

Cuidado com os raios do Sol

*Índices de radiação ultravioleta medidos no Brasil
podem evitar doenças graves*

Estimativas do Instituto Nacional do Câncer previam a ocorrência, no Brasil, no ano passado, de cerca de 90 mil casos de câncer de pele, todos decorrentes do abuso da exposição ao Sol, ou, mais especificamente, do excesso de radiação ultravioleta do tipo B. Enquanto o bronzearmento é uma reação normal da pele humana à radiação solar, a queimadura por excesso de exposição é uma agressão.

A radiação ultravioleta (UV) emitida pelo Sol pode ser dividida em UV-A (faixa mais próxima da luz visível, não absorvida na atmosfera), UV-B (situada no meio da faixa espectral e atenuada pela presença da camada de ozônio) e UV-C (com comprimento de onda mais curto que as outras duas). A radiação UV-C não chega à superfície terrestre,

sendo totalmente absorvida na atmosfera. A exposição excessiva aos dois primeiros tipos de radiação é prejudicial à saúde, especialmente a UV-B: dependendo do sistema imunológico – ou seja, da resistência biológica do indivíduo –, pode causar queimaduras e câncer.

Embora seja totalmente invisível, a radiação UV-B interfere de modo destrutivo no sistema biológico. Normalmente, ela seria totalmente absorvida pela camada de ozônio da atmosfera. Entretanto, essa camada está sendo destruída a uma taxa de 0,4% ao ano. E à medida que ela diminui aumenta a incidência da radiação UV-B sobre a superfície terrestre. Por isso, espera-se nas próximas décadas um aumento gradativo da intensidade de UV-B (ver 'Ozônio bom *versus* ozônio ruim', em *Ciência*

Hoje nº 85, e 'Buraco de ozônio: novidades no Sul', em *Ciência Hoje* nº 99).

Suspeita-se que essa radiação, além de cancerígena, cause inúmeros danos à saúde dos seres humanos, aos animais e às plantas. O que podemos fazer para nos proteger contra o aumento previsto para as próximas décadas? Em primeiro lugar, é necessário conhecer os valores do índice de UV-B, já que este varia consideravelmente durante o ano. Todos precisam saber como se cuidar mais. Um meio de começar o trabalho de conscientização é fornecer mais dados à população através de um índice. Recentemente, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) começou a divulgar os índices calculados para o Brasil. Analisamos aqui alguns aspectos da variabilidade do índice UV-B no país.

O índice de UV-B (ou UV-Index) é um número em uma escala linear, adotada em vários países, que vai de 0 a 16. O valor numérico nessa escala indica se o Sol (isto é, a radiação UV-B emitida pelo Sol) está forte (índice perto de 16) ou fraco (próximo de 0). Quanto mais longe o local investigado estiver da linha do Equador, menor deve ser o índice. No Canadá, por exemplo, o índice de UV-B no verão é cerca de metade do observado no Brasil.

Esse valor numérico quantifica a intensidade da radiação solar. É calculado com base em medidas realizadas com instrumentos específicos para essa finalidade, permitindo prognósticos bastante precisos. A grande vantagem de se conhecer o índice é que, de acordo com o biotipo da pessoa e com ajuda do dermatologista, é possível determinar também o tem-

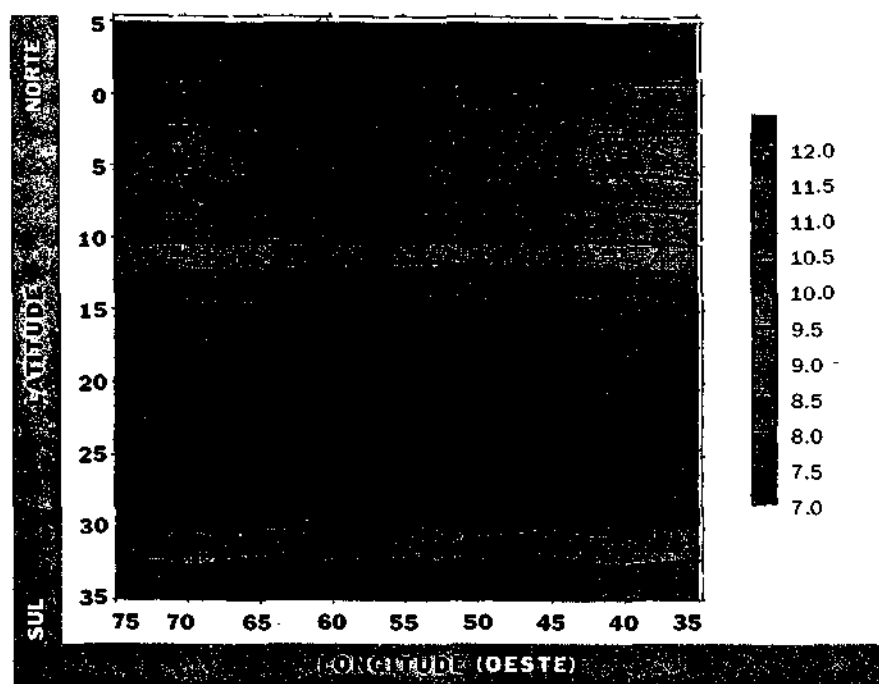


Figura 1. Índice de UV-B.

po que ela pode ficar exposta ao Sol sem prejuízo para a saúde.

Índices diários

Em São José dos Campos, o laboratório de ozônio do INPE, do Ministério de Ciência e Tecnologia, começou a divulgar recentemente três índices diários de UV-B para três macrorregiões brasileiras: 1) região equatorial, principalmente o Nordeste (estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará etc.); 2) região central (cobrindo principalmente os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo); 3) região sul (principalmente para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná).

Essa divisão inicial dá ênfase ao litoral brasileiro, pois é na região costeira que se estabelece a maior parte da população. Além disso, é uma região de praias, onde as pessoas costumam se expor ao Sol com muito mais frequência do que no interior do país. Em uma segunda etapa, o laboratório pretende fornecer índices de UV-B também para áreas do interior.

No cálculo do índice de UV, deve-se considerar o fato de que a radiação UV-B, como qualquer outra radiação solar, depende da geometria relativa do Sol. Mas, além disso, a UV-B é absorvida pela camada de ozônio da estratosfera. Portanto, deve-se acompanhar a atenuação do feixe radioativo pela teoria da transferência radioativa. Pode-se também calcular a variação do índice de UV-B pela lei de Beer-Lambert. Essa lei expressa a atenuação do feixe ao passar por um meio material. A equação matemática que traduz a lei física mostra de imediato por que a relação entre a redução de ozônio e o aumento de radiação UV-B não é linear e sim exponencial.

Para adaptar o cálculo teórico à realidade prática, é sempre possível e desejável separar a atenuação total do feixe em pelo menos dois componentes: um será a parte responsável pela absorção da radiação e o outro pelo

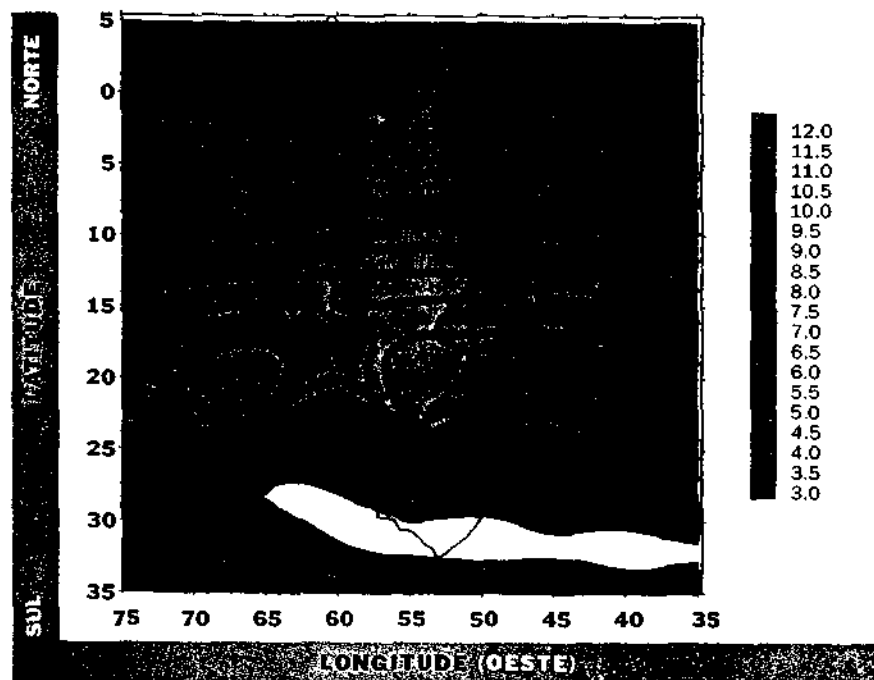


Figura 2. Índice de UV-B com frente fria.

espalhamento da radiação. O espalhamento difere do processo de absorção porque o fóton é apenas desviado de seu caminho, não sendo modificado. Essa representação exponencial, embora muito simples, tem um desempenho prático excelente.

A espessura da camada de ozônio, medida em unidades Dobson (UD), é o fator fundamental para a absorção da radiação, como vimos. No caso da UV-B, uma informação muito importante para os cálculos é que inúmeros fótons de radiação difusa somam-se ao fluxo radiante. Para que isso seja levado em conta nos cálculos, somam-se termos adicionados à exponencial.

Portanto, uma das variáveis necessárias, especialmente importante para o cálculo das variações teóricas da UV-B, é a medida da espessura da camada de ozônio no lugar em questão. No Brasil, podemos calcular variações reais, não baseadas em algum modelo global de ozônio, porque há anos o INPE monitora a camada de ozônio em Cachoeira Paulista e em diversos outros locais.

Como é feito o cálculo

Para fazer uma aplicação prática do cálculo, usa-se uma grade superposta à região escolhida. Por exemplo, para descrever o índice de UV-B em todo o território nacional no dia 15 de janeiro, portanto durante o verão, construímos uma grade de abscissas e ordenadas em longitude e latitude de 50 pontos por 50, cobrindo todo o território do Brasil (de 5° norte a 35° sul, e de 35° a 75° oeste). Em vários pontos da grade existem valores já medidos de ozônio. Além disso, nos locais onde o INPE mantém medidores de UV-B, estes fornecem diretamente as medidas de radiação aos pontos da grade. Trata-se, portanto, de um modelo misto de interpolação e integração entre ozônio e radiação UV-B, mas o resultado final é calibrado em termos do índice de UV-B.

O resultado final é mostrado na figura 1, do tipo 'curva de nível', com os valores calculados na região de definição da grade. As medidas estão superpostas ao mapa do Brasil na maioria dos estados. A grande vantagem de um cálculo

como este é permitir a visualização do índice de UV-B em todo o território nacional para uma determinada época do ano. A desvantagem é que, em certos pontos, as interpolações numéricas podem induzir pequenos erros. Daí a importância das medidas obtidas diretamente.

Na região mais ao norte, o índice está próximo do valor 8; o sul do Brasil está com o índice 9. O valor máximo está próximo do local situado a 23° sul, como esperado no verão. Pode-se notar na região de São Paulo curvas de máximo do índice (11,5). As regiões representadas graficamente em ilhas indicam regiões preferenciais dos máximos e mostram a importância da transparência

relativa da atmosfera, levada em conta pelos medidores de radiação UV-B.

As nuvens atenuam a radiação UV-B. A diferença torna-se dramática principalmente quando entram no Brasil nuvens densas com as frentes frias vindas do Sul. Para mostrar como fica a distribuição do índice UV-B nessa situação, repete-se o cálculo, incluindo o efeito de uma frente fria situada no Rio Grande do Sul, na mesma data mencionada, em deslocamento para o Norte. O resultado é apresentado na figura 2. Como esperado, ocorre uma grande redução nos valores do índice UV-B nos estados sulinos, em vista da nebulosidade que acompanha a frente fria.

Com o cálculo do índice de UV-B

para o Brasil, o laboratório do INPE está prestando um novo e importante serviço de informação ambiental ao público. Aprendendo a usar o índice como utiliza as previsões de temperatura ou de chuvas, a população terá melhores condições para programar seu lazer e desfrutar do Sol sem prejuízos para a saúde. O serviço do INPE também contribui para aumentar a conscientização popular quanto às mudanças no meio ambiente, que indicam que a radiação UV-B vai aumentar de intensidade nas próximas décadas.

Volker W. J. H. Kirchhoff

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Combate às saúvas esquece as quenquéns

*Controle de formigas-cortadeiras
deve levar em conta relações entre os dois gêneros*

As saúvas (gênero *Atta*) e as quenquéns (gênero *Acromyrmex*) são dois tipos de formigas-cortadeiras que causam enormes prejuízos às culturas agrícolas e aos projetos de reflorestamento em todo o Brasil. Geralmente, entretanto, apenas as saúvas – mais destruidoras – são combatidas, através de porta-isca com iscas tóxicas (que as formigas carregam para seus ninhos). Um dos resultados observados nesse tipo de controle de saúvas é o crescimento da população de quenquéns, com evidente aumento dos prejuízos causados por esse gênero.

Aparentemente, as populações de saúvas e de quenquéns estão relacionadas. Isso significa que qualquer tentativa de controle de saúvas precisa levar em conta não só os efeitos da redução da população desse primeiro gênero sobre a população de quenquéns mas tam-

bém as consequências econômicas dessa relação entre as duas populações. A dinâmica das populações dessas formigas segue determinados princípios, que precisam ser considerados nos programas de controle, evitando o crescimento dos problemas com quenquéns, principalmente em reflorestamentos.

Como existe evidência indireta de que as populações de espécies de saúvas e quenquéns competem em uma mesma área (figura 1) e como as duas são consideradas pragas, é provável que a dependência entre essas formigas siga um modelo simples (figura 2). O modelo sugere que a redução da população de saúvas, associada a um controle menor de quenquéns, aumentaria a população dessas últimas.

Se apenas as saúvas são controladas, a otimização desse controle precisaria

levar em conta a interdependência com a população de quenquéns (figura 3). Para obter algum lucro com o controle, o produtor só poderia reduzir a população de saúvas até o ponto em que o custo marginal dessa redução igualasse o ganho marginal (o possível aumento da produtividade) – em economia, o termo marginal define componentes de lucro e perda não previstos no modelo de produção. No entanto, a correta avaliação do custo marginal de redução da população de saúvas deve envolver não apenas o custo direto (os gastos com aquisição e aplicação das iscas, se for o caso), mas também as perdas provocadas pelo conseqüente aumento da população de quenquéns.

Se o produtor ignorar em seus cálculos as perdas causadas pelo crescimento da população das quenquéns, pensa-