

ESTRESSE TÉRMICO E CONDIÇÕES INSALUBRES: APLICAÇÃO DO TGD-400 PARA DETERMINAÇÃO DO IBUTG SEGUNDO A NR-15 E A NHO 06

Wertson da Silva Resende¹;

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/7019247555052826>

Arthur Souza Lyra²;

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/2507467174226667>

Cleiton Rubens Formiga Barbosa Júnior³;

³Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/7353332474621022>

Cleiton Rubens Formiga Barbosa⁴;

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN, Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/8673332414572221>

Kelyson da Silva Resende⁵;

⁵Universidade Potiguar (UNP), Natal, RN.

<http://lattes.cnpq.br/2813808447717198>

Edilson Marinho da Silva Júnior⁶.

⁶Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, RN.

<https://lattes.cnpq.br/5756262238802260>

RESUMO: O presente estudo objetiva apresentar os procedimentos para preparação, montagem, parametrização e medição de variáveis ambientais necessários à determinação do índice de estresse térmico em um ambiente de trabalho experimental controlado, utilizando o equipamento TGD-400 da INSTRUTHERM. A análise dos dados coletados possibilitará a avaliação das condições térmicas do ambiente conforme as Normas de Higiene Ocupacional (NHO) 06 e a NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para insalubridade. Para tanto, o Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG), regulamentado pela NR-15, foi adotado para avaliar o risco de estresse térmico, integrando temperatura do ar, umidade e radiação térmica. O TGD-400 realiza as medições de forma a possibilitar a implementação

de ações corretivas, caso necessárias, para evitar riscos de desconforto e problemas de saúde relacionados a exposição ao “calor” ou baixas temperaturas. Após a calibração do TGD-400, foram registradas as temperaturas de bulbo seco, úmido e de globo, e calculado o IBUTG, cujos resultados atenderam aos limites estabelecidos, indicando condições seguras para atividades leves. Apesar de uma limitação na medição da velocidade do ar, o concluiu-se que o ambiente controlado se mostrou seguro, observadas as diretrizes das normas NR-15 e NHO 06.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse Térmico. IBUTG. TGD-400.

THERMAL STRESS AND UNHEALTHY CONDITIONS: APPLICATION OF THE TGD-400 FOR WBGT DETERMINATION UNDER NR-15 AND NHO 06

ABSTRACT: The present study aims to present the procedures for preparation, setup, parameterization, and measurement of environmental variables required to determine the thermal stress index in a controlled experimental workplace environment, using the INSTRUTHERM TGD-400 equipment. The analysis of the collected data will enable the evaluation of the thermal conditions of the environment in accordance with Occupational Hygiene Standards (NHO) 06 and Regulatory Standard NR-15 of the Ministry of Labor and Employment (MTE) regarding unhealthy working conditions. For this purpose, the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) index, regulated by NR-15, was adopted to assess the risk of thermal stress by integrating air temperature, humidity, and thermal radiation. The TGD-400 performs the measurements in such a way as to allow the implementation of corrective actions, if necessary, to prevent risks of discomfort and health problems related to exposure to heat or low temperatures. After calibrating the TGD-400, dry bulb, wet bulb, and globe temperatures were recorded, and the WBGT was calculated, with results meeting the established limits, indicating safe conditions for light activities.

KEY-WORDS: Thermal Stress. WBGT. TGD-400.

INTRODUÇÃO

A determinação do índice de estresse térmico no ambiente de trabalho é uma prática crucial para garantir a saúde e a segurança dos trabalhadores expostos a condições extremas de calor. Diversos fatores ambientais, como temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação térmica, influenciam a capacidade do corpo humano de dissipar calor, podendo resultar em desconforto térmico, desidratação, exaustão térmica e até mesmo em doenças mais graves, como o golpe de calor. A exposição ocupacional ao calor representa um risco significativo em setores como construção civil, siderurgia, mineração e agricultura, sendo essencial a adoção de métodos eficazes para monitorar e controlar essas condições.

O Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo (IBUTG) é uma das ferramentas mais amplamente utilizadas para avaliar o nível de estresse térmico em ambientes de trabalho, integrando as variáveis de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e temperatura de globo. De acordo com o MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE, o este índice não apenas proporciona uma medida mais precisa das condições térmicas, mas também é regulamentado por normas de segurança, como a Norma Regulamentadora NR-15, que estabelece os limites de exposição ao calor em diversas atividades laborais.

O IBUTG é então um parâmetro essencial na ergonomia e segurança no trabalho, sendo fundamental para a proteção dos trabalhadores em ambientes quentes. Este índice leva em consideração a temperatura do ar, a umidade relativa e a radiação térmica, fatores que, juntos, influenciam diretamente a sensação térmica e o risco de estresse térmico. A medição dessas variáveis pode ser realizada por diferentes instrumentos, sendo o TGD-400, produzido pela *Instrutherm*, um dos mais eficazes e confiáveis para esse tipo de avaliação.

O uso desse equipamento permite obter resultados rápidos e precisos, possibilitando a implementação de medidas corretivas imediatas quando necessário. A aplicação do IBUTG não só visa prevenir acidentes e doenças relacionadas ao calor, mas também assegura que os trabalhadores não ultrapassem os limites seguros de exposição, conforme as orientações estabelecidas pela legislação nacional.

Para a determinação do índice de estresse térmico, a metodologia envolve a medição simultânea de três parâmetros fundamentais: a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a temperatura de globo. O procedimento exige que o ambiente seja devidamente monitorado, considerando variáveis como a velocidade do ar e a umidade relativa. O instrumento TGD-400, da *Instrutherm*, é uma ferramenta de fácil utilização e precisão, que permite a obtenção das três leituras de forma rápida e eficiente. O dispositivo é composto por sensores que medem a temperatura de bulbo seco, bulbo úmido e a temperatura do globo, além de calcular automaticamente o IBUTG, fornecendo dados que podem ser usados para determinar o risco térmico no ambiente de trabalho (*Instrutherm*, 2023). A utilização deste equipamento requer que o termômetro de globo seja posicionado de forma estratégica, a fim de capturar a radiação térmica no ambiente, enquanto os termômetros de bulbo úmido e seco são colocados de forma a garantir leituras representativas das condições do ar e da umidade.

A importância da determinação precisa do IBUTG reside no fato de que ele é uma ferramenta vital para proteger a saúde dos trabalhadores, evitando condições de estresse térmico que podem afetar a capacidade de desempenho e aumentar o risco de acidentes. A exposição contínua a ambientes com altas temperaturas pode levar a sérios problemas de saúde, como desidratação, exaustão térmica e até complicações mais graves, como o golpe de calor, que podem ser fatais se não tratados adequadamente (Medeiros, 2021). Para garantir que os trabalhadores sejam adequadamente protegidos, as medidas de controle, como pausas regulares, hidratação e o uso de equipamentos de proteção, devem

ser implementadas sempre que os níveis de IBUTG indicarem risco. A norma NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que regula as atividades insalubres no Brasil, estabelece limites de exposição ao calor baseados no IBUTG, permitindo que as empresas sigam critérios específicos para garantir um ambiente seguro para os trabalhadores.

A metodologia para a determinação do índice de estresse térmico, conforme estipulado pela Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 06, envolve o uso de equipamentos de medição calibrados e a realização de medições periódicas para monitorar as condições ambientais. A NHO 06 especifica que as medições devem ser realizadas em diferentes pontos do ambiente de trabalho, considerando a variação da temperatura, umidade e radiação. O TGD-400 se destaca como uma ferramenta capaz de realizar essas medições com alta precisão, com um conjunto de sensores que medem simultaneamente as temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido e globo, fornecendo um cálculo preciso do IBUTG. O processo de medição envolve o posicionamento adequado dos sensores nos locais de trabalho, a coleta dos dados e a análise das condições térmicas em tempo real para determinar o nível de estresse térmico presente.

A utilização do IBUTG é essencial não apenas para garantir a saúde e a segurança dos trabalhadores, mas também para evitar impactos negativos na produtividade e no desempenho físico e cognitivo, que podem ser comprometidos em condições térmicas adversas (Costa, 2022). Em situações em que o IBUTG ultrapassa os limites estabelecidos, as empresas devem adotar medidas corretivas, como pausas frequentes, ventilação adequada e treinamento sobre os riscos térmicos. Dessa forma, a monitorização contínua das condições térmicas e o uso adequado do IBUTG contribuem para a prevenção de doenças ocupacionais e para a criação de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é registrar os procedimentos de preparação, montagem, parametrização, medição e determinação do índice de stress térmico de um ambiente controlado a partir da utilização do instrumento TGD-400 do fabricante INSTRUTHERM.

Figura 1: Ambiente controlado do estudo.



Fonte: Autores (2025).

A análise dos dados coletados deverá permitir a realização de uma avaliação das condições térmicas de trabalho para o ambiente considerando as Normas de Higiene Ocupacional (NHO) 06 e NR15 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

METODOLOGIA

A determinação do índice de estresse térmico utilizando o TGD-400 da *Instrutherm* segue uma série de passos que garantem a precisão dos dados coletados.

Figura 2: Medidor de Stress Térmico modelo TGD-400 do fabricante *Instrutherm*.



Fonte: *Instrutherm* (2023).

O instrumento é projetado para medir as variáveis ambientais essenciais para o cálculo do IBUTG, que incluem a temperatura de bulbo seco (TBS), a temperatura de bulbo úmido (TBU) e a temperatura de globo (Tg). O processo inicia com a calibração do TGD-400, assegurando que as leituras estejam dentro dos parâmetros especificados pelo fabricante e pelas normas de segurança.

Calibração do Equipamento

Antes da realização das medições, o TGD-400 deve ser calibrado para garantir precisão nos resultados, e pode ser feita ajustando os valores. A calibração pode ser feita utilizando padrões conhecidos de temperatura em ambiente controlado. Para tal, recomenda-se a comparação dos dados obtidos com o instrumento com termômetros de referência calibrados, ajustando-se a leitura conforme necessário. Essa etapa é fundamental para eliminar erros sistemáticos que possam comprometer a confiabilidade dos resultados (Martins et al., 2020).

Medição da Temperatura de Bulbo Seco (TBS)

A primeira variável a ser medida é a temperatura de bulbo seco, que é feita utilizando a sonda de temperatura seca do TGD-400. Essa medição deve ser realizada em ambiente livre de radiação direta e em local representativo do ambiente em estudo. A temperatura de

bulbo seco é a temperatura do ar ambiente e serve como referência para a avaliação do estresse térmico (Oliveira & Almeida, 2019). Em áreas com radiação solar direta, deve-se utilizar um protetor para a sonda, a fim de evitar que o calor radiante interfira na medição.

Medição da Temperatura de Bulbo Úmido (TBU)

A temperatura de bulbo úmido é medida pela sonda que possui um sensor envolto em um material umedecido. Essa variável reflete a interação entre a umidade do ar e a evaporação da água do bulbo úmido. O TGD-400 é utilizado para realizar essa leitura de forma contínua, garantindo que a umidade do ambiente não altere os dados. Em áreas de alta umidade relativa, esse parâmetro é crucial, pois a evaporação da água diminui, prejudicando a dissipação de calor pelo corpo humano e aumentando o risco de estresse térmico (Santos et al., 2020).

Medição da Temperatura de Globo (Tg)

A medição da temperatura de globo é realizada com um sensor esférico que simula a radiação térmica recebida pelo corpo humano. O TGD-400 é configurado para calcular essa temperatura, levando em consideração tanto o calor irradiado pelas superfícies ao redor quanto a radiação solar. A temperatura de globo é essencial para avaliar o impacto do calor radiante no trabalhador, especialmente em ambientes industriais ou ao ar livre, onde fontes de calor radiante, como fornos e máquinas industriais, são comuns (Lima, 2018).

Cálculo do IBUTG

Com as três variáveis em mãos — TBS, TBU e Tg — o cálculo do IBUTG é realizado utilizando a fórmula específica, que pode variar dependendo do ambiente. Em ambientes externos, com radiação solar direta, a fórmula é dada por:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \times \text{TBU} + 0,2 \times \text{Tg} + 0,1 \times \text{TBS} \quad (1)$$

Já em ambientes internos ou externos sem radiação solar direta, o IBTGU é matematicamente expresso:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \times \text{TBU} + 0,3 \times \text{Tg} \quad (2)$$

Esses cálculos são fundamentais para a determinação do nível de estresse térmico no ambiente de trabalho e, conseqüentemente, para a implementação de medidas corretivas, como pausas para descanso e fornecimento de líquidos aos trabalhadores (MTE, 2021). O instrumento a ser utilizado já fornece os valores de IBUTGi e IBUTGo.

Consideração da Velocidade do Ar

A velocidade do ar também deve ser considerada na determinação do IBUTG, pois ela influencia a capacidade de evaporação do suor e, conseqüentemente, a dissipação do calor pelo corpo. O TGD-400 pode ser acoplado a um anemômetro para medir a velocidade do ar, caso a área de trabalho seja suscetível a variações na ventilação, como em áreas internas fechadas ou ao ar livre. A velocidade do ar ajuda a melhorar o resfriamento evaporativo, especialmente em ambientes de alta umidade, onde a evaporação do suor é prejudicada (Oliveira & Almeida, 2019).

Interpretação dos Resultados e Ações Corretivas

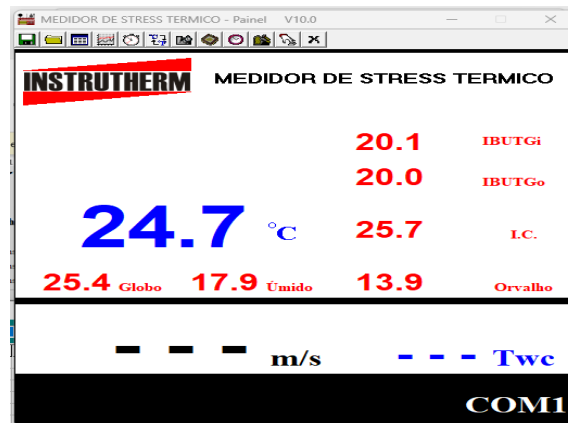
Após a obtenção do IBUTG, é necessário interpretar os resultados conforme as diretrizes da NR-15 e da NHO 06. Se o índice ultrapassar os limites estabelecidos, medidas corretivas devem ser adotadas para proteger a saúde dos trabalhadores. Isso pode incluir a interrupção das atividades, redução da carga de trabalho ou o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados. A constante monitorização dessas condições térmicas é vital para garantir que o ambiente de trabalho permaneça dentro dos limites de segurança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os procedimentos para realização da determinação do índice de stress térmico foram realizados de acordo com as instruções do fabricante e procedimentos listados.

O instrumento foi ligado e aguardou-se a estabilização por cerca de 45 minutos quando estabelecemos a conexão com o PC e passamos a registrar os dados do instrumento a partir da porta serial COM1 utilizando um cabo adaptado de ponta P2 e adaptador para serial DB9, conectado a um conversor serial RS-232 para USB. A interface do programa, versão V10.0, apresenta inicialmente a tela disposta na figura 2. Nela podemos acompanhar visualmente as medições instantâneas realizadas pelo instrumento: Temperatura de Bulbo Seco, Temperatura de Bulbo Úmido, Temperatura de Globo, Velocidade do Ar.

Figura 3: Tela inicial da interface/software do TGD-400.



Fonte: Instrutherm (2023).

O instrumento calcula e indica: Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo- Interno (IBUTGi), Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo- Externo (IBUTGo), Índice de Aquecimento (I.C.), Temperatura do Ponto de Orvalho (Orvalho) e a Temperatura de Resfriamento do Vento (Twc).

Configuramos a aplicação a partir da tela Ambiente de trabalho, que nos fornece a caracterização do “Tipo de Trabalho”, “Posição e movimentação do corpo”, “Funcionário”, e indica o “Nível de atividade” já indicando os valores médios recomendados para IBUTGi e IBUTGo.

Figura 4: Tela de configuração da avaliação do trabalho da interface/software do TGD-400.

Fonte: Instrutherm (2023).

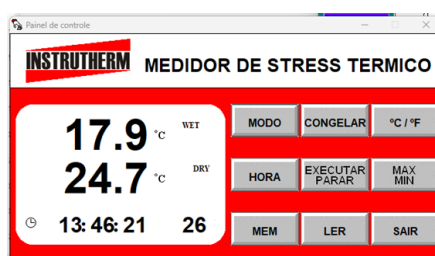
No caso experimentado, ajustamos o instrumento para tipo de trabalho com 3 pessoas “normal”, “leve” utilizando “ambos os braços” de forma “leve”, “corpo inteiro” também “leve”. A posição e movimentação do corpo foi configurada como “sentado” e os dados dos funcionários adotou-se idade média de 35 anos, com peso médio 80kg, e vestimentas leves

de verão.

O software nos indicou IBUTGi (interno) com média de 20,7°C, IBUTGo (externo) com média 20,6°C indicando nível de atividade “Leve” com IBUTGs e regimes de trabalho/descanso nas seguintes condições: Trabalho contínuo – 30°C; 75% do tempo em trabalho e 25% do tempo em descanso a cada hora – 30,6°C; 50% do tempo em trabalho e 50% do tempo em descanso a cada hora – 31,4°C; e 25% do tempo em trabalho e 75% do tempo em descanso a cada hora – 32,2°C.

Ainda é possível na interface gráfica do instrumento acessar e acionar remotamente (digitalmente) as teclas disponíveis no frontal do instrumento, conforme mostrado na figura 4, a tela reproduz digitalmente a visão frontal do instrumento.

Figura 5: Tela de configuração da avaliação do trabalho da interface/software do TGD-400.



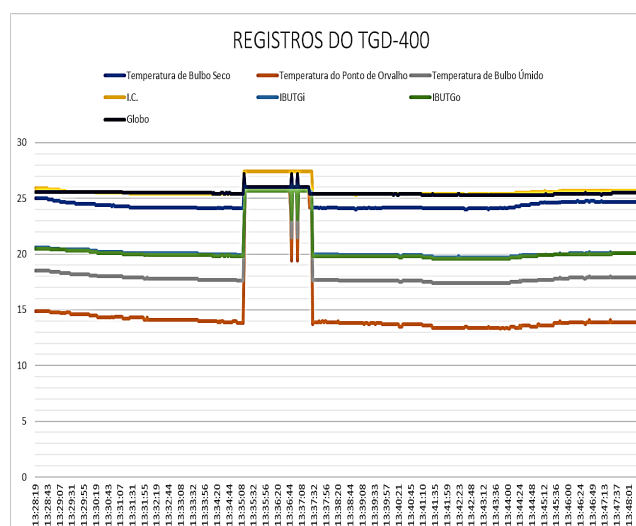
Fonte: Instrutherm (2023).

É possível ainda acessar a tabela de leitura e registro dos parâmetros em tempo real, o que permite acompanhar remotamente a evolução dos parâmetros.

Figura 6: (a) Tela “Lista – Tempo Real” da interface/software. (b) Gráfico dos parâmetros de determinação do stress térmico.

The image shows a software window titled "Lista - Tempo real" containing a table with 12 columns: [°C], Data, Hora, Seco, Orvalho, Úmido, I.C., IBUTGi, IBUTGo, Globo, m/s, and Twc. The table contains 19 rows of data. Below the table are three input fields labeled "Nome:", "Setor:", and "Empresa:".

[°C]	Data	Hora	Seco	Orvalho	Úmido	I.C.	IBUTGi	IBUTGo	Globo	m/s	Twc
4	24/11/05	14:33:17	26.5	18.6	21.1	27.5	22.7	22.7	26.6	...	...
5	24/11/05	14:33:19	26.5	19.1	21.4	27.6	22.9	22.9	26.6	...	...
6	24/11/05	14:33:21	26.2	18.7	21.1	27.2	22.6	22.6	26.2	...	...
7	24/11/05	14:33:23	26.1	18.4	20.9	27.1	22.4	22.4	26.2	...	...
8	24/11/05	14:33:25	26.6	18.8	21.3	27.7	22.8	22.8	26.4	...	...
9	24/11/05	14:33:27	26.5	19.2	21.5	27.7	22.9	22.9	26.4	...	...
10	24/11/05	14:33:29	26.0	18.5	20.9	27.0	22.4	22.4	26.2	...	...
11	24/11/05	14:33:31	26.0	18.5	20.9	27.0	22.5	22.4	26.3	...	...
12	24/11/05	14:33:33	26.3	18.3	20.9	27.3	22.5	22.5	26.5	...	...
13	24/11/05	14:33:35	26.4	18.8	21.2	27.5	22.8	22.8	26.6	...	...
14	24/11/05	14:33:37	26.6	19.0	21.4	27.7	22.8	22.8	26.2	...	...
15	24/11/05	14:33:39	26.1	18.9	21.2	27.2	22.7	22.6	26.2	...	...
16	24/11/05	14:33:41	26.5	18.6	21.1	27.5	22.7	22.7	26.7	...	...
17	24/11/05	14:33:43	26.5	19.1	21.4	27.6	22.9	22.9	26.5	...	...
18	24/11/05	14:33:45	26.1	18.9	21.2	27.2	22.8	22.7	26.6	...	...
19	24/11/05	14:33:47	26.1	18.6	21.0	27.1	22.6	22.6	26.6	...	...



Fonte: Instrutherm (2023).

Após verificada todas as condições iniciais para realização das medições, procedemos as leituras e registros considerando o intervalo horário compreendido entre as 13h28min às 13h48min, num tempo total de 20 minutos com registros efetuados a cada 2 segundos o que totalizou 600 registros no intervalo.

Obtivemos os seguintes valores médios: Temperatura de Bulbo Seco: 24,5°C; Temperatura do Ponto de Orvalho (Orvalho): 15,2°C; Temperatura de Bulbo Úmido: 18,6°C; Índice de Aquecimento (I.C.): 22,7°C; Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo- Interno (IBUTGi): 20,6°C; Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo- Externo (IBUTGo): 20,6°C; Temperatura de Globo: 25,5°C; Velocidade do Ar: --- m/s; e Temperatura de Resfriamento do Vento (Twc): ---°C.

Observamos no gráfico o intervalo entre 13h35 e 13h37 alterações decorrentes da abertura proposital da porta do ambiente ensaiado. Os resultados para esse período experimentam elevação de todos os parâmetros em decorrência da renovação de ar no ambiente.

A Tabela 1 mostra apenas como ilustração uma amostragem dos dez primeiros e dez últimos registros efetivados durante o experimento.

O instrumento utilizado apresentou falha na medição da velocidade do ar do ambiente na maior parte do tempo, indicando valores de velocidades em alguns momentos e com comportamento crescente até o limite de medição disponível no instrumento, momento em que parava de registrar. Esse comportamento foi observado durante todo o experimento.

TABELA 1. Amostra de dados coletados.

Leitura	Data	Hora	T. Bulbo Seco	T. Ponto de Orvalho	T. Bulbo Úmido	I.C.	IBUTGi	IBUTGo	T. Globo	Vel. Ar m/s
1	24/11/24	13:28:19	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	0.0
2	24/11/24	13:28:21	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	0.0
3	24/11/24	13:28:23	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	0.0
4	24/11/24	13:28:25	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	0.3
5	24/11/24	13:28:27	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	2.7
6	24/11/24	13:28:29	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	4.2
7	24/11/24	13:28:31	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	6.1
8	24/11/24	13:28:33	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	6.1
9	24/11/24	13:28:35	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	11.7
10	24/11/24	13:28:37	25.0	14.9	18.5	25.9	20.6	20.5	25.6	11.7
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
591	24/11/24	13:47:58	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
592	24/11/24	13:48:01	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
593	24/11/24	13:48:03	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
594	24/11/24	13:48:05	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
595	24/11/24	13:48:07	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
596	24/11/24	13:48:09	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
597	24/11/24	13:48:11	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
598	24/11/24	13:48:13	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
599	24/11/24	13:48:15	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0
600	24/11/24	13:48:17	24,7	13,9	17,9	25,7	20,1	20,1	25,5	0.0

Fonte: Autores (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos parâmetros apresentados e na análise das condições térmicas utilizando a NHO 06 e a NR15, é possível tirar algumas conclusões sobre o ambiente de trabalho quanto ao estresse térmico e o conforto térmico dos trabalhadores. Vamos examinar cada fator relevante:

A média de IBUTGi e IBUTGo (20,6°C) indica que o ambiente está bem abaixo dos limites estabelecidos para regimes de trabalho e descanso na NR15 e NHO 06 para atividades leves. O valor de IBUTG medido não ultrapassa nenhum dos limites críticos para regimes de trabalho-contínuo e trabalho-descanso (30°C para trabalho contínuo, 30,6°C para 75% trabalho e 25% descanso, 31,4°C para 50% trabalho e 50% descanso e 32,2°C para 25% trabalho e 75% descanso).

A Temperatura de Bulbo Seco de 24,5°C, Bulbo Úmido de 18,6°C e Globo de 25,5°C estão em níveis confortáveis, sem indicar a presença de um calor extremo. Esses valores estão dentro de uma faixa aceitável, sugerindo que o risco de estresse térmico é baixo para as atividades de intensidade leve descritas.

O índice de aquecimento de 22,7°C também está dentro de uma faixa de conforto para atividades leves e indica que não há uma sobrecarga térmica significativa para o trabalhador.

A ausência de dados sobre a velocidade do ar e a temperatura de resfriamento do vento (T_{wc}) impede a avaliação do impacto da ventilação, mas como as temperaturas estão controladas e confortáveis, a influência do ar não parece ser crítica nesse caso específico.

Por fim, os dados indicam um ambiente termicamente confortável e seguro para atividades leves, de acordo com a NHO 06 e NR15. Com o IBUTG médio (20,6°C) bem abaixo dos limites de risco para qualquer regime de trabalho/descanso, o estresse térmico sobre os trabalhadores é minimizado.

Não há necessidade de intervenções adicionais de controle térmico (como pausas extras, ventilação adicional ou alteração no regime de trabalho e descanso), pois o ambiente não apresenta risco significativo de estresse térmico para o tipo de atividade e condições descritas.

Portanto, conclui-se que as condições térmicas são adequadas para atividades leves e não representam um risco de estresse térmico para os trabalhadores envolvidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres**. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: [gov.br \(NR-15 atualizada\)](http://gov.br/NR-15_atualizada). Acesso em: 19 ago. 2025.

COSTA, P. H. “Monitoramento do estresse térmico em ambientes industriais: aplicações práticas do IBUTG”. **Revista Brasileira de Engenharia de Segurança**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 101–110, 2022.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO 06: avaliação da exposição ocupacional ao calor**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2017. Disponível em: [FUNDACENTRO \(NHO 06\)](http://FUNDACENTRO (NHO 06)). Acesso em: 19 ago. 2025.

INSTRUTHERM. **Manual de instruções: medidor de stress térmico modelo TGD-400**. São Paulo: Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda., 2023.

LIMA, R. M. **Análise do estresse térmico em ambientes de trabalho: aplicações e técnicas de avaliação**. São Paulo: Editora da Universidade, 2018.

MARTINS, J. R.; ALMEIDA, F. M.; SANTOS, D. P. “Procedimentos para a medição do IBUTG em ambientes industriais”. **Revista Brasileira de Segurança e Medicina do Trabalho**,

v. 29, n. 2, p. 99–108, 2020.

MEDEIROS, J. F. “Estresse térmico ocupacional: impactos na saúde e estratégias de prevenção”. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 42–50, 2021.

OLIVEIRA, R. B.; ALMEIDA, V. S. “Conforto térmico e sua avaliação em ambientes de trabalho”. **Journal of Occupational Health**, v. 41, n. 3, p. 125–133, 2019.

SANTOS, A. C.; CUNHA, P. F.; FERREIRA, L. A. “Avaliação do impacto do estresse térmico em ambientes industriais: uso de tecnologias de monitoramento”. **Revista Brasileira de Engenharia e Saúde Ocupacional**, v. 35, n. 4, p. 275–283, 2020.

SILVA, A. P.; LIMA, R. M. “Estresse térmico em ambientes ocupacionais: avaliação pelo IBUTG”. **Revista de Engenharia de Segurança do Trabalho**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 55–63, 2019.