Impacto do Estresse Térmico na Saúde do Trabalhador: evidências de estudos realizados pela OIT em seis países

Impacto del Estrés Térmico en la Salud Ocupacional: evidencias de estudios realizados por la OIT en seis países

Impact of Heat Stress on Occupational Health: evidence from studies conducted by the ILO in six countries

Frederico Peres

Resumo: O conceito de estresse térmico, ou impacto fisiológico causado por alterações extremas de temperatura e umidade, entre outros fatores físicos e climáticos, sobre o organismo humano, vem sendo utilizado, de forma crescente, para descrever os impactos da mudança do clima — e em particular do calor extremo — sobre a saúde. No que se refere à saúde do trabalhador, o estresse térmico inclui a intensidade do esforço físico durante as atividades de trabalho, as características físicas e estruturais dos ambientes de trabalho, a organização das jornadas de trabalho, o acesso à água e a pausas para recuperação fisiológica, a existência de equipamentos de proteção, individuais e coletivos, além das condições socioeconômicas e de saúde, individuais e coletivas, dos trabalhadores. Discussão que ganha ainda mais relevância quando considerada a relação entre exposição a temperaturas extremas, a precarização das relações de trabalho e desigualdade socioeconômica entre os diferentes grupos de trabalhadores e trabalhadoras. Os seis estudos de caso, coordenados pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), aqui apresentados e analisados, evidenciam que as perdas de produtividade e emprego aumentam significativamente em cenários de calor extremo, embora demonstrem que mesmo uma trajetória de baixas emissões não elimina as perdas associadas ao estresse térmico, uma vez que parte dos impactos já está incorporada às condições climáticas atuais. Também reforçam a premissa que a exposição ao calor não pode ser considerada um risco ambiental externo às relações de trabalho. O estresse térmico que afeta a saúde de trabalhadores, globalmente, é produzido e agravado pela maneira como as atividades econômicas são organizadas, pela intensidade das jornadas, pelas condições de infraestrutura, pela ausência de pausas e pela distribuição desigual dos mecanismos de proteção. O desafio, em síntese, não consiste apenas em desenvolver tecnologias de climatização ou recomendar comportamentos individuais de prevenção, mas transformar as condições nas quais o trabalho é realizado, reconhecendo que a proteção da saúde do trabalhador constitui um direito fundamental e uma responsabilidade institucional, compartilhada por empregadores e governos.

Palavras-chave: Calor Extremo; Estresse Térmico; Condições de Trabalho; Saúde do Trabalhador; Trabalho Decente.

Resumen: *El concepto de estrés térmico — o impacto fisiológico que ejercen sobre el organismo humano las alteraciones extremas de temperatura y humedad, entre otros factores físicos y climáticos — se utiliza cada vez más para describir los efectos del cambio climático y, en particular, del calor extremo en la salud. En lo que respecta a la salud de los trabajadores, el estrés térmico abarca la intensidad del esfuerzo físico durante las actividades laborales, las características físicas y estructurales de los entornos de trabajo, la organización de las jornadas*

laborales, el acceso al agua y a pausas para la recuperación fisiológica, la disponibilidad de equipos de protección (tanto individuales como colectivos), así como las condiciones socioeconómicas y de salud — tanto individuales como colectivas — de los trabajadores. Esta cuestión adquiere una relevancia aún mayor si se considera la relación entre la exposición a temperaturas extremas, la precarización de las relaciones laborales y la desigualdad socioeconómica entre los distintos grupos de trabajadores. Los seis estudios de caso presentados y analizados aquí, coordinados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ponen de manifiesto que las pérdidas de productividad y empleo aumentan considerablemente en escenarios de calor extremo. Asimismo, demuestran que ni siquiera una trayectoria de bajas emisiones logra eliminar las pérdidas asociadas al estrés térmico, dado que una parte de estos impactos ya está integrada en las condiciones climáticas actuales. Además, refuerzan la premisa de que la exposición al calor no puede considerarse un riesgo ambiental ajeno a las relaciones laborales. El estrés térmico que afecta a la salud de los trabajadores a escala mundial es generado y agravado por la forma en que se organizan las actividades económicas, la intensidad de las jornadas laborales, las condiciones de la infraestructura, la falta de pausas y la distribución desigual de los mecanismos de protección. El desafío, en síntesis, no consiste únicamente en desarrollar tecnologías de climatización o recomendar comportamientos individuales de prevención, sino en transformar las condiciones en las que se realiza el trabajo, reconociendo que la protección de la salud del trabajador constituye un derecho fundamental y una responsabilidad institucional, compartida por empleadores y gobiernos.

Palabras clave: *Calor extremo; Estrés térmico; Condiciones de trabajo; Salud del trabajador; Trabajo decente.*

Abstract: *The concept of heat stress — the bodily effects induced by significant variations in temperature and humidity, along with other environmental and climatic elements — is progressively being employed to characterize the health repercussions of climate change, especially those stemming from intense heat. In the realm of occupational health, heat stress includes various elements: the degree of physical effort exerted during job duties; the physical and structural attributes of the work environment; the arrangement of work schedules; access to hydration and rest periods; the provision of individual and collective protective gear; and the socioeconomic and health circumstances of the employees. This dialog gains heightened significance when examining the interaction between exposure to severe temperatures, the unstable nature of employment, and the socioeconomic disparities present across various worker demographics. The six case studies examined and presented in this document — coordinated by the International Labor Organization (ILO) — illustrate that productivity declines and job losses increase markedly in extreme heat conditions. Moreover, they demonstrate that a low-emissions pathway would still fail to eradicate the losses linked to heat stress, as certain effects are already ingrained in present climatic circumstances. These investigations further substantiate the notion that thermal exposure should not be regarded solely as an external environmental hazard disconnected from labor dynamics. The heat stress impacting workers worldwide is, indeed, produced and intensified by the organization of economic activities, the rigor of work schedules, the state of infrastructure, insufficient recovery periods, and the inequitable allocation of protective measures. In conclusion, the difficulty resides not only in creating climate-control innovations or suggesting preventive personal actions, but in altering the work environment — acknowledging that safeguarding workers' health is a basic right and a collective obligation of employers and governments.*

Keywords: *Intense Heat; Heat Stress; Working Conditions; Occupational Health; Decent Work.*

Introdução

A emergência climática vem redefinindo as condições ambientais, econômicas e sociais em que as atividades de trabalho vêm sendo desenvolvidas ao redor do planeta. Entre suas manifestações mais diretas (e preocupantes) podemos identificar o aumento da exposição de trabalhadoras e trabalhadores ao calor extremo, fenômeno que representa uma ameaça crescente à garantia do trabalho decente e da saúde do trabalhador, à segurança dos ambientes de trabalho, à sustentabilidade das redes de proteção social no trabalho e, em dimensão distinta, à produtividade de distintos setores da economia, mais vulnerabilizados ante à mudança do clima.

Embora seja possível reconhecer que os efeitos das temperaturas elevadas sobre a saúde humana sejam conhecidos há décadas, a intensificação das ondas de calor, o aumento das temperaturas médias e a maior duração dos períodos de exposição a estas condições extremas estão ampliando a dimensão desse problema, convertendo o estresse térmico em um dos principais desafios contemporâneos para a saúde do trabalhador e a segurança no trabalho. Problema que assume particular relevância quando identificamos que a exposição ao calor nos ambientes de trabalho não se distribui de maneira homogênea entre os diferentes grupos de trabalhadores, assim como seus impactos sobre a saúde de trabalhadoras e trabalhadores não são idênticos.

Atividades de trabalho realizadas ao ar livre como, por exemplo, a agricultura, a construção civil, a pesca, e os serviços de entrega, entre outras, apresentam riscos elevados e vêm sendo identificadas, na literatura de referência, como estudos de caso e paradigmas para a compreensão das relações entre a mudança do clima e os impactos sobre a saúde do trabalhador. Apesar disso, é importante destacar que trabalhadores de ambientes industriais, estabelecimentos comerciais, cozinhas, serviços de limpeza e outros ambientes *indoor* também podem estar, também, submetidos a condições térmicas extremas, especialmente quando a ventilação, a climatização e as medidas de proteção são insuficientes para compensar a elevação das temperaturas externas.

O conceito de estresse térmico, ou impacto fisiológico causado por alterações extremas de temperatura e umidade, entre outros fatores físicos e climáticos, sobre o organismo humano, vem sendo utilizado, de forma crescente, para descrever os impactos da mudança do clima — e em particular do calor extremo — sobre a saúde. Conceito que, por sua natureza e abrangência, não pode ser compreendido exclusivamente como resultado da exposição a temperaturas elevadas, mas sim determinado pela interação entre as condições meteorológicas, entre outros fatores físicos externos, e fisiológicas-metabólicas, que se produzem e reproduzem a partir de processos de determinação socioambiental da saúde.

No que se refere à saúde do trabalhador, o estresse térmico inclui a intensidade do esforço físico durante as atividades de trabalho, as características físicas e estruturais dos ambientes de trabalho, a organização das jornadas de trabalho, o acesso à água e a pausas para recuperação fisiológica, a existência de equipamentos de proteção, individuais e coletivos, além das condições socioeconômicas e de saúde, individuais e coletivas, dos trabalhadores. Ou seja, a exposição ao calor extremo e a intensidade do estresse térmico são, também, expressões das desigualdades existentes no mundo do trabalho.

A discussão ganha ainda mais relevância quando considerada a relação entre exposição a temperaturas extremas, a precarização das relações de trabalho e desigualdade

socioeconômica entre os diferentes grupos de trabalhadores e trabalhadoras. Trabalhadores informais, migrantes, sazonais, terceirizados e aqueles remunerados por produtividade ou tarefa, frequentemente, dispõem de menor autonomia para interromper suas atividades de trabalho (pausas para recuperação), reduzir o ritmo de trabalho ou buscar ambientes mais seguros. Em determinadas circunstâncias, a necessidade de preservar a renda pode levar os trabalhadores a permanecerem sob condições extremas mesmo quando reconhecem os riscos à própria saúde. A constatação da existência de um contexto extremamente desfavorável e perverso, que incide de maneira desproporcional sobre os grupos de trabalhadores mais vulnerabilizados, fica ainda mais nítido quando se compreende que o capital impõe a transferência dos custos da adaptação climática para aqueles que possuem menor capacidade de proteção.

Isto posto, o presente artigo busca lançar uma luz sobre os impactos do calor extremo sobre a saúde do trabalhador, com base nas evidências reveladas através de estudos de caso conduzidos pela Organização do Trabalho (OIT) em seis países: Gana, Sri Lanka, Senegal, Maldivas, Líbano e Etiópia.

Calor Extremo, Saúde e Trabalho: síntese de evidências globais

O relatório Extreme Heat and Health: Global Evidence for Action, elaborado pela Global Heat Health Information Network (GHHIN), com participação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), constitui uma importante referência para compreender a magnitude e a complexidade dos riscos associados ao calor extremo. Seu sumário executivo, publicado em outubro de 2026, reúne evidências científicas internacionais e sistematiza os mecanismos pelos quais a exposição ao calor extremo afeta a saúde humana, a produtividade do trabalho e o funcionamento dos sistemas sociais — incluindo as redes de proteção social de trabalhadoras e trabalhadores — globalmente.

Uma das principais mensagens-chave destacadas no documento é que o calor extremo representa uma ameaça sanitária crescente, cujos efeitos ultrapassam amplamente os episódios agudos de insolação e exaustão térmica. A exposição pode desencadear ou agravar doenças cardiovasculares, respiratórias, renais, neurológicas e metabólicas, além de produzir efeitos sobre a saúde reprodutiva, a saúde mental e a ocorrência de acidentes e lesões. Portanto, os impactos não se restringem às doenças tradicionalmente classificadas como relacionadas ao calor: incluem também o agravamento de condições crônicas e a desestabilização de processos fisiológicos fundamentais.

O estresse térmico resulta, de uma forma mais geral, e de acordo com as evidências apresentadas no relatório, da interação entre três principais fatores: a exposição ao calor, a suscetibilidade biológica, social e ambiental e a capacidade individual e coletiva de adaptação. Compreender o problema através desta abordagem é particularmente importante para a saúde do trabalhador, pois demonstra que indivíduos distintos submetidos às mesmas condições ambientais-climáticas podem experimentar consequências muito diferentes, dependendo da intensidade do esforço físico, do tempo de exposição, da organização do trabalho, das condições de moradia, da alimentação, da frequência e do acesso à hidratação — ou seja, é, em grande parte, função dos determinantes sociais da saúde.

Os efeitos do calor sobre o organismo humano se expressam por diferentes vias, diretas e indiretas. As primeiras envolvem, por exemplo, o comprometimento da capacidade do organismo de regular sua temperatura diante de condições externas extremas, enquanto as

segundas incluem alterações ambientais e sistêmicas que afetam a disponibilidade de água e alimentos, os riscos associados a ambientes de trabalho insalubres, de um ponto de vista térmico, a infraestrutura disponível para regular o calor, individual e coletivamente, os serviços de saúde a que os trabalhadores têm acesso e as condições gerais de vida. São fatores que, frequentemente, produzem (podem produzir) efeitos em cascata, ampliando vulnerabilidades existentes.

Por isto, ressalta o relatório, o estresse térmico é um problema fortemente vinculado à dimensão socioeconômica e política, e modulado pela organização do trabalho. Dados apresentados no sumário executivo mostram que a exposição a temperaturas elevadas provocou a perda de 639 bilhões de horas potenciais de trabalho em 2024, volume 98% superior à média registrada entre 1990 e 1999. As perdas econômicas associadas foram estimadas em, aproximadamente, US$ 1,09 trilhão, equivalentes a quase 1% do Produto Interno Bruto mundial.

Uma estimativa da OIT, reproduzida no documento, indica que a exposição ocupacional ao calor excessivo pode estar associada a aproximadamente 22,85 milhões de acidentes de trabalho e a 18.970 óbitos de trabalhadoras e trabalhadores, anualmente. Os dados também revelam o potencial de ocorrência de efeitos combinados (sinérgicos) do calor e da poluição atmosférica, que podem ampliar os riscos de mortalidade. Números que colocam o estresse térmico não apenas como uma questão de desconforto ambiental, ou fator de redução da eficiência produtiva, mas simum importante determinante de morbimortalidade relacionada ao trabalho.

O sumário executivo também alerta que, em um cenário de aquecimento global de 3°C em relação aos níveis pré-industriais, os setores da agricultura e da construção civil poderão experimentar perdas de 18% a 33% das horas efetivas de trabalho, em média. Entretanto, os efeitos sobre a saúde do trabalhador e a economia, nos diferentes territórios, são (e serão ainda mais) profundamente desiguais: as regiões de menor renda suportam perdas proporcionalmente mais elevadas, podendo alcançar até 8% do PIB per capita, em comparação com aproximadamente 3,5% nas regiões mais ricas.

Desigualdades também evidenciadas na comparação entre setores da economia e entre distintos grupos de trabalhadores. Agricultores e trabalhadores da construção civil — dois grupos que, tradicionalmente, desempenham atividades de trabalho ao ar livre — estão entre os grupos mais vulneráveis. Os trabalhadores informais apresentam uma situação particularmente preocupante, pois frequentemente permanecem fora dos sistemas de monitoramento de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, bem como não dispõem de redes de proteção social.

Estima-se que a proporção da população mundial exposta a condições de calor extremo poderá aumentar de 23%, em 2010, para 41%, em 2050, caso o aquecimento global seja da ordem de 2°C em relação aos níveis pré-industriais — afetando aproximadamente 3,79 bilhões de pessoas, globalmente. A distribuição geográfica da exposição ao estresse térmico, porém, reforça a dimensão da desigualdade climática. África Ocidental, nordeste da África, Sul da Ásia, Sudeste Asiático e Leste Asiático estão entre as regiões com maior exposição populacional ao calor extremo que, em grande medida, estão associadas a limitações econômicas, institucionais e infraestruturais para implementar medidas abrangentes de adaptação.

Por fim, o relatório destaca que a proteção da saúde diante do calor extremo exige a superação de respostas exclusivamente emergenciais e individuais, demandando ações

sistêmicas, políticas estruturadas, intersetoriais e permanentes, articulando sistemas de alerta precoce, vigilância epidemiológica, planejamento urbano, infraestrutura resiliente, proteção social e medidas específicas de saúde e segurança no trabalho. A mensagem transversal é inequívoca: a adaptação ao calor extremo não pode ser reduzida à capacidade individual de cada trabalhador de modificar seu comportamento; ela deve ser incorporada à organização do trabalho, às políticas públicas (intersetoriais e voltadas à proteção da saúde do trabalhador) e aos sistemas de proteção social de trabalhadoras e trabalhadores, globalmente.

Estudo da OIT Sobre o Estresse Térmico em Trabalhadores em Seis Países

A Organização Internacional do Trabalho (OIT), em colaboração com o Climate Vulnerable Forum (CVF) e o grupo de ministros das Finanças dos países mais vulneráveis à mudança do clima (Vulnerable Twenty – V20), desenvolveu um protocolo de estudo integrado, operacionalizado através de estudos de caso nacionais, sobre os impactos do estresse térmico no mundo do trabalho em seis países: Gana, Sri Lanka, Senegal, Maldivas, Líbano e Etiópia.

O objetivo central foi produzir estimativas quanti-qualitativas dos efeitos atuais e futuros do estresse térmico sobre a capacidade laboral, a produtividade, o emprego e o desempenho econômico dos países estudados. Os resultados também foram utilizados para subsidiar a elaboração dos *Climate Prosperity Plans*, documentos que oferecem evidências para a integração das políticas de adaptação climática, proteção do trabalhador e promoção do trabalho decente.

O estudo foi estruturado em torno de cinco grandes dimensões analíticas:

1. Caracterização das condições climáticas atuais e das projeções de aumento da exposição ao calor (dimensão que inclui, embora de forma não-central, a saúde do trabalhador);
2. Estimativa das perdas de capacidade de trabalho em diferentes setores econômicos e níveis de intensidade física;
3. Avaliação das perdas de produtividade associadas ao estresse térmico;
4. Estimativa dos impactos econômicos e das perdas equivalentes de postos de trabalho;
5. Construção de cenários futuros e formulação de recomendações para políticas de adaptação e promoção do trabalho decente.

Os estudos de caso abrangeram seis grandes agrupamentos de atividades econômicas: agricultura e pesca; construção civil; indústria de transformação; mineração e extração; serviços; e transporte e comércio.

A metodologia adotada também considerou a distinção entre dois indicadores que, para fins analíticos, foram interpretados separadamente:

1. Perda de capacidade de trabalho: representa a redução da capacidade fisiológica de realizar determinada atividade sob condições de estresse térmico. Foi estimada por funções de resposta que relacionam exposição térmica e intensidade do trabalho.
2. Perda de produtividade: representa a redução do tempo efetivamente disponível para realizar atividades produtivas, considerando a necessidade de diminuir o ritmo, fazer pausas ou interromper temporariamente o trabalho para evitar sobrecarga térmica.

Estudo de Caso 1: Gana (agricultura, informalidade e concentração das perdas de capacidade produtiva)

O estudo realizado em Gana identificou uma situação particularmente preocupante em razão da combinação entre exposição térmica elevada, importância econômica da agricultura e expressiva participação do trabalho informal nesse setor. Dados apresentados no relatório nacional mostram que, em 2023, as perdas econômicas adicionais associadas ao estresse térmico foram estimadas em aproximadamente US$ 8,64 bilhões, em comparação com a média do período de referência 1985–2014. A agricultura respondeu por aproximadamente 37,9% desse montante, seguida pelos serviços (22,8%), transporte e comércio (13,6%), mineração e extração (11,7%), construção civil (7,8%) e indústria de transformação (6,2%).

As perdas de horas trabalhadas corresponderam a aproximadamente 345 mil empregos equivalentes em tempo integral. Mais de 66% dessas perdas concentraram-se na agricultura, enquanto os serviços responderam por aproximadamente 21%. A distribuição territorial e sazonal dos efeitos também merece atenção. Cerca de 36% das perdas ocorreram no primeiro trimestre do ano, período em que o calor se intensifica nas regiões costeiras do sul do país, atingindo importantes centros econômicos, como Acra e Kumasi.

Um resultado particularmente relevante diz respeito à relação entre intensidade física do trabalho e capacidade laboral. Durante o período histórico de referência, as perdas de capacidade de trabalho na agricultura e na construção civil já oscilavam entre 50% e 55% nas atividades de alta intensidade, entre 33% e 40% nas atividades de intensidade moderada e entre 19% e 25% nas atividades de baixa intensidade.

O estudo chama atenção para um aparente paradoxo: trabalhadores que já realizam atividades sob condições extremas de sobrecarga térmica podem apresentar incrementos proporcionalmente menores nas perdas futuras do que trabalhadores inicialmente expostos a condições menos severas. Isso não significa que estejam menos vulneráveis. Ao contrário, indica que parte desses trabalhadores já se encontra próxima dos limites fisiológicos de tolerância ao calor.

Outro aspecto importante é a vulnerabilidade dos trabalhadores informais e das pequenas empresas, frequentemente excluídos dos mecanismos institucionais de proteção ocupacional. Entre as recomendações apresentadas estão a elaboração de diretrizes nacionais para o enfrentamento do estresse térmico, a adoção de parâmetros obrigatórios de WBGT (sigla em inglês para *Wet-Bulb Globe Temperature*, ou Temperatura de Globo Úmido e Bulbo Úmido, um índice abrangente de estresse térmico usado para avaliar o efeito do calor ambiental no corpo humano), a implantação de pausas e jornadas adaptadas às condições ambientais, o fortalecimento da fiscalização do trabalho e a ampliação das medidas de proteção para trabalhadores informais. O estudo nacional também destaca a importância das soluções baseadas na natureza, especialmente a ampliação das áreas verdes e da arborização urbana, e recomenda maior articulação entre autoridades trabalhistas, ambientais, sanitárias e de planejamento urbano.

Estudo de Caso 2: Sri Lanka (impactos sobre a agricultura, os serviços e a estabilidade econômica)

O estudo realizado no Sri Lanka demonstra que o estresse térmico já representa um importante fator de redução da capacidade produtiva nacional, afetando tanto atividades

realizadas ao ar livre quanto setores urbanos e industriais. Em 2023, segundo o estudo, as perdas econômicas adicionais atribuídas ao aumento do estresse térmico alcançaram aproximadamente US$ 6,52 bilhões. Os serviços responderam por 41,9% das perdas, seguidos pelo transporte e comércio (19,3%), indústria de transformação (14,1%), agricultura (11,5%), construção civil (10%) e mineração e extração (3,2%).

A concentração geográfica das perdas ocorreu principalmente na Província Ocidental, especialmente na região metropolitana de Colombo, onde se concentram atividades industriais, serviços, comércio e logística portuária. No mercado de trabalho, as perdas corresponderam a aproximadamente 120 mil empregos equivalentes em tempo integral. A agricultura respondeu por 47,6% dessas perdas, os serviços por 22%, a indústria de transformação por 12,6%, a construção civil por 10,9% e o transporte e comércio por 6,3%. A distribuição sazonal demonstra que aproximadamente 35% das perdas ocorreram no segundo trimestre, período de maior intensidade térmica.

As projeções futuras indicam uma ampliação significativa dos impactos, especialmente em cenários de elevada emissão de gases de efeito estufa. Em cenários de menor ambição climática, as perdas adicionais de capacidade de trabalho poderão ultrapassar 25% nas atividades de alta intensidade até 2100, enquanto nas atividades moderadas poderão alcançar 12%. Na agricultura e nos serviços, as perdas de produtividade poderão alcançar aproximadamente 70% em condições extremas, considerando a perda já observada no período histórico e os incrementos associados às mudanças climáticas.

Embora o estudo nacional não dê muita ênfase aos impactos do estresse térmico sobre grupos de trabalhadores, no país, apresenta, como estratégia de enfrentamento, um plano denominado *Sustainable Decent Work Future*, que combina uma trajetória de baixas emissões com a implementação de medidas de proteção à saúde do trabalhador, ampliação da proteção social e investimentos em infraestrutura resilientes. Tais recomendações visam a elaboração de um código nacional de práticas para o estresse térmico, com base na aplicação das Convenções 155, 161 e 187 da OIT, na ampliação da proteção social para trabalhadores formais, informais e migrantes e na institucionalização do diálogo social tripartite no país.

Estudo de Caso 3: Senegal (exposição extrema, limites fisiológicos e desigualdade ocupacional)

O estudo nacional realizado no Senegal revela uma situação particularmente grave entre trabalhadores da agricultura e da construção civil, cujas atividades combinam elevada exposição ambiental e intenso esforço físico. Resultados apresentados demonstram que os trabalhadores senegaleses de setores particularmente expostos ao calor já enfrentam condições que comprometem significativamente sua capacidade fisiológica de trabalho. O agravamento futuro da exposição poderá tornar inviável a manutenção de determinadas atividades nos horários e nas condições atualmente praticados.

O relatório também identifica perdas econômicas territorialmente concentradas em Dacar e nos principais corredores econômicos e logísticos do país. Embora as perdas absolutas sejam menores em áreas rurais menos densamente povoadas, seus efeitos sobre a renda das famílias podem ser muito significativos. Em 2023, segundo o relatório nacional, as perdas adicionais de PIB associadas ao estresse térmico foram estimadas em aproximadamente US$ 2,52 bilhões. Os serviços responderam por 38,4% das perdas, seguidos pela agricultura (31,9%), indústria de transformação (12,8%), transporte e comércio (9,6%), mineração e extração (3,8%) e construção civil (3,5%).

No mercado de trabalho, as perdas equivaleram a aproximadamente 72 mil empregos em tempo integral. Os serviços responderam por 39% das perdas, a agricultura por 34%, a construção civil por 11%, a indústria de transformação por 10% e o transporte e comércio por 5%. A distribuição sazonal indica uma concentração expressiva no segundo trimestre, responsável por aproximadamente 43% das perdas.

Um dos resultados mais relevantes diz respeito à magnitude das perdas de capacidade laboral na agricultura e na construção civil. No período histórico de referência, essas perdas já oscilavam entre 53% e 58% nas atividades de alta intensidade física, entre 39% e 43% nas atividades de intensidade moderada e entre 23% e 32% nas atividades de baixa intensidade. Em cenários de altas emissões, a perda de capacidade laboral nas atividades de alta intensidade poderá alcançar aproximadamente 83% até 2100. Nas atividades de baixa intensidade, poderá ultrapassar 70%.

O estudo apresenta recomendações particularmente abrangentes, incluindo a adoção de uma norma nacional de estresse térmico baseada no WBGT, com limites específicos de exposição e regras obrigatórias de trabalho e descanso. Também recomenda a ampliação da proteção social para cobrir doenças relacionadas ao calor, perdas de renda e acidentes de trabalho, inclusive para trabalhadores informais. Por fim, recomenda incorporar critérios de proteção térmica aos códigos de construção, às compras públicas e aos investimentos em infraestrutura, além de fortalecer a fiscalização trabalhista e os mecanismos de diálogo social.

Estudo de Caso 4: Maldivas (calor extremo, turismo e vulnerabilidade dos trabalhadores em economias insulares)

O estudo realizado nas Maldivas apresenta características particulares, considerando a condição insular do país, sua elevada exposição aos efeitos da mudança do clima e a importância dos serviços, especialmente turismo, hotelaria, transporte e atividades portuárias para a economia nacional. A combinação entre temperaturas elevadas e alta umidade relativa do ar constitui um fator particularmente importante de risco. Mesmo quando a temperatura atmosférica não atinge valores excepcionalmente elevados, a umidade pode comprometer a capacidade do organismo de dissipar calor por evaporação do suor, aumentando a sobrecarga fisiológica.

Embora o setor de serviços concentre a maior parte das perdas econômicas, a construção civil apresenta vulnerabilidade particularmente expressiva em termos de exposição ocupacional, em razão do esforço físico e da realização de atividades ao ar livre. O estudo destaca ainda os efeitos do calor sobre os trabalhadores envolvidos no processamento de pescado, nas atividades portuárias e nas operações de transporte e logística.

Segundo dados apresentados no estudo nacional, somente em 2023, as perdas econômicas adicionais associadas ao estresse térmico foram estimadas em aproximadamente US$ 364 milhões. Os serviços responderam por 69,3% dessas perdas, seguidos pela construção civil, agricultura e pesca, transporte e comércio e indústria de transformação. As perdas de horas de trabalho corresponderam a aproximadamente 1.660 empregos equivalentes em tempo integral, dos quais cerca de 57% estavam concentrados nos serviços e 22% na construção civil.

A distribuição territorial das perdas econômicas revela concentração na região metropolitana de Malé, nas áreas de resorts e nos principais polos de atividade turística e logística. Também se identifica um segundo núcleo importante na região de Addu, no extremo

sul do arquipélago. Entretanto, o relatório faz uma observação relevante: menores perdas econômicas absolutas nas ilhas periféricas não significam necessariamente menor exposição ou menor vulnerabilidade dos trabalhadores. Em economias locais menores, mesmo perdas relativamente pequenas podem produzir consequências importantes para a renda das famílias, especialmente quando os trabalhadores dispõem de poucas alternativas de emprego e proteção social.

As projeções apresentadas no estudo indicam que, em 2040, as perdas de empregos equivalentes poderão variar entre aproximadamente 2,4 mil e 3,6 mil por ano. Em 2060, poderão alcançar entre 3,1 mil e 5,6 mil, dependendo do cenário climático considerado. No mesmo horizonte, as perdas econômicas adicionais associadas ao estresse térmico poderão representar até 10,5% do PIB anual em um cenário de elevadas emissões, alcançando aproximadamente US$ 1,7 bilhão.

As recomendações incluem a utilização de limites de exposição baseados no WBGT, a reorganização dos horários de trabalho, a implantação de áreas de descanso sombreadas e ventiladas e a ampliação do acesso à água potável. Para o setor de serviços, recomenda-se investir em sistemas eficientes de ventilação e climatização em hotéis, restaurantes, estabelecimentos comerciais e pequenas unidades industriais. Também se destaca a necessidade de incorporar a proteção contra o calor aos códigos de construção e às políticas de adaptação climática, considerando as particularidades das pequenas ilhas e dos territórios insulares.

Estudo de Caso 5: Líbano (serviços urbanos, construção civil e agravamento das vulnerabilidades econômicas)

O estudo nacional conduzido no Líbano demonstra que os impactos do estresse térmico precisam ser analisados em articulação com as condições econômicas, sociais e institucionais de cada país. A vulnerabilidade dos trabalhadores não decorre apenas das condições ambientais, mas também da capacidade das empresas, das instituições públicas e dos sistemas de proteção social de responder aos riscos climáticos.

O setor de serviços permanece como principal responsável pelas perdas futuras, chegando a representar aproximadamente 61% do total de empregos equivalentes perdidos em 2060 no cenário de elevadas emissões. A construção civil aparece como o segundo setor mais vulnerável, seguida pela indústria de transformação. Esse resultado é importante porque demonstra que a exposição térmica não está restrita às atividades agrícolas, mas também alcança trabalhadores urbanos, pequenos estabelecimentos industriais e atividades de comércio e prestação de serviços.

Em relação à capacidade de trabalho, o relatório identifica perdas históricas entre 5% e 8% nas atividades de alta intensidade física da agricultura e da construção civil. Em cenários de altas emissões, as perdas adicionais poderão alcançar aproximadamente 12% até o final do século. Somente no ano de 2023, as perdas econômicas adicionais associadas ao estresse térmico foram estimadas em aproximadamente US$ 326 milhões, equivalentes a cerca de 1,03% do PIB. O setor de serviços respondeu por aproximadamente 91,6% das perdas econômicas líquidas estimadas no relatório, para este ano. Esse resultado está relacionado à concentração das atividades econômicas e dos empregos em setores como comércio, hotelaria, alimentação e serviços urbanos.

As perdas equivalentes de emprego alcançaram aproximadamente 10,1 mil postos de trabalho em tempo integral. Cerca de 62% estavam concentrados nos serviços, 15% na construção civil, 9% na indústria de transformação, 8% no transporte e comércio e 6% na agricultura. A distribuição sazonal é particularmente expressiva: aproximadamente 73% das perdas ocorreram no terceiro trimestre do ano, período de maior intensidade térmica. E no que se refere à análise territorial, o estudo identifica concentração das perdas no corredor urbano costeiro, especialmente nas regiões de Jounieh e Byblos e entre essas localidades.

O estudo recomenda a integração das medidas de adaptação climática à legislação de saúde e segurança no trabalho, o fortalecimento dos mecanismos de proteção social e a promoção de empregos de qualidade em setores associados à transição ecológica. Também destaca a importância de incorporar o estresse térmico às políticas nacionais de adaptação, garantindo que as medidas de proteção alcancem trabalhadores informais, rurais e urbanos.

Estudo de Caso 6: Etiópia (dimensão das perdas, centralidade da agricultura e desigualdade territorial)

O relatório com os resultados do estudo realizado na Etiópia apresenta alguns dos resultados mais expressivos entre os seis países estudados, especialmente em relação à quantidade de empregos equivalentes perdidos e à magnitude das perdas econômicas associadas ao estresse térmico. Somente em 2023, as perdas adicionais de PIB foram estimadas em aproximadamente US$ 8,02 bilhões, em comparação com a média do período de referência 1985–2014. A agricultura respondeu por 39,1% desse total, seguida pelos serviços (27,8%), construção civil (22,8%), transporte e comércio (5,4%), indústria de transformação (3,8%) e mineração e extração (1,1%).

As perdas equivalentes de emprego alcançaram aproximadamente 1,006 milhão de postos de trabalho em tempo integral. Quase 75% dessas perdas concentraram-se na agricultura, enquanto os serviços responderam por aproximadamente 19%. A distribuição espacial dos impactos revela concentração nos principais centros urbanos e industriais, especialmente na região de Adis Abeba. Outros núcleos importantes incluem Dire Dawa, Hawassa e Adama, além de cidades localizadas nas regiões de Amhara e Tigray.

O relatório faz uma observação importante sobre a interpretação desses dados: perdas econômicas absolutas menores em determinadas áreas rurais não significam que seus trabalhadores estejam menos expostos ao calor. Significam, sobretudo, que a produção econômica dessas regiões representa uma parcela menor do produto nacional. Essa distinção evidencia um problema importante para o planejamento das políticas públicas: a utilização exclusiva de indicadores econômicos agregados pode invisibilizar os riscos enfrentados por trabalhadores rurais e comunidades economicamente marginalizadas.

A agricultura concentra a maior parte das perdas futuras, podendo alcançar entre 4 milhões e 4,6 milhões de empregos equivalentes perdidos em 2060 nos cenários de maior aquecimento. Os serviços também apresentam vulnerabilidade importante, especialmente devido à realização de atividades comerciais e de atendimento em ambientes com ventilação e climatização insuficientes. A construção civil aparece como outro setor crítico, com perdas que poderão alcançar 141 mil empregos equivalentes em 2060, em um cenário de elevadas emissões.

O relatório recomenda que as medidas de adaptação priorizem a proteção dos trabalhadores agrícolas e dos serviços urbanos, mas sem negligenciar os trabalhadores da construção civil, transporte e indústria de transformação. Entre as propostas estão a implantação de regras de trabalho e descanso baseadas no WBGT, o fornecimento de água e áreas sombreadas, a adoção de horários flexíveis, o fortalecimento dos serviços de saúde ocupacional e a ampliação da proteção social. O estudo também recomenda a incorporação de critérios de segurança térmica aos códigos de construção, às políticas de transporte e aos serviços de extensão agrícola, além de integrar essas medidas ao Plano Nacional de Adaptação e às políticas nacionais de trabalho decente.

A mensagem central do estudo etíope é que a emergência climática pode comprometer significativamente a capacidade de trabalho de economias fortemente dependentes de atividades agrícolas e de trabalho físico. A dimensão das perdas projetadas demonstra que a adaptação climática precisa ser considerada uma condição essencial para a sustentabilidade econômica e social do país.

Uma Breve Síntese Comparativa dos Resultados dos Estudos Nacionais

A comparação dos seis estudos permite identificar tanto diferenças nacionais quanto padrões comuns de vulnerabilidade. Uma síntese particularmente interessante foi feita durante a apresentação técnica da OIT, em evento onde lançou os resultados dos estudos nacionais, realizados em 2023, nos seis países. Os dados apresentados demonstram que, em conjunto, as economias estudadas registraram aproximadamente US$ 26,4 bilhões em perdas adicionais de PIB associadas ao estresse térmico e 1,55 milhão de empregos equivalentes em tempo integral perdidos, em comparação com a média do período de referência 1985–2014 (Tabela 1).

Tabela 1: Impactos econômicos e perdas equivalentes de emprego em 2023.

País	Perdas de PIB (US$ bilhões)	Empregos equivalentes perdidos
Etiópia	8,020	1.005.800
Gana	8,641	345.000
Sri Lanka	6,520	120.300
Senegal	2,524	71.900
Maldivas	0,364	1.660
Líbano	0,326	10.100
Total	26,395	1.554.760

Fonte: OIT, 2026. Valores monetários com referência no ano de 2015. Empregos equivalentes estimados a partir das horas de trabalho perdidas. Síntese elaborada a partir de prompt do ChatGPT, com revisão e confirmação de dados pelo autor.

Dois resultados merecem destaque. Primeiramente, a Etiópia apresenta a maior quantidade de empregos equivalentes perdidos, refletindo a importância da agricultura e a grande dimensão de sua força de trabalho. Gana, por sua vez, apresenta as maiores perdas econômicas absolutas, ligeiramente superiores às da Etiópia. Em segundo lugar, a distribuição setorial dos impactos não é homogênea. A agricultura concentra a maior parcela das perdas em

Gana e na Etiópia, enquanto os serviços assumem maior importância no Sri Lanka, Senegal, Líbano e Maldivas.

Essa diferença demonstra que a vulnerabilidade de trabalhadoras e trabalhadores ao calor extremo não pode ser determinada exclusivamente pela temperatura ou pelo clima de cada país. Ela depende também da estrutura econômica, da distribuição do emprego, das condições de infraestrutura e da capacidade de proteção dos trabalhadores.

Já a distribuição setorial das perdas, compiladas a partir dos relatórios nacionais, aponta para uma vulnerabilidade que ultrapassa o trabalho ao ar livre. Setores como a indústria e os serviços também podem concentrar situações de vulnerabilidade de trabalhadores frente a condições de calor extremo, sobretudo quando a infraestrutura local não está preparada para mitigar danos associados ao aumento de temperaturas ambientais médias, fenômeno que vem crescendo em intensidade e frequências nas últimas décadas (Tabela 2).

Tabela 2 : Participação dos diferentes setores da economia nas perdas de horas trabalhadas em 2023

País	Agricultura e pesca	Construção	Indústria	Serviços
Etiópia	74,9%	2,5%	1,7%	19,3%
Gana	66,1%	5,1%	4,4%	21,0%
Líbano	5,9%	15,0%	9,1%	62,2%
Maldivas	7,5%	21,6%	10,2%	56,8%
Senegal	33,7%	11,1%	9,6%	39,0%
Sri Lanka	47,6%	10,9%	12,6%	22,1%

Fonte: OIT, 2026. Percentuais calculados sobre as perdas nacionais de horas de trabalho. Os valores de mineração e extração não estão apresentados nesta tabela. Síntese elaborada a partir de prompt do ChatGPT, com revisão e confirmação de dados pelo autor.

A análise dos dados compilados na Tabela 2 permite identificar três padrões distintos. O primeiro corresponde aos países nos quais a agricultura constitui o principal componente das perdas de capacidade produtiva. Etiópia e Gana são os exemplos mais expressivos, seguidos pelo Sri Lanka. Nesses contextos, a exposição direta ao calor, a intensidade do trabalho físico e a dependência econômica das atividades agrícolas tornam a proteção dos trabalhadores rurais uma prioridade.

O segundo padrão corresponde aos países nos quais os serviços concentram a maior parcela das perdas. É o caso do Líbano e das Maldivas, mas também do Senegal. Nesses países, o problema assume uma dimensão urbana e econômica mais abrangente, envolvendo comércio, hotelaria, turismo, transporte e atividades realizadas em ambientes internos sem climatização adequada.

Por fim, o terceiro padrão diz respeito à construção civil e à indústria de transformação, que aparecem como setores relevantes mesmo quando não concentram a maior parcela das perdas nacionais. A construção civil, em particular, apresenta riscos elevados em razão da combinação entre esforço físico intenso, exposição solar e dificuldades de acesso a locais adequados para descanso e recuperação fisiológica.

Considerações Finais: a importância da mitigação e da adaptação

Os seis estudos de caso apresentados e analisados no presente artigo convergem ao demonstrar que as perdas de produtividade e emprego aumentam significativamente em cenários de elevadas emissões, embora a magnitude varie entre os países. Igualmente, esses resultados demonstram que mesmo uma trajetória de baixas emissões não elimina as perdas associadas ao estresse térmico, uma vez que parte dos impactos já está incorporada às condições climáticas atuais e, também, pelo fato de que a adaptação precisa responder (ou considerar) também à exposição que continuará ocorrendo nas próximas décadas. A diferença entre os cenários evidencia que a mitigação das emissões pode reduzir significativamente a magnitude dos impactos futuros.

A comparação também demonstra que a vulnerabilidade econômica não depende apenas da magnitude absoluta do aquecimento. Gana e Senegal, por exemplo, apresentam perdas projetadas particularmente elevadas em relação ao tamanho de suas economias. É importante destacar que esses valores são resultados de modelagem e não previsões determinísticas, pois dependem das hipóteses sobre emissões, desenvolvimento socioeconômico, estrutura produtiva e condições de adaptação consideradas nos cenários.

A análise comparativa dos estudos de caso nacionais permite identificar algumas conclusões que ultrapassam as particularidades nacionais e ajudam a compreender a natureza do problema do estresse térmico no mundo do trabalho contemporâneo. Uma primeira conclusão diz respeito ao fato que o calor extremo precisa ser reconhecido como um risco ocupacional sistêmico, capaz de afetar simultaneamente a saúde do trabalhador, a organização dos processos produtivos e a sustentabilidade econômica das atividades.

O aumento da temperatura corporal, decorrente da combinação entre calor ambiental e produção metabólica de calor, como visto, pode comprometer a capacidade de termorregulação. Quando os mecanismos fisiológicos de dissipação de calor se tornam insuficientes, aumenta o risco de desidratação, exaustão térmica, síncope e golpe de calor, este último potencialmente fatal. Entretanto, os efeitos não se restringem aos episódios agudos. A exposição prolongada ou repetida pode contribuir para o agravamento de doenças cardiovasculares e renais, alterações metabólicas, comprometimento da qualidade do sono e redução da capacidade de recuperação fisiológica.

O sumário executivo do relatório global da GHHIN/OMM, também analisado no presente estudo, enfatiza que a exposição crônica ao calor pode produzir efeitos cumulativos, inclusive por meio da insuficiência de recuperação entre episódios sucessivos de sobrecarga térmica. Para trabalhadoras e trabalhadores ao redor do planeta, isso significa que a análise dos riscos não deve considerar apenas os dias de ocorrência de ondas de calor. É necessário avaliar também a exposição acumulada ao longo das jornadas, das semanas e das estações do ano.

Outro aspecto relevante, destacado no sumário executivo, é a relação entre calor e acidentes de trabalho. A fadiga, a desidratação, a redução da atenção e o comprometimento da capacidade de julgamento podem aumentar a probabilidade de erros e acidentes, especialmente em atividades que envolvem máquinas, ferramentas, veículos, trabalhos em altura e operações complexas. Assim, é possível considerar que a prevenção do estresse térmico constitui, também, uma estratégia de prevenção de acidentes de trabalho e, portanto, ação a ser incorporada nos planos e políticas de saúde e segurança no trabalho.

Outra importante conclusão, a partir dos estudos analisados no presente artigo, diz respeito à distribuição socialmente desigual dos riscos. Os estudos realizados nos seis países pela OIT mostram que os impactos do calor estão associados às características das atividades produtivas, mas também às condições de contratação, remuneração e proteção social dos trabalhadores. A vulnerabilidade tende a ser maior entre aqueles que:

- Realizam atividades físicas intensas e ao ar livre;
- Trabalham em ambientes fechados com ventilação ou climatização insuficientes;
- Possuem baixa autonomia para modificar seus horários e ritmos de trabalho;
- Recebem remuneração por tarefa, produtividade ou entrega realizada;
- Não dispõem de pausas remuneradas ou proteção contra a perda de renda;
- Trabalham informalmente ou em pequenas empresas com recursos limitados para adaptação;
- Possuem acesso restrito a serviços de saúde do trabalhador e mecanismos de proteção social.

Esse último aspecto merece atenção especial. A necessidade de manter a renda pode levar trabalhadores a continuar exercendo suas atividades mesmo quando as condições ambientais oferecem riscos importantes à saúde. Em atividades remuneradas por produção, a interrupção do trabalho pode significar perda imediata de rendimentos. A situação é particularmente preocupante para trabalhadores por conta própria, entregadores (sobretudo trabalhadores plataformizados, ou entregadores por aplicativos), trabalhadores agrícolas sazonais e outros grupos cuja remuneração depende diretamente da quantidade de tarefas realizadas.

Assim, o estresse térmico não pode ser analisado separadamente das relações de trabalho. A possibilidade de interromper uma atividade diante de uma condição ambiental perigosa é também uma questão de direitos trabalhistas e proteção social. O que reforça a premissa que a emergência climática tende a aprofundar desigualdades já existentes, transferindo desproporcionalmente para os trabalhadores mais vulneráveis os custos econômicos e sanitários da adaptação.

Os estudos analisados ao longo do presente artigo também demonstraram que a redução do ritmo de trabalho, a realização de pausas e a reorganização das jornadas constituem respostas fisiológicas necessárias para evitar a sobrecarga térmica. Quando essas medidas são incorporadas à organização do trabalho, podem reduzir os agravos à saúde, prevenir acidentes, diminuir o absenteísmo e preservar a capacidade produtiva. Por outro lado, modelos de gestão que priorizam exclusivamente metas de produtividade, sem considerar os limites fisiológicos dos trabalhadores, podem produzir resultados contraproducentes: maior adoecimento, aumento dos acidentes, redução da qualidade do trabalho e comprometimento da sustentabilidade econômica das empresas.

Nesse sentido, uma agenda capaz de garantir tanto estratégias para a promoção do trabalho decente quanto a centralidade da saúde do trabalhador nos processos de adaptação climática deve considerar a premissa irrevogável que a preservação da atividade econômica não ocorra às custas da saúde, da renda e dos direitos dos trabalhadores. Torna-se prioridade estabelecer diretrizes nacionais e normas obrigatórias para a prevenção e o controle do estresse térmico nos ambientes de trabalho, estabelecendo critérios objetivos para modificar jornadas, ampliar períodos de descanso ou interromper atividades quando as condições ambientais

ultrapassarem parâmetros seguros. Igualmente torna-se prioridade ampliar a capacidade dos sistemas nacionais de vigilância em saúde ambiental e em saúde do trabalhador para identificar e monitorar os agravos relacionados ao calor.

Em síntese, a exposição ao calor não pode ser considerada um risco ambiental externo às relações de trabalho. Ela é também produzida e agravada pela maneira como as atividades econômicas são organizadas, pela intensidade das jornadas, pelas condições de infraestrutura, pela ausência de pausas e pela distribuição desigual dos mecanismos de proteção. O desafio não consiste apenas em desenvolver tecnologias de climatização ou recomendar comportamentos individuais de prevenção. É necessário transformar as condições nas quais o trabalho é realizado, reconhecendo que a proteção da saúde do trabalhador constitui um direito fundamental e uma responsabilidade institucional, compartilhada por empregadores e governos.

Por fim, torna-se fundamental e urgente reconhecer que a adaptação climática precisa ser socialmente justa. Trabalhadores informais, migrantes, mulheres, trabalhadores rurais e aqueles empregados em atividades de baixa remuneração não podem permanecer à margem das políticas de proteção. Os dados aqui compilados e analisados mostram que emergência climática tende a aprofundar desigualdades históricas, especialmente quando os custos da adaptação são transferidos para indivíduos e famílias que dispõem de menor capacidade econômica e institucional para enfrentá-los.

A agenda de trabalho decente da OIT oferece uma referência importante para evitar que esse processo se consolide. A articulação entre direitos trabalhistas, proteção social, emprego de qualidade e diálogo social permite construir estratégias que conciliem adaptação climática, desenvolvimento econômico e justiça social. Não haverá transição climática justa sem proteção da saúde dos trabalhadores, assim como não haverá trabalho decente em um planeta progressivamente mais quente se os limites fisiológicos e os direitos humanos forem subordinados às exigências de produtividade econômica.