BOCA
BOLETIM DE CONJUNTURA

TRABALHO A CÉU ABERTO E INSALUBRIDADE: O PARADOXO ENTRE A EXPOSIÇÃO AO CALOR E À RADIAÇÃO SOLAR E SEU RECONHECIMENTO JURÍDICO NO BRASIL

OUTDOOR WORK AND UNSAFE WORKING CONDITIONS: THE PARADOX BETWEEN EXPOSURE TO HEAT AND SOLAR RADIATION AND ITS LEGAL RECOGNITION IN BRAZIL

TRABAJO AL AIRE LIBRE Y CONDICIONES LABORALES INSEGURAS: LA PARADOJA ENTRE LA EXPOSICIÓN AL CALOR Y LA RADIACIÓN SOLAR Y SU RECONOCIMIENTO LEGAL EN BRASIL

10.56238/bocav25n79-003

Henrique Augusto Medeiros Andrade
Discente da Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho - Lato Sensu
Instituição: Gran Centro Universitário
E-mail: huxtor1@gmail.com

RESUMO
Este estudo analisa a exposição ocupacional ao calor e à radiação solar no trabalho a céu aberto e seu reconhecimento jurídico no Brasil, à luz das normas técnicas e da jurisprudência trabalhista. A partir de revisão bibliográfica, discutem-se os impactos do estresse térmico e da radiação ultravioleta na saúde do trabalhador, incluindo efeitos agudos, como exaustão térmica e insolação, e crônicos, como doenças renais e neoplasias cutâneas. São examinadas normas como a NR 15, a NHO 06 e a ISO 7243, que estabelecem critérios técnicos para avaliação da sobrecarga térmica por meio do índice IBUTG e da taxa metabólica. Verifica-se que, apesar da existência desses parâmetros, há limitações no enquadramento jurídico da insalubridade. Destaca-se o paradoxo entre a NR 15, que restringe o reconhecimento da insalubridade em atividades a céu aberto sem fonte artificial de calor, e a OJ 173, que admite a caracterização mediante avaliação técnica, ao mesmo tempo em que afasta o adicional decorrente da exposição à radiação solar. Soma-se a isso o caráter genérico e desatualizado da NR 21, que se mostra insuficiente frente às atuais condições ambientais. Esse cenário evidencia um descompasso entre a realidade ocupacional, intensificada pelas mudanças climáticas, e a proteção normativa vigente. Conclui-se pela necessidade de atualização das normas e de maior integração entre critérios técnicos e jurídicos, a fim de garantir a efetiva proteção à saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Trabalho a Céu Aberto. Insalubridade. Sobrecarga Térmica. Radiação Solar. Segurança do Trabalho.

ABSTRACT
This study analyzes occupational exposure to heat and solar radiation in outdoor work and its legal recognition in Brazil, in light of technical standards and labor jurisprudence. Based on a literature review, the impacts of thermal stress and ultraviolet radiation on worker health are discussed, including acute effects such as heat exhaustion and sunstroke, and chronic effects such as kidney disease and skin neoplasms. Standards such as NR 15, NHO 06, and ISO 7243, which establish technical criteria

for evaluating thermal overload through the WBGT index and metabolic rate, are examined. It is found that, despite the existence of these parameters, there are limitations in the legal classification of unhealthy working conditions. The paradox between NR 15, which restricts the recognition of unhealthy working conditions in outdoor activities without an artificial heat source, and OJ 173, which allows characterization through technical evaluation, while excluding the additional payment resulting from exposure to solar radiation, is highlighted. This is compounded by the generic and outdated nature of NR 21, which proves insufficient in the face of current environmental conditions. This scenario highlights a mismatch between occupational reality, intensified by climate change, and the existing regulatory protection. It is concluded that there is a need to update the regulations and to better integrate technical and legal criteria in order to guarantee effective protection of worker health.

Keywords: Outdoor Work. Unhealthy Working Conditions. Thermal Overload. Solar Radiation. Occupational Safety.

RESUMEN

Este estudio analiza la exposición ocupacional al calor y la radiación solar en trabajos al aire libre y su reconocimiento legal en Brasil, a la luz de las normas técnicas y la jurisprudencia laboral. Con base en una revisión bibliográfica, se discuten los impactos del estrés térmico y la radiación ultravioleta en la salud de los trabajadores, incluyendo efectos agudos como el agotamiento por calor y la insolación, y efectos crónicos como la enfermedad renal y las neoplasias cutáneas. Se examinan normas como la NR 15, la NHO 06 y la ISO 7243, que establecen criterios técnicos para evaluar la sobrecarga térmica mediante el índice WBGT y la tasa metabólica. Se constata que, a pesar de la existencia de estos parámetros, existen limitaciones en la clasificación legal de las condiciones de trabajo insalubres. Se destaca la paradoja entre la NR 15, que restringe el reconocimiento de condiciones de trabajo insalubres en actividades al aire libre sin una fuente de calor artificial, y la OJ 173, que permite la caracterización mediante evaluación técnica, pero excluye la compensación adicional derivada de la exposición a la radiación solar. Esto se ve agravado por el carácter genérico y obsoleto de la NR 21, que resulta insuficiente ante las condiciones ambientales actuales. Este escenario pone de manifiesto una discrepancia entre la realidad laboral, intensificada por el cambio climático, y la protección normativa vigente. Se concluye que es necesario actualizar la normativa e integrar mejor los criterios técnicos y legales para garantizar una protección eficaz de la salud de los trabajadores.

Palabras clave: Trabajo al Aire Libre. Condiciones Laborales Insalubres. Sobrecarga Térmica. Radiación Solar. Seguridad Laboral.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento das ondas de calor associadas ao aquecimento global, as condições de trabalho para trabalhadores a céu aberto têm se tornado cada vez mais desafiadoras (Bitencourt et al., 2023). A fadiga térmica impacta diretamente a saúde laboral, pois a exposição ao calor intenso pode levar a complicações como desequilíbrios hidroeletrolíticos, insuficiência renal, infecções urinárias e até insolação. Em casos mais graves, pode evoluir para rabdomiólise e óbito. Entre os efeitos mais comuns estão a exaustão térmica, câimbras e alterações na pele (Bitencourt et al., 2023; Roscani et al., 2017).

Ademais, outro fator que impacta diretamente na saúde do trabalhador é a exposição à radiação solar, que pode ocasionar diversos tipos de doenças, a depender do tempo e do tipo de exposição. Dentre os efeitos causados pela exposição ao sol, destacam-se o eritema, a pigmentação solar, a erupção solar, o melasma, lesões cutâneas pré-malignas e, em casos mais extremos, tumores epiteliais malignos (Simis; Simis, 2006).

Dessa forma, normas como a ISO 7243(ISO, 2017), a NR 15 (Brasil, 2022) (Atividades e Operações Insalubres) e a NHO 06 (Giampaoli et al., 2017) estabelecem parâmetros para o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) máximo e para a taxa metabólica conforme o tipo de atividade, orientando o controle das condições de trabalho e da insalubridade no Brasil. No entanto, no que se refere ao enquadramento da insalubridade, a NR 15 (Brasil, 2022) não contempla o pagamento de adicional para atividades realizadas a céu aberto sem fonte artificial de calor, situação que passa a ser abordada pela NR 21 (Brasil, 1978) (Trabalho a Céu Aberto), evidenciando uma lacuna normativa e a necessidade de articulação entre essas diretrizes (Brasil, 1978, 2022; Giampaoli et al., 2017; ISO, 2017).

Tais normas também orientam as jurisprudências dos tribunais brasileiros, como o TST, no que se refere às decisões relacionadas ao trabalho. Por meio da OJ 173 (Brasil, 2025), observa-se que os tribunais do trabalho adotam entendimentos que se relacionam diretamente à saúde do trabalhador, ao interpretar, com base na NR 15 (Brasil, 2022), que o trabalho a céu aberto exposto apenas à irradiação solar não se enquadra, por si só, como atividade insalubre, mesmo quando há ultrapassagem dos limites previstos na referida norma.

Diante desse cenário, observa-se uma contradição evidente entre a gravidade dos riscos à saúde — que abrangem desde a insuficiência renal e a rabdomiólise até o desenvolvimento de tumores epiteliais — e a proteção jurídica limitada oferecida pelas normas vigentes. A articulação entre a NR 15 (Brasil, 2022) e a OJ 173 (Brasil, 2025) evidencia um paradoxo no reconhecimento da insalubridade, ao mesmo tempo em que a NR 21 (Brasil, 1978), por seu caráter genérico e desatualizado, mostra-se insuficiente para proteger o trabalhador frente aos efeitos combinados do calor e da radiação solar. O objetivo deste artigo é, portanto, investigar essa lacuna normativa e compreender como a falta de

alinhamento entre as normas compromete a efetiva proteção à saúde dos trabalhadores expostos ao sol intenso. Para isso, o trabalho se baseia em pesquisas bibliográficas, buscando caminhos para garantir o direito e a saúde desses trabalhadores diante da falta do adicional de insalubridade.

2 DESENVOLVIMENTO

Diante desse contexto, torna-se necessário aprofundar a análise dos impactos do calor e da radiação solar no ambiente de trabalho, bem como compreender como esses fatores se relacionam com os critérios técnicos e jurídicos de caracterização da insalubridade. Nesse sentido, o desenvolvimento a seguir busca examinar, de forma integrada, os aspectos climáticos, fisiológicos e normativos que envolvem o trabalho a céu aberto.

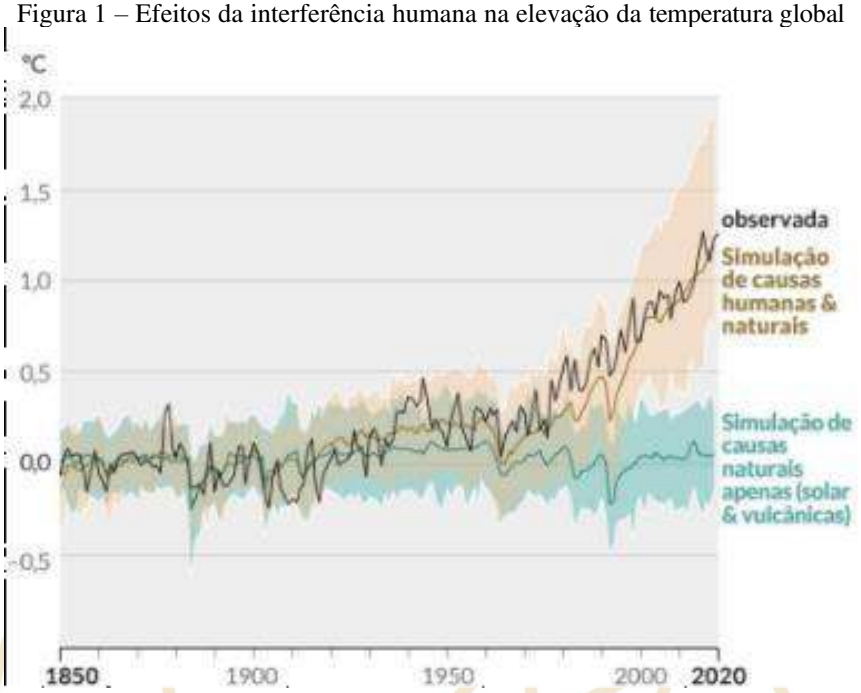
2.1 CRISE CLIMÁTICA E ESTRESSE TÉRMICO: IMPACTOS DA EXPOSIÇÃO SOLAR NO TRABALHADOR

Com a Revolução Agrícola e, posteriormente, a Industrial, o ser humano passou a modificar sua forma de se relacionar com o meio ambiente. Nesse contexto, a busca por recursos e o avanço acelerado, muitas vezes desconsiderando a sustentabilidade, intensificaram a degradação ecológica e agravaram o efeito estufa, que hoje atinge um ponto crítico: o aquecimento global. Esse fenômeno ocorre devido ao aumento da concentração de gases como o dióxido de carbono e o metano na atmosfera. Tais emissões antropogênicas alteram a radiação líquida vertical, resultando no aprisionamento de calor na superfície do planeta, funcionando de maneira semelhante a uma estufa (Moreira et al., 2022).

De acordo com o IPCC (2023), a partir de padrões desiguais de consumo, do uso da terra e da produção global de energia de forma insustentável, houve um aumento significativo das emissões de gases de efeito estufa entre 2010 e 2019. Como consequência, verificou-se a elevação da temperatura média da superfície terrestre em cerca de 1,1 °C no período de 2001 a 2020, em comparação com os níveis de 1850 a 1900. Nesse contexto, as mudanças climáticas intensificam a ocorrência de eventos extremos, como ondas de calor, que impactam negativamente a segurança alimentar e hídrica, a saúde humana, os ecossistemas, bem como as atividades econômicas e laborais (Bitencourt et al., 2023; IPCC, 2023; Moreira et al., 2022).

A Figura 1 representa, segundo Moreira et al. (2022), a interferência humana na elevação da temperatura global, bem como uma simulação de como esse comportamento ocorreria na ausência de ações antrópicas.

Figura 1 – Efeitos da interferência humana na elevação da temperatura global



Fonte: Moreira et al. (2022).

De acordo com Nogueira et al. (2025), aproximadamente 32% dos casos de câncer incidentes no Brasil correspondem ao câncer de pele, o qual está diretamente relacionado à exposição solar, agente classificado como do grupo 1 para cânceres de pele, tanto melanomas quanto não melanomas, além de também ser considerado um provável agente para câncer de boca e de olhos. Ademais, cerca de 28,4% da força de trabalho mundial está exposta à radiação solar durante o período laboral, o que, somado às mudanças climáticas e ao excesso de calor, pode ocasionar problemas de saúde imediatos, como câimbras e insolação, bem como agravos futuros à saúde da pele (Bitencourt et al., 2023; Moreira et al., 2022; Nogueira et al., 2025).

O calor afeta diretamente a saúde do trabalhador. Nesse contexto, Bitencourt (2023) descreve que as ondas de calor têm se tornado progressivamente mais intensas desde o início do século XXI, impactando de forma significativa a situação laboral, especialmente dos trabalhadores que atuam a céu aberto, tanto no que se refere à saúde quanto à produtividade.

A exposição ao calor pode acarretar diversos malefícios, dentre os quais se destacam a sudorese excessiva, fadiga e dor de cabeça, sinais que indicam a necessidade de pausas para descanso e resfriamento corporal. Ademais, a exposição frequente a altas temperaturas pode levar ao desenvolvimento de danos musculares, elevando o risco de lesões renais, sendo o calor responsável, inclusive, por inúmeras mortes (Bitencourt et al., 2023; Machado et al., 2024; Roscani et al., 2017).

2.2 AS NORMAS JURÍDICAS E O PARADOXO DA PROTEÇÃO

A Constituição Brasileira (Brasil, 1988), em seu art. 7º, estabelece os direitos dos trabalhadores, destacando a saúde, a segurança e a dignidade humana como fundamentos essenciais nas relações de

trabalho. Ademais, em seu texto, a Carta Magna reconhece a saúde como um direito universal, reforçando que o exercício do trabalho não deve se sobrepor aos direitos fundamentais do indivíduo.

Para a CLT (Brasil, 1943), em seu art. 189º, consideram-se insalubres as atividades ou operações que expõem os trabalhadores a agentes nocivos à saúde acima dos limites de tolerância. Esses limites são definidos conforme a natureza e a intensidade do agente, bem como o tempo de exposição. Nessas condições, a insalubridade deve ser eliminada ou neutralizada, conforme regulamentação do Ministério do Trabalho e das Normas Regulamentadoras (NR).

Desse modo, o trabalho a céu aberto deve atender a requisitos mínimos para que os direitos constitucionais sejam efetivamente garantidos, como a ingestão adequada de água e sais, a limitação do tempo de exposição e a realização de pausas para arrefecimento corporal (Bitencourt *et al.*, 2023; Brasil, 1988). Nesse contexto, o trabalho a céu aberto é regulamentado pela NR 21 (Brasil, 1978), cujo conteúdo abrange requisitos mínimos de proteção, higiene e condições sanitárias, incluindo abrigo, moradia e medidas de saúde e segurança. Entretanto, considerando que sua última atualização ocorreu em 1999, observa-se que a norma contempla majoritariamente necessidades básicas, não abrangendo, de forma suficiente, tecnologias mais recentes que auxiliam no controle e no bem-estar ocupacional, como o software de sobrecarga térmica citado por Bitencourt (2023).

De acordo com Machado *et al*. (2024), ainda são escassos os estudos que avaliam o tempo de exposição à radiação solar no Brasil. Entretanto, evidências disponíveis indicam que cerca de 39,6% dos brasileiros estão expostos à radiação solar quando se considera apenas a exposição ambiental. Além disso, estudos apontam que 77,1% dos indivíduos com mais de 15 anos se expõem ao sol por pelo menos 30 minutos, ainda que de forma ocasional.

No que se refere à exposição ocupacional, observa-se que aproximadamente 29,9% dos idosos permanecem expostos ao sol durante suas atividades laborais, sendo essa prática mais frequente entre os homens. Em regiões específicas, como o litoral de Natal (RN), verificou-se que 33% dos trabalhadores se expõem ao sol por períodos entre 3 e 6 horas diárias, enquanto 56% permanecem expostos por mais de 6 horas por dia (Machado *et al.*, 2024).

Seguindo as diretrizes da NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017), a obtenção da temperatura de bulbo úmido natural (tbn) depende de um sensor devidamente revestido por um pavio de tecido absorvente. Este deve ser mantido úmido através de água destilada por capilaridade, utilizando um reservatório que garanta autonomia durante a medição. Sob essa ótica, a livre circulação de ar e o ajuste preciso do pavio são fatores determinantes, pois qualquer falha na montagem influencia diretamente a acurácia dos resultados sobre a capacidade de resfriamento do organismo.

No que tange à temperatura de globo (tg), o procedimento utiliza um sensor inserido em uma esfera oca de cobre com acabamento em preto fosco, projetada para simular a troca térmica por radiação. Para assegurar a confiabilidade dos dados, o sistema precisa estar hermeticamente fechado, impedindo

interferências da circulação de ar interna. Dessa maneira, a fixação correta do sensor no centro térmico da esfera é essencial para mensurar com precisão o impacto do calor radiante sobre o trabalhador (Giampaoli *et al.*, 2017).

Somado a isso, a temperatura de bulbo seco (tbs) — que reflete a temperatura real do ar — deve ser obtida por sensores de alta precisão capazes de registrar variações em curtos intervalos. É fundamental que esse dispositivo seja protegido contra a radiação direta, seja ela proveniente do sol ou de fontes artificiais, garantindo que a leitura não seja mascarada pelo calor radiante. Tal cuidado é o que assegura a fidedignidade da medição térmica ambiental isolada (Giampaoli et al., 2017).

Em última análise, a instalação do conjunto de medição deve seguir critérios rigorosos de posicionamento, com os sensores devidamente alinhados na altura da região corporal mais atingida pelo calor, comumente o tórax. A orientação dos equipamentos deve priorizar a facilidade de leitura e a estabilidade técnica, garantindo que o monitoramento reflita a exposição real do indivíduo. Portanto, a precisão desses instrumentos é o que fundamenta a análise técnica da sobrecarga térmica (Giampaoli *et al*., 2017).

Ao reunir os valores de tbn, tg e tbs, é necessário aplicá-los no cálculo do IBUTG. Para situações com carga solar direta, utiliza-se a fórmula IBUTG = 0,7tbn + 0,2tg + 0,1tbs. Já para ambientes internos ou externos sem incidência direta de sol, a fórmula adotada é IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg, garantindo que o índice reflita adequadamente a sobrecarga térmica enfrentada pelo trabalhador (Giampaoli *et al*., 2017).

O critério de avaliação da exposição ocupacional ao calor baseia-se na relação entre o IBUTG e a taxa metabólica. Desse modo, além da forma de cálculo do IBUTG, as normativas também estabelecem a taxa metabólica correspondente a cada atividade, de acordo com o esforço físico realizado pelo trabalhador. Esses valores são expressos em watts (W) e organizados em tabelas que relacionam os diferentes tipos de atividade às respectivas demandas energéticas (Brasil, 2022; Giampaoli *et al.*, 2017).

Observa-se que tais valores variam aproximadamente entre 100 W, em situações de repouso sentado, e 990 W, em atividades mais intensas, como a corrida em plano a 15 km/h. Dessa forma, evidencia-se a influência direta da intensidade do esforço físico sobre a carga metabólica ocupacional, reforçando a importância da correta classificação da atividade para a adequada avaliação da sobrecarga térmica (Brasil, 2022; Giampaoli *et al.*, 2017).

Sob a ótica da NR 15 (Brasil, 2022) e da NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017), o trabalhador exposto ao calor deve ser aprovado por avaliação médica especializada, sendo-lhe garantidos local para arrefecimento, reposição de água e sais e o uso de vestimentas tradicionais de tecido simples. Complementarmente, a reposição hidrossalina e o plano de aclimatização exigem rigoroso controle médico, sendo necessário ajustar os limites de IBUTG caso sejam utilizadas roupas que prejudiquem a

troca térmica com o ambiente.

O limite de exposição é medido em 60 minutos corridos, considerando o período mais crítico de exposição térmica. Caso o trabalhador esteja submetido a mais de uma variação de condição térmica, torna-se necessário determinar o IBUTG médio e a taxa metabólica média (Brasil, 2022; Giampaoli *et al*., 2017).

O IBUTG médio é obtido por meio da somatória do produto entre o tempo de exposição e o respectivo valor de IBUTG em cada período, dividida pelo tempo total de exposição (60 minutos). Já a taxa metabólica média é calculada a partir do gasto energético das atividades realizadas, ponderado pelo tempo de execução e igualmente dividido pelo tempo total de exposição (Brasil, 2022; Giampaoli *et al*., 2017).

A NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017) estabelece a comparação entre a taxa metabólica média e o IBUTG médio com os valores dispostos em três tabelas distintas, A Tabela 1 indica o nível de ação para trabalhadores aclimatizados e o limite máximo para trabalhadores não aclimatizados, de modo que estes não devem exceder os valores estabelecidos. Para os aclimatizados, a ultrapassagem desses limites não caracteriza, por si só, condição de insalubridade, mas já indica a necessidade de adoção de medidas de controle visando à preservação da saúde e da segurança no ambiente de trabalho.

Já a Tabela 2 representa o limite de exposição ocupacional ao calor para trabalhadores aclimatizados, de modo que, a partir desses valores, a exposição passa a ser considerada insalubre, devendo ser adotadas, obrigatoriamente, medidas corretivas. Por fim, a Tabela 3 estabelece o valor teto para todos os trabalhadores, correspondendo aos limites máximos de exposição, os quais não podem ser ultrapassados sem o uso de vestimentas especiais ou outras proteções adequadas.

Aclimatação é o processo gradual de exposição ao calor até que o trabalhador atinja uma condição térmica próxima àquela em que a atividade será realizada. A NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017) estabelece que deve ser elaborado um plano de aclimatação por profissional médico em quatro situações: no início de atividades com exposição ao calor; quando o trabalhador permanece mais de sete dias afastado dessa condição; quando passa a exercer atividades com exposição térmica mais intensa do que a anterior; e quando a exposição ocorre de forma eventual ou não diária.

Além disso, dependendo da vestimenta utilizada, especialmente em casos que envolvam vestimentas especiais ou equipamentos de proteção individual (EPI), o valor do IBUTG médio deve ser ajustado, conforme os critérios estabelecidos na figura 2 (Giampaoli *et al*., 2017).

Figura 2 - Correções aplicáveis ao IBUTG médio em função do tipo de vestimenta utilizado

Tipo de vestimenta	Adição ao IBUTG médio [°C]
Calça e camisa de manga curta	-1
Uniforme de trabalho (calça e camisa de manga longa)	0
Macacão de tecido simples	0
Macacão de polipropileno SMS (*Spun-Melt-Spun*)	0,5
Macacão de poliolefina	1
Vestimenta ou macacão forrado (tecido duplo)	3
Avental longo de manga longa impermeável ao vapor	4
Macacão impermeável ao vapor	10
Macacão impermeável ao vapor sobreposto à roupa de trabalho	12

Fonte: Adaptado Giampaoli *et al*. (2017).

No intuito de analisar a variação do IBUTG e do índice Ultravioleta (IUV) na América Latina, Machado *et al*. (2024) traça uma estimativa desses índices por meio de um método estatístico, no ano de 2022. Nesse método, foram incluídos dados meteorológicos de cinco regiões do Brasil, nos quais foram encontrados valores em diferentes regiões do país, representados na Figura 3 (Machado *et al.*, 2024).

Figura 3 - Estatísticas descritivas (média, mínimo e máximo) dos resultados do IBUTG e IUV por região brasileira ao longo de 2022

Ponto Amostral (Cidade / UF)	IBUTG (°C)	IUV
São Mateus (ES)	34,2 (30,7 - 38,5)	8 (7 - 12)
Caçador (SC)	19,9 (16,2 - 23,4)	6 (3 - 8)
Dom Eliseu (PA)	30,3 (29,2 - 31,2)	8 (7 - 10)
Capelinha (MG)	23,7 (20,3 - 26,3)	8 (6 - 10)
São Joaquim (SC)	22,2 (17,4 - 26,1)	8 (5 - 11)

Fonte: Adaptado Machado *et al. (*2024).

Ao analisar a Figura 3, é possível notar que, quanto mais ao norte do Brasil, maior é a temperatura de IBUTG (Machado *et al.*, 2024). Desse modo, seguindo as diretrizes da NR 15 (Brasil, 2022) e da NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017), é necessário encontrar a taxa metabólica média de profissionais que fazem trabalho a céu aberto.

Bitencourt (2023) caracteriza trabalhadores rurais e da construção civil como grupos mais vulneráveis ao trabalho a céu aberto, em função das longas jornadas e da exposição contínua à radiação solar e ao calor. Nessa perspectiva, Roscani (2017) e Fanhani (2019) apresentam, em seus estudos, valores de taxa metabólica média para essas atividades, sendo considerados os cortadores de cana-de-açúcar — como representativos dos trabalhadores rurais — e as funções de pedreiro, carpinteiro,

armador e ajudante — como representativas da construção civil. As respectivas funções e suas taxas metabólicas médias estão apresentadas na figura 4.

Figura 4 - Taxas metabólicas médias por ocupação

Função	Taxa Metabólica Média (W)
Carpinteiro	252,3
Armador	279,0
Ajudante	453,6
Pedreiro	267,3
Cortador de cana-de-açúcar	618,5

Fonte: Adaptado de Roscani (2017) e Fanhani (2019).

Ao se comparar os valores de IBUTG obtidos nos pontos amostrais com as taxas metabólicas das atividades analisadas, à luz dos limites de exposição estabelecidos pela NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017), verifica-se um cenário de significativa incompatibilidade entre as condições reais de trabalho e os parâmetros de segurança. Atividades com elevada taxa metabólica, como o corte de cana-de-açúcar (618,5 W), quando associadas a valores de IBUTG como os observados em São Mateus (34,2°C), enquadram-se em faixas que excedem o limite teto de exposição, tornando inviável a execução contínua do trabalho sem risco grave à saúde do trabalhador.

De modo semelhante, funções como ajudante (453,6 W) e armador (279,0 W), quando realizadas sob condições de IBUTG acima de 30°C, também ultrapassam os limites de tolerância previstos, exigindo regimes rigorosos de trabalho-descanso que não se verificam na prática laboral. Mesmo em cenários com IBUTG moderado, como Capelinha (23,7°C) e São Joaquim (22,2°C), as atividades de média a alta intensidade demandariam pausas frequentes para manutenção da exposição dentro dos limites aceitáveis, conforme os critérios da NHO 06 (Giampaoli *et al*., 2017).

Dessa forma, observa-se que a combinação entre elevada carga térmica e altas taxas metabólicas resulta, na maioria dos casos analisados, em condições de exposição incompatíveis com a permanência contínua no trabalho, evidenciando que, para atender aos parâmetros normativos, seria necessária uma redução significativa da jornada efetiva ou a adoção de medidas de controle mais rigorosas, o que reforça o descompasso entre a realidade ocupacional e os limites estabelecidos tecnicamente.

A exposição à radiação ultravioleta proveniente do sol causa danos que variam de acordo com a duração diária e a frequência da exposição ao longo da vida. Segundo Simis (2006), o eritema é desencadeado após um período de 2 a 7 horas de exposição solar única, sendo mais comum em indivíduos de pele clara e caracterizado por vermelhidão, tumefação e dor na região exposta. Tal condição tende a regredir após 24 horas do pico de intensidade, entretanto está associada à quebra das cadeias de DNA. A exposição crônica, ao longo de décadas, pode levar ao desenvolvimento de lesões

cutâneas pré-malignas e, em casos mais extremos, tumores epiteliais malignos, além de fotoenvelhecimento.

O índice UV (IUV) é medido em uma escala que varia de 0 a 11+, tendo sua intensidade diretamente relacionada à epidemiologia de patologias associadas à exposição solar. Esse índice se classifica em cinco categorias de risco: baixo (1 a 2), moderado (3 a 5), alto (6 a 7), muito alto (8 a 10) e extremo (11+) (Ventura; Masili; Sousa, 2022).

Ao se analisar os IUV apresentados na Figura 3, observa-se a predominância de valores médios em torno de 8, com variações que alcançam a faixa de 7 a 12, classificadas como risco muito alto a extremo (Ventura; Masili; Sousa, 2022). Esses níveis estão diretamente associados ao aumento da incidência de patologias relacionadas à exposição solar. Nesse contexto, destaca-se que os efeitos biológicos da radiação dependem tanto da intensidade quanto do tempo de exposição, sendo o eritema um dos primeiros sinais de dano, podendo surgir após períodos de 2 a 7 horas de exposição contínua (Simis; Simis, 2006). Tal condição, embora transitória, está associada a alterações celulares relevantes, incluindo danos ao DNA, que, quando somados à exposição crônica, podem evoluir para lesões pré-malignas e neoplasias cutâneas.

No contexto brasileiro, embora ainda sejam limitados os estudos sobre tempo de exposição ocupacional, dados indicam que uma parcela significativa da população está regularmente exposta à radiação solar (Machado *et al.*, 2024). Em atividades laborais a céu aberto, essa exposição tende a ser ainda mais prolongada, com registos de trabalhadores submetidos a períodos entre 3 e mais de 6 horas diárias sob radiação direta (MACHADO *et al.,* 2024). Dessa forma, a combinação entre elevados índices de IUV e longos tempos de exposição evidencia que a jornada de trabalho frequentemente ultrapassa o limiar inicial de dano biológico, configurando um cenário de risco cumulativo à saúde do trabalhador.

O Tribunal Superior do Trabalho (TST) vincula as decisões judiciais relativas ao adicional de insalubridade em atividades a céu aberto, com exposição ao sol e ao calor, à Orientação Jurisprudencial nº 173 (Brasil, 2025). Essa orientação estabelece relação direta com os Anexos 3 e 7 da NR 15 (Brasil, 2022), sendo o Anexo 3 referente aos limites de tolerância à exposição ao calor e o Anexo 7 às radiações não ionizantes.

Entretanto, observa-se divergência entre a NR 15 (Brasil, 2022) e a OJ 173 (Brasil, 2025) no que se refere ao Anexo 3. A NR 15 (Brasil, 2022), em seu item 1.1.1, dispõe que não é devido o adicional de insalubridade para trabalhadores que exercem atividades a céu aberto sem exposição a fonte artificial de calor. Em contrapartida, a OJ 173 (Brasil, 2025) admite a caracterização da insalubridade quando constatada, por meio de avaliação técnica, a superação dos limites de tolerância estabelecidos, ainda que na ausência de fonte artificial.

No que concerne ao Anexo 7, há inversão interpretativa entre a NR 15 (Brasil, 2022) e a OJ 173

(Brasil, 2025). A NR 15 (Brasil, 2022) reconhece a radiação não ionizante — incluindo a radiação ultravioleta de origem solar — como agente potencialmente insalubre (Ventura; Masili; Sousa, 2022). Todavia, a OJ 173 (Brasil, 2025) afasta o direito ao adicional para trabalhadores expostos à radiação solar, consolidando entendimento restritivo quanto ao enquadramento dessas atividades como insalubres.

Em suma, a articulação entre o Anexo 3 da NR 15 (Brasil, 2022) e os critérios técnicos da NHO 06 (Giampaoli *et al.*, 2017) evidencia um cenário de desamparo normativo no que se refere à exposição ao calor. Paralelamente, o tratamento conferido à radiação no Anexo 7 da NR 15 (Brasil, 2022) contempla a exposição ocupacional, mas não estabelece limites de tolerância específicos, o que amplia a margem para interpretações divergentes. Ao excluir expressamente as atividades a céu aberto sem fontes artificiais de calor, no âmbito do Anexo 3 da NR 15 (Brasil, 2022), e ao afastar o adicional de insalubridade pela radiação solar, conforme entendimento consolidado na OJ 173 (Brasil, 2025), o ordenamento jurídico cria uma dicotomia artificial: reconhece-se o risco biológico e térmico descrito por Bitencourt (2023) e Simis (2006), mas nega-se sua repercussão jurídica e pecuniária. Soma-se a isso o fato de que a NR 21 (Brasil, 1978), embora destinada ao trabalho a céu aberto, apresenta caráter genérico e desatualizado, limitando-se a diretrizes mínimas de proteção, insuficientes frente às condições reais de exposição. Essa desarticulação entre a realidade fisiológica do trabalhador — agravada pela intensificação das ondas de calor — e o rigor formal das normas acaba por confinar esses profissionais a um "limbo" jurídico, no qual a nocividade do ambiente é tecnicamente mensurável por índices como o IBUTG, mas permanece juridicamente invisível (Giampaoli *et al.*, 2017; Moreira *et al.*, 2022). Torna-se imperativo, portanto, questionar se a proteção à saúde e à dignidade humana deve estar condicionada à origem do agente térmico ou à intensidade do dano efetivamente imposto ao organismo (Brasil, 1988).

3 CONCLUSÃO

A partir da comparação entre os dados apresentados nas Figuras 3 e 4 e os limites estabelecidos pela NR 15 (Brasil, 2022) e pela NHO 06 (Giampaoli *et al.*, 2017), verifica-se que a exposição ocupacional ao calor, quando associada às elevadas taxas metabólicas das atividades a céu aberto, ocorre em patamares que extrapolam não apenas os níveis de ação, mas também os limites de tolerância e, em determinados cenários, o próprio limite teto previsto nas normativas (Brasil, 2022; Giampaoli *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2024). Tal constatação torna-se ainda mais relevante quando considerada em conjunto com os dados de tempo de exposição, que indicam jornadas prolongadas, frequentemente superiores a 6 horas diárias sob carga térmica elevada (MACHADO *et al.*, 2024), evidenciando que a condição real de trabalho se distancia significativamente dos parâmetros considerados seguros.

Nesse contexto, destaca-se a situação dos trabalhadores da cultura da cana-de-açúcar, cujas

taxas metabólicas elevadas, conforme apresentado por Roscani (2017), associadas aos altos valores de IBUTG observados em regiões mais quentes do país, resultam na ultrapassagem do limite máximo admissível (Machado *et al*., 2024). Tal condição, conforme apontado pelo próprio autor, configura risco grave e iminente à saúde do trabalhador, evidenciando que, na prática, esses indivíduos estão submetidos a níveis de sobrecarga térmica incompatíveis com a manutenção da integridade fisiológica.

De modo semelhante, ao se comparar os valores de IBUTG com as exigências físicas descritas por Fanhani (2019) para atividades da construção civil, observa-se que a permanência dentro dos limites normativos exigiria pausas frequentes e significativa redução da jornada. Contudo, os dados de exposição real demonstram a continuidade das atividades por longos períodos sob radiação solar direta, o que, aliado à intensidade do esforço físico, potencializa os efeitos do calor e amplia o risco ocupacional (Machado *et al*., 2024).

Essa análise torna-se ainda mais crítica ao se incorporar o fator radiativo. Os níveis de radiação ultravioleta associados às mesmas condições ambientais atingem classificações elevadas, e, conforme descrito por Simis (2006), estão diretamente relacionados a danos cumulativos, incluindo alterações no DNA e desenvolvimento de neoplasias cutâneas (Ventura; Masili; Sousa, 2022). Dessa forma, o trabalhador a céu aberto está exposto à atuação simultânea de calor intenso, radiação solar e tempo prolongado de exposição, configurando um cenário de risco contínuo e progressivo. Ao se comparar os índices de IUV da Figura 3 com as condições descritas por Ventura (2017), observa-se que a exposição ocorre em períodos de alta intensidade radiativa; além disso, como o eritema pode surgir após cerca de 2 horas de exposição contínua (Simis; Simis, 2006), a própria jornada habitual já ultrapassa o limiar inicial de dano biológico.

Adicionalmente, esse quadro é intensificado pelo contexto das mudanças climáticas, que vêm elevando as temperaturas médias globais e aumentando a frequência e a intensidade das ondas de calor (IPCC, 2023; Moreira *et al*., 2022). Tal cenário amplia os valores de IBUTG ao longo do tempo e agrava a exposição ocupacional, indicando que o problema tende a se intensificar progressivamente, sobretudo em regiões já caracterizadas por elevada carga térmica. Assim, a dimensão ambiental não apenas contextualiza, mas potencializa os riscos já identificados no ambiente de trabalho.

Entretanto, essa realidade empírica não encontra correspondência plena no campo jurídico. A NR 15 (Brasil, 2022), ao desconsiderar a insalubridade em atividades a céu aberto sem fonte artificial de calor, e a OJ 173 (Brasil, 2025), ao afastar o enquadramento da radiação solar como agente insalubre, estabelecem um distanciamento entre a mensuração técnica do risco e seu reconhecimento legal, mesmo diante da extrapolação dos limites de exposição ao calor e da comprovação dos danos associados à radiação (Brasil, 2022; Giampaoli *et al*., 2017). Soma-se a isso o fato de que a NR 21 (Brasil, 1978), embora trate especificamente do trabalho a céu aberto, apresenta caráter genérico e desatualizado, estabelecendo apenas diretrizes mínimas de proteção, insuficientes frente às condições

reais de exposição evidenciadas pelos dados.

Nesse contexto, configura-se um cenário de insegurança jurídica que atinge tanto o responsável técnico quanto o trabalhador. Enquanto o profissional tende a seguir os critérios normativos vigentes, podendo classificar atividades como não insalubres, o Judiciário pode reconhecer a insalubridade com base na superação dos limites térmicos. Em sentido inverso, a caracterização técnica da radiação solar como agente nocivo pode ser desconsiderada na esfera judicial, resultando em decisões divergentes sobre uma mesma condição de trabalho (Brasil, 2022, 2025).

Dessa forma, observa-se que a inconsistência entre norma, técnica e jurisprudência não apenas compromete a atuação do responsável técnico. Também fragiliza a garantia de direitos do trabalhador, que permanece sujeito a interpretações contraditórias quanto ao reconhecimento da insalubridade. Isso ocorre mesmo quando há exposição a condições já caracterizadas como prejudiciais pela literatura científica (Machado *et al.*, 2024; Roscani *et al.*, 2017; Simis; Simis, 2006).

Portanto, torna-se evidente a necessidade de atualização das normas regulamentadoras e das orientações jurisprudenciais. É fundamental que essas passem a incorporar o conhecimento técnico-científico consolidado sobre os efeitos combinados do calor, da radiação solar e do tempo de exposição, em consonância com o cenário ambiental contemporâneo (IPCC, 2023; Moreira *et al*., 2022). Além disso, impõe-se a revisão de dispositivos como a NR 21 (Brasil, 1978), de modo que deixem de apresentar apenas diretrizes mínimas e passem a refletir, com maior precisão, os riscos efetivamente presentes no trabalho a céu aberto.

Em última análise, a efetiva garantia do direito à saúde no trabalho a céu aberto exige a superação dessa dissociação entre dados empíricos e reconhecimento jurídico, à luz dos princípios assegurados pela Constituição Federal (Brasil, 1988) e pela Consolidação das Leis do Trabalho (Brasil, 1943), que estabelecem a proteção à saúde e à segurança como direitos fundamentais do trabalhador. Assim, torna-se imprescindível que a proteção normativa acompanhe a realidade das condições ambientais e laborais às quais o trabalhador está submetido, de modo a assegurar não apenas o reconhecimento formal, mas a efetividade material desses direitos.

REFERÊNCIAS

BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; RUAS, A. C.; CUNHA, I. A. Trabalho a céu aberto: passado, presente e futuro sobre exposição ocupacional ao calor. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 48, ed. especial, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2317-6369/36022pt2023v48edcinq13. Acesso em: 28 mar. 2026.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 1 abr. 2026.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943**. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF: Presidente da República, [1943]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm. Acesso em: 1 abr. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 21 (NR-21)**: Trabalho a céu aberto. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978 (atualizada). Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-21.pdf. Acesso em: 28 mar. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora n. 15 (NR-15)**: Atividades e operações insalubres. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-15-atualizada-2025.pdf. Acesso em: 28 mar. 2026.

BRASIL. Tribunal Superior do Trabalho. **Súmulas, Orientações Jurisprudenciais e Precedentes Normativos**. Brasília, DF: TST, 2025. Orientação Jurisprudencial n. 173 da SBDI-1. Adicional de insalubridade. Atividade a céu aberto. Exposição ao sol e ao calor. Disponível em: https://www.tst.jus.br/documents/d/guest/livrointernet-12-pdf. Acesso em: 28 mar. 2026.

FANHANI, P. G. **Análise da exposição ao calor de trabalhadores da construção civil**: estudo de caso em uma obra no interior do estado de São Paulo. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/f4957892-bed7-4f8b-90bb-7f02fd51fd57/PedroFanhani.pdf. Acesso em: 3 abr. 2026.

GIAMPAOLI, E.; SAAD, I. F. S. D.; CUNHA, I. A.; SHIBUYA, E. K. **NHO 06**: norma de higiene ocupacional: procedimento técnico: avaliação da exposição ocupacional ao calor. 2. ed. São Paulo: Fundacentro, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/normas-de-higiene-ocupacional/nho06.pdf. Acesso em: 28 mar. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7243**: Ergonomics of the thermal environment: assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index. 3. ed. Geneva: ISO, 2017. Disponível em: https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:7243:ed-3:v1:en. Acesso em: 28 mar. 2026.

IPCC. **Climate Change 2023**: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. 169 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport. pdf. Acesso em: 29 mar. 2026.

MACHADO, J. S.; SCHETTINO, S.; CABACINHA, C. D.; SORANSO, D. R.; MINETTE, L. J. Trabalho a céu aberto e sua relação com a saúde dos trabalhadores: exposição ao calor e a radiação solar. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. e4045, 2024. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4045. Acesso em: 30 mar. 2026.

MOREIRA, A. T. R. et al. O impacto da ação antrópica no meio ambiente: aquecimento global. **Revista Educação em Foco**, Amparo, n. 14, p. 22-27, 2022. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2022/06/O-IMPACTO-DA-A%C3%87%C3%83O-ANTR%C3%93PICA-NO-MEIO-AMBIENTE-AQUECIMENTO-GLOBAL-p%C3%A1g-22-a-27.pdf. Acesso em: 29 mar. 2026.

NOGUEIRA, F. de A. M.; DAMACENA, G. N.; OTERO, U. B.; SZWARCWALD, C. L. Prevalência da Exposição à Radiação Solar em Trabalhadores no Brasil: Subsídios para Ações de Prevenção do Câncer de Pele Relacionado ao Trabalho. **Revista Brasileira de Cancerologia**, [S. l.], v. 71, n. 1, p. e–054880, 2025. Disponível em: https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/4880. Acesso em: 30 mar. 2026.

ROSCANI, R. C.; BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; RUAS, A. C. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, p. e00211415, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-311X00211415. Acesso em: 28 mar. 2026.

SIMIS, Tatiana; SIMIS, Deborah Regina Cunha. Doenças da pele relacionadas à radiação solar. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1-8, 2006. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/74. Acesso em: 28 mar. 2026.

VENTURA, Liliane; MASILI, Mauro; SOUSA, Sidney Julio de Faria e. **Bioengenharia ocular**: os óculos de sol e suas normas. Ponta Grossa: Atena Editora, 2022. Capítulo 4: O índice ultravioleta, p. 30-34. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/80128634/Bioengenharia-libre.pdf. Acesso em: 4 abr. 2026.