxtil. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 32pp. Dissertação Mestrado.
- Schalka, S.; Reis, V.M.S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. *An Bras Dermatol*. v. 86, n.3, p.507-15, 2011.
- Sousa, D. C. H. E. (2003). Estudo da secagem de materiais têxteis. Tese de Doutorado em Engenharia Química – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Stankovic, S.B.; Poraric, D.P.; Goran, B.; Bizjak, M. (2009). Ultraviolet protection factor of gray-state plain cotton knitted fabrics. *Textile research journal*, Belgrado, v. 79, n.11, p.1034-1042.
- Suárez, H.; Hoyos, D.; Broglia, V.; Cadena, C. Proteccion anti UV proporcionada por tejidos: montaje Del laboratorio y primeros ensayos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Argentina, v. 11, ISSN. 0329-5184, 2007.
- Tiba, C. e Neto, P.B.C. (2011). Modelos de Gestao por Geotecnologia para Sistemas Rurais utilizando fontes renováveis de energia. Companhia Hidroelétrica de Sao Francisco – Chesf, 2011.

## ABSTRACT

Prolonged exposure to ultraviolet (UV) has been linked to various health effects such as skin cancer, premature skin aging, eye problems and cataracts. In addition, its infrared spectrum (IR) contributes to the discomfort of heat. The clothing, being closer to the man, is one of the simplest and most effective forms of protection. Thus, this study aims at analyzing the clothing used by the population of Piripiri on issues of thermal comfort and protection against ultraviolet radiation using a questionnaire. The second stage of the research was intended to estimate the ultraviolet index (UVI) by measuring the aerosol optical depth (AOD) and use the program to calculate the solar spectrum known as SPCTRAL 2. As a main result, we highlight the immense ignorance of the population Piripiri on UV and values ranked high or extreme levels of UV in the morning and afternoon.

**Keywords:** ultraviolet radiation, clothing, textile, index UV