

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

RAUL CASAGRANDE BERWIAN

**ESTRESSE TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO TEMPO DE
INATIVIDADE DA MÃO DE OBRA E SEU IMPACTO ECONÔMICO E
OPERACIONAL**

Porto Alegre

2024

RAUL CASAGRANDE BERWIAN

**ESTRESSE TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO TEMPO DE
INATIVIDADE DA MÃO DE OBRA E SEU IMPACTO ECONÔMICO E
OPERACIONAL**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho, pelo Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador(a): Prof. Ms. Rogério Bueno de Paiva

Porto Alegre
2024

ESTRESSE TÉRMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: AVALIAÇÃO DO TEMPO DE INATIVIDADE DA MÃO DE OBRA E SEU IMPACTO ECONÔMICO E OPERACIONAL

Raul Casagrande Berwian

Rogério Bueno de Paiva

Resumo: Este artigo aborda o desafio representado pelo estresse térmico na indústria da construção civil, enfatizando a importância de monitorar e controlar a exposição dos trabalhadores às condições extremas de temperatura para garantir sua saúde, segurança e produtividade. Utilizando o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) como ferramenta de avaliação, o estudo se concentra em quantificar o tempo de inatividade da equipe de execução de estruturas de concreto armado devido às pausas necessárias para controle do estresse térmico em um canteiro de obras específico. A pesquisa visa determinar como essas interrupções impactam a jornada diária, mensal e anual de trabalho, além de analisar as repercussões nos custos laborais e nos prazos de execução das atividades. O objetivo é fornecer dados que permitam às equipes de gestão de empresas de construção civil incorporar adequadamente os períodos de pausa no orçamento e no planejamento das obras, assegurando condições de trabalho favoráveis e a saúde e segurança dos trabalhadores desde o início do projeto.

Palavras-chave: Estresse térmico; IBUTG; jornada de trabalho; impactos financeiros; construção civil; estrutura de concreto armado.

1 INTRODUÇÃO

A exposição ao estresse térmico em ambientes de trabalho, especialmente na indústria da construção civil, representa um desafio significativo para a saúde e a segurança dos trabalhadores. As condições extremas de temperatura podem provocar uma série de efeitos adversos, variando de transtornos leves a graves, impactando não apenas o bem-estar dos trabalhadores, mas também sua produtividade e segurança. Nesse contexto, a compreensão e a medição do estresse térmico, assim como a implementação de medidas eficazes de controle e mitigação, tornam-se cruciais.

A Norma Regulamentadora NR-15 e diretrizes internacionais fornecem um arcabouço para a avaliação e o manejo do estresse térmico no ambiente laboral. Essas normativas estabelecem limites de tolerância e recomendam práticas para monitorar e controlar a exposição ao calor, sublinhando a importância de um

ambiente de trabalho seguro e saudável. A literatura científica complementa essas diretrizes, oferecendo *insights* sobre os impactos fisiológicos e produtivos do estresse térmico e destacando a necessidade de abordagens integradas para a sua gestão.

No setor da construção civil, a medição do estresse térmico por meio do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) surge como uma ferramenta essencial para a avaliação precisa das condições ambientais enfrentadas pelos trabalhadores. Esse índice, que considera variáveis como temperatura, umidade, movimento do ar e radiação térmica, permite uma análise abrangente do ambiente, guiando a implementação de medidas de controle adequadas.

Este trabalho visa analisar o tempo de inatividade da equipe de mão de obra de execução da estrutura de concreto armado devido às paradas de estresse térmico, a partir dos dados de IBUTG medidos na execução das atividades em um canteiro de obras, o quanto isso corresponde em relação a jornada de trabalho diária, mensal e anual, e por fim analisar o impacto dos custos aplicados a mão de obra e os prazos de execução das atividades, uma vez que as paradas são necessárias para garantir a saúde e a segurança do trabalhador.

A análise dos dados permitirá que as equipes de gestão das empresas de construção civil possam incluir o período de pausa no orçamento e planejamento das obras, garantindo ao trabalhador, mesmo antes de iniciar a obra, as condições favoráveis para a execução do escopo de serviço.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estresse térmico

O estresse térmico é definido como uma condição adversa que ocorre quando o corpo humano enfrenta dificuldades para manter seu equilíbrio térmico frente a exposições a ambientes de temperaturas extremas, impactando a sua habilidade de regular a própria temperatura interna (SILVA e ALVARENGA, 2018). Tal condição pode emergir de diversos fatores ambientais e ocupacionais, incluindo, mas não se limitando a, alta temperatura do ambiente, umidade elevada, radiação térmica intensa, uso de vestimentas não apropriadas, esforço físico substancial e insuficiente aclimação (MARTINS e FERNANDES, 2019). Os sintomas manifestados podem

variar desde um simples desconforto até condições severas, como a exaustão por calor ou o golpe de calor, afetando de forma significativa a saúde, a segurança e o desempenho dos indivíduos (LOPES e MACHADO, 2020). No âmbito laboral, o estresse térmico não apenas diminui a produtividade, mas também se apresenta como um risco ocupacional significativo, necessitando a implementação de estratégias de prevenção e controle para assegurar a proteção dos trabalhadores (COSTA e SILVA, 2017).

As normas brasileiras relacionadas ao estresse térmico estão principalmente embasadas na regulamentação do Ministério do Trabalho e Emprego, especificamente a Norma Regulamentadora NR-15, que estabelece as diretrizes para atividades e operações insalubres em relação à exposição ao calor. Essa norma define os limites de tolerância para calor, os métodos de avaliação e as medidas de controle que devem ser implementadas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores (Brasil, Ministério do Trabalho e Emprego, NR-15).

Internacionalmente, existem diversas diretrizes e normativas que abordam o estresse térmico, como as recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dos Estados Unidos. A OSHA, por exemplo, oferece um conjunto de recomendações para a prevenção de doenças relacionadas ao calor, enfatizando a importância da hidratação, descanso e aclimatação dos trabalhadores a ambientes quentes

Além das regulamentações, a literatura científica também fornece valiosos *insights* sobre o estresse térmico. Xiang et al. (2014) discutem os impactos do calor no local de trabalho sobre a saúde dos trabalhadores, destacando a necessidade de medidas preventivas e de adaptação às mudanças climáticas para proteger os trabalhadores em setores vulneráveis como a construção civil. Segundo Rowlinson et al. (2014), o gerenciamento do risco de estresse térmico em ambientes de construção é crucial, uma vez que a exposição prolongada ao calor pode resultar em uma série de problemas de saúde, como exaustão pelo calor, câibras, e em casos mais graves, o golpe de calor. Esses estudos sublinham a relevância de abordagens integradas que combinem regulamentações, pesquisa científica e práticas no local de trabalho para mitigar os riscos associados ao estresse térmico.

2.2 Estresse térmico devido ao calor e doenças relacionadas

O estresse térmico pode induzir uma série de doenças e condições adversas, variando em gravidade e sintomas. Distúrbios leves como câibras por calor, resultantes da perda de eletrólitos devido à sudorese intensa, até condições mais graves como a exaustão pelo calor e o golpe de calor, representam o espectro de complicações associadas ao estresse térmico (SOUZA e LOPEZ, 2015). A exaustão pelo calor, caracterizada por sintomas como desidratação, fraqueza, dor de cabeça e tontura, ocorre quando o corpo perde água e sais essenciais através da transpiração excessiva. Em contraste, o golpe de calor representa uma emergência médica, onde o corpo falha em regular sua temperatura, podendo levar a danos cerebrais ou óbito se não tratado prontamente (CARVALHO e PEREIRA, 2016).

Além dessas condições, o estresse térmico pode exacerbar doenças crônicas preexistentes, impactando negativamente a saúde cardiovascular e respiratória. Indivíduos expostos a ambientes de trabalho quentes estão em risco aumentado de desenvolver problemas cardíacos, dada a sobrecarga adicional imposta ao coração para manter a homeostase térmica (MORAIS e FERNANDES, 2018). Da mesma forma, doenças respiratórias podem ser agravadas devido ao estresse térmico, uma vez que a regulação da temperatura corporal em ambientes quentes demanda maior consumo de oxigênio e pode levar à hiperventilação (GONÇALVES e ALMEIDA, 2017).

2.3 Estresse térmico na indústria da construção civil

A medição do estresse térmico em canteiros de obra é fundamental para garantir a saúde e segurança dos trabalhadores, além de ser crucial para manter a produtividade. Conforme apontado por Rowlinson et al. (2014), a exposição ao calor em excesso pode acarretar uma série de problemas de saúde, que vão desde condições leves até situações mais sérias. O estresse térmico não apenas afeta a saúde física dos trabalhadores, mas também sua capacidade de concentração, aumentando o risco de acidentes no trabalho.

O controle do estresse térmico é, portanto, uma medida preventiva essencial. A Norma Regulamentadora NR-15, como estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, define os limites de tolerância para exposição ao calor, assim

como os métodos de avaliação e as diretrizes para a implementação de medidas de controle. Essas medidas são projetadas para assegurar que os trabalhadores operem em um ambiente que não prejudique sua saúde e segurança.

Do ponto de vista da produtividade, a relevância da medição e controle do estresse térmico se torna ainda mais evidente. Conforme demonstrado por Xiang et al. (2014), o calor excessivo pode reduzir significativamente a eficácia dos trabalhadores, impactando diretamente a produtividade. A desidratação e o cansaço, consequências comuns do estresse térmico, podem diminuir a capacidade de trabalho e aumentar a incidência de erros e acidentes.

Em um estudo conduzido por Chan, Yang e Chan (2014), os autores exploram como as mudanças climáticas e o aumento das temperaturas podem afetar a produtividade na construção civil. Os resultados apontam uma clara correlação entre o aumento das temperaturas e a redução da produtividade dos trabalhadores, reforçando a importância de medidas eficazes de controle do estresse térmico.

Nesse contexto, a medição do estresse térmico e a implementação de controles efetivos emergem como componentes chave para a gestão de saúde e segurança ocupacional. A utilização de tecnologias e métodos para avaliar as condições térmicas no local de trabalho permite a identificação precoce de riscos potenciais, facilitando a implementação de medidas preventivas e corretivas.

2.4 Medidas de controle e salvaguardas para estresse térmico na indústria da construção civil

No setor da construção civil, a implementação de medidas de salvaguarda e controle do estresse térmico é crucial devido à natureza do trabalho ao ar livre e à exposição frequente a condições extremas de temperatura. Uma estratégia eficaz é a aclimação dos trabalhadores, permitindo que seus corpos se ajustem gradualmente às altas temperaturas, reduzindo o risco de doenças relacionadas ao calor (SANTOS e SILVA, 2019). Além disso, a programação do trabalho para evitar as horas mais quentes do dia, juntamente com a implementação de pausas frequentes em ambientes frescos, são medidas recomendadas para minimizar a exposição ao calor (OLIVEIRA e CARVALHO, 2020).

A hidratação adequada é outra medida vital, incentivando os trabalhadores a consumir água regularmente para prevenir a desidratação (FERREIRA e LOPES,

2018). O uso de vestuário apropriado, como roupas leves e respiráveis, e a disponibilização de equipamentos de proteção individual, como chapéus e protetor solar, também são essenciais para proteger os trabalhadores dos efeitos nocivos da exposição solar (MENDES e GONÇALVES, 2017). A implementação de sistemas de alerta que monitoram as condições climáticas e permitem ações proativas também é uma abordagem eficaz para gerenciar o risco de estresse térmico na construção civil (SILVA e MARTINS, 2021).

2.5 Medição de estresse térmico na indústria da construção civil por meio do IBTUG

A medição do estresse térmico por meio do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) é um método amplamente utilizado para avaliar o ambiente térmico em que os trabalhadores estão inseridos, especialmente em contextos industriais e na construção civil. O IBUTG leva em consideração não apenas a temperatura do ar, mas também a umidade, a velocidade do vento e a radiação térmica, oferecendo uma visão mais holística do estresse térmico ao qual os indivíduos estão expostos (FERREIRA e GONÇALVES, 2015).

Para realizar a medição do IBUTG, são utilizados três tipos de termômetros: o de bulbo seco, que mede a temperatura do ar; o de bulbo úmido, que fornece uma medida de umidade e evaporação; e o globo, que avalia a radiação térmica. A combinação dessas medições permite calcular o índice, que será comparado com os limites de tolerância estabelecidos pela legislação ou por normas ocupacionais para determinar se as condições são seguras ou se há risco de estresse térmico (SILVA e ALMEIDA, 2016).

A metodologia de cálculo do IBUTG varia de acordo com o tipo de ambiente (interno ou externo) e a atividade realizada. Em ambientes internos ou sem carga solar direta, o IBUTG é calculado a partir de uma fórmula específica que integra as medições dos três termômetros. Em ambientes externos com carga solar, a radiação solar também é considerada, o que modifica a fórmula de cálculo do índice (COSTA e BARBOSA, 2018).

Após a obtenção do valor do IBUTG, este é comparado com os limites de tolerância para as diferentes categorias de atividades laborais - leve, moderada ou pesada - conforme definido pela NR15. Se o índice exceder os limites estabelecidos,

medidas de controle devem ser implementadas para reduzir a exposição ao calor e prevenir o estresse térmico, incluindo a reorganização do trabalho, a promoção de pausas para descanso, a hidratação adequada dos trabalhadores, entre outras intervenções (MARTINS e ROCHA, 2019).

3 MATERIAL(IS) E MÉTODOS

Esta pesquisa é um estudo de caso e foca na análise do estresse térmico em uma obra de construção civil, avaliando o impacto das condições ambientais no regime de trabalho e na produtividade dos funcionários. Utiliza-se de medições sistemáticas da temperatura no canteiro de obras, para determinar os períodos de trabalho e descanso e calcular o custo associado à mão de obra sob tais condições. O estudo emprega uma abordagem prática, e se destina a otimizar a gestão de recursos humanos e financeiros na construção civil, levando em consideração a saúde e segurança dos trabalhadores e a eficiência operacional.

Os dados foram disponibilizados por uma empresa prestadora de serviços de engenharia e segurança do trabalho localizada na cidade de Porto Alegre, RS. Os ramos de atuação da organização são: prevenção e combate a incêndios, elaboração de programas, planos e laudos, realização de cursos e treinamentos e realização de perícias e auditorias.

Os materiais são referentes a uma obra de um edifício residencial de 16 pavimentos, área total construída de aproximadamente 9.500 m² e área de laje do pavimento tipo de aproximadamente 490 m², localizado na cidade de Porto Alegre, RS. No período em que os dados foram coletados, a obra se encontrava no estágio de execução de estrutura de concreto armado.

As informações coletadas foram obtidas a partir da instalação do aparelho de Estresse Térmico de acordo com as prerrogativas da NR-15 e NHO-06, a fim de atender à legislação vigente. O aparelho foi instalado a uma altura média de 1,60m, o que corresponde à região do tronco dos trabalhadores. O equipamento foi posicionado em local próximo ao trabalhador e é instalado em diversos pontos, de acordo com o deslocamento da frente de trabalho dentro do canteiro de obras.

As medições foram realizadas de 1 em 1 hora, sendo o primeiro registro realizado às 8 horas e o último às 16 horas. O horário de almoço inicia às 12 horas e as atividades são retomadas às 13 horas, portanto, não foram consideradas as

medições das 12 horas. Sendo assim, ao longo do dia foram realizadas 8 medições, cada uma correspondente a 1 hora de trabalho.

No entanto, as medições ao longo do ano não apresentam um registro contínuo. Os dias sem medições são justificados por um dos seguintes fatores: finais de semana e feriados, chuva, problemas técnicos, esquecimento e dias amenos. É importante salientar que a ausência de registro em caso de esquecimento, dias amenos e problemas técnicos correspondem a erros de medição em campo que devem ser evitados. Para tanto, os responsáveis pela gestão e segurança do canteiro devem estar atentos a esse controle.

Para realização do cálculo do tempo de parada, foi utilizado o Quadro 1 da NR-15, que apresenta os valores de referência para o índice IBUTG, em função da atividade e do ciclo trabalho/descanso, conforme a figura a Quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Valores de referência para o índice IBUTG, em função da atividade e do ciclo trabalho/descanso

| REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora) | TIPO DE ATIVIDADE | | |
|--|-------------------|---------------|-------------|
| | LEVE | MODERADA | PESADA |
| Trabalho contínuo | até 30 | até 26,7 | até 25 |
| 45 minutos de trabalho 15 minutos de descanso | 30,1 à 30,6 | 26,8 à 28 | 25,1 à 25,9 |
| 30 minutos de trabalho 30 minutos de descanso | 30,7 à 31,4 | 28,1 à 39,4 | 26 à 27,9 |
| 15 minutos de trabalho 45 minutos de descanso | 31,5 à 32,2 | 29,5 à 31,1 | 28 à 30 |
| Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle | acima de 32,2 | acima de 31,1 | acima de 30 |

Fonte: Quadro 1 da NR 15 (adaptado)

A determinação do tipo de atividade (leve, moderada ou pesada) está de acordo com o Quadro 3 da NR-15, que apresenta as taxas de metabolismo por tipo de atividade. Os serviços da etapa de execução de estruturas de concreto armado se adequam a atividades do tipo moderada.

Quadro 2 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

| TIPO DE ATIVIDADE | Kcal/h |
|--|--------------------------|
| SENTADO EM REPOUSO | 100 |
| TRABALHO LEVE Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia). Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir). De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços. | 125 150 150 |
| TRABALHO MODERADO Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas. De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação. Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar | 180 175 220 300 |
| TRABALHO PESADO Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá). Trabalho fatigante. | 440 550 |

Fonte: Quadro 3 da NR 15 (adaptado)

A partir desses critérios, foram determinados o regime de trabalho (período de atividade e descanso) para cada hora de trabalho de acordo com a temperatura registrada.

A seguir, foi coletado com a construtora a composição da equipe de trabalho, o número de funcionários e o valor da diária dos contratados. Com isso foi possível estabelecer o custo total da mão de obra por hora trabalhada. Os valores obtidos são apresentados na tabela 1:

Tabela 1 – Equipe de trabalho

| CARGO | QUANTIDADE | VALOR DIÁRIA |
|----------------------------|------------|--------------|
| Encarregado Geral | 1 | R\$ 500,00 |
| Encarregado de Carpintaria | 1 | R\$ 290,00 |
| Carpinteiro | 10 | R\$ 160,00 |
| Auxiliar de Carpintaria | 7 | R\$ 100,00 |
| Encarregado de Ferragem | 1 | R\$ 290,00 |
| Ferreiro | 5 | R\$ 160,00 |
| Auxiliar de Ferragem | 4 | R\$ 100,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor

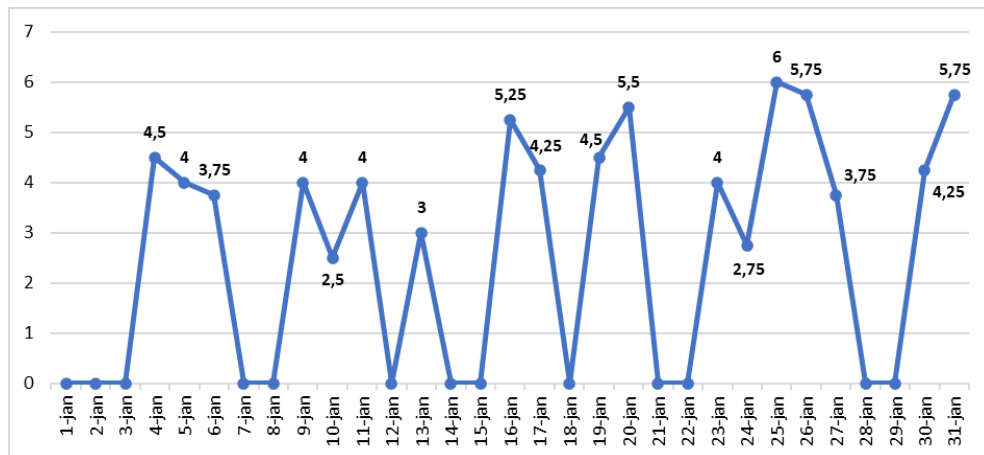
Com isso, foi possível estipular o desembolso com a equipe nos períodos de parada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações obtidas, foi possível determinar o número de horas de parada em cada dia do mês, o número de horas parada em cada mês e os custos resultantes dessas paradas.

Em janeiro, o número total de horas não trabalhadas foi de 77,5. O gráfico 1 apresenta os valores obtidos em cada dia:

Gráfico 1 – Horas não trabalhadas Janeiro



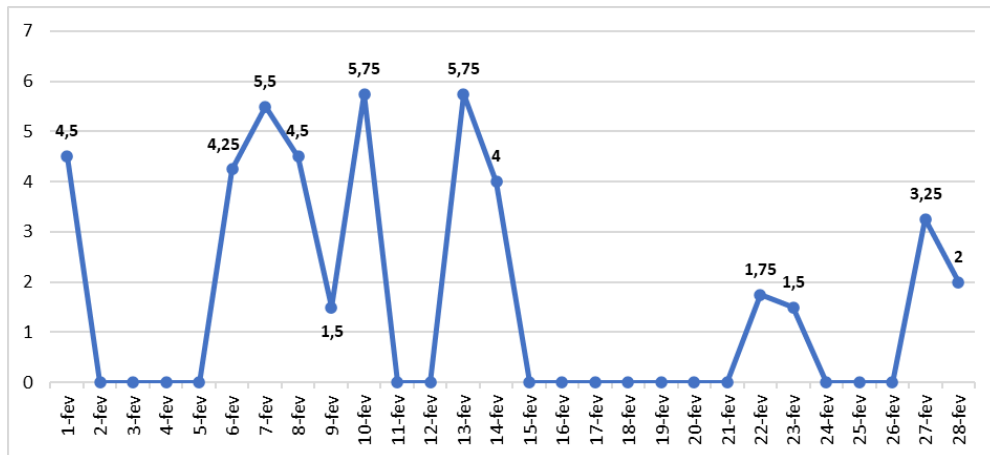
Fonte: Elaborado pelo autor

Como mencionado na seção anterior, devido às chuvas, finais de semana, feriados e erros de medição em campo, não foram realizadas medições em alguns dias. Portanto, nos dias em que o número de horas não trabalhadas corresponde a zero, significa que não foi realizada medição no dia ou que as temperaturas foram amenas, o que permitiu o trabalho contínuo da equipe. No caso do mês de janeiro, os dias com medição zero correspondem a dias em que não foram feitas medições, visto que o mês é caracterizado pelo predomínio de temperaturas elevadas.

No dia 25 de janeiro foram 6 horas não trabalhadas em uma jornada de trabalho de 8 horas, sendo o dia do mês com maior número de horas não trabalhadas. No dia 10 de janeiro foram 2,5 horas não trabalhadas, sendo o dia do mês com o menor número de horas não trabalhadas. Descontando os dias em que não foram realizadas as medições, a média de horas não trabalhadas por dia corresponde a 4,3 horas.

Em fevereiro, o número total de horas não trabalhadas foi de 44,25. O gráfico 2 demonstra as medições dia a dia:

Gráfico 2 - Horas não trabalhadas Fevereiro



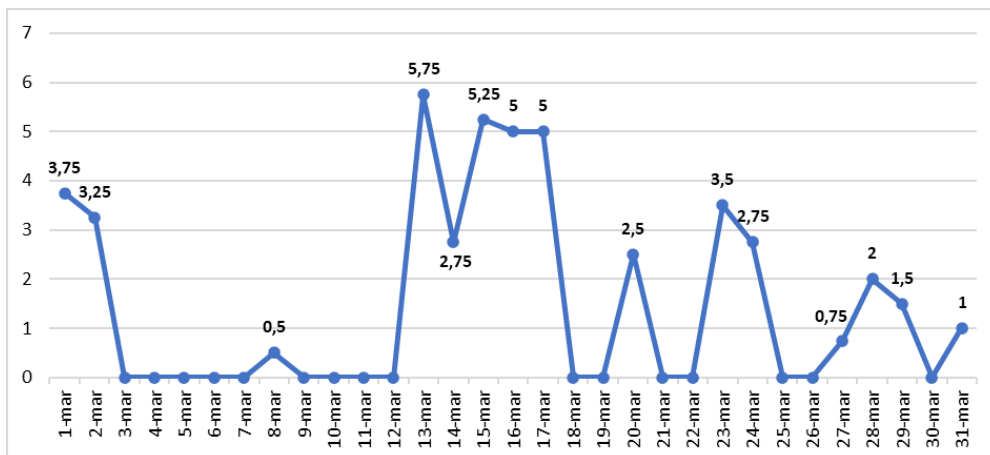
Fonte: Elaborado pelo autor

No mês de fevereiro, o dia 20 foi o único em que as temperaturas permitiram o trabalho contínuo da equipe. O restante dos valores iguais a zero corresponde aos dias em que as medições não foram realizadas, sejam por erros de campo ou pelos motivos previstos e discutidos anteriormente.

Os dias 10 e 13 de fevereiro correspondem às datas com o maior número de horas não trabalhadas, 5,75 horas cada. O dia 9 e 23 foram as datas em que foram registradas o menor número de horas não trabalhadas, totalizando 1,5 horas cada. Desconsiderando os dias em que não foram realizadas medições, a média de horas não trabalhadas por dia no mês de fevereiro foi de 3,4.

Registrou-se no mês de março um total de 45,25 horas não trabalhadas. Os resultados obtidos em cada dia são apresentados no gráfico 3:

Gráfico 3 – Horas não trabalhadas março



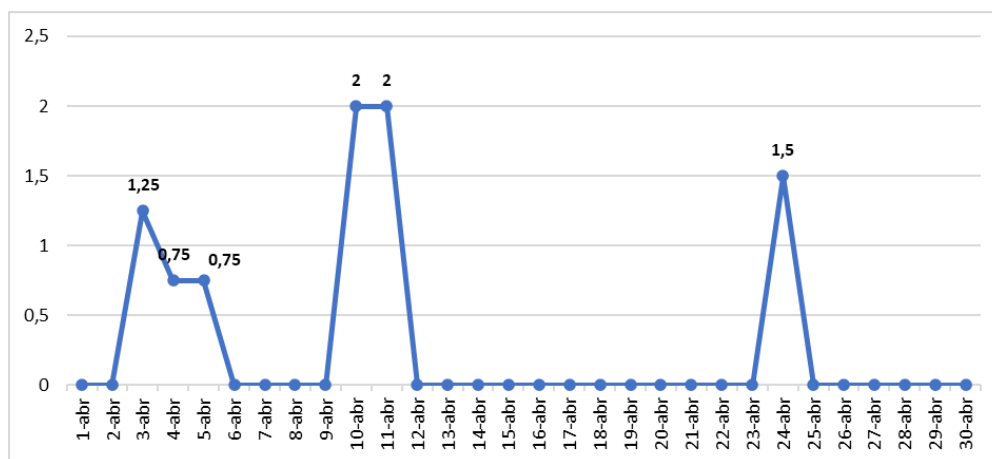
Fonte: Elaborado pelo autor

No mês de março foram realizadas medições em 17 dias, sendo que em 2 deles as temperaturas amenas permitiram o trabalho contínuo da equipe. Ou seja, não foram realizadas medições em 14 dias, que correspondem a finais de semana, feriados, dias de chuva ou devido à erros de medição.

Os dias com a maior e a menor medição foram, respectivamente, os dias 13 e 8 de março, com número de horas não trabalhadas de 5,75 e 0,5. Excluindo-se os dias em que as medições não foram realizadas, a média de horas não trabalhadas por dia no mês de março foi de 2,66.

No mês de abril, foram realizadas 10 medições. Dessas, 4 dias tiveram trabalho contínuo, sem necessidade de parada. Os dias em que não foram realizadas medições seguem as mesmas explicações descritas anteriormente. O resultado obtido é apresentado no gráfico 4:

Gráfico 4 – Horas não trabalhadas abril



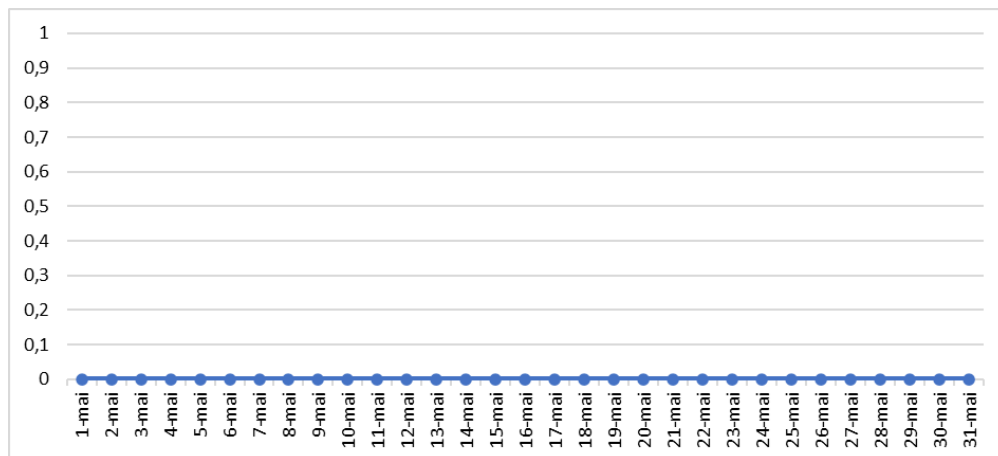
Fonte: Elaborado pelo autor

Entre as medições que apresentam valor zero, os dias 18, 19, 20 e 25 correspondem aos dias em não foram necessários realizar períodos de descanso durante a jornada de trabalho. Os dias 10 e 11 correspondem as datas com maiores valores registrados: 2 horas de parada em cada. Por outro lado, os dias 4 e 5 são as datas com o menor período de parada, que corresponde a 0,75 horas. Considerando os dias em que foram realizadas a coleta de dados, o mês de abril apresenta uma média de tempo de parada de 0,825 horas, ou 49,5 minutos. O período não trabalhado durante o mês de abril foi de 8,25 horas. Vale destacar que a redução brusca dos períodos de parada é diretamente proporcional com as quedas de

temperatura que ocorrem na cidade onde está localizada a obra durante o mês de abril.

No mês de maio foram realizadas somente 10 medições e todos os valores obtidos para temperatura permitiram o trabalho contínuo das equipes na obra. Sendo assim, o gráfico corresponde a uma linha paralela e sobreposta ao eixo x conforme gráfico 5.

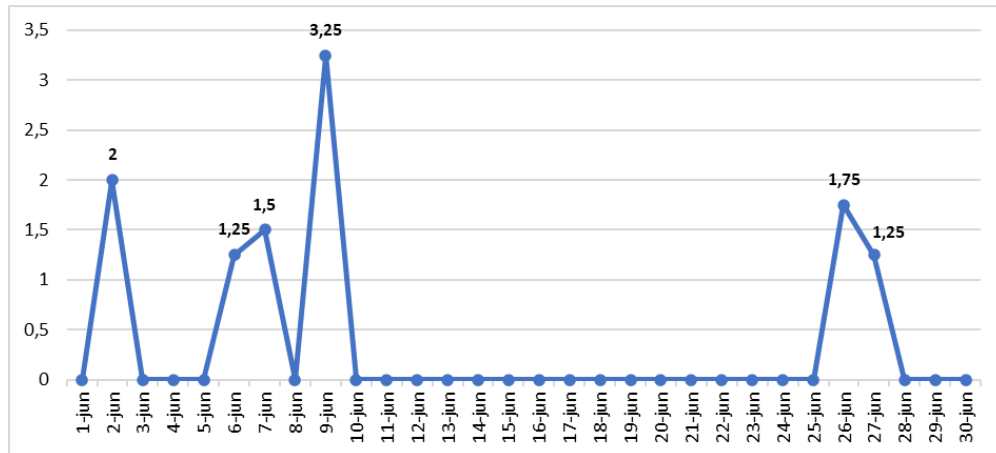
Gráfico 5 – Horas não trabalhadas maio



Fonte: Elaborado pelo autor

No mês de junho foram realizadas um total de 7 medições. Dessas, somente em uma (dia 13) não foi necessária a realização de paradas. A redução progressiva no número de dias em que são realizadas medições no mês podem estar relacionadas com a queda progressiva da temperatura. No entanto, é importante salientar que isso corresponde a um erro, visto que a medição deve ser realizada diariamente, independente da temperatura do dia. Além disso, os resultados sugerem que os dias escolhidos para a realização das medições foram aqueles cujas temperaturas estavam elevadas. Os valores obtidos são apresentados no gráfico 6:

Gráfico 6 – Horas não trabalhadas junho



Fonte: Elaborado pelo autor

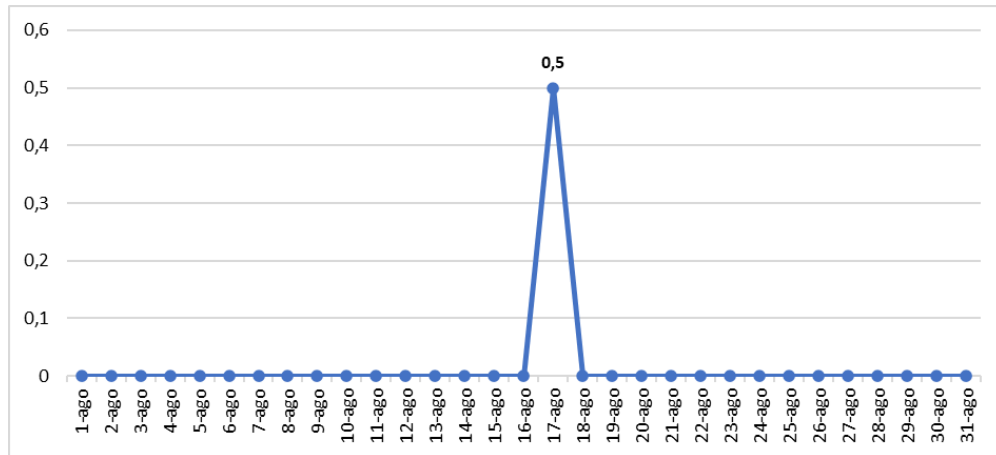
É possível identificar um comportamento anômalo no mês de junho, pois apresenta períodos de parada das atividades em função do aumento das temperaturas, mesmo se tratando de um mês tipicamente frio em Porto Alegre. Esse resultado pode ser associado a alterações do tempo e também devido a alta incidência solar nos locais onde foram posicionados os medidores, o que justificaria os resultados obtidos.

No dia 9, as temperaturas registradas acarretaram em um período de parada de 3,25 horas, caracterizando o dia do mês com o maior tempo de parada. Por outro lado, nos dias 6 e 27 foram registrados os menores períodos de parada – 1,25 horas. Por fim, desconsiderando os dias em que não foram realizadas medições, a média de tempo de interrupção das atividades no mês foi de 1,6 horas. O período total de tempo não trabalhado durante o mês de junho foi de 11 horas.

No mês de julho não foram realizadas medições. Isso reforça o fato de que nos períodos de temperaturas baixas, as empresas são menos rigorosas com o controle da temperatura na obra. Portanto, é preciso que seja reforçado durante todo o ano a importância do registro das temperaturas diárias no canteiro, visto sua importância na promoção da saúde e segurança dos trabalhadores.

No mês de agosto, foram realizadas 11 medições. Dessas, somente na do dia 17 foi necessário interromper a jornada de trabalho devido ao aumento da temperatura. O período de parada foi de 30 minutos. O gráfico 7 é apresentado a seguir:

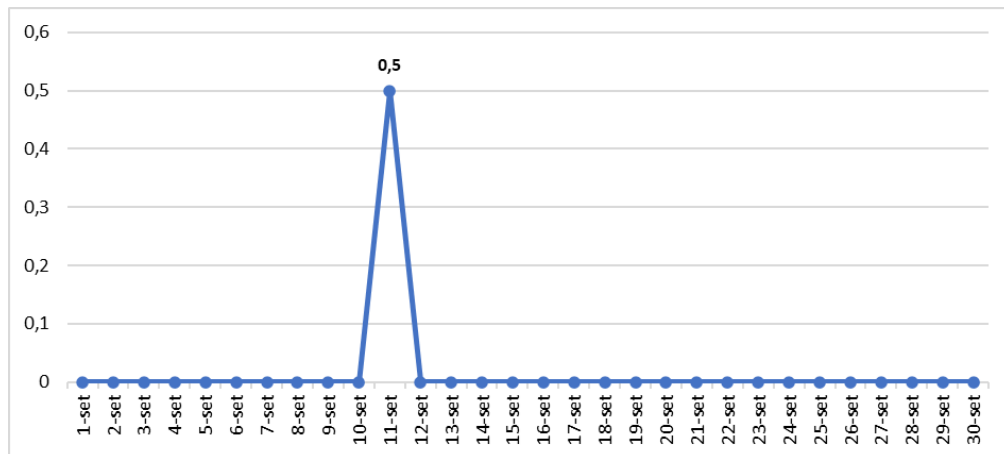
Gráfico 7 – Horas não trabalhadas agosto



Fonte: Elaborado pelo autor

No mês de setembro foram feitas apenas 10 medições. Esse valor está associado a um período de chuvas intensas durante o mês, que se prolonga durante o mês de outubro. Desses dias, somente no dia 11 foi necessário realizar uma parada de 30 minutos em função do aumento da temperatura. O gráfico 8, a seguir, apresenta o resultado obtido:

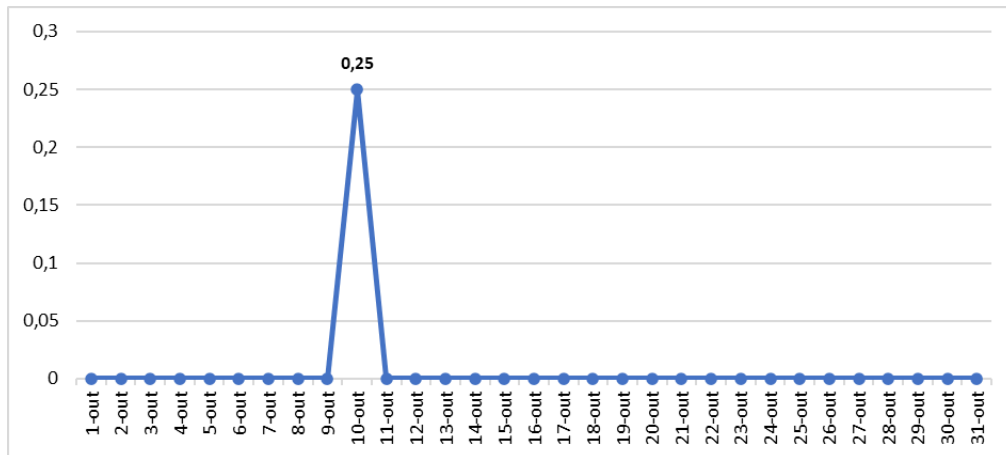
Gráfico 8 – Horas não trabalhadas setembro



Fonte: Elaborado pelo autor

Outubro, conforme descrito anteriormente, foi marcado por fortes chuvas e temperaturas amenas durante o mês inteiro. Essa condição climática pode ser observada pelo registro de apenas 1 dia com período de parada das atividades, que ocorreu no dia 10 durante apenas 15 minutos. No total foram realizadas 13 medições, nas quais 11 tiveram trabalho contínuo. Os dados são apresentados no gráfico 9r:

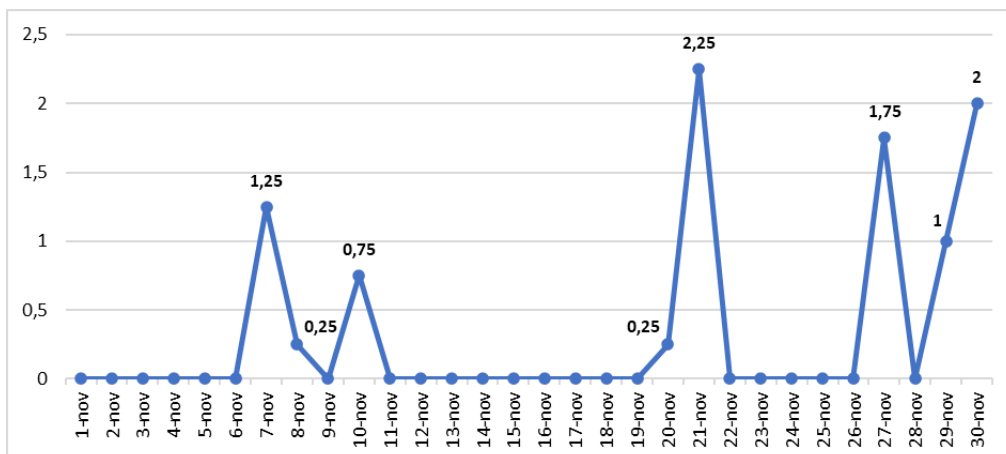
Gráfico 9 – Horas não trabalhadas outubro



Fonte: Elaborado pelo autor

No mês de novembro foram realizados registros em 14 dias. Em 6 medições não foi necessário realizar intervalos durante o turno de trabalho. O aumento no número de registro e no número de dias com período de horas não trabalhadas está relacionado com o aumento das temperaturas no período analisado. Os valores obtidos são apresentados no gráfico 10:

Gráfico 10 – Horas não trabalhadas novembro

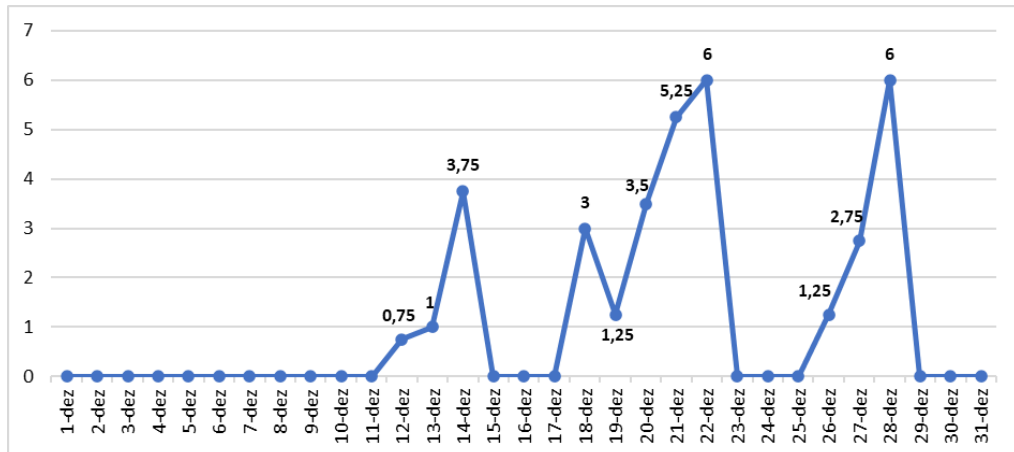


Fonte: Elaborado pelo autor

No dia 21 ocorreu a jornada de trabalho com o maior número de horas não trabalhadas, 2,25. Em contrapartida, os dias 8 e 20 foram as datas com o menor intervalo de parada registrado, 15 minutos em cada dia. Considerando apenas os dias em que foram realizados os registros, a média de tempo de parada durante o mês de novembro foi de aproximadamente 41 minutos por dia. No total, foram 9,5 horas de horas não trabalhadas durante o mês.

No mês de dezembro foi registrado um total de 34,5 horas não trabalhadas. Foram realizados registros em 14 dias do mês, sendo que em 3 dias foi possível realizar uma jornada de trabalho contínua – dias 7, 8 e 15. O gráfico 11 apresenta os períodos de parada obtidos:

Gráfico 11 – Horas não trabalhadas dezembro

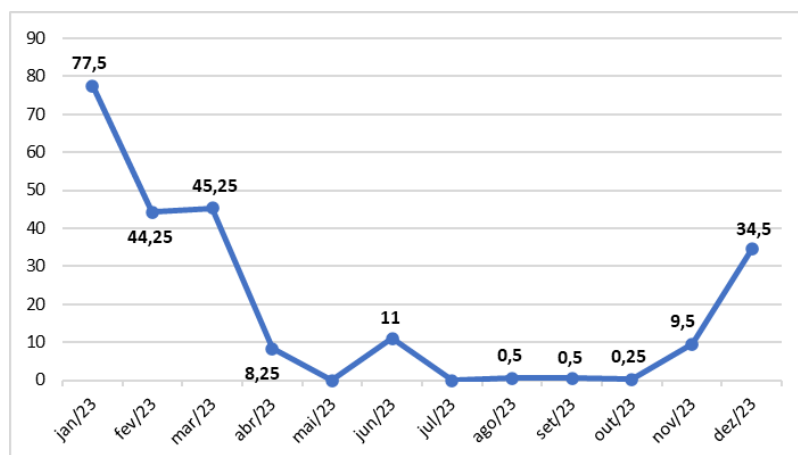


Fonte: Elaborado pelo autor

Os maiores períodos de horas não trabalhadas foram registrados nos dias 22 e 28 – descanso de 6 horas em cada dia. No dia 12 foi registrado o menor intervalo de pausa na jornada de trabalho: 45 minutos. Considerando apenas os dias com registro das temperaturas, a média de horas não trabalhadas durante o mês de dezembro foi de 2,5 horas.

O gráfico 12 apresenta o número de horas não trabalhadas em cada mês ao longo do ano:

Gráfico 12 – Total de horas não trabalhadas por mês



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse gráfico, fica evidente o impacto da estação do ano no número de horas não trabalhadas. Janeiro foi o mês com maior número intervalos durante a jornada de trabalho, seguido por março, fevereiro e dezembro. Sendo assim, os dados coletados comprovam que a atenção das empresas deve estar voltada ao impacto que os meses de verão causam, não apenas na saúde e segurança de seus funcionários, mas também no planejamento e orçamento da obra.

Com a composição da equipe de trabalho, o número de funcionários e o valor da diária dos contratados, foi possível calcular o custo total com a equipe por hora. Os cálculos realizados são apresentados na tabela 2.

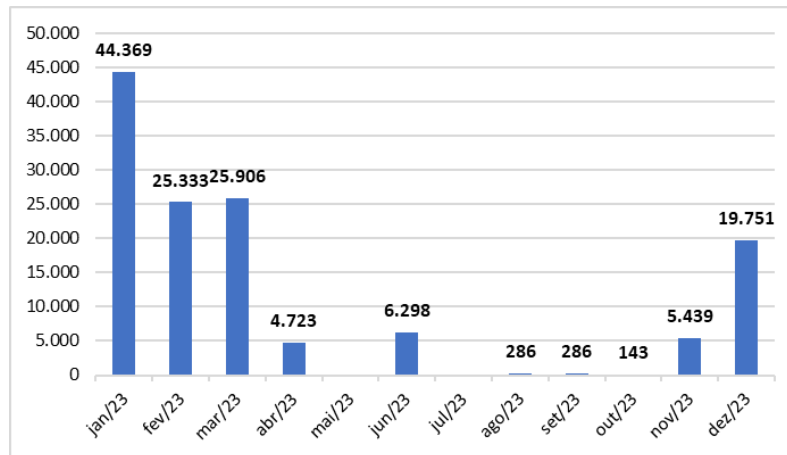
Tabela 2 – Custo total com a equipe de trabalho

| CARGO | QUANTIDADE | VALOR DIÁRIA | R\$/dia | R\$/h |
|----------------------------|-------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Encarregado Geral | 1 | R\$ 500,00 | R\$ 500,00 | R\$ 62,50 |
| Encarregado de Carpintaria | 1 | R\$ 290,00 | R\$ 290,00 | R\$ 36,25 |
| Carpinteiro | 10 | R\$ 160,00 | R\$ 1.600,00 | R\$ 200,00 |
| Auxiliar de Carpintaria | 7 | R\$ 100,00 | R\$ 700,00 | R\$ 87,50 |
| Encarregado de Ferragem | 1 | R\$ 290,00 | R\$ 290,00 | R\$ 36,25 |
| Ferreiro | 5 | R\$ 160,00 | R\$ 800,00 | R\$ 100,00 |
| Auxiliar de Ferragem | 4 | R\$ 100,00 | R\$ 400,00 | R\$ 50,00 |
| R\$ TOTAL POR HORA | | | | R\$ 572,50 |

Fonte: Elaborado pelo autor

Considerando uma jornada de trabalho de 8 horas, o custo total com a equipe por hora é de R\$ 572,50. Juntando essa informação, com os valores de horas não trabalhadas em cada mês presentes no gráfico anterior, foi possível estimar o custo com a equipe inativa em cada mês. O resultado é apresentado no gráfico 13.

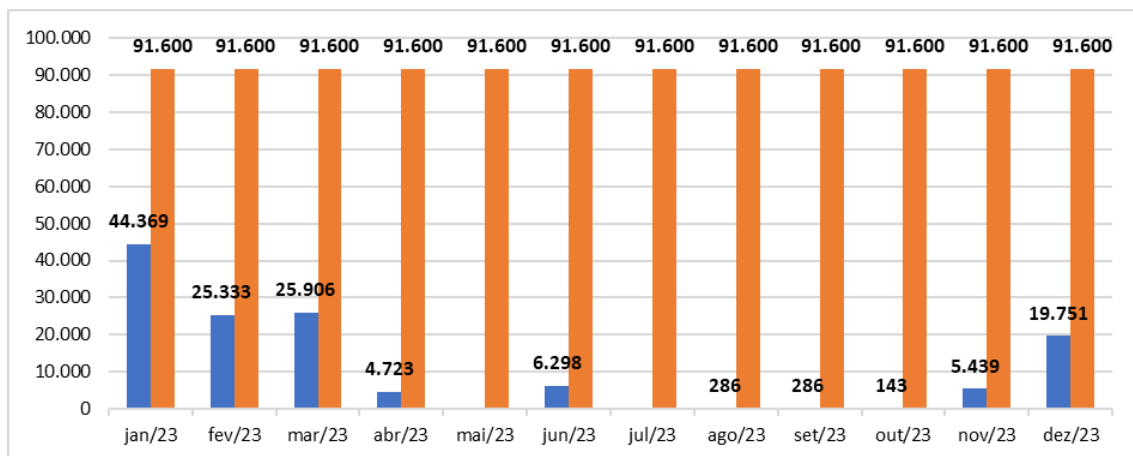
Gráfico 13 – Custo com equipe inativa por mês



Fonte: Elaborado pelo autor

Em seguida, esses valores foram comparados com os valores de orçamento estimados para a mão e obra em cada mês. Para tanto, foi considerada jornada de trabalho de 8 horas diárias, 20 dias no mês. O resultado obtido é apresentado a no gráfico 14:

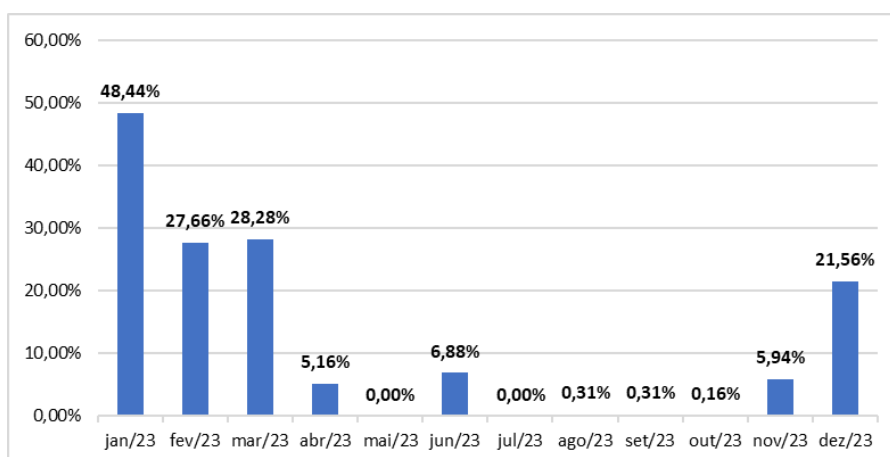
Gráfico 14 – Comparativo de orçamento



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, a partir desses valores foi possível estimar o percentual gasto com a equipe inativa em relação ao valor previsto para contratação. O resultado obtido é apresentado no gráfico 15:

Gráfico 15 – Percentual de custo com equipe inativa



Fonte: Elaborado pelo autor

Esses dados indicam que, em um ano, o valor desembolsado com a equipe inativa corresponde a 12% do valor total previsto na contratação. Ou seja, caso esse gasto extra não seja considerado pela equipe de orçamento da construtora, a empresa terá um estouro no orçamento da mão de obra. Caso essa situação seja avaliada somente durante o andamento da obra, a negligência das paradas para controle do estresse térmico pela empresa, a fim de contornar a situação, pode colocar em risco a segurança do trabalhador. Sendo assim, é fundamental que as equipes de gestão considerem os percentuais de majoração de prazo e custo associados ao período de inatividade das equipes. Somente assim, será garantido ao funcionário a plena promoção de sua saúde e segurança no ambiente de trabalho.

6 CONCLUSÃO

A investigação em torno do estresse térmico na construção civil e seu impacto no tempo de inatividade da mão de obra, bem como nas dimensões econômica e operacional, fornece uma visão abrangente e profunda sobre a necessidade de estratégias eficazes de gestão no ambiente de trabalho. O estudo, fundamentado no uso do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), não só confirmou a incidência significativa de paradas por estresse térmico em um canteiro de obras, mas também ilustrou as repercussões diretas dessas interrupções no cumprimento dos prazos e nos custos de mão de obra.

A análise detalhada dos dados coletados revelou um padrão sazonal nas horas de parada, enfatizando a relação direta entre as condições climáticas e a produtividade no canteiro de obras. Além disso, o estudo destacou um aspecto crítico muitas vezes negligenciado no planejamento e orçamento das construções: a importância de incorporar antecipadamente as pausas para controle do estresse térmico, garantindo a saúde e segurança dos trabalhadores sem comprometer a eficiência operacional.

Em conclusão, os resultados deste trabalho enfatizam a necessidade de um planejamento proativo e abrangente que considere os impactos do estresse térmico na construção civil. As descobertas reforçam a importância de estratégias preventivas e de monitoramento contínuo, visando não apenas a proteção da força de trabalho, mas também a sustentabilidade financeira e temporal dos projetos. Assim, o estudo contribui significativamente para a compreensão e gestão do estresse térmico, oferecendo um caminho para a melhoria contínua nas práticas da indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

- BORG, M. A.; XIANG, J.; MCCAUGHEY, E. J.; CUTTLE, C.; PISANIELLO, D. Associations between the self-reported health of construction workers and their workplaces' heat stress management strategies: evidence from Australia's tropical north. *Building and Environment*, v. 122, p. 206-215, 2017.
- CARVALHO, F. M.; PEREIRA, A. S. Impactos do estresse térmico na saúde do trabalhador. *Revista de Saúde Pública*, v. 50, n. 1, p. 11-22, 2016.
- CHAN, A. P.; YANG, Y.; CHAN, D. W. Survey of the perceived effects of climatic changes on construction labor productivity in Hong Kong. *Journal of Management in Engineering*, v. 31, n. 5, 04014073, 2014.
- COSTA, G. S.; SILVA, L. F. Abordagens para prevenção e controle do estresse térmico em ambientes de trabalho. *Revista de Saúde Pública*, v. 51, n. 15, p. 112-120, 2017.
- COSTA, L. T.; BARBOSA, M. P. Avaliação do estresse térmico em ambientes de trabalho: aplicação do índice IBUTG. *Revista de Saúde Ocupacional*, v. 43, n. 14, p. 30-42, 2018.
- FERREIRA, A. M.; LOPES, F. D. A importância da hidratação para prevenção do estresse térmico em trabalhadores da construção civil. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 43, n. 15, p. 34-42, 2018.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, R. A. Medição do estresse térmico: aplicabilidade do índice IBUTG em ambientes industriais. *Cadernos de Saúde e Segurança do Trabalho*, v. 4, n. 7, p. 55-66, 2015.
- GONÇALVES, R. M.; ALMEIDA, L. S. Efeitos do estresse térmico sobre doenças respiratórias em trabalhadores. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 15, n. 3, p. 227-234, 2017.
- LOPES, M. T.; MACHADO, E. L. Impactos do estresse térmico sobre a saúde e desempenho dos trabalhadores. *Cadernos de Saúde Ocupacional*, v. 38, n. 2, p. 200-210, 2020.
- MARTINS, L. H.; ROCHA, L. P. Estratégias de controle do estresse térmico em ambientes laborais. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 44, n. 15, p. 117-128, 2019.
- MARTINS, L. R.; FERNANDES, R. C. Estresse térmico: análise dos fatores de risco em ambientes ocupacionais. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 17, n. 3, p. 334-342, 2019.
- MENDES, R.; GONÇALVES, L. M. Vestuário e proteção contra o calor na construção civil. *Revista de Engenharia e Segurança do Trabalho*, v. 12, n. 1, p. 22-30, 2017.

MORAIS, N. A.; FERNANDES, L. C. Estresse térmico e riscos cardiovasculares em ambientes ocupacionais. *Revista de Saúde Ocupacional*, v. 43, n. 14, p. 45-52, 2018.

OLIVEIRA, B. R.; CARVALHO, P. T. Gestão do trabalho na construção civil para prevenção do estresse térmico. *Cadernos de Engenharia de Segurança do Trabalho*, v. 8, n. 2, p. 88-97, 2020.

ROWLISON, S., JIA, Y. A., LI, B., & CHUANJING, J. U. (2014). "Management of climatic heat stress risk in construction: a review of practices, methodologies, and future research." *Accident Analysis & Prevention*, 66, 187-198.

SANTOS, J. A.; SILVA, M. G. Aclimação como estratégia de prevenção ao estresse térmico em canteiros de obras. *Revista de Saúde Pública e Nutrição*, v. 2, n. 3, p. 1-11, 2019.

SILVA, E. J.; ALMEIDA, P. R. O uso do IBUTG para avaliação do conforto térmico no trabalho. *Revista de Engenharia e Saúde Ocupacional*, v. 41, n. 12, p. 89-100, 2016.

SILVA, E. J.; ALVARENGA, J. M. O estresse térmico e suas implicações no ambiente laboral. *Revista de Saúde e Segurança do Trabalhador*, v. 6, n. 1, p. 54-65, 2018.

SILVA, E. J.; MARTINS, J. C. Monitoramento e alertas como medidas de prevenção ao estresse térmico na construção civil. *Revista de Tecnologia da Construção*, v. 16, n. 4, p. 50-59, 2021.

SOUZA, E. P.; LOPEZ, R. F. Doenças relacionadas ao estresse térmico. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 31, n. 5, p. 1075-1088, 2015.

XIANG, J., BI, P., PISANIELLO, D., & HANSEN, A. (2014). "Health impacts of workplace heat exposure: an epidemiological review." *Industrial Health*, 52(2), 91-101.