

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

AGNALDO JOSÉ DE MATTOS

**ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR NO MUNICÍPIO DE INÁCIO
MARTINS – PR: Limite de Exposição Para Trabalhadores a Céu
Aberto Sem Proteção**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**PONTA GROSSA
2013**

AGNALDO JOSÉ DE MATTOS

**ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR NO MUNICÍPIO DE INÁCIO
MARTINS – PR: Limite de Exposição Para Trabalhadores a Céu
Aberto Sem Proteção**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

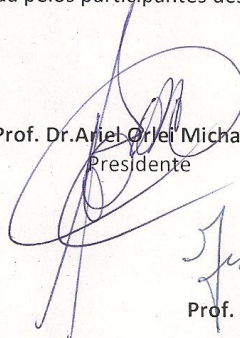
Orientador: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski

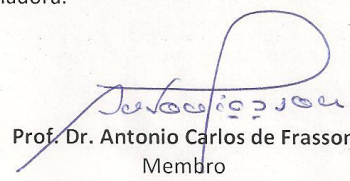
PONTA GROSSA
2013

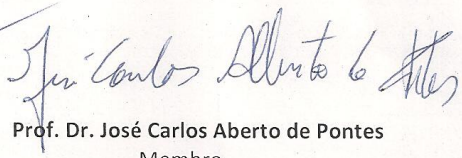


ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Aos vinte e um dias do mês de dezembro do ano de dois mil e treze, às oito horas, na sala de treinamentos da DIREC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Ponta Grossa, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski(UTFPR) presidente da banca; Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR); Prof. José Carlos Alberto Pontes (UTFPR)para examinar a monografia, intitulada: “ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR NO MUNICÍPIO DE INÁCIO MARTINS – PR: LIMITE DE EXPOSIÇÃO PARA TRABALHADORES A CÉU ABERTO SEM PROTEÇÃO” de **Aginaldo José de Mattos**. Após a apresentação, o proponente foi arguido pelos membros da referida Banca, tendo tido a oportunidade de respondera todas as perguntas. Em seguida, esta banca examinadora reuniu-se reservadamente para deliberar, considerando a monografia **APROVADA**, com média 8,6 (OITO VÍRGULA SEIS) para obtenção do título de **Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho**. A sessão foi encerrada às 8 horas e vinte minutos, sendo a presente assinada pelos participantes desta banca examinadora.


Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski
Presidente


Prof. Dr. Antonio Carlos de Frasson
Membro


Prof. Dr. José Carlos Aberto de Pontes
Membro

Resumo

MATTOS, Agnaldo José de. **Análise da Radiação Solar no Município de Inácio Martins – PR: Limite de Exposição para Trabalhadores a Céu Aberto Sem Proteção.** 2013. 29 folhas. Monografia de Engenharia de Segurança do Trabalho - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

Este trabalho teve como objetivo analisar a radiação solar a que os trabalhadores a céu aberto estão expostos em seus postos de trabalho no município de Inácio Martins – PR. O estudo foi realizado através da coleta de dados de radiação solar da estação meteorológica do INMET nos anos de 2006 a 2012. Foram determinados os horários críticos de incidência da radiação, quantificadas as incidências médias diárias, mensais e anuais das radiações ultravioleta A e B. Comparou-se essa média também com as normas e recomendações existentes. Os resultados demonstraram que os trabalhadores estão expostos a condições não ideais de trabalho e devem ter o pagamento de insalubridade ou melhores condições de trabalho com proteções adequadas e convenientes para o clima.

Palavras-chave: Trabalho a Céu Aberto. Radiação Solar. Insalubridade. Radiação Ultravioleta A. Radiação Ultravioleta B.

Abstract

MATTOS, Agnaldo José de. Analysis of Solar Radiation in the City of Inácio Martins - PR: Exposure Limit for Workers Open Cast No Protection. 2013. 29 pages. Monograph of Safety Engineering Work - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa , 2013.

This study aimed to analyze the solar radiation to which workers are exposed in the open in their jobs in the municipality of Inácio Martins - PR. The study was conducted by collecting solar radiation data from the weather station INMET in the years 2006-2012. We determined the critical hours of radiation incidence, quantified the effects daily, monthly and annual averages of ultraviolet A and B. Also we compared this average with existing standards and recommendations. The results showed that workers are not exposed to ideal conditions of work and should be paid hazard pay or better working conditions with adequate and suitable for the weather protections.

Keywords : Job Open Air . Solar radiation. Unhealthiness . A. Ultraviolet Radiation B. Ultraviolet Radiation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	PROBLEMA	6
1.2	JUSTIFICATIVA	6
1.3	OBJETIVOS	7
1.4	DELIMITAÇÃO DO TEMA	7
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	9
2.1	TRABALHO A CÉU ABERTO E A RADIAÇÃO SOLAR	9
2.2	A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA	10
2.3	EFEITOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA À PELE	10
2.4	NORMAS E RECOMENDAÇÕES	12
2.5	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PARA RADIAÇÃO SOLAR ..	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos da radiação solar sobre a pele humana são conhecidos desde a década de 40 quando segundo Paschoal (2013) os soldados americanos criaram e industrializaram produtos para evitar queimaduras solares durante a Segunda Grande Guerra Mundial.

Atualmente sabe-se da importância da proteção contra a radiação solar com o uso de protetores solares e de métodos físicos (roupas, chapéus, guarda-chuvas, etc), mas apesar desse conhecimento o uso dessas proteções por parte dos trabalhadores expostos ao sol ainda são pouco adotados, e as empresas deixam de lado essa questão.

Nesse contexto pode-se verificar que o homem necessita da luz solar, mas que a mesma em excesso pode gerar malefícios à pele humana. Segundo Ali (2009) os efeitos das radiações solares sobre a pele dependem do tempo de exposição, da intensidade, da composição e da espessura da pele, do comprimento de onda da radiação, da região do espectro eletromagnético da onda emitida.

Ainda segundo Ali (2009) os profissionais mais prejudicados são os que laboram na agricultura, horticultura, jardinagem, construção de estradas, pesca, marinha, correios, serviços de manutenção externa, salva-vidas e policiamento externo.

Esses profissionais estão enquadrados na Norma Regulamentadora nº 21 do Ministério do Trabalho (NR-21) que trata do trabalho a céu aberto, onde no item 21.2 são exigidas medidas especiais para a proteção do trabalhador contra a insolação excessiva, o calor, o frio, a umidade e os ventos inconvenientes (BRASIL, 1978a).

As pessoas que laboram ao ar livre estão expostas diretamente a RUV – Radiação Ultravioleta. A RUV é uma onda eletromagnética não-ionizante composta de três faixas: UVC- Ultravioleta C de 100 a 280 nm, UVB – Ultravioleta B de 280 a 320 nm e UVA – Ultravioleta A de 320 a 400 nm. Ela representa menos de 9% da energia do espectro eletromagnético solar. A radiação solar diminui na passagem pela atmosfera terrestre. Cerca de 4% do que chega ao solo é RUV, composta aproximadamente de 96% de UVA e 4% de UVB. Em geral, o UVC não chega ao

solo, sendo absorvido na estratosfera para a formação da camada de ozônio (KOLLER, 1965; INIRC, 1985 *apud* SILVA, 2008).

O câncer de pele é causado principalmente pela radiação solar, sendo que esse malefício é dividido em duas classes: Não-Melanoma (NM) e Melanoma (M) (SILVA, 2008). Os dados do Instituto Nacional do Câncer - INCA (2012) estimaram para o ano de 2012 no Brasil 62.680 novos casos de câncer de pele não melanoma entre homens e 71.490 em mulheres. Esses valores correspondem a um risco estimado de 65 casos novos a cada 100 mil homens e 71 para cada 100 mil mulheres para o ano.

O câncer de pele atinge principalmente pessoas com mais de 40 anos, havendo poucos casos em crianças e negros. As pessoas de pele clara, sensíveis a ação da radiação solar, ou com doenças de pele prévias são os que têm mais problemas de câncer de pele. Os indivíduos negros, apesar de serem menos predispostos ao câncer de pele, podem apresentar câncer de pele nas regiões palmares e plantares (SANTOS *et al.*, 2007).

De acordo com o relatório do INCA (2012) o câncer da pele não melanoma é o mais incidente em homens nas regiões Centro-Oeste (124/100 mil), Sul (80/100 mil) e Norte (38/100 mil), enquanto, nas regiões Sudeste (73/100 mil) e Nordeste (39/100 mil), é o segundo mais frequente. Nas mulheres é o mais frequente em todas as regiões, com um risco estimado de 109/100 mil na região Centro-Oeste, 91/100 mil na região Sudeste, 68/100 mil na região Sul, 43/100 mil na região Norte e 42/100 mil na região Nordeste.

Os dados do INCA (2012) mostram ainda que o melanoma da pele tem uma alta taxa de mortalidade, porém sua incidência é baixa (3.170 casos novos em homens e 3.060 casos novos em mulheres). As maiores taxas estimadas em homens e mulheres encontram-se na região Sul.

Como se pode observar as pessoas que possuem atividades externas estão expostas a condições não ideais de trabalho, sendo que Ali (2009, p. 333) recomenda que:

Os trabalhadores devem ser alertados para qualquer alteração em manchas e pintas na pele, mesmo aquelas presentes desde o nascimento. Mudança na cor, no tamanho e sinais de coceira ou incomodo localizado nessas pintas deve ser objeto de exame pelo médico da empresa ou do sistema de saúde.

Para a proteção desses trabalhadores foram editadas várias normas e recomendações, mas estas apenas fazem menção sobre a proteção que devem utilizar e não citam nenhum tipo de limite diário de exposição ou dose de radiação mínima a que o trabalhador possa se expor sem prejudicar sua saúde. Nesse contexto também existem várias ações judiciais por parte dos trabalhadores que requerem insalubridade pela exposição à radiação solar.

Diante do exposto tornam-se imprescindíveis estudos sobre a radiação solar e seus efeitos nos trabalhadores ao ar livre, para dar embasamento a futuras normas e regras de proteção no labor exposto ao sol.

1.1 PROBLEMA

O trabalho a céu aberto é realizado geralmente por pessoas com menos instrução e menos conhecimento sobre a legislação trabalhista, bem como as normas de segurança de sua profissão. Nesse contexto nota-se o descaso com as pessoas que trabalham expostos ao sol, como pedreiros, agricultores, dentre outros. Normalmente não usam nenhum tipo de proteção solar e apresentam sintomas de envelhecimento precoce, manchas na pele além de queimaduras solares. As principais dúvidas são:

Quais as doses de radiação que essas pessoas recebem diariamente, mensalmente e anualmente?

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta monografia se justifica pela importância de se definir a radiação solar a que os trabalhadores a céu aberto estão expostos, e então compreender os problemas que esta exposição pode causar em alguns anos de trabalho, bem como discutir se os mesmo estão em atividade considerada insalubre.

Parte-se do pensamento de que o trabalho a céu aberto de forma geral, pode ser entendido como uma atividade sem proteções e garantias de conforto como nas fábricas e escritórios. Acreditando que o trabalhador tem direito e necessita de conforto e condições mínimas para trabalhar e que o mesmo não pode ser prejudicado pela atividade e pelo ambiente a que está exposto, tal estudo sobre a quantidade de radiação a que os colaboradores estão expostos se justifica.

1.3 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral analisar a radiação solar a que os trabalhadores a céu aberto estão expostos em seus postos de trabalho diariamente e determinar os valores médios de incidência anual, mensal e diário.

Os objetivos específicos foram:

- a) Determinar os horários críticos e de maior taxa de radiação solar durante o dia;
- b) Quantificar e verificar se houveram mudanças drásticas de incidência da radiação solar a que os trabalhadores foram expostos nos anos de 2006 a 2012;
- c) Comparar a radiação média às normas de trabalho existentes e discutir o pagamento de insalubridade.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema desta pesquisa é o estudo das condições ambientais a que os trabalhadores a céu aberto estão expostos, mais especificamente a exposição à radiação solar. Para a avaliação foram utilizados os dados levantados de radiação solar global da estação meteorológica do município de Inácio Martins, que foram fornecidas em kJ/m^2 . Gerar gráficos diários, mensais e anuais da radiação global incidente e das radiações UVA e UVB a que os trabalhadores foram expostos nos anos de 2006 a 2012 e discutir os prováveis problemas futuros que esta exposição

pode causar aos trabalhadores e se estes teriam direito a insalubridade. A mesma metodologia pode ser usada para todas as regiões do Brasil através da rede de estações meteorológicas automáticas do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

As principais questões que rodeiam este estudo é delinear a radiação solar que afeta a saúde dos trabalhadores a céu aberto, as conseqüências futuras desta exposição e a necessidade do uso de equipamentos de proteção que auxiliem o alcance da qualidade de vida destes indivíduos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 TRABALHO A CÉU ABERTO E A RADIAÇÃO SOLAR

Os riscos a saúde dos trabalhadores que exercem suas atividades a céu aberto é uma preocupação constante com relação aos efeitos da radiação solar na pele das pessoas. Essa problemática é uma questão a ser discutida e pensada por todos que são atingidos por ela, em especial as que são afetadas ou exercem atividades em que se expõem diretamente a ela ou ainda pelos pesquisadores no assunto, os quais têm a competência para desenvolver mecanismos de proteção para este tipo de radiação (POZZEBON; RODRIGUES, 2009).

A Sociedade Brasileira de Dermatologia do Rio de Janeiro – SBD/RJ (2013) afirma que os trabalhadores que ficam expostos diariamente o por longos períodos a radiação solar, são os que apresentam maior risco para o desenvolvimento de câncer de pele.

Para Popim (2008) os marinheiros, agricultores, trabalhadores da construção civil e carteiros estão enquadrados no grupo de maior risco para desenvolver câncer de pele, o que aumenta de forma acentuada com o avanço da idade.

Em trabalhadores expostos sem proteção adequada ou sem medidas de controle dos níveis de radiação solar UV, os limites de exposição geralmente aceitáveis podem ser excedidos (INCA, 2006).

O Ministério da Saúde através do INCA (2006) recomenda que seja realizada a prevenção primária, com medidas de proteção contra a radiação ultravioleta como:

Para proteção coletiva uso de tecidos que impedem ou bloqueiam os raios UV, uso de barracas ou toldos, uso de guarda-sol, uso de coberturas e janelas de vidro, que funcionam como barreira física. Para prevenção individual evitar horários de pico (entre 10h da manhã e 16h da tarde), manter-se nas sombras nas horas mais quentes do dia, evitar bronzeamento artificial, usar chapéu com abas longas, usar calças compridas, usar óculos, usar cremes e/ou loções com filtro solar superior a 14 FPS.

2.2 A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2013) a radiação ultravioleta (RUV) é a parte do espectro eletromagnético referente aos comprimentos de onda entre 100 e 400nm.

A radiação ultravioleta (RUV) é classificada segundo Okumo & Vilela (2005) em UVA, UVB e UVC, e os intervalos foram definidos em 1930 pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), sendo adotada formalmente em 1970. As faixas de RUV são apresentadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Faixas de radiação ultravioleta

Denominação	Intervalo de λ (nm)	Denominação popular
UVA	400 – 315	Luz negra
UVB	315 – 280	Luz erimatogênica
UVC	280 – 100	Radiação germicida

Fonte: Okumo & Vilela (2005).

Ainda segundo INPE (2013) as radiações UVA, UVB e UVC têm as seguintes características:

UVA – É pouco absorvido pelo O₃ atmosférico, sintetiza a vitamina D no organismo humano, mas pode causar queimaduras com o excesso, além de envelhecimento precoce com o passar do tempo.

UVB – É muito absorvido pelo O₃ estratosférico. Pode causar queimaduras e, câncer de pele com o passar do tempo.

UVC – É totalmente absorvido pelo O₂ e O₃ estratosférico, não chegando a superfície terrestre. Pode ser utilizado na esterilização de água e materiais cirúrgicos.

2.3 EFEITOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA À PELE

A Organização Mundial de Saúde - OMS (2013) afirma que a RUV A e B, atuam sobre a pele ativando a melanina e podem criar um bronzeamento rápido, mas que se perde também rapidamente. Os raios UVA atingem as camadas profundas da pele e afetam o tecido conjuntivo e os vasos sanguíneos: A pele perde elasticidade e cria rugas.

Já os raios UVB estimulam a produção de melanina, o que aumenta a quantidade de pigmento escuro. Estes raios deixam a epiderme mais grossa em função do mecanismo de defesa do organismo contra os raios ultravioleta (OLIVEIRA, 2010).

Além destes fatores, segundo Corrêa (2003, p. 34) deve-se levar em conta outras situações como:

a) Queimadura: ou eritema, é a principal reação da pele à exposição excessiva aos raios solares. O avermelhamento da pele é resultado do aumento do fluxo de sangue, devido à dilatação dos vasos sanguíneos mais superficiais.

b) O bronzeamento: A produção de melanina pode ser facultativa ou constitutiva. A produção facultativa ocorre nas situações de excesso de exposição ao Sol e o caso constitutivo se refere à pigmentação natural, determinada por fatores genéticos ou raciais, e determinante para a caracterização das diferentes colorações de pele nos seres humanos.

c) Foto-envelhecimento: Os sinais do envelhecimento precoce causado pela exposição ao sol são: o ressecamento da pele, rugas e marcas profundas, perda da elasticidade e a pigmentação excessiva de cores e formas variadas. Estas características são sintomas que refletem mudanças relevantes na estrutura da derme.

d) Produção de vitamina D3 (colecalfiferol): Uma das funções benéficas da R-UV sobre a pele humana é a capacidade de sintetizar a vitamina D3. O processo de formação dessa vitamina se inicia na conversão, pela R-UVB, do 7- dehidrocolesterol, presente na epiderme, em pré-vitamina D3.

e) Sardas: Também conhecidas como efélides, são manchas cuja distribuição dos pigmentos melânicos costuma ser homogênea, embora possa ter a borda irregular.

f) Pintas: No jargão médico as pintas são denominadas nevos (do latim: defeito marca) melanocíticos. Os nevos podem existir desde o nascimento (congênitos) ou aparecerem no decorrer da vida (adquiridos), apresentando diferentes tamanhos, como os pequenos (até 1,5 cm), médios (entre 1,5 e 20,0 cm) e gigantes (superiores a 20,0 cm).

O RUV pode ser responsável ainda por causar o câncer de pele não melanoma que segundo o INCA (2011) é uma doença que atinge mais as pessoas de pele clara, sendo que hispânicos, asiáticos e negros tem menos chance de desenvolver a doença.

O câncer de pele não melanoma são tumores de crescimento lento, localmente invasivo e raramente resultam em metástase a distância. Uma pequena proporção torna-se letal e o número de óbitos resultante desse câncer é muito baixo. É, portanto, uma neoplasia de bom prognóstico, com altas taxas de cura se tratado de forma adequada e oportuna. Contudo, em alguns casos em que há demora no diagnóstico, esse câncer pode levar a ulcerações e deformidades físicas graves (INCA, 2011, p. 20).

INCA (2011) ainda afirma que a letalidade do melanoma é mais alta quando este ocorre, e acomete principalmente os caucasianos que residem em países com alta radiação ultravioleta.

A tabela 2 a seguir exemplifica melhor as reações da pele as radiações que chegam a terra:

Tabela 2 – Características da luz solar e sua capacidade de interação da pele

Tipos de luz	Radiação que chega a terra	Comprimento de onda (nm)	Penetração na pele	Efeito cancerígeno	Capacidade de produzir bronzemanto
UVA	6,3%	320 – 400	Derme	Pequeno	Pequeno
UVB	1,7%	280 – 320	Derme	Moderado	Moderado
UVC	0%	200 - 280	Epiderme	Severo	Não produz

Fonte: Adaptado de Ali (2009, p. 64)

2.4 NORMAS E RECOMENDAÇÕES

No Brasil não existe nenhuma norma ou recomendação por parte do Ministério do Trabalho e Emprego que defina a dose diária de radiação ultravioleta que o trabalhador pode receber sem prejudicar sua saúde. Existem apenas algumas menções sobre o assunto e alguns projetos de lei que veremos a seguir.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) traz em seu artigo 7º, inciso XXIII:

“São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social: (XXIII) adicional de remuneração para as atividades penosas, **insalubres** ou perigosas, na forma da lei.”

Já a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (BRASIL, 2007) em seu art. 190 dispõe ainda que:

O Ministério do Trabalho aprovará o quadro das atividades e operações insalubres e adotará normas sobre os critérios de caracterização da insalubridade, os limites de tolerância aos agentes agressivos, meios de proteção e o tempo máximo de exposição do empregado a esses agentes.

O Ministério do Trabalho (BRASIL, 1978b) através da portaria 3.214/1978 editou a Norma Regulamentadora Nº 15 (NR-15), que definiu os agentes geradores de insalubridade. Sendo dois deles:

- a) Radiação ionizante (atualmente estudada como agente periculoso e não insalubre – por força da Portaria MTE 3.393 / 87 combinada com Portaria MTE 512 / 03);
- b) Radiação não ionizante.

Segundo a advogada da Federação da Agricultura do Estado do Paraná Marcia Rodacoski o Tribunal Superior do Trabalho tem notória e antiga jurisprudência:

“ADICIONAL DE INSALUBRIDADE - EXPOSIÇÃO AOS RAIOS SOLARES - NR 15/MTB, ANEXO 7. Tanto o Anexo 7 da NR 15 do Ministério do Trabalho, como a própria NR 15, submetem a insalubridade jurídica a inspeção e laudo, o que não se compatibiliza com as peculiares condições da sujeição a raios solares. Disso se conclui impertinente a concessão de adicional de insalubridade para o trabalhador em atividade a céu aberto, dada a falta de previsão legal" (E-RR-257.356/96.6 e E-RR-259.532/96.5, Relator Ministro José Luiz Vasconcellos, DJ 16/04/99).” (RODAKOSKI, 2013).

Perante todos os argumentos acima estão surgindo projetos de lei para dar embasamento legal a questões de medidas preventivas e insalubridade por radiação solar.

O projeto de lei nº 3519/2012 de autoria do Deputado Vinicius Gurgel que está tramitando no congresso nacional prevê a jornada especial de trabalho para trabalhadores em atividades sob a radiação solar e o pagamento de insalubridade (BRASIL, 2013).

Já no estado de Minas Gerais também existe o projeto de lei nº 1820/2011 de autoria do Deputado Fabio Sherem do estado de Minas Gerais que dispõe sobre a prevenção e o combate às doenças associadas à exposição solar do trabalhador rural do Estado de Minas Gerais, com a finalidade de prevenir e combater doenças decorrentes da exposição do trabalhador rural à radiação solar (MINAS GERAIS, 2013).

Como não existe nenhuma lei, norma ou recomendação para a exposição diária a RUV brasileira, pode-se utilizar as recomendações da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP, sendo que ICNIRP (2004) não recomenda a exposição à radiação solar de mais de 30 j/m² para

os olhos e na pele. A tabela 3 a seguir apresenta a duração do limite de exposição a RUV:

Tabela 3 – Duração do limite de exposição a RUV

Duração da exposição por dia	Irradiância efetiva E_{ef} (W/m ²)
8	0.001
4	0.002
2	0.004
1	0.008
30 min.	0.017
15 min.	0.033
10 min.	0.05
5 min.	0.1
1 min.	0.5
30 s	1.0
10 s	3.0
1 s	30

Fonte: ICNIRP (2004)

Esse limite está definido de acordo com o tempo de exposição e a irradiação efetiva incidente nas pessoas.

2.5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PARA RADIAÇÃO SOLAR

A norma regulamentadora nº 6 (NR-6) diz que deve-se considerar Equipamento de Proteção Individual – EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos susceptíveis de ameaçar a saúde e segurança do trabalhador (BRASIL, 2013c).

A mesma norma ainda define no seu ANEXO I a lista de equipamentos de proteção individual que devem ser usados para proteger contra a radiação ultravioleta, que são:

- Óculos de segurança para proteção dos olhos contra a radiação ultravioleta;
- Protetor facial de segurança para proteção da face contra radiação ultravioleta;

A norma regulamentadora nº 31 (NR-31) reforça a utilização dos óculos e define ainda outras medidas de proteção contra o sol, como:

- Chapéu ou outra proteção contra o sol, chuva e salpicos (BRASIL, 2005);

Já a Norma Regulamentadora nº 24 (NR-24) (BRASIL 1978d) define que o uniforme de Trabalho é toda peça ou conjunto de peças do vestuário destinado a padronização visual cujo uso é exigido pelo empregador, não considerado EPI nem vestimenta de trabalho. Apesar disso muitas empresas utilizam o mesmo para proteção contra o sol em determinadas atividades a céu aberto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no município de Inácio Martins, localizado na região Centro-sul do Estado do Paraná (Figura 1), com uma altitude de 1.202m e posição geográfica de Latitude 25° 34' 16"S e Longitude 51° 04' 44"W. Tem uma área de 936,208 km² e população estimada de 11.282 habitantes (IPARDES, 2013).

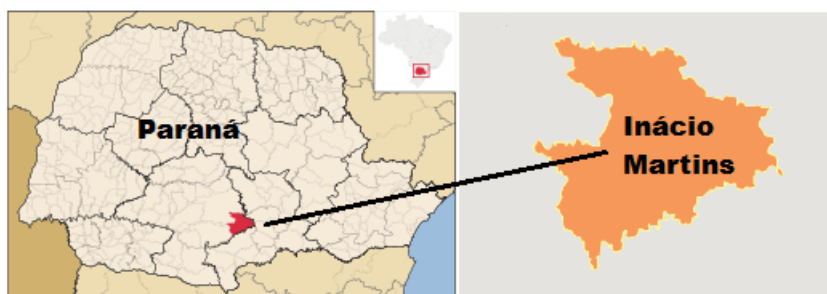


Figura 1: Mapa de localização geográfica do Município de Inácio Martins – PR
Fonte: IBGE (2013)

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb (Subtropical úmido mesotérmico), verões frescos (temperatura média inferior a 22°C), invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes (temperatura média inferior a 18°C, não apresentando estação seca (IAPAR, 1994). A precipitação média anual é de 1500 a 1600mm de chuva(SUDERHSA, 1998).

3.2 COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO

Os dados de radiação solar foram coletados de hora em hora, todos os dias do ano pela estação meteorológica de observação de superfície automática do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia de Inácio Martins de registro 19UTC nos anos de 2006 a 2012, estando na unidade de energia de Kj/m^2 e posteriormente foram processadas através de planilha *excel*.

Segundo INMET (2013) essa estação meteorológica de superfície automática da fotografia 1 é composta de uma unidade de memória central (*data logger*), ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que integra os valores observados minuto a minuto e os automaticamente a cada hora.



Fotografia 1 – Estação meteorologia do INMET em Inácio Martins
Fonte: INMET (2013).

A estação capta a radiação solar durante 24 horas, sendo que pela localização geográfica do município de Inácio Martins os dados efetivos de radiação estão nos horários de 9:00h as 22:00h. Isso se explica segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2013) porque a maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de forma que não se

observam grandes variações na duração solar do dia. Contudo, a maioria da população brasileira e das atividades socioeconômicas do País se concentra em regiões mais distantes do Equador. Em Porto Alegre, capital brasileira mais meridional (cerca de 30° S), a duração solar do dia varia de 10 horas e 13 minutos a 13 horas e 47 minutos, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente.

A radiação captada pelos sensores foi a global (Kj/m^2), sendo que como visto anteriormente, Ali (2009) divide a mesma em 92% de Luz visível, 6,3% de UVA e 1,7% de UVB.

Os dados foram processados gerando médias diárias, mensais e anuais de acordo com as horas de 9:00h da manhã as 22:00h da noite.

Os gráficos gerados utilizaram as porcentagens de Ali (2009) para delimitar a intensidade das radiações UVA e UVB incidentes nos trabalhadores e demonstrar sua variação durante os dias, meses e anos.

Para a comparação foram utilizadas as recomendações da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP (2004).

E para a discussão sobre insalubridade foram utilizadas as leis, normas e projetos de lei existentes no Brasil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 foi gerado a partir da média diária dos anos de 2006 a 2012 da radiação solar global e posteriormente calculada a porcentagem da luz visível, Radiação Ultravioleta A e Radiação Ultravioleta B. As radiações globais tiveram início as 9h da manhã e cessaram as 22h da noite e indo de 0Kj/m^2 a mais de 2.000Kj/m^2 .

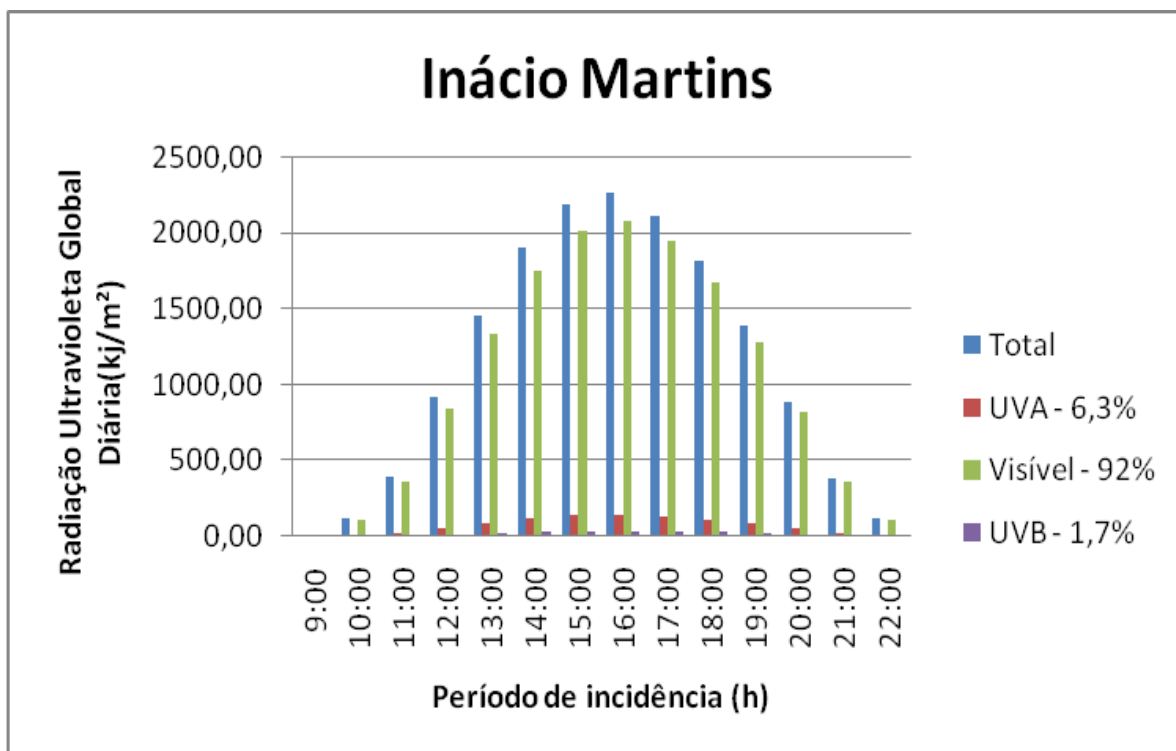


Gráfico 1 – Radiação Ultravioleta Global diária
Fonte: Produção própria

Percebe-se que a maior incidência encontra-se nos horários das 12h as 20h da noite, sendo que seu pico de radiação incidente está entre as 14h e as 17h da tarde. Se compararmos com as recomendações que são feitas pelo INCA (2006), que são de evitar a exposição solar entre 10h da manhã até as 16h da tarde percebe-se que esses horários não devem ser levados em consideração para todo o País, tendo em vista que como explicado anteriormente pela ANEEL (2013), a incidência solar e sua intensidade é influenciada pela posição geográfica do município em questão.

Para melhor ilustrar as radiações Ultravioleta A e Ultravioleta B foi confeccionado o gráfico 2 a seguir:

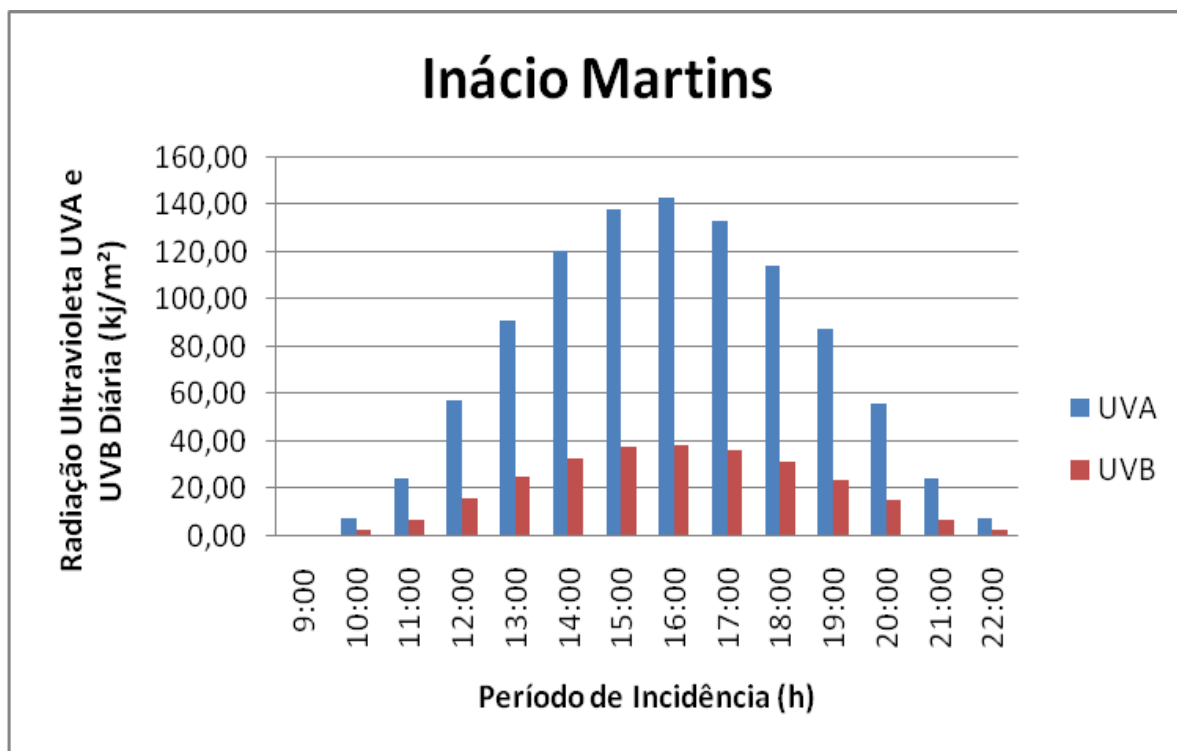


Gráfico 2 – Radiação Ultravioleta UVA e UVB
 Fonte: Produção própria

O Gráfico 2 demonstra que a radiação UVA é muito mais intensa que a UVB e tem um período de incidência quase que pleno durante o dia. Já a radiação UVB apresenta uma intensidade menor durante o dia. Essas duas podem causar problemas de saúde aos trabalhadores expostos diretamente a radiação durante esses horários. Durante a jornada de trabalho que geralmente vai das 8h da manhã até as 18h da tarde, o trabalhador está exposto à radiação solar em média 80% de todo o tempo de trabalho diário.

O gráfico 3 compara as incidências global diária média entre os anos de 2006 a 2012 e apresenta uma linha de tendência de todos os anos.

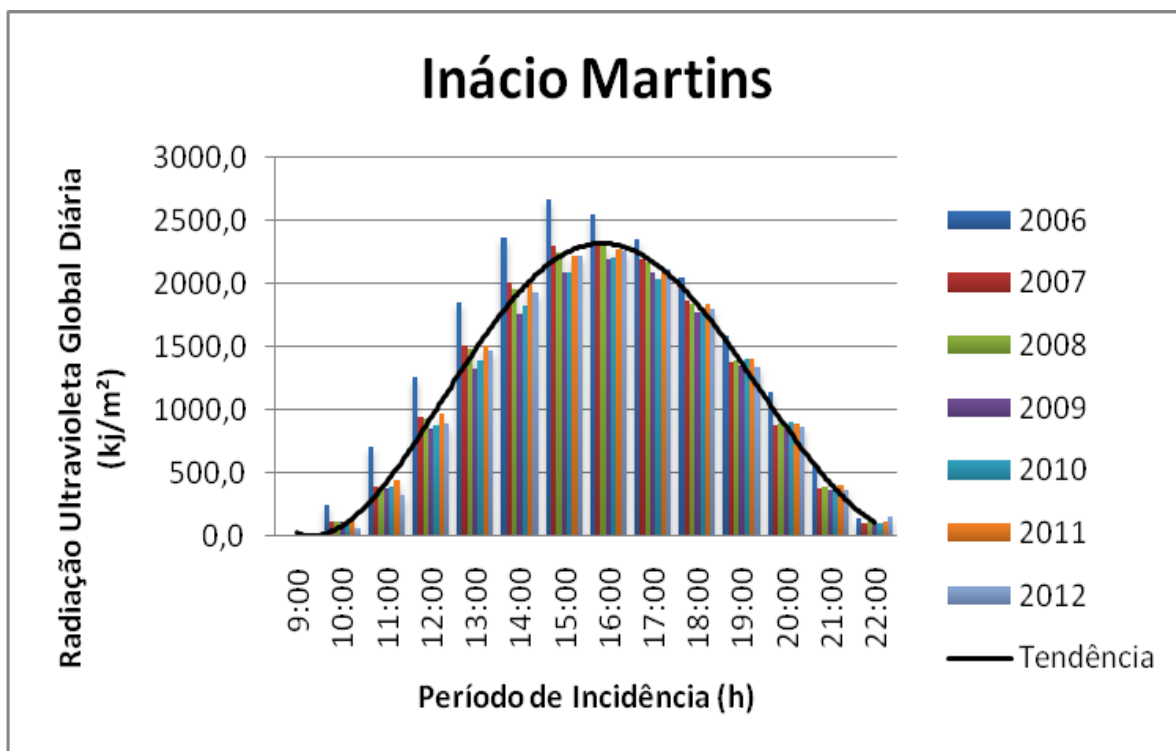


Gráfico 3 – Comparação anual da radiação Ultravioleta Global diária
 Fonte: Produção própria

Essa comparação torna-se necessária para demonstrar que a intensidade da radiação global é pouco afetada com o passar dos anos, demonstrando que um trabalhador exposto a as radiaçõe UVA e UVB tende a apresentar problemas de saúde em detrimento da exposição quase que igual durante todos os anos de labor.

A radiação solar não é cumulativa, mas seus efeitos são, ou seja, o trabalhador pode apresentar envelhecimento precoce, ou manchas em sua pele que podem aumentar com o passar do tempo, podendo chegar até ao câncer de pele.

Nos gráficos 4, 5 e 6 foram feitas comparações mensais das radiações solares global, UVA e UVB.

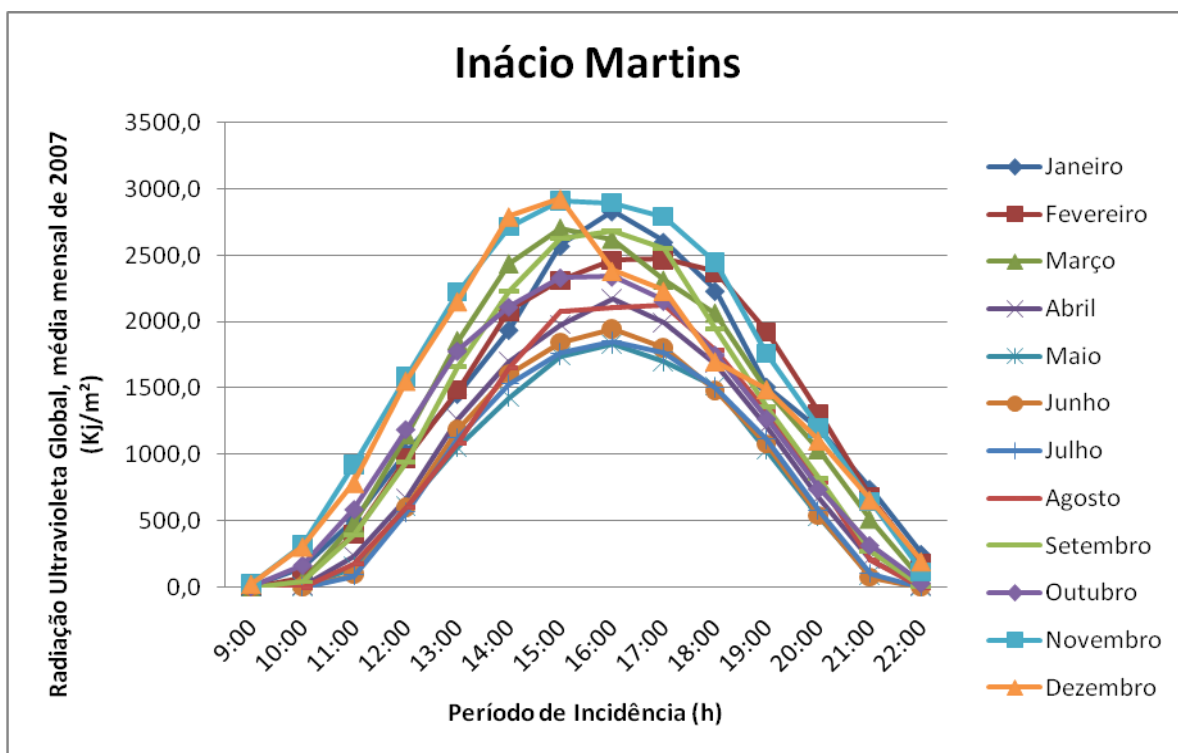


Gráfico 4 – Radiação Ultravioleta Global, média mensal de 2007

Fonte: Produção própria

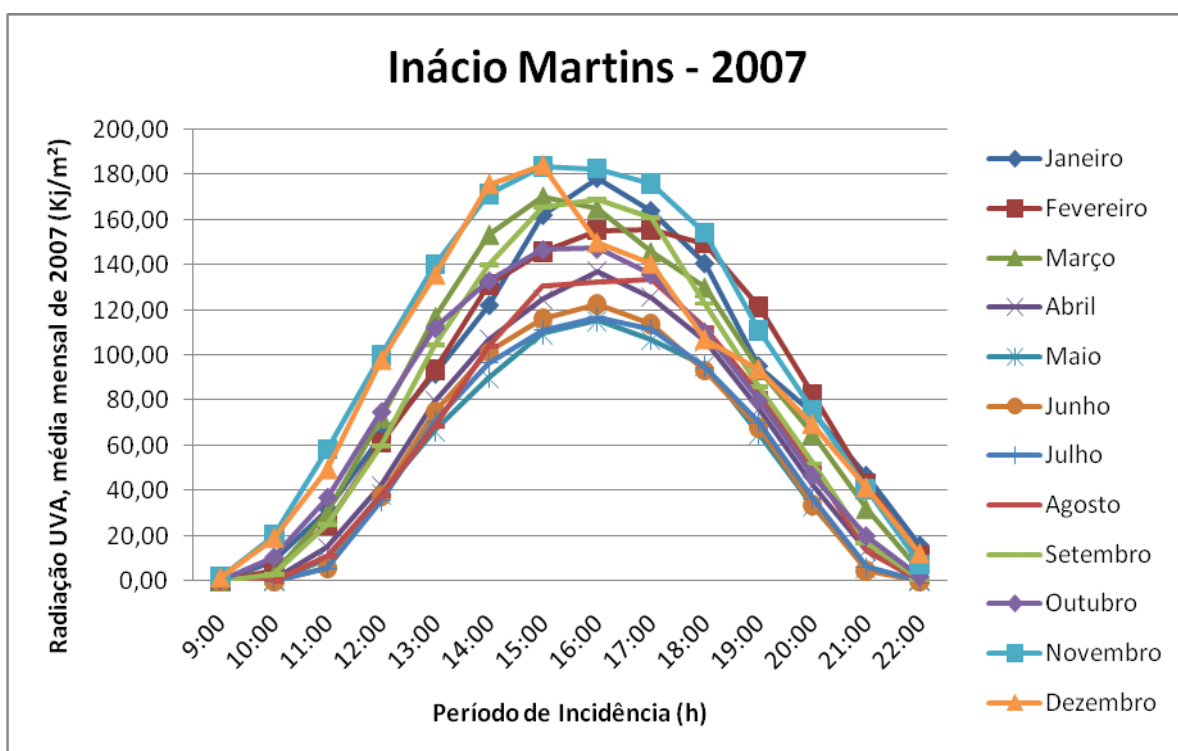


Gráfico 5 – Radiação UVA, média mensal de 2007

Fonte: O Produção própria

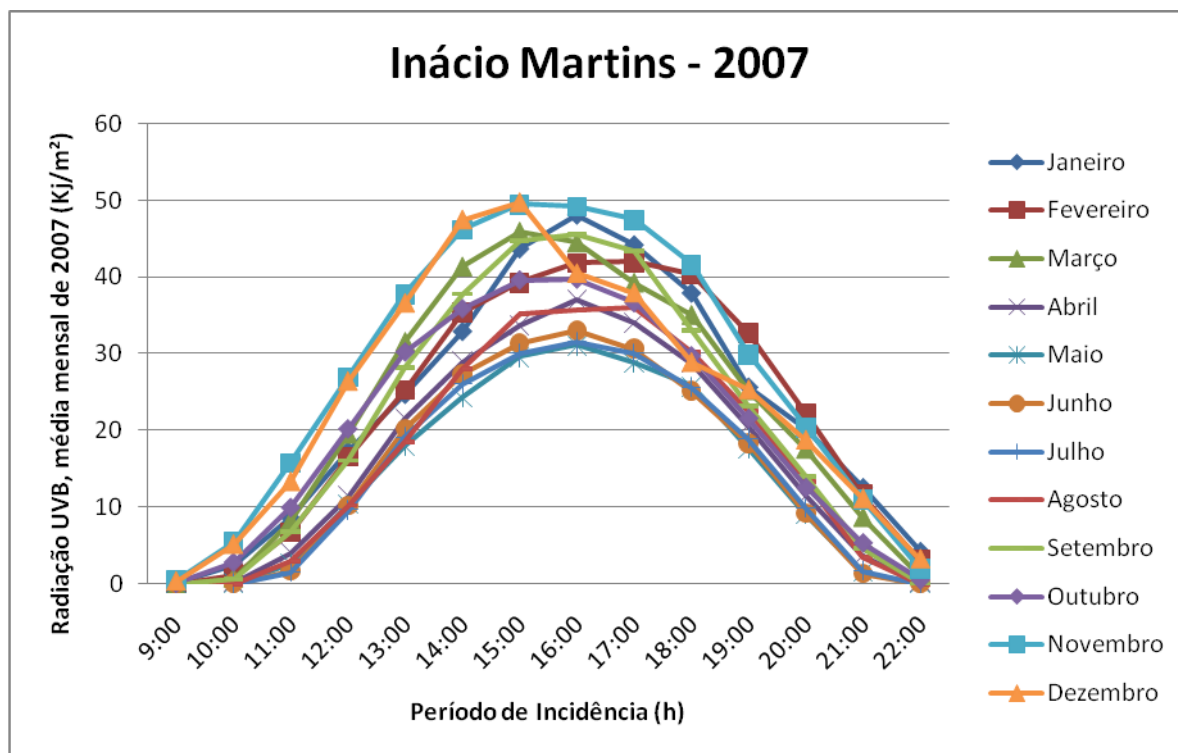


Gráfico 6 – Radiação UVB, média mensal de 2007

Fonte: Produção própria

Os gráficos 4, 5 e 6 mostram que durante o ano a radiação tende a diminuir em determinados meses e a ficar extremamente alto em outros. Nos meses de novembro e dezembro nota-se o pico de incidência de radiação solar e nos meses de maio a julho os de menor intensidade de radiação solar. Isso se explica porque nos meses de novembro e dezembro o sol está mais próximo da órbita terrestre e nos meses de maio a julho o sol está mais distante.

No Brasil não existem leis, normas ou recomendações de exposição máxima a radiação solar para os trabalhadores que atuam a céu aberto. Sendo assim compararam-se os dados coletados com as recomendações da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes – ICNIRP (2004).

Essa comparação revelou que durante quase toda a jornada de trabalho o trabalhador está exposto A radiação UVA muito além do recomendado. Sendo que ICNIRP (2004) não recomenda a exposição total sobre os olhos sem proteção de mais de 10kJ/m² em um período de 8 horas. E para para UVB em um período de 8 horas não deve exceder os limites dados pela curva de quadrados cheios da figura 2, onde também todas as medidas de radiação coletadas na estação meteorologica ultrapassaram o limite recomendado.

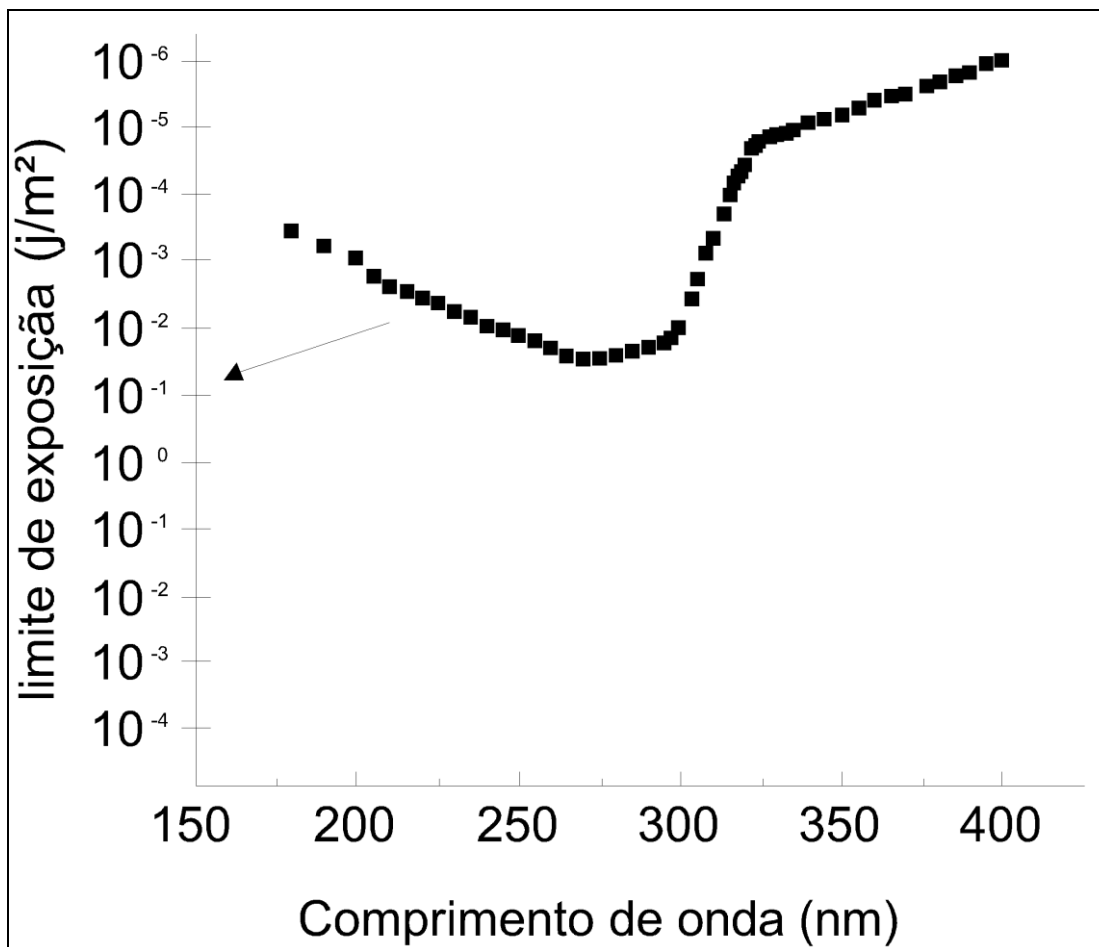


Figura 2: Limite de exposição (quadrados cheios) em função do comprimento de onda RUV
Fonte: Adaptado de ICNIRP (2004)

Legalmente a exposição diária a radiação solar não garante o pagamento de adicional de insalubridade por não haver limites definidos em leis ou normas. Isso gera descaso com os trabalhadores em relação à exposição a esse agente nocivo.

Na NR-15 a radiação não ionizante está definida como agente gerador de insalubridade, mas não prevê os limites de tolerância a sua exposição.

Diante todos os dados expostos anteriormente fica evidente que este adicional deveria ser pago porque o trabalhador que exerce sua função exposto ao sol está sob condições que podem prejudicar sua saúde, bem como está laborando em ambiente hostil à saúde.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitem as seguintes considerações:

- a) Os horários críticos de exposição em Inácio Martins estão entre 14h às 17h da tarde;
- b) Verificou-se que não houve mudanças drásticas de incidência da radiação solar entre os anos de 2006 a 2012;
- c) Não existe lei, norma ou recomendação brasileira a respeito dos limites de tolerância a exposição solar;
- d) A grande maioria dos valores de radiação solar coletados está acima do recomendado pela ICNIRP (2004);
- e) O adicional de insalubridade deveria ser pago, mas por não existir previsão legal o mesmo é negado.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA – ANEEL. **Energia Solar**. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_solar/3_2.htm>. Acesso em: 20 nov. 2013.

ALI, Salim Amed. **Dermatoses Ocupacionais**. 2. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 2009. 416 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214/GM, de 08 junho de 1978. **NR 21**, Norma Regulamentadora 21 – Trabalhos a Céu Aberto (1978a).

_____. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214/GM, de 08 de junho de 1978. **NR 15**, Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres (1978b).

_____. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei PL 3519/2012**. Acrescenta a Seção VI-A ao Capítulo I do Título III da Consolidação das Leis do Trabalho, aprovada pelo Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, para dispor sobre a jornada especial de trabalhadores em atividades sob radiação solar. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=538443>. Acesso em: 18 nov. 2013.

_____. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214/GM, de 08 de junho de 1978. **NR 6**, Norma Regulamentadora 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI (1978).

_____. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 86/GM, de 04 de março de 2005. **NR 31**, Norma Regulamentadora 31 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura (2005).

_____. Ministério do Trabalho. Portaria n.º 3.214/GM, de 08 de junho de 1978. **NR 24**, Norma Regulamentadora 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho (1978).

_____. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. Senado Federal, 1998.

_____. **Consolidação das Leis do Trabalho (CLT)**. 34 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CORRÊA, Marcelo de Paula. **Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações**. 2003. 243 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Cap. 1.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1994. 49 p. (IAPAR. Documentos, 18).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Inácio Martins**. Disponível em : <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411020>. Acesso em 16 de dez. de 2013.

INCA (Instituto Nacional de Câncer). 2005. **Estimativa 2006: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA. 2005.

INCA (Instituto Nacional de Câncer). 2011. **Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA. 2012.

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva - INCA (Comp.). **Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: Inca, 2011. 122 p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Índice Ultravioleta: O que é Radiação UV?**. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/uv/#>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP. **On Limits Of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelength Between 100 nm and 400nm (Oncoherent Optical Radiation)**. 2 ed., 2004. 17 p. v. 87.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico: Município de Inácio Martins**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

MINAS GERAIS. Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais. **Projeto de Lei PL 1820/2011**. Dispõe sobre a prevenção e o combate às doenças associadas à exposição solar do trabalhador rural e dá outras providências. Disponível em: <<http://fabiocherem.com.br/img/uploads/b08cd93a2f0ddc6211c44cb44eb58651.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

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

OLIVEIRA, Marcia Maria Fernandes de. **Índice Ultravioleta e Câncer de Pele no Estado do Paraná**. 2010. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Cap. 2.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ - OMS. **Rayonnement ultraviolet: indice du rayonnement, UV total Un outil éducatif pour diminuer les risques de cancer cutané et de cataracte**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs271/fr/print.html>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

PASCHOAL, Renato Soriani. **Filtro Solar: Histórico, Importância e Dicas**. Disponível em: <<http://www.revive.com.br/blog/renato-soriani-paschoal/post/filtro-solar-historico-importancia-e-dicas/>>. Acesso em: 09 dez. 2013.

Popim RC, Corrente JE, Marino JAG, Souza CA. **Câncer de pele: uso de medidas** POZZEBON, Pedro Henrique Bürger; RODRIGUES, Nilton Vanderlei. **Radiação Ultravioleta em Trabalhadores da Construção Civil: Problemas e Soluções**. Disc. Scientia.: Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 10, p.15-26, out. 2009.

RODACOSKI, Marcia. Federação da Agricultura do Estado do Paraná. **A insalubridade por exposição ao calor e umidade**. Disponível em: <<http://www.faep.com.br/boletim/bi1036/bi1036pag18.html>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

SANTOS, J. O. et al. **Avaliação do nível de informação quanto à prevenção do câncer da pele em trabalhadores rurais do município de Lagarto, Sergipe**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB, 2007.

SILVA., Abel Antônio da. Medidas de Radiação solar ultravioleta em Belo Horizonte e Saúde Pública. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 26, p.417-425, 25 nov. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA – SBD/RJ (Rio de Janeiro). Regional do Rio de Janeiro. **Profissões que aumentam risco de câncer de pele**.

Disponível em:
<http://www.sbdjrj.org.br/dicas/dicas_profissoes_que_aumentam_o_risco_de_cancer_de_pele.asp>. Acesso em: 09 dez. 2013.

SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: SUDERHSA, 1998, p. 7-11.