Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

EXPOSIÇÃO DO TRABALHADOR RURAL À RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA: ESTUDO NO SUL DE MINAS GERAIS

FRANCO, Júlia Martins – juliamf_pocos@hotmail.com
Engenheira Ambiental

FERNANDES, Gisele Aparecida – giseleunifei@gmail.com
Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá

CORRÊA, Marcelo de Paula – mpcorrea@gmail.com
Professor Associado do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá

SILVA, Luiz Felipe – lfelipe.unifei@gmail.com
Professor Associado do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá

RESUMO: Introdução: Pela natureza da atividade do trabalhador rural, predominatemente em ambientes externos, a exposição à radiação ultravioleta (RUV) se configura como um risco importante. Objetivos: avaliar o nível de exposição à RUV entre trabalhadores rurais. Materiais e métodos: foi realizada avaliação da exposição de 40 trabalhadores rurais à R-UV, com o auxílio do instrumento Solarmeter – Model 6.5, em zona rural de Conceição das Pedras, no sul de Minas Gerais. As doses de RUV eritematosa (RUV-E), expressa em Dose Erimatosa Padrão (DEP), foram calculadas. As medições foram efetuadas nos meses de maio e junho. Aos trabalhadores, foi aplicado questionário para obtenção de variáveis sociodemográficas, agravos associados e fototipos. Resultados: Dos trabalhadores analisados, 20% deles apresentaram 10 eventos de queimaduras ou mais. Sobre histórico familiar de câncer de pele, 22,5% deles manifestaram a ocorrência. Da amostra, 80% dos trabalhadores exercem a atividade com frequência entre às 10h00 e 14h00. Das avaliações realizadas, em três dos quatro dias estudados, a DEP esteve acima de 4,5; faixa de máxima atenção. O fototipo abaixo de III foi observado em 87,5% dos trabalhadores, indicando maior sensibilidade à radiação solar. Para todos os valores registrados de DEP, há risco de desenvolvimento de eritema, para doses entre 2,0 e 4,5 DEP, em fototipos de I a III. Conclusões: Este estudo é uma abordagem inicial, em um tema pouco estudado. Embora a avaliação tenha sido no inverno, os valores observados da dose podem ser considerados importantes, em relação ao risco à saúde.

PALAVRAS-CHAVE: radiação ultravioleta; trabalhador rural; risco à saúde.

RURAL WORKER EXPOSURE TO ULTRAVIOLET RADIATION: A STUDY IN THE SOUTH OF MINAS GERAIS.

ABSTRACT: Exposure to ultraviolet radiation (UVR) is an important health risk to rural workers, once the work is done primarily in outdoors. Objectives: To assess the level of UVR exposure among rural workers. Materials and methods: The study was carried out in rural area of Conceição das Pedras, south of Minas Gerais. The assessment of exposure of 40 rural workers to UV-R was performed with the aid of the instrument Solarmeter - Model 6.5. The doses of erythemal UVR (UVR-E), expressed as dose Standard Erythema Dose (SED), were calculated. Measurements were made in the months of May and June. It was applied questionnaires to the workers to obtain socio-demographic variables, co morbidities and phototypes. Results: Of the workers examined, 20% showed 10 events or more of skin burns. About family history of skin cancer, 22.5% of them expressed their occurrence. Of the sample, 80% of workers engaged frequently in the activity between 10h00 and 14h00. Assessments undertaken in three of the four days studied, the SED was above 4.5; range of maximum attention. The phototype below the classification III was observed in 87.5% of workers, indicating greater sensitivity to solar radiation. For all registered values of SED, there is risk of developing erythema at doses between 2.0 and 4.5 SED in phototypes I to III. Conclusions: This study is an initial approach in a little studied topic. Although the assessment has been in the winter, the observed values of the dose can be considered important in relation to health risk.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

KEYWORDS: ultraviolet radiation; rural worker; health risk.

1. INTRODUÇÃO

Os trabalhadores que exercem atividade contínua a céu aberto estão expostos à radiação ultravioleta (R-UV) e, portanto, são submetidos a riscos à saúde. Carteiros, trabalhadores da construção civil, jardineiros, garis, trabalhadores rurais, mineradores, pescadores, entre outros, constituem tal população de risco, que poderiam ser classificada como classes sociais de maior vulnerabilidade, como discutido por Oliveira (2013). A exposição à R-UV sem proteção adequada é cancerígena à pele, está associada a diversas neoplasias cutâneas, pode causar depressão imunológica, além de lesões oculares. Na pele os efeitos mais notados em pouco tempo são o eritema ou queimadura solar, o bronzeamento ou melanogênese e a indução à imunossupressão. Em longo prazo podem ocorrer efeitos relacionados ao fotoenvelhecimento e à fotocarcinogênese (OKUNO, VILELA, 2005).

Por essa razão, trabalhadores que desenvolvem suas atividades a céu aberto apresentam maior risco de desenvolver agravos relacionados, quando se compara com a população em geral (ENGLISH *et al.*, 1997; KRICKER *et al.*, 1994; STRICKLAND *et al.*, 1989; DELZELL *et al.*,1985). As taxas de câncer de pele não-melanoma (CPNM), o mais comum nas populações com pele branca, tradicionalmente, têm sido mais expressivas entre as categorias ocupacionais que se expõem à luz solar (DIEPGEN *et al.*, 2014). A forma de prevenção mais eficiente deste agravo é a redução da exposição à R-UV e do número de queimaduras (KENNEDY *et al.*, 2003)

Normalmente, a técnica empregada para avaliação de risco tem sido a dosimetria, expressa pelo valor da dose eritematosa padrão (DEP) (HAMMOND *et al.*, 2009; THIEDEN *et al.*, 2005; GIES, JILL, 2003; PICHON *et al.*, 2005). Nestes estudos pôde ser observada a preocupação com a adequação da proteção, referente a padrões de horário de trabalho, uso de protetor solar e de chapéus, por exemplo.

A Dose Eritematosa Padrão (DEP), ou SED em inglês, quantifica a habilidade da fonte em produzir eritema. Esta unidade é de largo uso em dermatologia e áreas afins, para medir irradiâncias efetivas capazes de provocar eritema ($W.m^{-2}$ ef.), ou DEP/h. Outro parâmetro de aplicação muito popular é o Índice Ultravioleta (IUV), em especial no campo da Saúde Pública. O IUV descreve o risco de danos à saúde de acordo com o clima e a posição do sol. Uma unidade do IUV c é pouco menor (cerca de 10%) do que 1 DEP/h. (VECCHIA *et al.*, 2007).

O IUV é considerado como a R-UV biologicamente efetiva (R-UV ef) para um determinado instante. A R-UVef é calculada pela ponderação espectral da

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

R-UV solar incidente com a resposta associada à eritema para a pele humana para cada um dos comprimentos de onda na faixa de 280–400 nm e somando todas as contribuições para observar o efeito total, expressa pela Equação 1. A resposta eritematosa empregada no método é a adotada pela *Commission International d'Eclairage* (CIE, 1987).

$$RUV_{ef} = \sum_{280nm}^{400nm} E_\lambda S_\lambda \mathrm{d}_\lambda \qquad 1$$

Onde

E_λ é a irradiância espectral solar ($Wm^{-2}nm^{-1}$), S_λ é a eficácia espectral relativa para eritema (ação do espectro) e d_λ é a largura da banda em nm dos intervalos calculados ou medidos (GIES et al, 2004).

A R-UVef é medida em Wm^{-2}. O valor da R-UVef é multiplicado por 40 para fornecer o valor de IUV. Portanto, o IUV para R-UVef de 0,25 wm^{-2} é 10. Assim, uma unidade de IUV é igual a uma R-UVef de 0,025 Wm^{-2} (GIES et al, 2004).

A Tabela 1 expõe as faixas de tipos de peles (fototipos) e a sensibilidade aos efeitos da R-UV (VECHIA *et al.* 2007).

Tabela 1: Tipos de peles, segundo fototipo, classificação, sensibilidade ao sol, susceptibilidade à queimadura e bronzeamento.

Cor da pele	Fototipo	Classificação	Sensibilidade ao sol	Suscetibilidade à queimadura	Bronzea-mento
Branca	I	Melano-comprometida	Muito sensível	Sempre se queima < 2 DEP	Não
	II		Moderadamente sensível	Alta: 2 – 3 DEP	Leve
	III	Melano-competente	Moderadamente insensível	Moderada: 3 – 5 DEP	Médio
	IV			Baixa: 5 – 7 DEP	Escuro
Parda	V	Melano-protegida	Insensível	Muito Baixa: 7 – 10 DEP	Pele parda naturalmente
Preta	VI			Extremamente baixa: > 10 DEP	Pele preta naturalmente

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

No ano de 2014, no Brasil, são estimados 182.130680 casos novos de câncer de pele não-melanoma, 83.710 entre as mulheres e 98.420 entre os homens. sendo considerado o de maior incidência. O câncer de pele não-melanoma apresenta a maior incidência nas regiões Sul (159,5/100 mil habitantes), Sudeste (133,48/ 100 mil) e Centro-Oeste (110,94/ 100 mil) , sendo o segundo mais incidentes nas regiões Norte e Nordeste (INCA, 2014).

Os principais grupos de câncer de pele são o não-melanoma, mais frequente e menos agressivo, e o melanoma, mais agressivo. Sabe-se que individuos de fototipos 1 e 2 (peles mais claras) têm maior chance de serem acometidos por cânceres de pele se expostos à radiação solar. O câncer de pele não-melanoma é subnotificado pela maioria dos registros de câncer no mundo, sendo, no Brasil, o tumor mais incidente em ambos os sexos (INCA, 2014).

No Brasil tem-se estudado a exposição à radiação solar de populações em diferentes latitudes em situações não-ocupacionais (CORRÊA; PIRES, 2013). No Brasil, são raros os estudos que se dedicam a avaliar os riscos decorrentes da exposição de trabalhadores à R-UV e, portanto, essa pesquisa procura preencher uma lacuna nesse tema de expressiva importância social, econômica e de saúde pública.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da exposição foi realizada em 40 trabalhadores na região rural do município de Conceição das Pedras, sul de Minas Gerais, em 40 propriedades rurais. Aplicou-se o questionário a um trabalhador de cada um dos estabelecimentos rurais. A localização geográfica do município pode ser observada na Figura 1. As avaliações foram realizadas a uma altitude média de 1072 m.

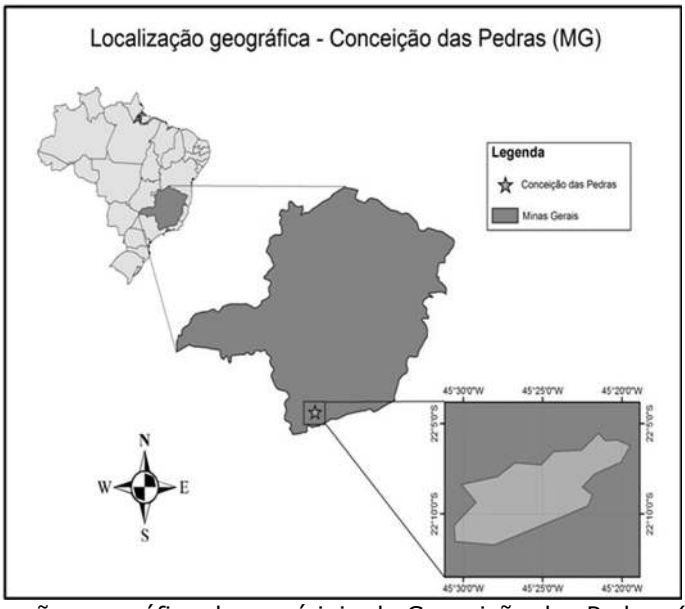


Figura 1 – Localização geográfica do munícipio de Conceição das Pedras (MG)

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

As visitas de campo foram efetuadas nos dias 12 e 17 de maio como também nos dias 08 e 22 de junho de 2013. Em cada propriedade foram medidos os seguintes parâmetros referentes à altitude e ao Índice Ultravioleta (IUV);

A exposição solar à R-UV foi medida com o instrumento Solarmeter – Model 6.5, com resposta espectral de 280 a 400 nm, que registra o valor do IUV. As medidas foram convertidas em R-UV e posteriormente expressas em DEP de acordo com o tempo de exposição do trabalhador rural.

As doses de R-UV eritematosa (RUV-E), expressa em DEP, foram calculadas baseando-se na integração pelo tempo das medidas de IUV como pode ser observado na Equação 2, na qual o fator de conversão entre IUV e RUV é 40, com o valor de 100 para ajustar a unidade da dose para Jm^{-2} e Δt (s) é o tempo de exposição, em segundos.

$$Dose = \frac{1}{100}\int_{\Delta t} \frac{IUV(t)}{40} dt \approx \frac{1}{4000}\sum_{t=0}^{T} IUV(t).\Delta t\,[DEP] \qquad 2$$

Os valores de DEP acumulado também foram objeto de cálculo neste estudo

Questionários foram aplicados entre os trabalhadores rurais, na região de Conceição das Pedras. Este instrumento buscou abordar aspectos referentes ao risco de queimadura, decorrente da exposição à R-UV, contemplando os seguintes tópicos: fototipo, cor dos olhos, cor dos cabelos, posição de trabalho predominante, horas de trabalho a céu aberto, posições assumidas de trabalho, histórico familiar de câncer de pele e de queimaduras.

A pesquisa foi submetida e aprovada pela aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Medicina de Itajubá, recebendo o número de parecer 146.666, em 14/11/2012, por meio da Plataforma Brasil. Os dados somente foram coletados após a assinatura, pelo trabalhador, do termo de consentimento livre e esclarecido.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de idade dos 40 trabalhadores rurais entrevistados, todos do gênero masculino, foi de 39,2 ± 16,8 anos e uma antiguidade de 25,3 ±17,1 anos. A jornada diária de trabalho média observada foi de 8,8 ± 1,8 h.

A distribuição dos fototipos registrados no estudo pode ser observada na Figura 2. Dos trabalhadores avaliados, 63% apresentam fototipo 3, ou seja, queimam-se e bronzeiam-se moderadamente e de modo uniforme.

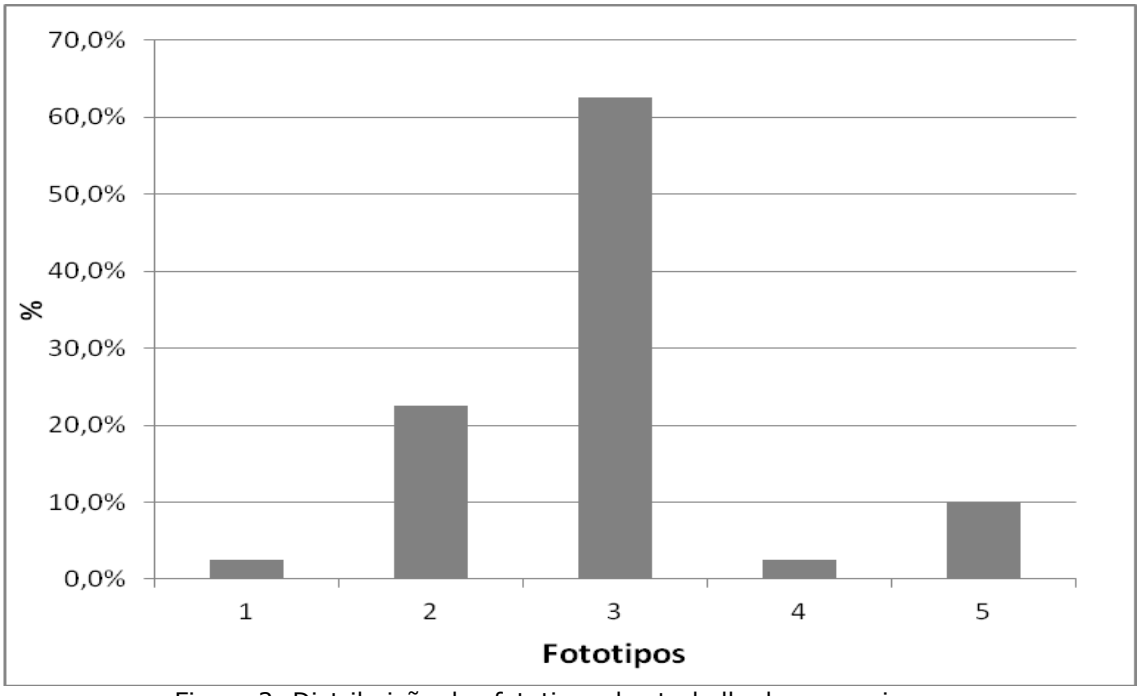


Figura 2: Distribuição dos fototipos dos trabalhadores rurais.

Da amostra estudada de trabalhadores rurais, 70% dos trabalhadores rurais possuem olhos castanhos e 45% cabelos castanhos claros. Em referência ao histórico de queimaduras, 20% dos trabalhadores apresentaram 10 eventos ou mais. No tocante à histórico familiar de câncer de pele, 22,5% dos entrevistados manifestaram a ocorrência. Assinala-se ainda, como relevante que 80% dos trabalhadores desempenham a atividade com frequência no período compreendido entre as 10h00 e 14h00, além de 77,5% afirmarem que não há um local de descanso adequado.

A distribuição das leituras dos valores de IUV, nos quatro dias de medição, conforme os horários, pode ser observada na Figura 3.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

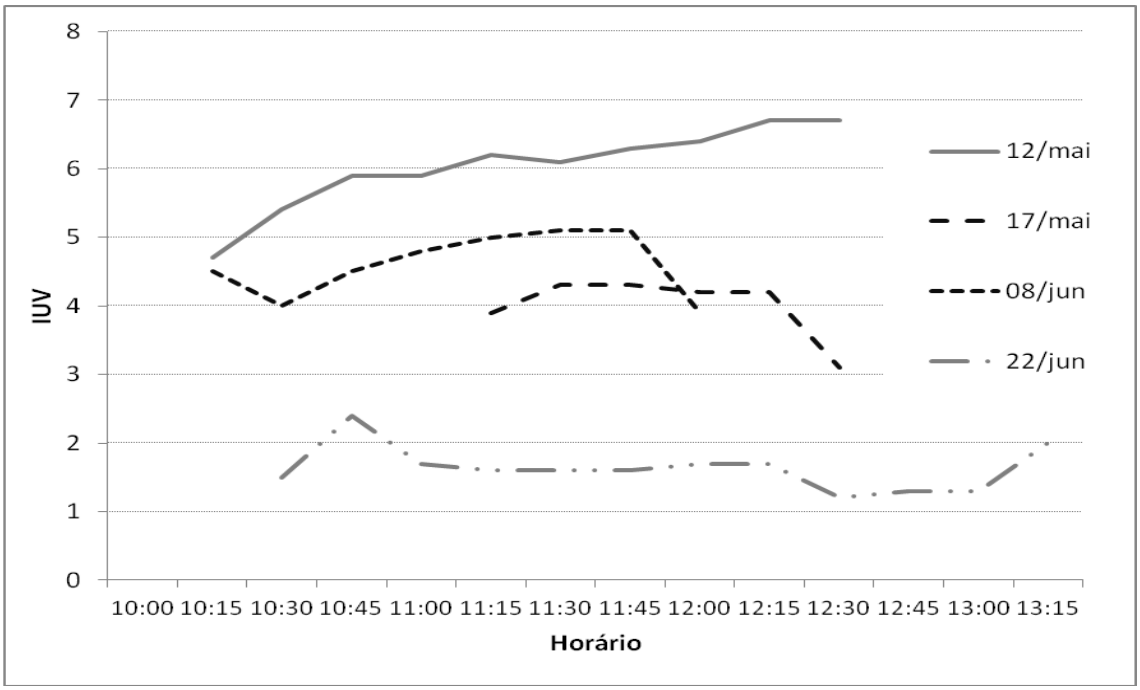


Figura 3: Distribuição dos valores de IUV conforme os dias e horários de avaliação da exposição de trabalhadores rurais.

No dia 22 de junho, como exposto na Figura 3, havia uma cobertura de nuvens importante, fato que explica os baixos valores de IUV no período analisado. Os valores médios dos valores de IUV e da R-UV, em Wm^{-2}, estão expostos na Tabela 2:

Tabela 2: Valores médios de IUV e R-UV, da Dose (DEP), segundo dia de avaliação, tempo de exposição e número de trabalhadores avaliados.

Dia	N.º de avaliados	Faixa de horário	Tempo de exposição (s)	IUV	R-UV ($W.m^{-2}$)	Dose (DEP)
12/05/2013	9	10h13 – 12h00	6420	5,9	0,15	9,47
17/05/2013	19	10h30 – 13h10	9600	3,9	0,10	9,36
08/06/2013	8	10h10 – 12h20	7800	4,6	0,11	8,97
22/06/2013	4	11h10 – 12h35	5100	1,6	0,04	2,04

Na Figura 4 é possível observar a distribuição dos valores de DEP acumulados, por horário e os dias de medição.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

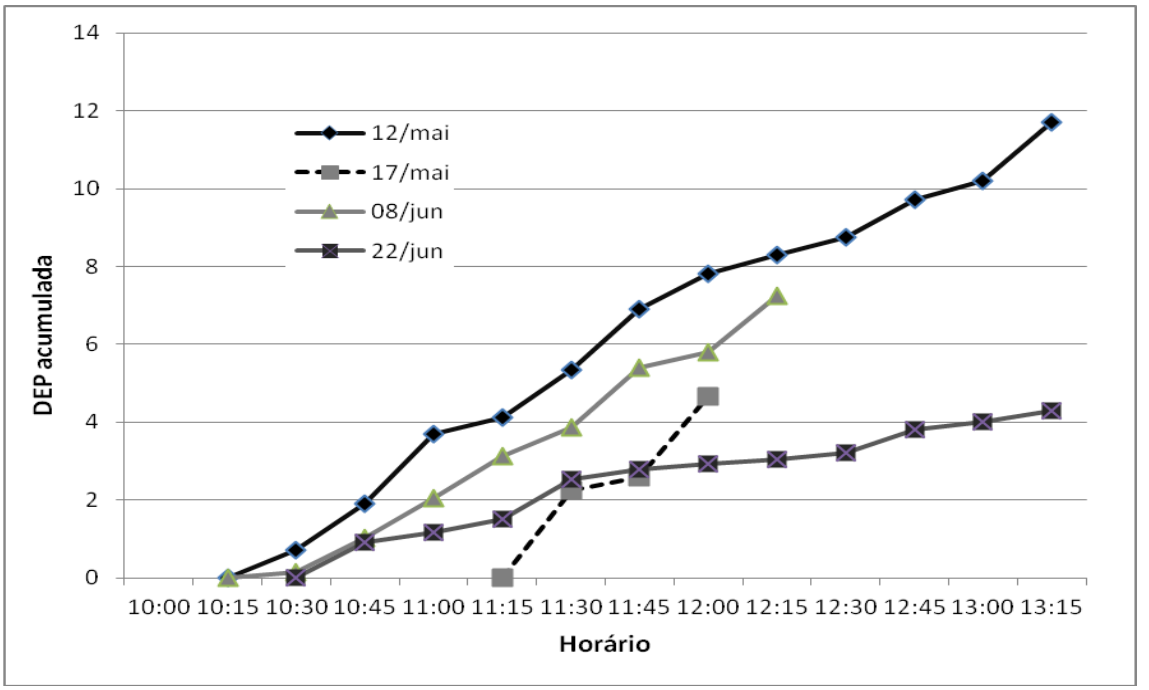


Figura 4: Distribuição da DEP acumulada de acordo com os dias e horários de medição.

A despeito de a avaliação ter sido realizada no inverno, verifica-se que os valores de dose, expressos em DEP e DEP acumulada podem ser considerados relevantes.

Dos trabalhadores avaliados, 63% possuem a pele classificada como fototipo III, ou seja, são considerados moderadamente insensíveis e apresentam susceptibilidade moderada à queimadura solar com valores indicativos de dose entre 3 e 5 DEP. Cabe assinalar que 87,5% dos trabalhadores da amostra estão localizados no fototipo abaixo de III, indicando desse modo uma população de maior sensibilidade à radiação solar.

Soma-se a estes achados que 80% dos trabalhadores manifestaram que sempre trabalham no período compreendido entre as 10h00 e 14h00, no qual a exposição se torna mais intensa com os valores de IUV são os mais elevados.

No que concerne ao histórico de queimaduras, pôde ser observado que 20% dos trabalhadores manifestaram a ocorrência de 10 eventos ou mais, situação em que insere em risco para o desenvolvimento de CPNM

Do conjunto de avaliações realizadas, pôde ser observado que dos quatro dias estudados, em três deles, a DEP esteve acima de 4,5; faixa de valores em que se recomenda a máxima atenção (CORRÊA e PIRES, 2013). Para todos os valores registrados de DEP, há risco de desenvolvimento de eritema, para doses entre 2,0 e 4,5 DEP, em pessoas com tipos de pele de I a III.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Os valores obtidos para DEP, considerando o procedimento de medição na estação do inverno, encontram-se compatíveis com os de Corrêa e Pires (2013), que avaliaram a exposição em circunstâncias de lazer.

4. CONCLUSÕES

Um dos resultados que mereceram destaque é a grande maioria dos trabalhadores envolvidos na pesquisa estarem localizados no fototipo abaixo de III, indicando desse modo uma população de maior sensibilidade à radiação solar; soma-se a esse achado que 80% dos trabalhadores manifestaram que sempre trabalham no período compreendido entre as 10h00 e 14h00. Essa população requer uma condição de trabalho apropriada por meio de fornecimentos de equipamentos de proteção individual (protetor solar, roupas especiais, luvas e calçados próprios), promovendo desse modo a prevenção do câncer ocupacional.

Este estudo representa uma exploração inicial, em uma temática pouco abordada, uma vez que se verifica carência de publicações na área de exposição à radiação solar e câncer ocupacional. Desse modo, uma investigação dotada deste propósito representa uma expressiva motivação em pesquisas no trabalho do mundo rural. .

Sugere-se que novos estudos sejam realizados não apenas com trabalhadores rurais, mas sim nas diversas áreas que abrangem o trabalhador brasileiro, viabilizando a valorização desses trabalhadores por meio de melhores condições de trabalho. Observa-se que é imprescindível que outras avaliações de risco sejam empreendidas no verão, quando a intensidade de radiação solar é sabidamente mais elevada.

5. REFERÊNCIAS

CIE - Commission International d'Eclairage. A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE J. v. 6, p. 17–22, 1987.

CORRÊA, M. P.; PIRES, L.C.M. Doses of erythemal ultraviolet radiation observed in Brazil. **International Journal of Dermatology**. v. 52, n. 8, p. 966-973, 2013.

DELZELL, E.; GRUFFERMEN, S. Mortality among white and nonwhite farmers in North Carolina, 1976–1978. **American Journal of Epidemiology**, v. 121, p. 391– 402, 1985.

DIEPGEN TL, FARTASCH M, DREXLER H *et al.* Occupational skin cancer induced by ultraviolet radiation and its prevention. **British Journal of Dermatology,** v. 167, Suppl 2 p. 76-84, 2012.

ENGLISH, D. R.; ARMSTRONG, B. K.; KRICKER, A.; FLEMING, C. Sunlight and cancer. **Cancer Causes Control,** v. 8, p.271– 83, 1997.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

GIES, P.; JILL, W. Measured Solar Ultraviolet Radiation Exposures of Outdoor Workers in Queensland in the Building and Construction Industry. **Photochemistry and Photobiology**, 78(4), p. 342–348, 2003.

GIES, P.; ROY, C.; JAVORNICZKY, J.; HENDERSON, S.; LEMUS-DESCHAMPS, L.; DRISCOLL, C. Global Solar UV Index: Australian Measurements, Forecasts and Comparison with the UK. **Photochemistry and Photobiology**, v.79, n.1, p. 32–39, 2004.

HAMMOND, V.; REEDER, A. I.; GRAY, A. Patterns of real-time occupational ultraviolet radiation exposure among a sample of outdoor workers in New Zealand. **Public Health**, v. 123, p. 182–187, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário – 2006. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em 03 de nov. 2011.

INCA - Insituto Nacional de Câncer (2014). Estimativa 2014 - Incidência de Câncer no Brasil. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2014/estimativa-24042014.pdf> Acesso em: 23 Junho 2015.

KENNEDY C, BAJDIK CD, WILLEMZE R *et al.* The influence of painful sunburns and lifetime sun exposure on the risk of actinic keratoses, seborrheic warts, melanocytic nevi, atypical nevi, and skin cancer. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 120, p. 1087-93, 2003.

KRICKER, A.; ARMSTRONG, B. K.; ENGLISH, D. R. Sun exposure and non-melanocytic skin cancer. **Cancer Causes Control**, v. 5, p.367–92, 1994.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. **Radiação ultravioleta: Características e efeitos.** 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

OLIVEIRA, M. M. F. Radiação ultravioleta / Índice ultravioleta e câncer de pele no Brasil: condições ambientais e vulnerabilidade social. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 60–73, 2013.

PICHON, L. C.; MAYER, J. A.; SLYMEN, D. J.; ELDER, J. P.; LEWIS, E. C.; GALINDO, G. R. Ethnoracial Differences Among Outdoor Workers in Key Sun-Safety Behaviors. **American Journal of Preventive Medicine,** v. 28. n. 4, p. 374–378, 2005.

STRICKLAND, P. T.; VITASA, B. C.; WEST, S. K.; ROSENTHAL, F. S.; EMMETT, E. A.; TAYLOR, H. R. Quantitative carcinogenesis in man: solar ultraviolet B dose dependence of skin cancer in Maryland watermen. **Journal of National Cancer Institute,** v. 81, p.1910 –1913, 1989.

THIEDEN, E.; COLLINS, S. M.; PHILIPSEN, P. A.; MURPHY, G. M.; WULF, H. C. Ultraviolet exposure patterns of Irish and Danish gardeners during work and leisure. **British Journal of Dermatology**, v. 153, p. 795–801, 2005.

VECCHIA, P.; HIETANEN, M.; STUCK, B.E.; van DEVENTER, E.; NIU S. (Ed). Protecting Workers from Ultraviolet Radiation. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. **ICNIRP,** 14/2007.

Texto submetido à RBClima em 24/10/2015