

Radiação Ultravioleta Relacionado com Problemas Dermatológicos na Carreira de Piloto de Aeronaves

Claudio Humberto Rezende Bessa (PUC-GO) claudiohbessa@yahoo.com.br

Reinaldo Moreira Del Fiaco (Universidade de Brasília) reinaldodelfiaco@outlook.com.br

Eurico Del-Fiaco Neto (Hospital Regional da Asa Norte) eurico.uni@gmail.com

Tafarel Carvalho de Gois (Centro Universitário Estácio de Brasília) tafarelgois@yahoo.com.br

Rômulo dos Santos Costa (Centro Universitário Estácio de Brasília) tafarelgois@yahoo.com.br

Resumo:

O presente trabalho propõe comparar a classificação do grupo de riscos ocupacionais com os fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes aeronáuticos. Para isso o trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa sobre os riscos ocupacionais voltados para a atividade de pilotagem aplicada ao gerenciamento dos riscos físicos e ergonômicos. Observou-se a necessidade de uma formação continuada e de otimização da produção de manuais para os pilotos de forma a acompanhar os avanços da tecnologia.

Palavras chave: Riscos Ocupacionais, Segurança do Trabalho, Piloto, Aviação.

Ultraviolet Radiation Associated with Dermatological Issues in Aircraft Pilot's Career

Abstract

The following work is propose to compare the risk occupational classification group with the factor that contribute to aeronautical accidents. For that, this work presents a qualitative research about occupational risks facing the pilot activity applied to the management of physical and ergonomic risks. There was the need for continuing education and optimizing the production of manuals for pilots in order to keep up with advances in technology.

Key-words: Occupational Risks, Work Safety, Pilot, Aviation.

1. Introdução

A Radiação Ultravioleta (RUV) é relacionada a diversas afecções dermatológicas, condição amplamente pesquisada, contudo, ainda sofre grande negligência principalmente em um país como o Brasil em que a pele bronzeada é símbolo de beleza. Os pilotos enquadram-se no grupo profissional que sofre exposição em seu âmbito de trabalho através da radiação solar incidida pelo para-brisa. A RUV sofre interações com diversos elementos químicos que compõem a atmosfera, e esta radiação sofre atenuação e absorção chegando a níveis reduzidos na superfície.

Com a alteração de altitude em relação com o afastamento do nível médio do mar os índices de ultravioleta são superiores do que a recebida pela população geral que possui sua ocupação em baixas altitudes. O surgimento das doenças está ligado principalmente às condições de exposição e consequentes lesões no tecido celular cutâneo de forma acumulativa. Assim a presunção é que o índice de ultravioleta seja maior na cabine de comando (*cockpit*),

condicionando os profissionais que trabalham neste ambiente a manifestar problemas dermatológicos ligados a RUV.

2. Método da pesquisa

O trabalho adota metodologicamente o tipo de pesquisa bibliográfica usufruindo do processo de revisão de uma extensa consulta de obras para fundamentar e articular sobre a problemática levantada. Os principais autores que embasam a argumentação da pesquisa são Okuno (2010), que relaciona os principais efeitos biológicos da radiação ultravioleta; e Melo (2012), que confronta os principais riscos para a saúde do piloto em sua ocupação, incluindo a exposição e sua distribuição comparada com a população geral. Autores como Sampaio e Azulay possibilitam descrever a anatomia e fisiologia da pele, e a interferência de doenças nos processos naturais desse tecido.

3. Radiação Ultravioleta e suas intervenções

Descoberta em 1801, através de experimentos com cloreto de prata pelo físico alemão Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), a radiação ultravioleta é o comprimento de menor penetração na atmosfera se comparada aos espectros solares que não são retidos pela alta atmosfera, como o visível e o infravermelho (SEELIG, 2003).

A RUV – Radiação Ultravioleta é classificada como não ionizante apesar de possuir faixas próximas a ionizável. Dentro do espectro ultravioleta existem quatro subdivisões compreendidas em intervalos distintos, que são a *near ultraviolet* (NUV) com comprimento de 400 a 300nm, *middle ultraviolet* (MUV) com 300 a 200nm, *far ultraviolet* (FUV) enquadrada entre 200 e 100nm, e a *extreme ultraviolet* (EUV) estendida de 100 a 10nm. Todavia, estudos que relacionam a interação e efeitos biológicos com a RUV, consideram três faixas que se estendem entre 100 e 400nm. A primeira denominada de UVA tem sua região delimitada de 400 a 320 ou 315nm, como proposto pela *World Meteorological Organization* (Organização Meteorológica Mundial), a UVB estende-se de 320 a 280nm, e por último a UVC estende-se de 280 a 100nm (SANTOS, 2007).

Clinicamente, essas duas radiações, UVA e UVB, ganham destaque, pois podem ser diferenciadas não apenas por seus comprimentos de ondas, mas também por afetar relativamente de formas diferentes a pele do indivíduo exposto (RODENAS et al, 1996).

A emissão do espectro ultravioleta pelo sol é através de elementos como hélio (He), magnésio (Mg) e ferro (Fe) que formam linhas de transição eletrônicas resultantes do salto quântico de elétrons entre dois níveis eletrônicos ou de energia, possíveis de serem identificados por instrumentos presente no satélite de observação solar como o *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHA) e no satélite *Transition Region and Coronal Explored* (TRACE).

A mensuração de certos fenômenos solares por satélites artificiais, como as tempestades ou explosões solares, e os diversos espectros eletromagnéticos emitidos possibilitaram a compreensão da influência de ondas eletromagnéticas sobre a biologia e equipamentos eletrônicos (SILVA, 2006). Erros de posicionamento de *Global Positioning System* (GPS) podem ser exemplificados como consequências de episódios de atividade de instabilidade na superfície solar. Isto porque o campo geomagnético terrestre sofre perturbação em seu equilíbrio, deixando a região da ionosfera mais ionizada e influenciando nos sinais enviados aos receptores de GPS (DALPOZ, 2006).

Na perspectiva equacional, a frequência e o comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais, onde ondas com maior frequência terá um comprimento menor (SILVA, 2006). Os feixes de ondas, como qualquer radiação, sofrem três tipos de interação com as matérias contidas no seu ambiente, como reflexão, difusão e absorção. Na reflexão a radiação é repelida

no sentido de sua origem ou sentido diferente de sua trajetória original; na difusão ocorre uma dispersão dessa onda; e na absorção a radiação original sofre alteração de espectro transformando em outro tipo de radiação (OKUNO, 2010).

Dentro das faixas emitidas pelo sol é possível mencionar os comprimentos de onda: raios gama ($<0,01\text{nm}$), raios X ($0,01\text{-}10\text{nm}$), ultravioleta ($10\text{-}400\text{nm}$), visível ($380\text{-}750\text{nm}$), infravermelho ($0,75\mu\text{m}\text{-}1\text{nm}$), micro-ondas ($1\text{mm}\text{-}30\text{cm}$) e ondas de rádio ($>30\text{cm}$). Dentro da listagem, os raios gama, raios X e parte da ultravioleta são barrados pela alta atmosfera. Ondas com menor comprimento são as que mais têm efeito nocivo à saúde humana, pois quanto menor a mesma, maior a sua interatividade biológica. As faixas com maior frequência sofrem maior efeito de absorção pela atmosfera, fenômeno que possibilita um ambiente salubre à sobrevivência humana. (SILVA, 2006).

4. Ações biológicas

A radiação UVA tem comprimento de onda mais longo e ao longo do dia sua intensidade sofre baixa variação, sua penetrabilidade cutânea é maior (BRASIL, 2003). Entretanto, seu efeito biológico é menor, condição que não ameniza o risco de exposição, devido ao fato deste comprimento ser em média 20 vezes mais intensa. Cronicamente a UVA possui efeitos de fotoenvelhecimento, como também lesões gênicas semelhantes as ocasionadas pela UVB (SANTOS, 2010).

Já a radiação UVB tem comprimento de onda mais curto e é mais intensa entre as 10h e 16h, sendo a principal responsável pelas queimaduras solares e pela vermelhidão na pele (Brasil, 2003). Entretanto, em exposições crônicas, a influência da radiação UVB está relacionado com efeitos mutagênicos e tumorigênicos, onde há interferência na integridade dos mecanismos celulares devido distorções estruturais do DNA (SANTOS, 2010).

O aumento epidemiológico de doenças cutâneas graves, como câncer de pele, onde o fator condicionante está ligado à exposição à radiação UV, após ser constatado pela comunidade científica, motivou o planejamento de parâmetros e recomendações sobre a exposição. As primeiras referências foram divulgadas em 1977 pelo *Non-Ionizing Radiation Committee* (Comitê de Radiação não Ionizável) juntamente com a *International Radiation Protection Association* (Associação Internacional de Proteção a Radiação), e em 1989 foi publicado um guia baseado em uma ampla revisão bibliográfica dos efeitos biológicos da radiação ultravioleta de faixa entre 180 a 400nm (SANTOS, 2010).

A radiação ultravioleta exerce função vital no meio ambiente afetando quase todos os organismos da Terra, mas o que diferencia seus efeitos como úteis ou maléficos será principalmente o comprimento de onda, intensidade e tempo de exposição. Fenômenos envolvendo fotossensibilidade estão relacionados à exposição a RUV somada ao uso de certos fármacos, ocasionando fototoxicidades ou manifestação de certas patologias exógenas ou endógenas fotoativadas (Jeannie, 2001).

As células eucarióticas presentes em animais possuem organelas, as quais são regiões destacadas por membrana com funções específicas, situadas no citoplasma. Dentre as organelas, a mitocôndria ocupa a função de produção de energia através de metabolismo oxidativo; o retículo endoplasmático tem a atribuição de síntese proteica, o qual terá seu produto modificado e transportado através das estruturas endomembranas e vesículas do complexo de Goldi, que por sua vez é responsável também pela origem da organela lisossomo com função de digestão (ZAHA, 1996).

Na célula, a orientação para a síntese proteica é atribuída aos ácidos nucleicos, macromoléculas de estrutura de polímeros lineares de nucleotídeos através de ligações fosfodiéster, que guardam e transmitem informações genéticas e integram os genes encontrados no cromossomo. O ácido

desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA) são as duas formas existentes de ácidos nucleicos, que são constituídos de apenas quatro diferentes tipos de nucleotídeos, os quais têm a composição por um grupo de fosfato, uma pentose (açúcar) e uma base nitrogenada (púrica e pirimídica) (ZARA, 1996).

A radiação UVA, anteriormente considerada como inofensiva, tem sido associada com certa controvérsia ao processo de envelhecimento precoce da pele e carcinogênese. Sua genotoxicidade é questionada devido à baixa interatividade com os ácidos nucleicos. Entretanto, estabelece relação fotossensibilizadora endógena pela atuação dos cromóforos, que sofrem excitação com este comprimento de onda, estimulando oxidases (enzimas que catalizam uma reação de oxidação/redução) e também a liberação de radical livre ou oxigênio singlete (em estado excitado), o qual conduz a produção de peróxido de hidrogênio (Ronsein, 2006). A UVA, apesar da baixa reatividade com o DNA, ainda apresenta certa influência no mesmo. E observando que esta região do espectro ultravioleta possui intensidade em média 20 vezes maior que a UVB na biosfera, essa baixa interatividade, contudo intensa, tem causado lesões como ciclobutanos de pirimidina e fotoprodutos (SANTOS, 2010).

5. Consequências da Radiação Ultravioleta

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC 67) descreve requisitos para a concessão de licenças tanto para o credenciamento de médicos, clínicas e convênios, como também requisitos pessoais para a expedição do Certificado Médico Aeronáutico – CMA de primeira, segunda e quarta classe. Na RBAC 67 a citação de algum item discriminando condições de saúde dermatológicas é inexistente. As exigências médicas são centradas em condições consideradas básicas, com requisitos mentais, neurológicos, cardiológicos, pneumológicos, hematológicos, entre outros (ANAC, 2011).

Os riscos ocupacionais tratados nesta monografia são aspectos constituintes do cotidiano dos pilotos e apresentam consequências aos mesmos apresentando a possibilidade de afastá-los da profissão por seus agravos. Isto pode ser observado através dos dados apresentados pelo DIESAT em 1995 que revelam as causas de afastamento permanente de pilotos da profissão, demonstrando que 23,47% provém de doenças cardiovasculares; 20,41% agravos de audição e visão; 19,39% transtornos mentais; 12,24% AIDS; 3,06% câncer; 3,06% danos motores; 2,04% problemas neurológicos e 16,33% de outros problemas.

O câncer de pele é o tipo de câncer mais incidente em ambos os sexos no Brasil. Em geral, as lesões são de fácil diagnóstico e possuem índice de cura superiores a 95% quando tratados precoce e corretamente (SBD, 2007).

A relação da radiação UV com elementos secundários exógenos ou endógenos que afetam a saúde das pessoas estende o número de doenças possíveis de serem adquiridas ou manifestadas. É possível enquadrar várias afecções que possuem ligação direta da RUV no surgimento ou agravamento de problemas, podendo citar: as doenças idiopáticas, que são as afecções sem origem definida ou causa obscura; as degenerativas ou neoplásicas, com origem na perda parcial ou total da função do tecido; as metabólicas; as dermatoses foto exacerbadas (doenças as quais podem apresentar-se em latência ou quadro clínico estável e sofrer evolução negativamente); as genodermatoses (doenças genéticas geralmente incomuns); as infecciosas; nutricionais; e dermatológicas primárias comuns do próprio tecido (SIMIS, 2006).

6. Doenças mais comuns relacionadas aos RUV

6.1 Melanoma Cutâneo

O melanoma cutâneo é a neoplasia maligna que bem apresentando maior crescimento na última década, tornando-se um problema de saúde pública (SBD, 2006). Os estudos demonstram que

a frequência de novos casos dobra em um período de 10 a 15 anos, sendo que estes achados, segundo os autores, refletem um fato real e não causal (INCA, 2007a). Entretanto, ainda é o menos comum dos cânceres de pele, representa apenas cerca de 4% dos tumores de pele, mas é o mais agressivo, apresenta maior mortalidade e possui alto potencial de produzir metástases, representa mais de 79% das mortes por câncer de pele.

Quando lesões melanocíticas passam a se tornar assimétricas, com irregularidade de bordos, alterações de cor ou diâmetro maior que 6 milímetros são suspeitas e devem ser biopsiadas. Apresenta prognóstico ruim quando descoberta em estágios avançados, e a cura só é alcançada, atualmente, através de tratamento cirúrgico.

6.2 Melanoma maligno

Originário em geral no sítio primário cutâneo (epiderme), especificamente nas células produtoras de melanina, o melanoma surge em pessoas principalmente entre 30 e 60 anos e é um tumor com grande poder metastático, disseminando-se facilmente para outros tecidos adjacentes. Pode ocorrer em qualquer raça, contudo é incomum em negros, sendo encontrado nesse grupo em grande parte nas regiões palmoplantares, e nos caucasianos se faz mais freqüente quanto mais branca a pele. A etiologia indica que a exposição à radiação solar e fatores genéticos tem relação ao surgimento desta patologia (AZULAY, 2008).

Os principais indicativos de melanoma são coceira ou comichão, alteração na pigmentação e crescimento assimétrico de nevos (pintas). Quando em estado avançado, também pode ocorrer inflamação, ulceração e sangramento. Visualmente o diagnóstico é através do “ABCD”, cujas iniciais correspondem a assimetria, bordas irregulares, coloração heterogênea e diâmetro maior que 6 mm ou crescimento de sua circunferência, como exemplificado pela figura 2.3. A confirmação da malignidade da lesão é através de biópsia e exame anatomopatológico (SIMIS, 2006).

6.3 Carcinoma basocelular

O carcinoma basocelular (CBC) representa 60% dos casos de câncer de pele, sendo considerada a neoplasia maligna mais comum. A exposição crônica à RUV cumulativa ou periódica, porém com grande intensidade gerando queimaduras, pode resultar nas lesões originárias do CBC, que se manifestam em locais do corpo com maior exposição à luz do sol como face, orelhas, pescoço, couro cabeludo e ombros, em indivíduos acima dos 40 anos. Surge a partir de mutação de algumas células na camada basal da epiderme, e geralmente possui aspecto clínico nodular e “perolado”, podendo apresentar ulceração em casos mais avançados (SIMIS, 2006). A figura 1 mostra exemplo de CBC.



Figura 1 - Carcinoma basocelular na região malar da face (ONCOGUIA, 2013)

6.4 Carcinoma Espinocelular

O carcinoma espinocelular (CEC) é um câncer de pele maligno classificado como não melanoma e é o segundo tipo de câncer com maior incidência na população, correspondendo a

cerca de 15% dos casos. Sua origem além de ser associada com as lesões cumulativas da radiação ultravioleta também pode ter ligação com o tabagismo, exposição ao arsênio, cicatrizes de queimadura, feridas ou ulcerações crônicas na pele. A origem do CEC é a partir de mutação em algumas células da camada epidermóide localizada na epiderme, e é de rápido desenvolvimento, podendo gerar metástase. Os principais sintomas são lesões com aspecto de couve-flor as quais geralmente apresentam ulceração que atingem principalmente locais muito expostos a luz solar como rosto, boca e membros superiores. A figura 2 apresenta exemplo de CEC (AZULAY, 2008).



Figura 2 - Carcinoma espinocelular região frontal (testa) do rosto (DERMATOWEB, s.d.)

6.5 Fotoenvelhecimento

O envelhecimento cutâneo é um processo natural em que o corpo vai perdendo suas propriedades naturais. Contudo o fotoenvelhecimento é uma evolução acelerada e potencializada da degeneração celular da pele, devido ao processo cumulativo da exposição solar, que é mais acentuado em peles mais claras. A degradação empreendida pela radiação ultravioleta é diferente da natural. A pele exposta a luz do sol cronicamente ou que apresenta um histórico de exposição cumulativa é evidenciada pela coloração amarelada, enrugada, ressecada, com pigmentação irregular. As alterações na pele podem começar a surgir logo após os 30 anos e em indivíduos com idade mais avançada pode resultar na manifestação de lesões pré-malignas (MONTAGNER, 2009).

O tecido cutâneo fotoenvelhecido apresenta inúmeras alterações, onde se pode destacar o afinamento ou adelgaçamento da camada espinhosa na epiderme e a junção dermoepidérmica sofre achatamento. Os queratinócitos, os quais são células diferenciadas que se apresentam degradadas, demonstram-se resistentes ao processo de “morte celular programada” ou processo de apoptose, onde a célula sofre alterações morfológicas no citoplasma e seu núcleo, evitando propagação de células cancerígenas (MONTAGNER, 2009). A figura 3 estampa a condição de pele fotoenvelhecida, principalmente nas regiões expostas ao sol como pescoço e queixo.

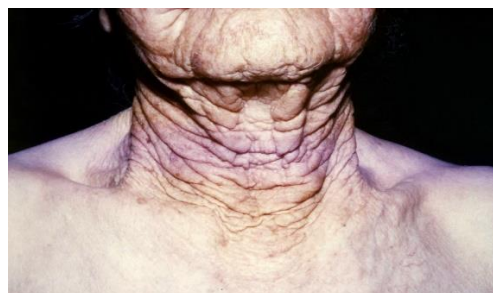


Figura 3 - Pele fotoenvelhecida na região do pescoço e queixo (FMUL, 2009).

6.6 Fotoimunossupressão

Um piloto ao longo de sua vida, não adquirindo nenhuma patologia de origem viral, como herpes labial, ou que não tenha nascido com alguma anomalia hereditária autossômica (genética), mas que tenha uma exposição excessiva, poderá apresentar doenças de pele degenerativas ou neoplásicas. Afecções não tratadas podem levar a uma piora do quadro clínico do piloto ou ex-piloto, o levando a óbito, isto devido às lesões cumulativas ocasionadas pela RUV. As principais patologias que podem ser encontradas em pilotos, relacionadas aos efeitos da RUV são: melanoma maligno; carcinoma basocelular; carcinoma epidermoide; fotoenvelhecimento, que não é uma doença, mas uma potencialização da degradação natural da pele; e a fotoimunossupressão (MELO, 2012).

A imunossupressão referente à radiação ultravioleta ocorre horas ou dias depois de uma exposição prolongada, tem duração indeterminada, contudo com estimativa de perduração entre duas a três semanas. Ocorre por causa da inibição do processo imunológico do tecido cutâneo, que fica imparcial diante de antígenos exógenos devido principalmente a alterações estruturais e funcionais das células de Langerhans as quais exercem papel imunológico (PINTO, 2007).

7. Exposição ocupacional de pilotos à radiação UV e a prevalência de doenças cutâneas

Os cânceres relacionados a algum tipo de exposição ocupacional a elementos radioativos correspondem em média 4% de todos os casos, onde se estima que 19 tipos de cânceres como leucemias, pulmão, pele, bexiga, fígado e laringe possam ter ligação com o trabalho. O número de casos relacionados à ocupação geralmente é subdimensionado, recorrente da dificuldade de asseguar a relação de exposição a agentes cancerígenos individuais no ambiente de trabalho.

O questionamento médico ao diagnosticar algum tipo de tumor, sobre o trabalho desempenhado pelo paciente ou exercido por maior tempo durante a vida, normalmente é inexistente ou deficiente, dificultando o acúmulo de informações de números de pessoas acometidas por alguma patologia e sua possível relação profissional. No Brasil o percentual de benefícios de auxílio doença ligados ao câncer ou doenças de caráter acumulativo ocupacional é cerca de 0,23%, sendo que 0,66% dos casos de câncer são associados com a ocupação (INCA, s.d.).

Na profissão de piloto o câncer está relacionado aos agentes como o campo eletromagnético gerado pelos computadores e telas da aeronave e principalmente a radiação ultravioleta que passa pelo para-brisa. Os cânceres de pele não melanoma possuem uma relação com um maior número de agentes como o arsênio, alcatrão, radiação ultravioleta e radiação cósmica (INCA, s.d.).

Há uma associação da incidência de melanoma, envelhecimento precoce, hipersensibilidade química, fotoimunossupressão, fotocarcinogênese, eritemas e problemas oftalmológicos como catarata com a exposição à radiação UV, proposto através de estudos epidemiológicos nos 20 últimos anos do século XX, que relacionavam o tempo de voo, o cruzamento de fusos horários e o estilo de vida com a excessiva ou não exposição aos raios solares.

Tripulantes com extenso histórico ocupacional na aviação foram constatados com maiores casos de melanoma por meio de estudos em 1999. Entretanto, na época o problema foi atribuído à exposição durante o lazer, na população de tripulantes analisados. Pesquisa com aviadores da Força Aérea da República da Bulgária e tripulantes da aviação civil no ano de 1999, considerando todos os eventos oncológicos registrados, possibilitou verificar uma considerável divergência entre a população geral masculina com a dos pilotos do mesmo sexo, onde o câncer de pele foi encontrado em evidência no grupo dos pilotos além de maior prevalência de outros tipos de cânceres não dermatológicos como de bexiga e testículo (MELO, 2012).

Análise de trabalhos e artigos publicados e não publicados entre 1986 e 1998 possibilitou avaliar que a ameaça de mortalidade por melanoma é maior entre pilotos. Pesquisa realizada com aviadores dinamarqueses, finlandeses, noruegueses e suecos, que tripulavam aviões comerciais, indicou aumento nos casos de melanoma, carcinoma basocelular e carcinoma espinocelular, resultado semelhante encontrado em investigações científicas nos EUA com foco nos casos de melanoma. Todavia, não houve uma confirmação da ligação entre a RUV e os casos de câncer, sendo assim apenas postulada sua possível ligação com a radiação (MELO, 2012).

Os casos de cânceres dermatológicos relacionados ao voo são comuns, contudo com baixo reconhecimento. A dificuldade de se obter dados objetivos, como tempo de exposição ocupacional gerada pelas escalas não rotineiras, dificulta a estimativa de casos na população de pilotos. Revisão empreendida em 2004 verificou que aproximadamente 20 pesquisas epidemiológicas relacionadas ao câncer em pilotos, as quais tinham sido feitas desde 2000, apontam para o aumento do risco de melanoma em aeronautas. Revisão de trabalhos entre 1990 e 2008, englobando 65 publicações, revelou um índice reduzido de cânceres de outros gêneros em pilotos comparados à população geral; contudo, ocorre aumento de casos de câncer de pele nos mesmos, apresentando risco duas vezes maior do surgimento dessas neoplasias (MELO, 2012).

Pesquisa de 2009 que tinha o ímpeto de justificar o número maior de casos de melanoma e não melanoma em pilotos esbarrou nas mesmas dificuldades, considerando que doenças desencadeadas pela radiação ultravioleta têm caráter cumulativo, onde fatores de exposição no tempo de lazer durante a vida e ocupacional estão intimamente ligados, dificultando justificar a certa insalubridade ocasionada pela RUV. O mesmo estudo conciliou a possibilidade de mais casos de melanoma estarem ligados à radiação cósmica, que é ionizante e proveniente do espaço, e às alterações no ciclo circadiano. Os relatórios consideravam que pilotos com tempo ocupacional inferior a 20 anos tinham como elementos de risco a serem considerados o tipo de pele, o histórico infantil de exposição e queimaduras de sol, e histórico familiar de ocorrência de alguma neoplasia não melanoma. Para pilotos com tempo de trabalho acima dos 20 anos de aviação eram adicionados os elementos de tempo de voo e latitudes em que mais exercia suas rotas, isto porque o aumento da latitude implica na redução da RUV; contudo, ocorre o aumento da radiação ionizante cósmica (MELO, 2012).

8 Discussões e Considerações Finais

As lesões neoplásicas da pele foram atribuídas exclusivamente à UVB por considerável tempo, porque fisicamente quanto mais curto o comprimento de onda maior a influência biológica, cujo comprimento é barrado consideravelmente pelo para-brisa aeronáutico. Contudo foi constatado que a UVA não é inofensiva como antes se acreditava, devido à sua intensidade que chega a ser vinte vezes maior que a UVB, lesionando o DNA, estimulando reações químicas e liberando radicais livres. Os aviões com para-brisa de plástico conseguem reter melhor a UVA, ao contrário do vidro laminado usado em aviões a jato que operam em maiores altitudes e condicionam os pilotos a estarem em um meio com índice de ultravioleta mais alto, deixando a cabine insalubre. A atividade desempenhada pelos pilotos, dependendo da rota e horário do dia, colocará este profissional sobre a exposição direta da radiação solar e consequentemente da radiação ultravioleta. Há evidência de que a exposição ocupacional à RUV em aeronautas aumenta a incidência de cânceres e outras doenças de pele nessa população.

Uma construção epidemiológica esbarra em outra questão que é a falta de acúmulo informativo sobre o estilo de vida e a profissão do indivíduo, isto porque o médico ao deparar com alguma neoplasia relacionada com a radiação ultravioleta frequentemente sabe o vetor que a ocasionou, contudo não interroga o paciente sobre sua profissão e tempo de atuação.

A constatação de alguma anomalia metabólica, nutricional ou endócrina, que de alguma forma relacione com a dermatologia, poderá ser condição elemento para o indeferimento do CMA, todavia as alterações dermatológicas isoladas não são mencionadas no RBAC 67 (2011) no qual regulamenta as condições para a emissão do Certificado Médico Aeronáutico, e não prioriza nenhuma condição dermatológica para fins de indeferimento, desde que esta condição não afete outros sistemas do organismo, ocasionando alterações significativas em exames exigidos. O indeferimento seria uma reação proativa contra a possibilidade de o piloto ficar incapacitado durante o voo. As doenças de caráter neoplásicas como melanoma maligno, carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular, e condições crônicas de fotoenvelhecimento são citados como principais consequências do efeito cumulativo na pele da RUV. Já a fotoimunossupressão é relativa a uma exposição mais intensa, que gera uma redução imunológica da pele, abrindo precedência para a manifestação de doenças oportunistas.

A tecnologia dos fotoprotetores tem sido aperfeiçoada significativamente por meio de fórmulas novas, resultando na combinação tanto de formulações orgânicas como inorgânicas, as quais protegem uma ampla região de comprimento de onda, compreendendo tanto a UVB quanto a UVA. Além disso o alto índice de doenças ligadas a RUV, tanto na população geral como na população de pilotos está diretamente ligada à ausência de campanhas educacionais e preventivas. Para os pilotos, pesquisas sobre os efeitos negativos da radiação ultravioleta relacionada à altitude e campanhas preventivas são ainda mais escassas.

Referências

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 67. Requisitos para Concessão de Certificados Médicos Aeronáuticos, para o Credenciamento de Médicos e Clínicas e para Convênio com Entidades Públicas. Resolução ° 211. Brasília, 7 de dezembro de 2011. Publicado no Diário Oficial da União de 9 de dezembro de 2011, Seção I, p. 33.

AZULAY, R. D.; Azylay D. R.; Abulafia L. A. Dermatologia. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kongan, 2008.

Brasil. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer – INCA. Estimativas da Incidência e Mortalidade por Câncer. Rio de Janeiro: INCA, 2003.

COARITI, Jaime Rodríguez. Análise dos Efeitos da Radiação Solar Ultravioleta (R-UV) Em Populações Habitantes a Diferentes Altitudes. Tese (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). – Universidade Federal de Itajubá, 2003.

DALPOZ, WR; Camargo PO. Consequências de uma tempestade geomagnética no posicionamento relativo com receptores GPS de simples frequência. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Cartográficas). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Depto de Cartografia, Presidente Prudente, 2006.

DERMATOWEB. Carcinoma espinocelular. (s.d.). Disponível em: <<http://www.dermatoweb.net/>>. Acesso em: 25 mai. 2014.

FMUL. Sol, foto-envelhecimento e cancro da pele. Disponível em: <<http://news.fm.ul.pt/Content.aspx?tabid=49&mid=281&cid=44>>. Acesso em: 25 mai. 2014.

INCA. Prevenção do câncer da pele. Resv. Brasileira de Cancerologia. ed. 49. v.4. 2003.

INCA. As profissões e o câncer. Resv. Rede Câncer: Rio de Janeiro, ed.3. 18-20, 2007.

INCA. ONLINE. Ministério da Saúde, Instituto Nacional de Câncer. Estimativas 2008: Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Câncer, p. 94, 2007a. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2008/versaofinal.pdf>>.

JEANNIE, Allen. *Ultraviolet Radiation: How it Affects Life on Earth.* NASA. Earth Observatory. Disponível em: <<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/UVB/>>. Acesso: 25 mai. 2014.

MELO, Marília F. S; Neto, Annibal, M. S. Revisão narrativa sobre riscos ocupacionais físicos e saúde de pilotos de aviação comercial. Revista Baiana de Saúde Pública. v.36, n.2, p.465-481, 2012.

MONTAGNER, S; Costa, A. Bases biomoleculares do fotoenvelhecimento. An Bras Dermatol. ed. 84. v. 3. p.263-9, 2009.

NASA. ONLINE. *Ozone*. National Aeronautics and Space Administration: Earth Observatory. (s.d.) Disponível em: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Ozone/ozone_2.php>. Acesso em: 15 fev. 2014

ONCOGUIA. Carcinoma basocelular. Disponível em: <<http://www.cuidebemdasuapele.com.br/2013/02/o-carcinoma-basocelular/>>. Acesso em: 25 mai. 2014.

OKUNO, E; Vilela M. A. C. *Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos*. 1ed. São Paulo: Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

OKUNO, E; Yoshimura, E. M. *Física das radiações*. 1 ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.

PINTO, Anabela, Mota. *Fisiopatologia: fundamentos e aplicações*. 1 ed. Lisboa: Ed Lidel, 2007.

RODENAS, J.M; Desgado-Rodriguez, M.; Herranz, M.T.; Tercedor, J.; Serrano, S. Sun exposure, pigmentary traits, and risk of cutaneous malignant melanoma: a case-control study in a Mediterranean population. *Cancer Causes Control*. 7: 275-283, 1996.

RONSEIN, G. E; et al. Oxidação de proteína por oxigênio singlete: mecanismo de dano, estratégias para detecção e implicações biológicas. *Rev Química Nova. Quim. Nova*, Vol. 29, No. 3, 563-568, 2006.

SAMPAIO, S. de A. P.; RIVITTI, E. A. *Dermatologia*. 2ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001.

SANTOS, Barbara Helen Cortat. *Papel biológico dos dímeros de pirimidina em células humanas irradiadas com radiação UVA*. Dissertação (Mestrado em Ciências, na Área de Biologia - Genética) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, Luana, Serafini. *Análise da série temporal dos dados de radiação ultravioleta incidente no observatório espacial do sul. Relatório final (Projeto Iniciação Científica em Estratosfera, Radiação Ultravioleta e Ozônio Atmosférico)* Laboratório de Troposfera, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Santa Maria, 2007.

SBD, Sociedade Brasileira de Dermatologia. (2006). *Análise de dados das campanhas de prevenção ao câncer da pele promovidas pela Sociedade Brasileira de Dermatologia de 1999 a 2005*. *Na Bras Dermatol*. 81:533-9.

SEELIG, M. *Radiação ultravioleta*. 2003. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/rad-uv-seelig.pdf>>. Acessado em 19. Fev. 14. Acesso em: 10 fev. 2014.

SILVA, A. V. R. *Nossa estrela: o sol*. 1ed. São Paulo: Ed Livraria de Física, 2006.

SIMIS, T; Simis D. R. C. *Doenças de pele relacionadas à radiação solar*. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sococada*. v.8. n.1, 2006.

YENNE, Bill. *The story of Boeing Company*. 2ed. Motorbooks, 2005.

ZARA, Arnaldo. *Biologia molecular básica*. 1ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1996.