



Curso de Especialização em Higiene Ocupacional

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MEDIDAS DE ENGENHARIA PARA REDUÇÃO DO CALOR EM COZINHA DE RESTAURANTE NA CIDADE DE PARELHAS/RN

Orientando: Lucinaldo de Azevedo Oliveira
Orientadora: Dra. Clotildes Alvino Leite Guedes

PATOS - PB
2026

LUCINALDO DE AZEVEDO OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MEDIDAS DE ENGENHARIA PARA REDUÇÃO DO
CALOR EM COZINHA DE RESTAURANTE NA CIDADE DE PARELHAS/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Higiene Ocupacional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Higiene Ocupacional.

Orientador (a): Profa. Dra. Clotildes Alvino Leite Guedes

PATOS - PB

2026

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE MEDIDAS DE ENGENHARIA PARA REDUÇÃO DO CALOR EM COZINHA DE RESTAURANTE NA CIDADE DE PARELHAS/RN

TCC APROVADO EM 11/03/2026

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



CLOTILDES ALVINO LEITE GUEDES

Data: 08/04/2026 09:02:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Clotildes Alvino Leite Guedes – Orientadora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



HANNE ALVES BAKKE

Data: 09/04/2026 07:46:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Hanne Alves Bakke- Examinadora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



JOSE CARLOS GOMES

Data: 10/04/2026 09:31:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. José Carlos Gomes - Examinador Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

PATOS - PB

2026

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

O48a Oliveira, Lucinaldo de Azevedo.

Análise da eficiência de medidas de engenharia para redução do calor em cozinha de restaurante na cidade de Parelhas/RN / Lucinaldo de Azevedo Oliveira. - Patos, 2026.

48 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Higiene Ocupacional)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2026.

Orientador(a): Profa. Dra. Clotildes Alvino Leite Guedes.

1. Higiene Ocupacional 2. Norma de Higiene Ocupacional no 06 3. Riscos ocupacionais-Calor I.Título II. Guedes, Clotildes Alvino Leite III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU –331.451

RESUMO

A indústria alimentícia é um segmento importante para a economia de vários municípios, na região do Seridó do Rio Grande do Norte, a qual gera muitos empregos. Porém os funcionários que trabalham no cozimento de alimentos são expostos a várias fontes de calor, podendo causar danos a sua saúde. Este estudo apresenta uma avaliação de calor realizada em um restaurante situado na cidade de Parelhas, região do Seridó do estado do Rio Grande do Norte, com o foco principal em analisar o nível de temperatura do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) do ambiente de trabalho, antes e após a implantação de medidas de engenharia. O trabalho trata de um estudo de caso, com intervenção, que objetiva identificar se, após a instalação de coifas e exaustores houve uma diminuição na temperatura no ambiente de trabalho. Para a obtenção dos dados, procedeu-se, inicialmente, a uma pesquisa bibliográfica com o intuito de identificar os parâmetros de exposição ao calor estabelecidos pelas normas de Saúde e Segurança do Trabalho. Em seguida, realizou-se uma visita à empresa para a execução da primeira avaliação térmica. Após a implementação das medidas de engenharia, foi efetuada uma nova visita com o propósito de realizar a segunda avaliação de calor. Posteriormente, procedeu-se à análise comparativa dos resultados dos IBUTGs obtidos antes e após a instalação de uma coifa e exaustores, com o intuito de verificar a conformidade dos valores aferidos em relação aos parâmetros estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) e pela Norma de Higiene Ocupacional nº 06 (NHO 06), constatando-se, ao término da análise, que as medidas de controle implementadas demonstraram-se eficazes, uma vez que os valores de IBUTG permaneceram inferiores ao limite de exposição ocupacional previstos na NR-15, bem como abaixo do nível de ação estabelecido pela NHO 06, evidenciando, assim, a efetividade das intervenções adotadas.

Palavras-chave: restaurante, IBUTG, calor, medidas de controle.

ABSTRACT

The food industry represents an important sector for the economy of several municipalities in the Seridó region, in the state of Rio Grande do Norte, contributing significantly to job creation. However, workers involved in food cooking processes are frequently exposed to various heat sources, which may cause damage to their occupational health. This study consists of a thermal assessment conducted in a restaurant located in the municipality of Parelhas, in the Seridó region of Rio Grande do Norte, with the main objective of analyzing the levels of the Wet Bulb Globe Temperature Index (IBUTG) in the workplace before and after the implementation of engineering control measures. This is a case study with intervention, aimed at identifying whether the installation of hoods and exhaust fans contributed to reducing the temperature in the work environment. For data collection, a literature review was initially conducted in order to identify the heat exposure parameters established by occupational health and safety standards. Subsequently, a technical visit was carried out to the company for the first thermal assessment. After the implementation of the engineering measures, a second visit was conducted to perform a new heat assessment. Afterward, a comparative analysis of the IBUTG results obtained before and after the installation of the hoods and exhaust fans was carried out in order to verify the compliance of the measured values with the parameters established by the Regulatory Standard No. 15 and the Occupational Hygiene Standard No. 06. At the end of the analysis, it was found that the implemented control measures were effective, since the IBUTG values remained below the occupational exposure limit established by NR-15, as well as below the action level established by NHO 06, thus demonstrating the effectiveness of the adopted interventions.

Keywords: restaurant, IBUTG, heat, control measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cozinha sem medidas de controle de calor.....	21
Figura 2: Medidor de Estresse Térmico modelo TGD-400 da marca INSTRUTHERM	21
Figura 3: Situação térmica 1	22
Figura 4: Situação térmica 2	22
Figura 5: Cozinha após a implantação das medidas de engenharia.....	24
Figura 6: Fluxograma apresentando as etapas da pesquisa.....	25
Figura 7: Gráfico comparativo do IBUTG antes e após a implantação das medidas de engenharia.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliação da primeira situação térmica, antes da implementação das medidas de engenharia.....	26
Tabela 2: Avaliação da segunda situação térmica, antes da implementação das medidas de engenharia.....	26
Tabela 3: Resumo da primeira avaliação.....	29
Tabela 4: Avaliação da primeira situação térmica, após a implementação das medidas de engenharia.....	29
Tabela 5: Avaliação da segunda situação térmica, após a implementação das medidas de engenharia.....	30
Tabela 6: Resumo da segunda avaliação.....	31

LISTA DE SIGLAS

IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
LEO	Limite de Exposição Ocupacional
NA	Nível de Ação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 Definição de calor.....	12
3.2 Temperatura interna do corpo humano.....	13
3.2 Aspectos técnicos e legais da avaliação da exposição ocupacional ao calor.....	14
3.3 Procedimentos de avaliação do calor e medidas de controle.....	16
3.4 Evidências científicas sobre os impactos da exposição ocupacional ao calor.....	17
4. METODOLOGIA	19
4.1 Seleção do restaurante	19
4.2 Medições iniciais de IBUTG no restaurante selecionado.....	21
4.3 Implantação das medidas de engenharia.....	23
4.4 Nova medição de IBUTG após a implantação das medidas de engenharia.....	24
4.5 Comparação dos valores obtidos antes e após a implantação das medidas de engenharia.....	25
5. RESULTADOS.....	25
5.1 Medições iniciais de IBUTG no restaurante selecionado.....	25
5.2 Nova medição de IBUTG após a implantação das medidas de engenharia.....	29
6. DISCUSSÕES.....	31
6.1 Influência da variação sazonal nas avaliações térmicas	33
7. CONCLUSÃO	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXO A – QUADRO 1 E TABELA 1 DA NHO 06	40
ANEXO B – QUADRO 1 DO ANEXO 3 DA NR-15.....	44
ANEXO C – EQUAÇÕES UTILIZADAS	45
ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE ESTRESSE TÉRMICO TGD-400.....	47

1. INTRODUÇÃO

Um ambiente de trabalho seguro é direito dos trabalhadores e dever dos empregadores.

O meio ambiente de trabalho faz parte do meio ambiente geral, por isso, a Constituição Federal de 1988 trata de uma série de direitos fundamentais de suma importância, cuja tutela se faz necessária. E, dentre eles, destaca-se o direito do empregado a um ambiente de trabalho seguro e saudável (BRITO, 2014).

No Brasil, a segurança no trabalho ainda se encontra em processo de implantação. Muitas empresas não seguem as legislações de segurança do trabalho, sendo um dos motivos, a carência de fiscalização efetiva por parte dos órgãos competentes, não propiciando um ambiente de trabalho seguro para os trabalhadores. Na Paraíba há apenas 35 Auditores-Fiscais do Trabalho para os 223 municípios (MTE, 2025). Britto (2014) afirma que: “o cenário Jurídico nacional de proteção ao ambiente de trabalho do empregado ainda carece de ter muitas melhoras, sobretudo, porque muitas vezes as normas trabalhistas de proteção ao meio ambiente do trabalho têm sido negligenciadas”. Devido a essa negligência os números de acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho são elevados.

Nos ambientes de trabalho, observa-se a presença de diversos agentes de riscos ocupacionais, os quais podem ser classificados em riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos, de acidentes e psicossociais. Dentre esses, os riscos físicos destacam-se por sua ampla ocorrência em diferentes setores produtivos e atividades econômicas, sendo os principais agentes representados pelo ruído, calor, radiações ionizantes, radiações não ionizantes e vibrações, os quais, quando não devidamente controlados, podem acarretar prejuízos significativos à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Considerando os agentes físicos, o calor apresenta elevada incidência nos ambientes laborais, uma vez que, grande parte dos processos produtivos envolve a utilização de fontes artificiais de calor, o que resulta em maior exposição dos trabalhadores a condições térmicas adversas, potencialmente capazes de desencadear agravos à saúde ocupacional, pois à medida que a temperatura ambiente é aumentada, o organismo humano reage para manter a temperatura do corpo constante.

A exposição a calor excessivo pode acarretar riscos graves à saúde dos trabalhadores. Nesta condição, a sudorese (perda de líquidos pela pele) é um dos mecanismos fundamentais para a regulação da temperatura interna do corpo, que ocorre devido à evaporação. Através da evaporação do suor o corpo perde calor para o meio ambiente. Caso a sudorese e a vasodilatação periférica não sejam suficientes para manter a temperatura interna do corpo em torno de 37°C poderá haver consequências perigosas para o organismo, como a desidratação, câimbras de calor, desmaios e choque térmico (SALIBA; CORRÊA, 2021).

No setor de preparação de alimentos, esse risco é bastante presente, pois é comum o trabalho com fontes de calor. Nesse sentido, os trabalhadores dos setores de restaurantes estão expostos ao calor diariamente. Lau (2018) afirma que “as temperaturas extremas têm influência sobre a quantidade e qualidade de trabalho que o homem pode realizar, como também sobre a forma em que possa fazê-lo”.

O setor laboral das pequenas empresas tem dificuldade para a realização de controles efetivos sobre condições nocivas do ambiente ao trabalhador. Nesta realidade, está grande parte dos trabalhadores que atuam em restaurantes, considerando-se que muitas vezes estes sujeitos estão expostos a riscos sem controle algum (DA ROCHA *et al.*, 2020).

A higiene ocupacional visa à prevenção da doença ocupacional por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos agentes ambientais (VASCONCELOS *et al.*, 2015). Através dessa ciência, busca-se maneiras de identificar esses riscos no ambiente de trabalho e propor soluções para minimizar seus efeitos na saúde dos trabalhadores.

Em ambientes com temperaturas elevadas, a redução do risco térmico pode ser alcançada por meio da adoção de medidas de engenharia, como a instalação de sistemas destinados à remoção do calor, visando à diminuição da carga térmica e à garantia de condições adequadas para que os trabalhadores desempenhem suas atividades de forma segura.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a eficácia da adoção de medidas de engenharia, tais como a implantação de coifa, sistemas de exaustão e a readequação do *layout* do ambiente, na redução da carga térmica a que estão expostos os trabalhadores de uma cozinha de restaurante localizada no município de Parelhas/RN.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar e analisar os parâmetros normativos aplicáveis, com base na NR-15 e na NHO 06, relacionados à exposição ocupacional ao agente físico calor;
2. Realizar a avaliação térmica do ambiente de trabalho, por meio da mensuração do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), antes da implementação das medidas de engenharia;
3. Proceder à nova avaliação térmica, utilizando o IBUTG, após a implantação das coifas e sistemas de exaustão;

4. Comparar, de forma técnica e sistemática, os resultados obtidos nas medições realizadas antes e após a intervenção;
5. Verificar a conformidade dos resultados com o limite de exposição ocupacional (LEO) e níveis de ação (NA) estabelecidos nas normas vigentes;
6. Analisar a efetividade das medidas de engenharia na mitigação da exposição ocupacional ao calor.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Definição de calor

“O calor é a energia transferida entre um sistema e seu ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura” (HALLIDAY, 2009, p. 190). Quando o calor flui de um objeto mais quente para um mais frio, isso ocorre devido à transferência de energia térmica. Essa energia é quantificada em unidades de joules e geralmente é transferida por condução, convecção ou radiação.

O calor não está diretamente relacionado com a temperatura, pois ela, por outro lado, é uma medida da agitação térmica das partículas em um sistema. Quanto mais agitadas estiverem as partículas, maior será a temperatura. Ela é medida em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ou kelvins (K) e não representa diretamente a quantidade de calor em um objeto, mas sim a intensidade do movimento térmico de suas partículas. Quanto mais alta a temperatura, mais energia cinética as partículas possuem.

Segundo Fundamentos de Física Halliday Resnick Walker (HALLIDAY, 2009), existem três mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

a) Condução: A transmissão de calor por condução ocorre através dos corpos sólidos. Se você deixar uma panela com cabo de metal no fogo por algum tempo o cabo da panela fica tão quente que pode queimar sua mão. A energia é transferida da panela para o cabo por condução (HALLIDAY, 2009, p. 200).

b) Convecção: Esse tipo de transferência de energia acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura da parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como esse fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, o mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente (HALLIDAY, 2009, p. 201).

c) Radiação: “é a transferência de energia através de ondas eletromagnéticas. Todos os objetos irradiam energia, a quantidade aumenta com a temperatura” (HALLIDAY, 2009, p. 202).

3.2 Temperatura interna do corpo humano

“O corpo humano é um sistema termodinâmico que produz calor e interage termicamente com o meio a seu redor. Para que a temperatura interna do corpo seja constante, o calor metabólico excedente produzido tem que ser dissipado para o meio para se alcançar o equilíbrio” (SOUZA, 2017, p. 13).

A temperatura corporal humana é mantida por mecanismos de controle homeotérmico, permanecendo relativamente constante em torno de 37 °C (IIDA, 1997). Há predominância da temperatura de aproximadamente 37 °C no cérebro, no coração e nos órgãos abdominais, cuja manutenção é fundamental para o adequado funcionamento fisiológico e para a realização dos processos metabólicos vitais.

“Na superfície da pele e no interior dos músculos as temperaturas podem apresentar variações de acordo com a exposição à temperatura ambiente e a atividade realizada” (GRANDJEAN, 1998).

De acordo com Mattos (2011) “o corpo humano pode ser comparado com uma máquina térmica a qual realiza trabalhos externos como o deslocamento de cargas. E quando o mesmo realiza atividades de uma forma mais intensa precisa da atuação do sistema de termorregulação para evitar o seu aquecimento”.

Para que o organismo atue eficientemente, é necessário que o calor produzido se dissipe tão rapidamente como se produz. O organismo possui um conjunto de mecanismos termostáticos de atuação rápida e sensível, que têm como missão controlar o ritmo dos processos reguladores de temperatura (SPILLERE; FURTADO, 2007).

A evaporação é um fenômeno natural que ocorre quando uma substância líquida se transforma em gás. No contexto do corpo humano, a evaporação ocorre principalmente através do suor, um mecanismo essencial para a regulação da temperatura corporal. No entanto, a evaporação do corpo pode ser vista, não apenas de uma perspectiva fisiológica, mas também de uma perspectiva metafísica.

Do ponto de vista fisiológico, a evaporação do corpo é um processo vital. Quando o corpo humano se aquece - seja por exercício físico, febre ou condições ambientais quentes - as glândulas sudoríparas produzem suor. Este suor, composto principalmente de água, sais e outras substâncias, evapora-se na superfície da pele. A energia necessária para essa evaporação é retirada do calor do corpo, resultando em um efeito de resfriamento. Portanto, a evaporação do suor é um mecanismo de termorregulação crucial (LAU, 2018).

Quando o calor do ambiente aumenta, o corpo desencadeia reações fisiológicas que promovem a perda de calor para manutenção homeotérmica. Porém, quando o calor é excessivo, podem ocorrer distúrbios fisiológicos (ASTETE *et al.*, 1995).

“O desconforto em relação à temperatura pode causar alterações funcionais como: cansaço, sonolência, baixa produtividade, falta de concentração no trabalho” (GRANDJEAN, 1998).

Segundo Astete *et al.* (1995), se os mecanismos de controle da temperatura interna do corpo humano forem insuficientes ou falharem, pode haver fadiga fisiológica e a ocorrência de doenças, sendo as principais a exaustão por calor, desidratação, câimbras do calor, choque térmico, urticárias e infertilidade masculina.

3.2 Aspectos técnicos e legais da avaliação da exposição ocupacional ao calor

A NHO 06 e a NR-15 são duas normas brasileiras que desempenham papéis fundamentais na garantia da segurança e saúde dos trabalhadores, em diversos ambientes ocupacionais (SILVA *et al.*, 2022).

A Fundacentro, por meio da Norma de Higiene Ocupacional nº 06, estabelece critérios técnicos, procedimentos e metodologias padronizadas para a avaliação da exposição ocupacional ao calor (FUNDACENTRO, 2017). A norma contempla, de forma sistematizada, os métodos de medição, os equipamentos adequados a serem utilizados — devidamente especificados quanto às suas características técnicas e calibração — bem como os parâmetros necessários à correta determinação do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG).

Além disso, a NHO 06 define níveis de ação, a partir dos quais, torna-se necessária a adoção de medidas, por parte do empregador, visando à mitigação do risco ocupacional decorrente da exposição ao calor. Nesse contexto, também são estabelecidas diretrizes para a implementação de medidas de controle, abrangendo intervenções de ordem administrativa, organizacional e de engenharia, com o objetivo de reduzir a sobrecarga térmica e minimizar os efeitos adversos à saúde e à segurança dos trabalhadores.

Nesse sentido, valores mais elevados de IBUTG, determinados conforme os parâmetros definidos na NHO 06, indicam condições ambientais de maior severidade térmica, refletindo incremento no estresse térmico ocupacional, o que implica aumento do desconforto fisiológico e elevação do risco à saúde dos trabalhadores em atividade nesses ambientes.

O Ministério do Trabalho e Emprego, por meio da Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), estabelece critérios técnicos e legais para a caracterização de atividades e operações insalubres (BRASIL, 2021). Uma vez configurada a insalubridade, assegura-se ao trabalhador exposto o direito à percepção do respectivo adicional, conforme os parâmetros definidos na legislação vigente.

A insalubridade é um termo que se refere às condições de trabalho que podem colocar em risco a saúde do trabalhador. O próprio nome insalubridade indica que algo não é “salubre”, ou seja, é nocivo à saúde. São classificadas como insalubres as atividades ou operações que, em virtude de sua natureza, condições ou métodos de trabalho, sujeitam o empregado à exposição a agentes prejudiciais à saúde, ultrapassando os limites de tolerância estabelecidos com base na natureza, intensidade do agente e na duração da exposição aos seus efeitos (SALIBA; CORRÊA, 2022).

A referida norma é estruturada em uma parte geral, que dispõe sobre diretrizes e conceitos aplicáveis, e em 14 anexos específicos, nos quais são definidos os Limites de Exposição Ocupacional (LEO) para diversos agentes ambientais, especialmente de natureza física e química, sempre que houver viabilidade de mensuração quantitativa da exposição ocupacional. Tais limites correspondem às intensidades ou concentrações máximas admissíveis para a exposição ocupacional, considerando o tempo de exposição e as condições de trabalho.

No que se refere, especificamente, ao agente físico calor, o Anexo 3 da NR-15 estabelece os critérios para avaliação da exposição ocupacional por meio do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), o qual, integra variáveis ambientais como temperatura de bulbo úmido natural, temperatura de globo e, quando aplicável, temperatura de bulbo seco. O referido anexo define LEO em função do tipo de atividade (leve, moderada ou pesada) e do regime de trabalho, de modo a contemplar as distintas condições de sobrecarga térmica, às quais os trabalhadores podem estar submetidos ao longo da jornada laboral.

Mediante essa realidade, o Anexo 3 estabelece que, quando os LEOs forem ultrapassados, a atividade será caracterizada como insalubre, salvo se forem adotadas medidas eficazes de controle que reduzam a exposição a níveis aceitáveis. Nesse contexto, são previstas estratégias como a adequação do regime de pausas, a implementação de medidas de engenharia (ventilação, exaustão e climatização), a reorganização do processo produtivo e a adoção de práticas de aclimatização dos trabalhadores.

Ademais, o anexo também considera a influência da taxa metabólica das atividades e das condições ambientais na sobrecarga térmica, exigindo uma análise integrada desses fatores para a correta caracterização do risco. Ressalta-se que a avaliação deve ser realizada com base em procedimentos técnicos da NHO 06, para maior precisão na análise.

Por fim, a NR-15 também estabelece critérios para a classificação dos graus de insalubridade (mínimo, médio e máximo), os quais são determinantes para o cálculo do adicional devido. Também destina-se a orientar a adoção de medidas de controle voltadas à eliminação ou à neutralização dos agentes nocivos, em consonância com a hierarquia de controle dos riscos ocupacionais.

No entanto, é importante notar que a implementação e o cumprimento dessas normas requerem um esforço conjunto de empregadores, trabalhadores e profissionais de

saúde e segurança ocupacional. A conscientização, a formação adequada e a vigilância contínua são essenciais para garantir que as normas sejam efetivamente aplicadas e que os ambientes de trabalho sejam verdadeiramente seguros e saudáveis para todos (SILVA *et al.*, 2022).

3.3 Procedimentos de avaliação do calor e medidas de controle

A submissão ocupacional a condições térmicas elevadas constitui um fator de risco significativo à saúde do trabalhador, podendo desencadear agravos como desidratação, exaustão térmica, insolação e, em situações extremas, levar ao óbito. Nesse contexto, torna-se imprescindível a adoção, por parte das organizações, de medidas técnicas e administrativas voltadas à avaliação, monitoramento e controle da carga térmica, de modo a garantir condições adequadas de trabalho e a preservação da integridade física dos trabalhadores.

A exposição ao calor, no local de trabalho, deve ser avaliada através do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG). “O IBUTG é uma média ponderada dos variados valores obtidos durante o intervalo de 60 minutos. Ele leva em consideração diversos fatores, incluindo a taxa metabólica e a temperatura do ambiente” (OLIVEIRA; PESSOA, 2006).

As medições devem ser realizadas no ponto de permanência do trabalhador, considerando a altura correspondente à região corporal mais exposta à carga térmica. A adequada avaliação da exposição ao calor constitui etapa essencial para a identificação de riscos ocupacionais e para a implementação de medidas de controle eficazes. Nesse sentido, as organizações devem observar rigorosamente as diretrizes estabelecidas pela NHO 06 da Fundacentro e pela NR-15 (Atividades e Operações Insalubres), assegurando sua correta aplicação, a fim de promover condições ambientais seguras, preservar a saúde dos trabalhadores e prevenir agravos relacionados à exposição ao calor.

A exposição ao calor excessivo no ambiente de trabalho pode resultar em riscos à saúde do trabalhador. Portanto, é crucial que as empresas implementem medidas de controle adequadas para garantir a segurança e o bem-estar de seus funcionários. As Normas de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06) e a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) fornecem diretrizes valiosas para a gestão da exposição ao calor no local de trabalho (SALIBA; CORRÊA, 2022).

A NHO 06 divide as medidas de controle em medidas preventivas e corretivas:

Deve ser ressaltado que, mesmo que as exposições sejam consideradas aceitáveis, a adoção de medidas corretivas que reduzam os níveis de exposição, se disponíveis ou viáveis, deve ser considerada prática positiva, uma vez que melhora as condições de trabalho e minimiza os riscos de danos à saúde (FUNDACENTRO, 2017).

As medidas preventivas para o controle da exposição ao calor devem incluir o monitoramento periódico, por meio de avaliações contínuas, visando verificar os níveis de carga térmica e a eficácia das medidas adotadas, considerando a possibilidade de ajustes. Devem ser

garantidas condições adequadas de hidratação, com fornecimento de água e reposição de sais minerais, além da capacitação dos trabalhadores sobre os riscos envolvidos. O acompanhamento médico deve contemplar exames admissionais e periódicos, com foco na aptidão física e no histórico ocupacional. Também deve ser assegurado ao trabalhador o direito de interromper suas atividades diante de desconforto térmico excessivo ou risco à saúde.

Os programas de treinamento devem abordar os riscos da exposição ao calor, práticas de aclimatização, hidratação e pausas, reconhecimento de sinais e sintomas de sobrecarga térmica, procedimentos em situações de emergência e a importância da comunicação de condições de risco. Devem ainda contemplar orientações sobre medidas de prevenção, limitações das proteções adotadas, uso correto dos controles, bem como fatores agravantes não ocupacionais, como uso de medicamentos, álcool e drogas, além de doenças que possam restringir o trabalho sob estresse térmico, como enfermidades cardiovasculares, hipertensão, diabetes e obesidade. As medidas corretivas devem ser implementadas sempre que necessário, visando à redução da exposição a níveis inferiores aos limites estabelecidos, conforme critérios técnicos de avaliação e tomada de decisão previstos na NHO 06.

Entre as diversas medidas corretivas, podem ser citadas:

- modificação do processo ou da operação de trabalho, tais como a redução da temperatura ou da emissividade das fontes de calor, a mecanização ou a automatização do processo;
- utilização de barreiras refletoras ou absorventes;
- adequação da ventilação;
- redução da umidade relativa do ar;
- alternância de operações que geram exposições a níveis mais elevados de calor com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, de forma a reduzir a sobrecarga térmica na exposição horária;
- reorganização de bancadas e postos de trabalho;
- alteração das rotinas ou dos procedimentos de trabalho;
- introdução de pausas;
- disponibilização de locais climatizados ou termicamente mais amenos para recuperação térmica (FUNDACENTRO, 2017).

Em suma, a implementação efetiva das medidas de controle para o calor e a aderência às diretrizes estabelecidas pela NHO 06 e NR-15 são fundamentais para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para os trabalhadores.

3.4 Evidências científicas sobre os impactos da exposição ocupacional ao calor

A literatura recente tem abordado, de maneira crescente, os impactos da exposição ao calor, em diferentes ambientes laborais. O estresse térmico ocupacional tem sido amplamente investigado em distintos setores produtivos, especialmente, em atividades que envolvem fontes intensas de calor ou ambientes com ventilação limitada. A aplicação do Índice de Bulbo Úmido

Termômetro de Globo (IBUTG) permanece como a metodologia mais empregada na avaliação das condições térmicas, conforme diretrizes da Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) e da Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO-06).

GUEDES e OLIVEIRA (2023) quantificaram o risco físico, calor, por meio do Medidor de Estresse Térmico Termômetro de Globo (IBUTG) modelo TGD-400, aos quais, os trabalhadores estavam expostos em uma cozinha de restaurante na cidade de Patos, Paraíba, Brasil, enquanto preparavam refeições. Assim, os autores, ao compararem os valores obtidos com os Limites de tolerância do Anexo 3, (Limites de tolerância para exposição ao calor) da Norma Regulamentadora NR-15 (Atividades e Operações Insalubres), observaram que os valores estão 2,7 °C acima do limite de tolerância descrito na NR-15, anexo 3, caracterizando a condição de estresse térmico para os trabalhadores e configurando a atividade como insalubre.

Ao se considerar a situação do trabalhador exposto ao calor, ROCHA (2019) realizou a avaliação da exposição ocupacional ao calor de um trabalhador atuante como cozinheiro no refeitório do IFRN, campus Natal Central, com o objetivo de verificar a ocorrência de sobrecarga térmica. A partir da determinação do IBUTG médio ponderado (31,06 °C) e da taxa de metabolismo médio ponderada (220 kcal/h), e com base no Quadro 2 do Anexo 3 da NR-15, foi identificado um limite de tolerância de 28,50 °C para a atividade analisada. Dessa forma, constatou-se que o valor de IBUTG obtido excede o limite estabelecido em 2,56 °C, caracterizando a exposição do trabalhador a condições de sobrecarga térmica.

Mediante as situações a que os trabalhadores podem submeter-se, SILVA (2021) efetuou avaliação das condições de trabalho em dois restaurantes comerciais situados, no município de Vila Velha, Espírito Santo, com foco nas condições térmicas nos ambientes de produção de refeições. Os resultados evidenciaram que, em ambos os estabelecimentos analisados, houve elevação progressiva da temperatura ao longo da jornada de trabalho, associada, principalmente, ao uso contínuo de equipamentos como fogões, fritadeiras, chapas e fornos, bem como ao decorrer das horas trabalhadas. De modo geral, as medições realizadas nas áreas de preparo, tanto no restaurante A quanto no restaurante B, indicaram a ocorrência de desconforto térmico nas diferentes bancadas de trabalho durante a maior parte do período avaliado.

Quanto às condições de trabalho, RAMIRO et al. (2021) avaliaram a exposição ao calor em lavouras cafeeiras, confrontando os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela NHO 06 e NR-09, distinguindo trabalhadores aclimatizados e não aclimatizados. Os autores verificaram que os aclimatizados permaneceram dentro do limite máximo de 25,9 °C, mas os não aclimatizados ultrapassaram o limite de 22,1 °C, atingindo valores entre 22,6 °C e 23,7 °C,

sobretudo nos horários mais quentes do dia. Tais resultados demonstram que a aclimatação exerce influência determinante na tolerância térmica.

Em estudo conduzido no setor de caldeira a lenha, MEDEIROS NETO (2019) identificou IBUTG médio de 31,9 °C, associado a metabolismo de 324 kcal/h, ultrapassando significativamente o limite de tolerância de 26,5 °C, o que caracteriza a atividade como insalubre. A análise evidenciou a necessidade de adoção de medidas preventivas, dada a diferença de 5,4 °C acima do limite legal. A comparação com estudos posteriores demonstra que esse valor constitui um dos mais altos registrados em ambientes industriais semelhantes.

Na avaliação de uma Unidade Produtora de Refeições (UPR), GUEDES e OLIVEIRA (2023) verificaram excedência contínua do limite de tolerância de 28,5 °C ao longo de toda a jornada, entre 8h e 16h, mesmo em um dos meses mais amenos do ano. Os resultados indicam elevado risco térmico nas atividades de preparo de alimentos, em que múltiplas fontes térmicas contribuem para a sobrecarga ambiental.

De forma geral, os estudos analisados demonstram que a exposição térmica ocupacional varia amplamente entre os diferentes setores produtivos. Atividades realizadas em ambientes fechados com fontes internas de calor, como cozinhas industriais e caldeiras, tendem a exceder os limites normativos, enquanto ambientes abertos ou com medidas de controle estruturadas podem manter condições dentro dos padrões de salubridade. Assim, o conjunto de pesquisas evidencia a necessidade de avaliações específicas, por ambiente, e a importância das medidas de engenharia, administrativas e organizacionais para a prevenção do estresse térmico.

4. METODOLOGIA

4.1 Seleção do restaurante

O presente trabalho, caracteriza-se como um estudo de caso com intervenção, desenvolvido no contexto da indústria alimentícia, setor de relevante importância para a economia de diversos municípios, em virtude de sua expressiva geração de empregos. Todavia, os trabalhadores envolvidos no processo de cocção de alimentos encontram-se expostos a múltiplas fontes de calor, configurando um potencial risco à saúde ocupacional.

Diante dessa problemática, realizou-se levantamento bibliográfico por meio da consulta a artigos científicos, publicações técnicas, livros, legislações e normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho, com o objetivo de fundamentar teoricamente a análise e compreender os aspectos relacionados à exposição ocupacional ao calor.

Posteriormente, definiu-se como objeto de estudo, um restaurante, situado no município de Parelhas, na região do Seridó, no estado do Rio Grande do Norte, o qual apresenta área aproximada de 540 m² e capacidade produtiva média de 210 refeições diárias.

O município de Parelhas possui área territorial de 513,5 km², população estimada de 22.179 habitantes e densidade demográfica de 43,2 hab./km² (IBGE, 2024).

O município apresenta clima semiárido, com curto período chuvoso que pode se iniciar em janeiro e ir até julho, porém os maiores índices pluviométricos geralmente ocorrem entre março e abril. A precipitação pluviométrica normal é de aproximadamente 580mm anuais, umidade relativa média anual de 64%, temperatura média entre 28 a 32 °C, e elevada taxa de evaporação e insolação (média de 2400 horas anuais) (LIMA JUNIOR; ARAÚJO, 2023, p. 29).

A seleção do estabelecimento, baseou-se em critérios previamente estabelecidos, incluindo:

1. Ausência de sistemas de ventilação ou exaustão capazes de remover o calor gerado durante a produção de alimentos;
2. Presença de trabalhadores expostos diretamente a fontes de calor, como fogões industriais;
3. Relevância do ambiente para fins de avaliação ocupacional do estresse térmico;
4. Verificou-se o interesse do proprietário do estabelecimento em promover melhorias nas condições ambientais de trabalho, com o objetivo de proporcionar maior conforto térmico e bem-estar aos colaboradores, bem como atender aos requisitos de segurança e saúde ocupacional previstos na legislação vigente.

A área de cozinha do estabelecimento selecionado apresentava aproximadamente 30 m². Esta conta com dois fogões industriais de oito queimadores cada, além de um forno micro-ondas. O ambiente dispunha, exclusivamente, de uma abertura para ventilação natural, inexistindo sistemas ou equipamentos voltados à exaustão do ar quente ou à renovação do ar interno, o que comprometia a dissipação da carga térmica gerada no processo produtivo. Figura 1.

Destaca-se, ainda, que o setor de cozinha conta com três trabalhadoras, das quais, uma cozinheira, uma auxiliar de cozinha e uma auxiliar de serviços gerais. A área de preparo, encontra-se localizada a aproximadamente, oito metros da linha de distribuição de alimentos, cujo transporte das preparações é realizado de forma manual pelas trabalhadoras até o ponto de atendimento aos clientes.



Figura 1: Cozinha sem medidas de controle de calor
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.2 Medições iniciais de IBUTG no restaurante selecionado

As medições iniciais foram realizadas em 20 de abril de 2023, quinta-feira, no período das 09 horas e 30 minutos às 10 horas e 35 minutos, correspondente ao horário de maior intensidade térmica durante a preparação dos alimentos.

Para a realização da coleta de dados, foi empregado um Medidor de Estresse Térmico, modelo TGD-400, da marca INSTRUTHERM (Figura 2). O referido equipamento é composto por sensores destinados à mensuração das temperaturas de bulbo seco (tbs), de globo (tg) e de bulbo úmido natural (tbn), sendo devidamente calibrado conforme o Certificado de Calibração nº 50661.02.23, emitido em 28 de fevereiro de 2023, em conformidade com os padrões estabelecidos pelo INMETRO. Ressalta-se que o instrumento atende integralmente aos requisitos técnicos preconizados pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 06, da Fundacentro.



Figura 2: Medidor de Estresse Térmico modelo TGD-400 da marca INSTRUTHERM
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As medições foram realizadas em ambiente interno, desprovido de incidência direta de carga solar, com o objetivo de assegurar a representatividade das condições térmicas, efetivamente presentes no local de trabalho.

A metodologia empregada seguiu rigorosamente os procedimentos estabelecidos pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 06, da Fundacentro, a qual dispõe sobre os critérios para avaliação da exposição ocupacional ao calor.

Durante a inspeção do ambiente laboral, foram identificadas duas condições térmicas distintas, às quais os trabalhadores se encontram expostos. Estas descritas a seguir:

Situação 1: Atividade desenvolvida nas proximidades de fontes de calor, conforme ilustrado na Figura 3;

Situação 2: Atividade realizada nas áreas adjacentes às pias e bancadas, conforme apresentada na Figura 4.



Figura 3: Situação térmica 1
Fonte: Dados da pesquisa (2023).



Figura 4: Situação térmica 2
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para a realização dessa tarefa foi determinado um tempo médio de permanência dos trabalhadores em cada uma dessas situações térmicas, a fim de caracterizar adequadamente a exposição ao calor e o regime de alternância das tarefas. Foram feitas duas campanhas de medição, utilizando o mesmo equipamento. A primeira avaliação foi conduzida na situação térmica 1, localizada nas proximidades do fogão. Inicialmente, aguardou-se o período de

estabilização do instrumento, correspondente a 25 minutos, conforme recomendação técnica da NHO 06. Decorrido esse intervalo, efetuaram-se cinco leituras consecutivas, com espaçamento de um minuto entre cada registro. As temperaturas obtidas foram comparadas entre si, verificando-se que a variação máxima não ultrapassou 0,4 °C; dessa forma, procedeu-se ao cálculo da média aritmética dos valores, a qual foi utilizada para a determinação do IBUTG representativo dessa condição de medição.

A avaliação seguiu o seguinte critério da NHO 06:

Após o conjunto de medição estar devidamente posicionado, o avaliador deve monitorar a evolução dos valores de temperaturas nos três sensores (tbs, tg e tbn) de forma a constatar que estejam se aproximando da condição de estabilização com a situação térmica que está sendo avaliada. A partir desse momento as leituras devem ser repetidas a cada minuto. A estabilização será considerada atingida quando no mínimo cinco leituras consecutivas apresentarem uma variação entre elas que esteja dentro de um intervalo de 0,4 °C. Os valores a serem atribuídos ao tg, ao tbs e ao tbn correspondem às médias de suas leituras, obtidas no intervalo considerado estabilizado (FUNDACENTRO, 2017).

Na sequência, adotou-se o mesmo procedimento metodológico para a segunda condição térmica, situada nas proximidades das pias e bancadas. Após o período de estabilização de 25 minutos, realizaram-se as medições, nos mesmos moldes anteriormente descritos, obtendo-se, ao final, o IBUTG médio correspondente a essa região avaliada.

A partir dos dados obtidos nas medições, procedeu-se ao cálculo do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) médio ponderado. Com base nas informações presentes no Quadro 1 da Norma de Higiene Ocupacional NHO 06, foram determinadas as taxas metabólicas correspondentes aos tipos de atividades desempenhadas em cada condição térmica avaliada. Posteriormente, realizou-se o cálculo do metabolismo médio ponderado, considerando a distribuição temporal das atividades executadas.

Em seguida, os resultados foram comparados com os parâmetros de referência estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017) e na Norma Regulamentadora NR-15, anexo 3, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2021), com o propósito de verificar a conformidade dos valores obtidos, em relação ao Nível de Ação (NA) e ao Limite de Exposição Ocupacional (LEO).

Essa comparação permitiu avaliar o grau de exposição térmica dos trabalhadores e identificar eventuais situações de risco ocupacional decorrentes do calor.

4.3 Implantação das medidas de engenharia

Após as intervenções realizadas, foram implementadas medidas de controle de engenharia consistentes, na instalação de dois exaustores mecânicos e de uma coifa posicionada

sobre os fogões, bem como na reconfiguração do *layout* da cozinha, conforme ilustrado nas Figuras 5.

A capacidade produtiva do estabelecimento permaneceu inalterada, mantendo uma média de 210 refeições diárias. Entretanto, a área física da cozinha foi ampliada para 32m², passando a dispor de dois fogões industriais de oito bocas cada, um forno micro-ondas e a incorporação de uma churrasqueira no ambiente interno, o que implicou alteração nas fontes geradoras de carga térmica.

No que tange às condições de ventilação, o ambiente passou a contar com duas aberturas destinadas à admissão de ar — uma porta e uma janela — favorecendo a ventilação natural. Ainda, verificou-se a redução da distância para o transporte de alimentos até a linha de distribuição, de aproximadamente oito para três metros, contribuindo para a otimização do fluxo operacional e para a melhoria das condições ergonômicas de trabalho.



Figura 5: Cozinha após a implantação das medidas de engenharia
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

4.4 Nova medição de IBUTG após a implantação das medidas de engenharia

Mediante a implantação de medidas de engenharia foi realizada nova campanha de medição em 01 de junho de 2023, quinta-feira, no intervalo compreendido entre 09 horas e 30 minutos e 10 horas e 35 minutos correspondente ao período de maior carga térmica associada às atividades de preparo dos alimentos.

As medições foram conduzidas com o mesmo instrumento empregado na etapa anterior, qual seja, o Medidor de Estresse Térmico modelo TGD-400, da marca INSTRUTHERM (Figura 2), devidamente calibrado, assegurando a padronização dos procedimentos e a comparabilidade dos resultados obtidos, nas avaliações realizadas antes e após a implementação das medidas de engenharia.

A coleta de dados e o tratamento das informações seguiram rigorosamente, o mesmo protocolo metodológico adotado nas medições iniciais, em conformidade com os critérios técnicos estabelecidos pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 06, da Fundacentro.

4.5 Comparação dos valores obtidos antes e após a implantação das medidas de engenharia

Posteriormente, realizou-se a análise comparativa dos valores de IBUTG médio ponderado obtidos nas condições anterior e posterior à implementação das medidas de engenharia consistentes, na instalação de exaustores e de coifa. Tal análise teve por finalidade verificar a ocorrência de redução dos níveis de IBUTG após a intervenção, bem como avaliar se os valores resultantes passaram a situar-se abaixo do NA estabelecido pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017), e do LEO previsto na Norma Regulamentadora NR-15, Anexo 3, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2021).

Adicionalmente, buscou-se avaliar a eficácia das medidas implementadas quanto à mitigação da carga térmica e à melhoria das condições ambientais de trabalho, com base na comparação sistemática dos resultados obtidos.

A Figura 6 apresenta um fluxograma que representa as etapas da pesquisa.

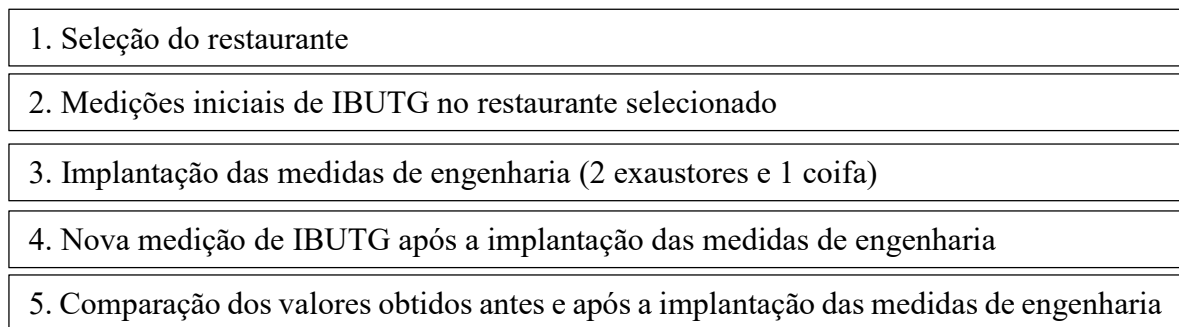


Figura 6 – Fluxograma apresentando as etapas da pesquisa
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5. RESULTADOS

5.1 Medições iniciais de IBUTG no restaurante selecionado

A empresa, objeto do presente estudo, corresponde ao Restaurante Ponte Rio, localizado no município de Parelhas, no estado do Rio Grande do Norte. Inicialmente, procedeu-se à avaliação das condições ambientais do estabelecimento em período anterior à implementação das medidas de engenharia consistentes, na instalação de sistema de coifa e exaustores, com o objetivo de caracterizar o cenário térmico inicial. A referida avaliação preliminar foi realizada em 20 de abril de 2023.

Tabela 1: Avaliação da primeira situação térmica, antes da implementação das medidas de engenharia

Primeira situação térmica: Próximo ao fogão				
Horário de início estabilização do equipamento: 09h:34				
Setor: Cozinha				
Tempo (horas)	Tg (Globo) (°C)	Tbs (Bulbo seco) (°C)	Tbn (Bulbo úmido) (°C)	IBUTG (°C)
09:59	37,0	35,1	31,6	33,2
10:00	37,0	35,0	31,7	33,2
10:01	36,9	34,9	31,6	33,1
10:02	36,9	34,8	31,5	33,1
10:03	36,8	34,7	31,4	32,9
Média	36,9	34,9	31,6	33,1

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A Tabela 1 apresenta os valores das variáveis térmicas monitoradas — temperatura de globo (Tg), temperatura de bulbo seco (Tbs) e temperatura de bulbo úmido natural (Tbn) — bem como os respectivos índices de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), obtidos na primeira condição térmica avaliada, em ponto de medição, localizado nas proximidades do fogão, no setor de cozinha. As medições foram realizadas após a estabilização do equipamento, iniciada às 09 horas e 34 minutos, contemplando o intervalo entre 09 horas e 59 minutos à 10 horas e 03 minutos. Os resultados evidenciam relativa estabilidade dos parâmetros, ao longo do período analisado, resultando em um IBUTG médio de 33,1 °C, representativo da carga térmica incidente no ambiente avaliado.

Na sequência, procedeu-se à avaliação da segunda condição térmica, sendo o ponto de medição posicionado, nas proximidades da pia destinada à lavagem de utensílios e da bancada de preparo de alimentos. O monitoramento foi conduzido no setor de cozinha, com início do período de estabilização do equipamento às 10 horas e 04 minutos, garantindo a confiabilidade dos parâmetros ambientais posteriormente registrados.

Tabela 2: Avaliação da Segunda situação térmica, antes da implementação das medidas de engenharia

Segunda situação térmica: Próximo a pia destinada à lavagem de utensílios e da bancada de preparo de alimentos				
Horário de início estabilização do equipamento: 10h:04				
Setor: Cozinha				
Tempo (horas)	Tg (Globo) (°C)	Tbs (Bulbo seco) (°C)	Tbn (Bulbo úmido) (°C)	IBUTG (°C)
10:29	33,2	32,5	29,8	30,8
10:30	33,1	32,4	29,5	30,5
10:31	33,0	32,5	29,5	30,6
10:32	32,9	32,6	29,4	30,4
10:33	33,0	32,8	29,3	30,5
Média	33,0	32,6	29,5	30,6

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A Tabela 2 apresenta os valores das variáveis térmicas monitoradas — temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido natural (Tbn) e temperatura de globo (Tg) — bem como os respectivos índices de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), obtidos em ponto de medição, localizado nas proximidades da pia de lavagem de utensílios e das bancadas de preparo de alimentos. As medições foram realizadas após o período de estabilização do equipamento, compreendendo o intervalo entre 10 horas e 29 minutos à 10 horas e 33 minutos. Os resultados evidenciam um IBUTG médio de 30,6 °C, representativo das condições térmicas do ambiente, no local avaliado.

Em decorrência dos estudos em questão foi realizada a análise do tempo de permanência da trabalhadora, em cada condição térmica avaliada, considerando sua dinâmica operacional no setor de cozinha. Observou-se que, durante o ciclo típico de trabalho com duração de 10 minutos, a funcionária permanece aproximadamente 8 minutos em atividades desenvolvidas nas proximidades da fonte de calor (fogão), correspondendo à primeira situação térmica, e 2 minutos em atividades realizadas junto à pia de lavagem de utensílios e bancadas de preparo de alimentos, caracterizando a segunda situação térmica.

Com base nesse padrão, verificou-se a ocorrência de 6 ciclos completos ao longo de um período de 60 minutos. Dessa forma, o tempo total de exposição à primeira condição térmica (T1) foi estimado em 48 minutos ($T1 = 8 \text{ min} \times 6 \text{ ciclos}$), enquanto o tempo de permanência na segunda condição térmica (T2) foi de 12 minutos ($T2 = 2 \text{ min} \times 6 \text{ ciclos}$). Calculando o IBUTG médio ponderado do setor:

$$\text{IBUTG}_{\text{médio}} = \frac{(\text{IBUTG}_1 * T1 + \text{IBUTG}_2 * T2)}{60} \text{ Equação (1)}$$

Fonte: (FUNDACENTRO, 2017)

Onde:

IBUTG1 é o índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo encontrado na situação térmica 1;

IBUTG2 é o índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo encontrado na situação térmica 2;

T1 é o tempo de permanência na primeira condição térmica;

T2 é o tempo de permanência na segunda condição térmica;

$$\text{IBUTG}_{\text{medio}} = \frac{(33,1 * 48 + 30,6 * 12)}{60} = 32,6 \text{ °C}$$

A média ponderada do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), calculada, com base nos tempos de permanência em cada condição térmica avaliada, resultou em 32,6 °C na primeira campanha de medição.

No Quadro 01 da NHO 06, apresenta-se a taxa metabólica por tipo de atividade. Considerando que, em ambas as situações térmicas avaliadas, a trabalhadora exerce suas funções em pé, trabalho moderado com as mãos. O referido quadro, apresenta dados acerca do metabolismo correspondente para essa atividade de 180 W. Portanto, uma vez que a taxa metabólica é idêntica nas duas condições analisadas, o valor médio também permanece em 180 W.

Na Tabela 1 da NHO 06, que mostra o NA para trabalhadores aclimatizados e o LEO ao calor para trabalhadores não aclimatizados. Considera-se que os trabalhadores são aclimatizados, em razão do tempo de permanência e adaptação ao ambiente laboral, observa-se, na tabela, que o NA aplicável para um metabolismo de 180 W é de 28,1 °C. Contudo, o valor de IBUTG médio ponderado obtido durante as medições no ambiente de trabalho foi de 32,6 °C, ultrapassando significativamente o referido NA.

Conforme o Quadro 1 da NR-15, que estabelece o LEO ao calor para trabalhadores aclimatizados, não há valor de LEO especificamente definido para a taxa metabólica de 180 W. Nessa situação, aplica-se o valor imediatamente superior, sendo adotado o limite correspondente a 182 W. De acordo com Saliba (2021), em consonância com a NHO 06, quando o valor exato do metabolismo não estiver disponível na tabela, deve-se considerar o valor imediatamente superior. Procedimento que visa assegurar uma avaliação conservadora das condições de exposição, evitando que os trabalhadores sejam submetidos a cargas térmicas potencialmente prejudiciais.

Com base no Quadro 1, o LEO ao calor associado ao metabolismo de 182 W é de 30,7 °C de IBUTG. Considerando que o IBUTG médio ponderado obtido no ambiente avaliado foi de 32,6 °C, constata-se que os valores medidos excedem o LEO estabelecido. Dessa forma, conclui-se que o ambiente avaliado, encontra-se acima do limite permitido, caracterizando condição insalubre, nos termos da NR-15.

A Tabela 3 apresenta a síntese dos dados obtidos no ambiente da cozinha antes da instalação das medidas de engenharia, contemplando o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), bem como sua comparação com os referenciais normativos estabelecidos pela NHO 06 e pela NR-15.

Tabela 3- Resumo da primeira avaliação

Parâmetro	Valor obtido	NA (NHO 06)	LEO (NR-15)	Situação
IBUTG	32,6 °C	28,1 °C	30,7 °C	Acima do LEO e NA (condição inadequada e ambiente insalubre).

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

5.2 Nova medição de IBUTG após a implantação das medidas de engenharia

A partir deste ponto, procede-se à análise dos dados obtidos, após a implementação das medidas de engenharia consistentes na instalação da coifa e dos sistemas de exaustão. A referida avaliação foi realizada em 01 de junho de 2023. A primeira condição térmica analisada corresponde à região próxima ao fogão, no interior da cozinha. O horário de início do processo de estabilização do equipamento de medição foi registrado às 09 horas e 31 minutos.

Tabela 4: Avaliação da primeira situação térmica, após a implementação das medidas de engenharia

Primeira situação térmica: Próxima ao fogão				
Horário de início estabilização do equipamento: 09h:31				
Setor: Cozinha				
Tempo (horas)	Tg (Globo) (°C)	Tbs (Bulbo seco) (°C)	Tbn (Bulbo úmido) (°C)	IBUTG (°C)
09:56	31,5	30,4	26,6	28,0
09:57	31,6	30,6	27,0	28,3
09:58	31,6	30,5	27,0	28,4
09:59	31,7	30,4	26,9	28,4
10:00	31,7	30,2	26,9	28,4
Média	31,6	30,4	26,9	28,3

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A segunda avaliação foi conduzida, em conformidade, com os mesmos critérios metodológicos adotados na primeira campanha de medição, utilizando-se o mesmo equipamento de avaliação de estresse térmico, modelo TGD-400, da marca INSTRUTHERM, devidamente calibrado. Todos os procedimentos de medição, coleta e tratamento dos dados foram executados em estrita observância às diretrizes estabelecidas pela Fundacentro na NHO 06.

Os dados apresentados na Tabela 4 correspondem às medições das variáveis térmicas — temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido natural, temperatura de globo e o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) — realizadas nas proximidades do fogão, no ambiente da cozinha, após a implementação das medidas de engenharia,

considerando-se os diferentes intervalos de tempo monitorados. Verifica-se que o valor médio de IBUTG obtido foi de 28,3 °C.

Na continuidade da campanha de medições, realizou-se a avaliação da segunda condição térmica, com o ponto de amostragem posicionado nas imediações da pia destinada à higienização de utensílios e da bancada de preparo de alimentos. O monitoramento foi efetuado no ambiente da cozinha, sendo registrado o início do período de estabilização do equipamento às 10 horas e 05 minutos.

Tabela 5: Avaliação da segunda situação térmica, após a implementação das medidas de engenharia
Segunda situação térmica: **Próximo a pia destinada à lavagem de utensílios e da bancada de preparo de alimentos.**

Horário de início da estabilização do equipamento: 10h:05				
Setor: Cozinha				
Tempo (horas)	Tg (Globo) (°C)	Tbs (Bulbo seco) (°C)	Tbn (Bulbo úmido) (°C)	IBUTG (°C)
10:30	29,3	29,7	24,8	26,1
10:31	29,3	29,6	24,7	26,0
10:32	29,3	29,7	24,7	26,1
10:33	29,3	29,8	25,0	26,2
10:34	29,3	29,9	25,1	26,4
Média	29,3	29,8	24,9	26,2

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A Tabela 5 apresenta a caracterização da situação térmica em área localizada nas proximidades da pia de higienização de utensílios e da bancada de preparo e corte de alimentos. Os dados foram obtidos em diferentes intervalos, após a estabilização dos instrumentos, iniciando às 10 horas e 30 minutos e finalizando às 10 horas 34 minutos. O Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) médio observado foi de 26,2 °C.

Tendo em vista a inexistência de alterações no ciclo de trabalho, manteve-se o padrão operacional observado na primeira avaliação realizada no estabelecimento. Na primeira condição térmica, o trabalhador permanece por 48 minutos em proximidade direta com a fonte geradora de calor, enquanto, na segunda condição térmica, permanece por 12 minutos nas áreas correspondentes à pia de higienização e às bancadas de preparo. Tal distribuição temporal de permanência nos distintos ambientes compõe integralmente o ciclo de 60 minutos da atividade laboral.

Calculando o IBUTG médio ponderado do setor utilizando a equação 01:

$$\text{IBUTG}_{\text{médio}} = \frac{(28,3 * 48 + 26,2 * 12)}{60} = 27,9 \text{ °C}$$

Considerando que, em ambos os setores avaliados, a trabalhadora exerce suas funções em pé, com movimentos moderados com as mãos, enquadrando-se na classificação constante no Quadro 1 da NHO 06 (Taxa Metabólica por Tipo de Atividade), adota-se para essa condição,

o valor metabólico de 180 W. Como o metabolismo é idêntico nas duas situações analisadas, o metabolismo médio ponderado resulta igualmente em 180 W.

Conforme estabelecido na Tabela 1 da NHO 06, a qual apresenta os NA para trabalhadores aclimatizados e os LEO ao calor para trabalhadores não aclimatizados, considerando-se a condição de aclimação dos trabalhadores avaliados, verifica-se que, para uma taxa metabólica de 180 W, o NA correspondente é de 28,1 °C. Diante disso, observa-se que o valor de IBUTG obtido, após a implementação das medidas de engenharia foi de 27,9 °C, situando-se, portanto, abaixo do referido NA.

O Quadro 1 da NR-15, que estabelece o LEO ao calor para trabalhadores aclimatizados, não apresenta valor específico de LEO para o metabolismo de 180 W. Nessa situação, usa-se o valor, mais conservador, imediatamente superior, correspondente a 182 W. Considerando esse enquadramento, o LEO é de 30,7 °C. Como o valor de IBUTG obtido no ambiente de trabalho da empresa foi de 27,9 °C, verificou-se que a exposição está abaixo do LEO estabelecido. Dessa forma, a condição ambiental não caracteriza insalubridade, conforme os critérios previstos na NR-15.

Tabela 6- Resumo da segunda avaliação

Parâmetro	Valor obtido	NA (NHO 06)	LEO (NR-15)	Situação
IBUTG	27,9 °C	28,1 °C	30,7 °C	Abaixo do LEO e NA (adequado, ambiente salubre).

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

6. DISCUSSÕES

A análise da Figura 7 evidencia uma redução de 14,42% no valor do IBUTG médio após a implementação das medidas de engenharia, consistentes na instalação de coifa e sistemas de exaustão, indicando significativa melhoria nas condições térmicas do ambiente.

Com a diminuição observada, o índice de IBUTG passou a situar-se abaixo do Nível de Ação (NA), conforme estabelecido pela NHO 06, bem como abaixo do Limite de Exposição Ocupacional (LEO) previsto na NR-15. Tal condição afasta a caracterização de insalubridade, evidenciando um ambiente de trabalho termicamente mais adequado aos colaboradores.

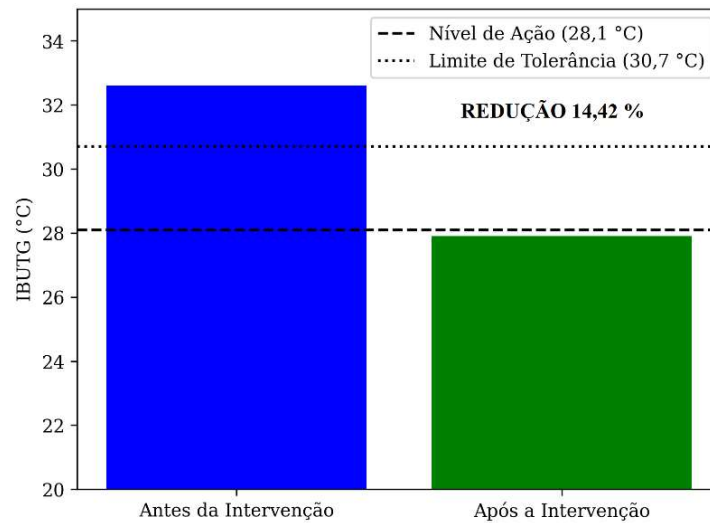


Figura 7 - Gráfico comparativo do IBUTG antes e após a implantação das medidas de engenharia
 Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Diversos estudos têm evidenciado a eficácia da implementação de medidas de engenharia na melhoria das condições térmicas em ambientes de trabalho. Como exemplo, SATO (2021), ao investigar uma cozinha escolar, na cidade de São Paulo, demonstrou que a utilização de coifa instalada sobre fogão industrial exerce influência significativa no controle da carga térmica. Os resultados indicaram redução do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) de 29,8 °C, na condição com a coifa desligada, para 27,0 °C, com a coifa em operação, evidenciando a efetividade da ventilação local exaustora.

Em outro contexto produtivo, GOMES et al. (2019) analisaram as condições térmicas em um laboratório de processamento de leite, identificando IBUTG ponderado de 30,08 °C, valor inferior ao limite de 30,50 °C previsto na NR-15. Assim, a atividade de produção de iogurte foi classificada como salubre. As autoras destacam, ainda, a adoção de medidas administrativas, como pausas programadas e rodízio de trabalhadores, as quais contribuíram para a manutenção da conformidade normativa.

Ao se considerar a possibilidade de danos à saúde dos trabalhadores SILVA et al. (2019) conduziram um estudo com o objetivo de avaliar o conforto térmico na cozinha do Restaurante Universitário (RU) da Universidade Federal do Piauí. De modo geral, os resultados identificaram elevados níveis de desconforto térmico na cozinha deste restaurante universitário, com valores de IBUTG, frequentemente acima dos limites da NR-15, caracterizando risco ocupacional. O estudo aponta que a exposição prolongada ao calor, aliada à ventilação inadequada, favorece o acúmulo de calor e potenciais agravos à saúde. Diante disso, destaca-se a necessidade de medidas de controle, como ampliação dos períodos de descanso e implementação de melhorias na ventilação para redução da carga térmica.

O estudo de LAU (2018), que analisou os níveis de exposição ao calor dos churrasqueiros em uma churrascaria da cidade de Curitiba, demonstra que uma parcela significativa das medições de IBUTG ultrapassa 30 °C, com maior incidência nos fins de semana (até 71%), em comparação aos dias úteis (variando de 15% a 43%), o que resulta em aproximadamente 43% dos valores acima do limite permitido no conjunto geral. Esses achados indicam que a intensidade da demanda produtiva influencia diretamente a carga térmica, sendo agravada por fatores estruturais, como ventilação inadequada, ausência de sistemas de exaustão e proximidade de fontes adicionais de calor, como fogões a lenha.

Cabe mencionar que ZINELLI et al. (2017) evidenciam, em estudo aplicado a ambientes industriais com exposição a fontes térmicas, que os valores de IBUTG mensurados em todas as unidades avaliadas excederam os limites de tolerância estabelecidos no Anexo 3 da NR-15, Atividades e Operações Insalubres, caracterizando condições de insalubridade. Os resultados indicaram valores de 29,08 °C, 30,02 °C e 30,96 °C, os quais demandam regimes de trabalho intermitentes com significativa redução do tempo de exposição, evidenciando a intensificação do estresse térmico. Nesse contexto, os autores destacam que o aumento do IBUTG está diretamente associado à diminuição da capacidade de trabalho contínuo e ao maior risco de agravos à saúde ocupacional. Tais achados reforçam a necessidade de adoção de medidas integradas de controle, incluindo intervenções de engenharia, como sistemas adequados de ventilação e exaustão, em consonância com as diretrizes da NHO 06 Fundacentro, visando à mitigação da carga térmica e à promoção de condições seguras de trabalho.

De modo geral, os estudos analisados convergem ao demonstrar que a mitigação eficaz do estresse térmico ocupacional depende, prioritariamente, da implementação de medidas de controle, com destaque para as medidas de engenharia, especialmente aquelas direcionadas à ventilação e à exaustão do ar quente na fonte geradora. Tais intervenções, quando associadas a estratégias de natureza organizacional, voltadas à gestão da exposição ocupacional, revelam-se fundamentais para a manutenção de condições térmicas adequadas no ambiente de trabalho.

6.1 Influência da variação sazonal nas avaliações térmicas

O presente trabalho evidenciou a melhoria das condições térmicas na cozinha do restaurante após a implementação de medidas de engenharia consistentes, na instalação de uma coifa e de dois exaustores. Observou-se que, após a intervenção, os valores de IBUTG passaram a situar-se abaixo do NA e do LEO estabelecidos pelas normas vigentes.

Entretanto, ressalta-se que as avaliações foram realizadas em períodos distintos do ano, o que constitui uma limitação metodológica a ser analisada. De acordo com Lima Júnior e Araújo (2024), em estudo de monitoramento climático digital realizado em área de caatinga no município de Parelhas-RN ao longo de 2023, verificou-se que a temperatura externa média às 10 horas — horário correspondente às medições de calor no restaurante — foi de 28,6 °C no mês de abril, período em que ocorreu a primeira avaliação, enquanto no mês de junho, quando foi realizada a segunda avaliação, registrou-se média de 27,9 °C no mesmo horário. Essa diferença de aproximadamente 0,7 °C evidencia a influência da variação sazonal, a qual pode ter contribuído, ainda que parcialmente, para a redução dos índices térmicos observada após a implementação das intervenções.

Conforme evidenciado por Lima Júnior e Araújo (2024), os meses mais críticos, em termos de carga térmica na região, no ano de 2023, corresponderam a janeiro, fevereiro e novembro, com temperaturas médias de, aproximadamente 32 °C, 29,6 °C e 30 °C, respectivamente. Destaca-se que, no mês de janeiro, a temperatura média foi mais de 3 °C superior à observada em abril, evidenciando a intensidade das variações sazonais ao longo do ano.

Diante desse cenário, infere-se que, em condições ambientais mais severas, a eficiência do sistema de controle térmico composto por coifa e exaustores pode não ser suficiente para manter o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) abaixo do NA ou mesmo do LEO estabelecido pelas normas vigentes.

Ressalta-se, ainda, que após a intervenção foi introduzida uma nova fonte de calor no ambiente — a churrasqueira — a qual contribuiu para o aumento da carga térmica interna. Esse fator pode ter atenuado os ganhos obtidos com as medidas de engenharia implementadas, impedindo que a redução dos índices térmicos fosse ainda mais expressiva.

Diante dessas limitações, recomenda-se a implementação de um programa de monitoramento contínuo das condições térmicas, com a realização de avaliações periódicas ao longo do ano, especialmente nos meses de maior temperatura, a fim de verificar a manutenção da eficácia das medidas de controle adotadas e subsidiar eventuais ajustes no sistema de ventilação.

7. CONCLUSÃO

É importante mensurar que, após a implantação do sistema de coifa e exaustores, verificou-se melhora significativa nas condições térmicas do ambiente de trabalho. A média

ponderada do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) apresentou redução de 32,6 °C para 27,9 °C, correspondendo a uma diminuição absoluta de 4,7 °C ou 14,42% nas condições térmicas do ambiente laboral.

Após a implementação das melhorias, o valor do IBUTG permaneceu abaixo do NA de 28,1 °C, estabelecido pela Norma de Higiene Ocupacional (NHO 06) da Fundacentro para trabalhadores aclimatizados, indicando a eficácia das medidas adotadas na mitigação da exposição ao calor.

Além disso, é importante notar que o metabolismo médio ponderado permaneceu constante em 180 W em ambos os cenários. Isso indica que a energia média necessária para realizar as atividades, no ambiente de trabalho, não foi afetada pela mudança nas condições térmicas.

Portanto, a implementação do sistema de exaustão, constituído por coifa e exaustores, resultou em melhoria significativa das condições térmicas do ambiente de trabalho, evidenciada pela redução dos índices de calor. Tal intervenção apresenta repercussões positivas, no desempenho produtivo e no bem-estar ocupacional, uma vez que a diminuição da carga térmica contribui para a mitigação do estresse térmico. Ressalta-se, ainda, que a adoção de medidas de engenharia de baixo custo proporcionou benefícios econômicos indiretos, ao reduzir a sobrecarga térmica imposta aos trabalhadores e, conseqüentemente, o risco de afastamentos laborais associados a agravos à saúde decorrentes da exposição ao calor excessivo.

Adicionalmente, em função das limitações relacionadas à variabilidade sazonal de temperaturas, recomenda-se a implementação de um programa contínuo de monitoramento e avaliação periódica das condições térmicas do ambiente laboral, associado a um plano sistemático de manutenção e higienização dos equipamentos, bem como à capacitação dos colaboradores quanto às boas práticas de operação. Tais medidas visam assegurar a eficácia e a estabilidade das ações de controle adotadas. Considerando que os valores mensurados permaneceram próximos ao NA estabelecido pela NHO 06, torna-se imprescindível o acompanhamento sistemático das condições ambientais, de modo a identificar e corrigir eventuais variações térmicas que possam comprometer a segurança, a saúde e o conforto dos trabalhadores.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTETE, Martin W.; GIAMPAOLI, Eduardo; ZIDAN, Leila N. *Riscos físicos*. São Paulo: Fundacentro, 1995.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. *Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres*. Atualizada pela Portaria MTP nº 672, de 8 de novembro de 2021. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Despacho de 6 de fevereiro de 2025. Diário Oficial da União: seção 2, Brasília, DF, n. 28, p. 53, 10 fev. 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/despacho-de-6-de-fevereiro-de-2025-611665060>. Acesso em: 28 nov. 2025.

BRITTO, Valéria Araújo de Sousa. O direito do empregado ao ambiente de trabalho seguro e saudável: a tutela do princípio da dignidade humana. *Boletim Jurídico*, Uberaba, v. 13, 2014.

FERREIRA, Edvaldo Pedro et al. Projeto de ventilação de uma cozinha industrial: um estudo de caso. In: MOSTRA CIENTÍFICA DA ENGENHARIA MECÂNICA, 1., 2017, São Luís, MA. Anais [...]. 2017. p. 56.

FUNDACENTRO. *Norma de Higiene Ocupacional NHO 06: avaliação da exposição ocupacional ao calor*. São Paulo: Fundacentro, 2017.

GOMES, Mayslane de Souza; MONTENEGRO, Brígida Monteiro Gualberto; ALVES, Daliane de Almeida; COSTA, Renata Paiva da Nóbrega. Avaliação ocupacional quantitativa das temperaturas extremas em um laboratório acadêmico: os reflexos da exposição. *Revista Principia*, João Pessoa, 2019.

GRANDJEAN, Etienne. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GUEDES, Clotildes Alvino Leite; OLIVEIRA, Mikaely Tomé Fernandes. *Análise quantitativa do estresse térmico em uma unidade produtora de refeição na cidade de Patos, Paraíba, Brasil*. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO (CONEST), 25., 2023, Florianópolis, SC. Anais [...]. 2023.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos da física: gravitação, ondas e termodinâmica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.

IIDA, Itiro. *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

LAU, A. L. A. *Análise dos níveis de exposição ao calor dos churrasqueiros em uma churrasqueira da cidade de Curitiba*. 2018. 13 f. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

LIMA JÚNIOR, Ivan de Oliveira; ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos. Monitoramento climático digital em área de caatinga durante o ano de 2023 no município de Parelhas-RN. *Revista Ecologias Humanas*, Paulo Afonso, BA, v. 10, n. 11, p. 27–41, 2024.

MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira; MÁSCULO, Francisco Soares. *Higiene e segurança do trabalho*. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.

MEDEIROS NETO, Evaristo Florentino de. *Avaliação de estresse térmico no setor de caldeira a lenha em uma indústria localizada no estado da Paraíba*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação Lato Sensu em Higiene Ocupacional) – Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos, Patos, 2019.

MONTE NETO, Dario da Silva. *Aptidão física e saúde: exercício físico, saúde e fatores associados a lesões*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2019. v. 3.

OLIVEIRA, R. F. A.; PESSOA, V. M. do N. Índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG), vestimenta condutiva e perda de peso de eletricitistas da CEAL: uma correlação arriscada não amparada pelo Anexo nº 3 da NR-15. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006. Anais [...]. 2006. p. 1–9.

RAMIRO, Lucas Deleon et al. Exposição de trabalhadores ao calor ocupacional durante a colheita manual do cafeeiro. *Ciência Rural*, v. 51, n. 11, 2021.

ROCHA, Talita Geovanna Fernandes. *Avaliação da exposição ocupacional ao calor e análise da gestão ambiental do refeitório do IFRN, Campus Natal-Central*. 2019. 18 f. Artigo científico (Especialização em Gestão Ambiental) – Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SALES, Luis Fernando; QUIRINO, Jonatas Motta. Reutilização de descarga de exaustão de cozinhas para geração de energia elétrica. *Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula*, v. 6, n. 2, p. 115–152, 2023.

SALIBA, Tuffi Messias; CORRÊA, Márcia Angelim Chaves. *Insalubridade e periculosidade: aspectos técnicos e práticos*. São Paulo: LTr, 2022.

SATO, Hugo Yoshiaki. *Estudo de caso sobre a avaliação da sobrecarga térmica nas cozinhas escolares*. 2023. Monografia – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SILVA, André et al. Avaliação da exposição ao calor ocupacional em mecânicos de máquinas florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 9., 2022. Anais [...]. 2022. p. 150–153.

SILVA, Maria Eduarda; BATISTA, Rita; SANTOS, Gabriel Neves dos; NETO, João; FILIPE, Pedro. *Análise do ambiente térmico na cozinha do restaurante universitário de uma instituição federal de ensino superior (UFPI)*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 2019, Ponta Grossa, PR. Anais [...]. 2019.

SILVA, Mídian de Oliveira. *Condições de trabalho em restaurantes comerciais da cidade de Vila Velha - ES: avaliação de riscos físicos e ergonômicos*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

SOUZA, Diego Mazetto. *Análise do ambiente de trabalho de um restaurante no litoral paranaense: estudo de caso*. 2017. 40 f. Monografia (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SPILLERE, J. I.; FURTADO, T. S. *Estresse ocupacional causado pelo calor*. 2007. 65 f. Monografia (Especialização) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

VASCONCELOS, Fernando Mota et al. Riscos no ambiente de trabalho no setor de panificação: um estudo de caso em duas indústrias de biscoitos. *Gestão & Produção*, v. 22, p. 565–589, 2015.

ZINELLI, Marlize Reffatti et al. Avaliação do estresse térmico causado em operador de caldeira: um estudo sobre a saúde no ambiente laboral. *ID on line: Revista de Psicologia*, v. 11, n. 37, p. 308–317, 2017.

ANEXOS

ANEXO A – QUADRO 1 E TABELA 1 DA NHO 06

Quadro 1² Taxa metabólica por tipo de atividade

Atividade	Taxa metabólica ^(a) (W)
Sentado	
Em repouso	100
Trabalho leve com as mãos	126
Trabalho moderado com as mãos	153
Trabalho pesado com as mãos	171
Trabalho leve com um braço	162
Trabalho moderado com um braço	198
Trabalho pesado com um braço	234
Trabalho leve com dois braços	216
Trabalho moderado com dois braços	252
Trabalho pesado com dois braços	288
Atividade	Taxa metabólica ^(a) (W)
Trabalho leve com braços e pernas	324
Trabalho moderado com braços e pernas	441
Trabalho pesado com braços e pernas	603
Em pé, agachado ou ajoelhado	
Em repouso	126
Trabalho leve com as mãos	153
Trabalho moderado com as mãos	180
Trabalho pesado com as mãos	198
Trabalho leve com um braço	189
Trabalho moderado com um braço	225
Trabalho pesado com um braço	261
Trabalho leve com dois braços	243
Trabalho moderado com dois braços	279
Trabalho pesado com dois braços	315
Trabalho leve com o corpo	351
Trabalho moderado com o corpo	468
Trabalho pesado com o corpo	630

Atividade	Taxa metabólica ^(a) (W)
Em pé, em movimento	
Andando no plano	
1. Sem carga	
• 2 km/h	198
• 3 km/h	252
• 4 km/h	297
• 5 km/h	360
2. Com carga	
• 10 kg, 4 km/h	333
• 30 kg, 4 km/h	450
Correndo no plano	
• 9 km/h	787
• 12 km/h	873
• 15 km/h	990
Subindo rampa	
1. Sem carga	
• com 5° de inclinação, 4 km/h	324
• com 15° de inclinação, 3 km/h	378
• com 25° de inclinação, 3 km/h	540
2. Com carga de 20 kg	
• com 15° de inclinação, 4 km/h	486
• com 25° de inclinação, 4 km/h	738
Descendo rampa (5 km/h) sem carga	
• com 5° de inclinação	243
• com 15° de inclinação	252
• com 25° de inclinação	324
Subindo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17 m)	
• Sem carga	522
• Com carga (20 kg)	648

Atividade	Taxa metabólica ^(a) (W)
Descendo escada (80 degraus por minuto – altura do degrau de 0,17 m)	
• Sem carga	279
• Com carga (20 kg)	400
Trabalho moderado de braços (ex.: varrer, trabalho em almoxarifado)	320
Trabalho moderado de levantar ou empurrar	349
Trabalho de empurrar carrinhos de mão, no mesmo plano, com carga	391
Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços (ex.: trabalho com foice)	495
Trabalho pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá, abertura de valas)	524

Tabela 1 Nível de ação para trabalhadores aclimatizados e limite de exposição ocupacional ao calor para trabalhadores não aclimatizados

M[W]	IBUTG [°C]	M[W]	IBUTG[°C]	M[W]	IBUTG [°C]
100	31,7	183	28,0	334	24,3
101	31,6	186	27,9	340	24,2
103	31,5	189	27,8	345	24,1
105	31,4	192	27,7	351	24,0
106	31,3	195	27,6	357	23,9
108	31,2	198	27,5	363	23,8
110	31,1	201	27,4	369	23,7
112	31,0	205	27,3	375	23,6
114	30,9	208	27,2	381	23,5
115	30,8	212	27,1	387	23,4
117	30,7	215	27,0	394	23,3
119	30,6	219	26,9	400	23,2
121	30,5	222	26,8	407	23,1
123	30,4	226	26,7	414	23,0
125	30,3	230	26,6	420	22,9
127	30,2	233	26,5	427	22,8
129	30,1	237	26,4	434	22,7

M[W]	IBUTG [°C]	M[W]	IBUTG[°C]	M[W]	IBUTG [°C]
132	30,0	241	26,3	442	22,6
134	29,9	245	26,2	449	22,5
136	29,8	249	26,1	456	22,4
138	29,7	253	26,0	464	22,3
140	29,6	257	25,9	479	22,1
143	29,5	262	25,8	487	22,0
145	29,4	266	25,7	495	21,9
148	29,3	270	25,6	503	21,8
150	29,2	275	25,5	511	21,7
152	29,1	279	25,4	520	21,6
155	29,0	284	25,3	528	21,5
158	28,9	289	25,2	537	21,4
160	28,8	293	25,1	546	21,3
163	28,7	298	25,0	555	21,2
165	28,6	303	24,9	564	21,1
168	28,5	308	24,8	573	21,0
171	28,4	313	24,7	583	20,9
174	28,3	318	24,6	593	20,8
177	28,2	324	24,5	602	20,7
180	28,1	329	24,4		

ANEXO B – QUADRO 1 DO ANEXO 3 DA NR-15

Quadro 1 - Limite de exposição ocupacional ao calor

M [W]	$\overline{IBUTG}_{MÁX}[^{\circ}C]$	M [W]	$\overline{IBUTG}_{MÁX}[^{\circ}C]$	M [W]	$\overline{IBUTG}_{MÁX}[^{\circ}C]$
100	33,7	186	30,6	346	27,5
102	33,6	189	30,5	353	27,4
104	33,5	193	30,4	360	27,3
106	33,4	197	30,3	367	27,2
108	33,3	201	30,2	374	27,1
110	33,2	205	30,1	382	27,0
112	33,1	209	30,0	390	26,9
115	33,0	214	29,9	398	26,8
117	32,9	218	29,8	406	26,7
119	32,8	222	29,7	414	26,6
122	32,7	227	29,6	422	26,5
124	32,6	231	29,5	431	26,4
127	32,5	236	29,4	440	26,3
129	32,4	241	29,3	448	26,2
132	32,3	246	29,2	458	26,1
135	32,2	251	29,1	467	26,0
137	32,1	256	29,0	476	25,9
140	32,0	261	28,9	486	25,8
143	31,9	266	28,8	496	25,7
146	31,8	272	28,7	506	25,6
149	31,7	277	28,6	516	25,5
152	31,6	283	28,5	526	25,4
155	31,5	289	28,4	537	25,3
158	31,4	294	28,3	548	25,2
161	31,3	300	28,2	559	25,1
165	31,2	306	28,1	570	25,0
168	31,1	313	28,0	582	24,9
171	31,0	319	27,9	594	24,8
175	30,9	325	27,8	606	24,7
178	30,8	332	27,7		
182	30,7	339	27,6		

ANEXO C – EQUAÇÕES UTILIZADAS

5.3 Limites de exposição ocupacional

Os limites estabelecidos nesta norma são válidos apenas para trabalhadores sadios, com reposição de água e sais perdidos durante sua atividade, mediante orientação e controle médico e com o uso de vestimentas tradicionais, compostas por calça e camisa de manga longa ou macacão de tecido simples, que permitam a circulação de ar junto à superfície do corpo e viabilizem a troca de calor com o ambiente pelos mecanismos da convecção e evaporação do suor.

O limite de exposição ocupacional ao calor é estabelecido com base no IBUTG médio ponderado ($\overline{\text{IBUTG}}$) e na taxa metabólica média ponderada (\overline{M}). Este é um limite horário e, portanto, deve ser respeitado em qualquer período de 60 minutos corridos ao longo da jornada de trabalho.

Quando o trabalhador estiver exposto a uma única situação térmica, ao longo do período de 60 minutos considerados na avaliação, o $\overline{\text{IBUTG}}$ será o próprio IBUTG determinado para essa situação.

Caso o trabalhador esteja exposto a duas ou mais situações térmicas diferentes, o $\overline{\text{IBUTG}}$ deve ser determinado a partir da equação 5.3, utilizando-se os valores de IBUTG representativos de cada uma das situações térmicas que compõem o ciclo de exposição do trabalhador avaliado.

Destaca-se que o ciclo de exposição pode ter duração diferente de 60 minutos, no entanto, a determinação do $\overline{\text{IBUTG}}$ sempre deve considerar um período de 60 minutos corridos.

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTG}_1 t_1 + \text{IBUTG}_2 t_2 + \dots + \text{IBUTG}_i t_i + \dots + \text{IBUTG}_n t_n}{60} \quad [5.3]$$

sendo:

$\overline{\text{IBUTG}}$ = IBUTG médio ponderado no tempo em °C

IBUTG_i = IBUTG da situação térmica “i” em °C

t_i = tempo total de exposição na situação térmica “i”, em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavorável

i = iésima situação térmica

n = número de situações térmicas identificadas na composição do ciclo de exposição

$t_1 + t_2 + \dots + t_i + \dots + t_n = 60$ minutos

Para o cálculo da \overline{M} , deve-se considerar o mesmo período de 60 minutos corridos considerado para o cálculo do \overline{IBUTG} .

Quando a atividade física exercida pelo trabalhador corresponder a uma única taxa metabólica, no período de 60 minutos considerados na avaliação, a \overline{M} será o próprio M atribuído para essa atividade.

Caso o trabalhador desenvolva duas ou mais atividades físicas, a \overline{M} deve ser determinada a partir da Equação 5.4, utilizando-se os valores estimados de M , representativos das diferentes atividades físicas exercidas pelo trabalhador durante o ciclo de exposição avaliado. Destaca-se que o ciclo de exposição pode ter duração diferente de 60 minutos, no entanto, a determinação da \overline{M} sempre deve considerar um período de 60 minutos corridos.

$$\overline{M} = \frac{M_1 t'_1 + M_2 t'_2 + \dots + M_i t'_i + \dots + M_m t'_m}{60} \quad [5.4]$$

sendo:

\overline{M} = taxa metabólica média ponderada no tempo em W

M_i = taxa metabólica da atividade “i” em W

t'_i = tempo total de exercício da atividade “i”, em minutos, no período de 60 minutos corridos mais desfavorável

i = i-ésima atividade

m = número de atividades identificadas na composição do ciclo de exposição

$t'_1 + t'_2 + \dots + t'_i + \dots + t'_m = 60$ minutos

O \overline{IBUTG} e a \overline{M} a serem utilizados como representativos da exposição ocupacional ao calor devem ser aqueles que, obtidos no mesmo período de 60 minutos corridos, resultem na condição mais crítica de exposição.

ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR DE ESTRESSE TÉRMICO TGD-400



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO

Instrumentação &
Controle de Processo
Laboratório de Calibração

PADRÕES RASTREÁVEIS



Nº 50661.02.23

Página 1-2

1 - Cliente

ALEX MEDEIROS DANTAS- Av Mauro Medeiros, Nº 56 - Centro - Parelhas/RN

2 - Instrumento Calibrado

Instrumento	Medidor de Stress Térmico	Série	130500427
Fabricante	INSTRUTHERM	Faixa Calibrada	20 a 50 °C
Modelo	TGD-400	Data de Calibração	28 fevereiro, 2023
Cód. de Identificação	MST-0427	Data da Próxima Calibração	28 fevereiro, 2024

3 - Local da Calibração e Condição Ambiental

Laboratório da NISSI - Rua Jaguarari, 2528 - Candelária - Natal/RN

Temperatura: 20 °C ±2 Umidade Relativa: 50 % ±5

4 - Padrões Utilizados

Instrumento	Termohigrômetro Padrão	Certificado	7230-20	Validade	07/06/2025
Cód. de Identificação	PR 066	Emitente / Rastreabilidade	PRESERTEC / RBC		

5 - Procedimento

O instrumento foi calibrado em relação a padrão(ões) de nosso laboratório descrito no item 4, utilizando o procedimento interno de calibração.

6 - Características Metroológicas Apresentadas pelo Instrumento - Calibração Final

Valor de Referência (Padrão)	Medidor de Stress Térmico		
	Globo		
°C	Média das Leituras	Erro	Correção
20,00	19,87	0,13	-0,13
25,00	25,10	-0,10	0,10
30,00	30,10	-0,10	0,10
40,00	40,30	-0,30	0,30
50,00	50,50	-0,50	0,50
Incerteza das Medições ±		0,59	°C



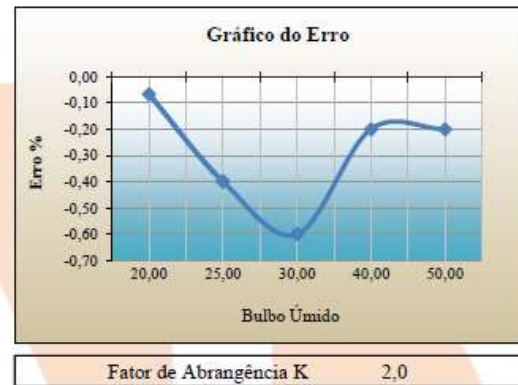
Fator de Abrangência K 2,0

Valor de Referência (Padrão)	Medidor de Stress Térmico		
	Bulbo Seco		
°C	Média das Leituras	Erro	Correção
20,00	19,93	0,07	-0,07
25,00	25,00	0,00	0,00
30,00	30,40	-0,40	0,40
40,00	40,20	-0,20	0,20
50,00	50,20	-0,20	0,20
Incerteza das Medições ±		0,59	°C



Fator de Abrangência K 2,0

Valor de Referência (Padrão)	Medidor de Stress Térmico		
	Bulbo Úmido		
°C	Média das Leituras	Erro	Correção
20,00	20,03	-0,03	0,03
25,00	25,20	-0,20	0,20
30,00	30,30	-0,30	0,30
40,00	40,10	-0,10	0,10
50,00	50,10	-0,10	0,10
Incerteza das Medições ±		0,59	°C



7 - Notas

- 7.1 "A incerteza dos resultados é baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95%".
- 7.2 O presente certificado refere-se exclusivamente ao instrumento calibrado.
- 7.3 A validade de calibração do instrumento deve ser estabelecida pelo usuário em plano de calibração.
- 7.4 Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor lido no equipamento para obter o resultado corrigido.

8 - Responsabilidade

Rosnaldo Leandro
 Executante

João BARBOSA
 Técnico Responsável
 CFT 2105656552

Mossoró, RN
 28 fevereiro, 2023