

A INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA PRODUTIVIDADE NO SETOR INDUSTRIAL

Rodrigo Santana de Oliveira¹; Amanda Viviane Muniz Rodrigues²

^{1,2} Universidade de Uberaba

rodrigofisioterapia2004@hotmail.com; amanda.muniz@ergosafety.com.br

Resumo

O conforto térmico é um dos fatores, que afeta de forma direta o rendimento de trabalho. Quando o trabalhador fica exposto a temperaturas elevadas, ou muito baixas, o seu rendimento cai, a velocidade diminui e ocorre um aumento nas pausas, ocorrendo com isso aumento nas chances de acidentes, pois a concentração é reduzida. Outros fatores como estrutura ambiental, uso de equipamentos de proteção individual e fatores psicológicos, também afetam a forma como o trabalhador sente o ambiente. Estudos apontam que quando a temperatura no local de trabalho atinge 30°C, a produtividade cai cerca de 20% e há um aumento de 75% na frequência de erros. Temperaturas acima de 24°C deixam os trabalhadores com sonolência e as temperaturas abaixo de 18°C, o trabalhador começa a sentir tremores. Temperaturas acima de 32 °C prejudicam a percepção de sinais, fazendo com que as pessoas tomem decisões mais arriscadas, reduzindo a qualidade do trabalho e aumentando o risco de acidentes. Para isso foram criadas normas que fiscalizam estes ambientes como a NR15, NR17 e NHO 06. Por meio de um estudo, feito por levantamento bibliográfico e dados de IBUTG fornecidos pela empresa ERGOSAFETY, de 2 empresas do ramo industrial, com o objetivo de avaliar o desempenho do trabalhador, no setor industrial quanto ao conforto térmico, pode-se constatar que atualmente, as empresas demonstram maior preocupação com o ambiente de trabalho, utilizando-se de métodos de controle da temperatura como o ar condicionado, para gerar maior conforto ao trabalhador.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Temperatura Efetiva, Higiene Ocupacional, Ergonomia.

1 Introdução

Em meados do século XVIII, houve um abrupto crescimento no setor industrial. Com o aumento da produção e, conseqüente piora nas condições de trabalho. O trabalhador se via obrigado, a laborar em condições que forçavam a sua saúde física e mental ao extremo, para que conseguissem entregar a produção no seu tempo. Por conseqüência dessas condições desfavoráveis, houve um aumento das patologias relacionadas ao sistema osteomuscular.

Somente nas décadas de 50/60, é que houve as primeiras tentativas de sanar este problema, buscando soluções através da Higiene Ocupacional. Dentro desse cenário, a ergonomia apresenta um papel fundamental, pois ela estuda de forma aprofundada, as formas de adaptação que trazem um conforto maior ao trabalhador, gerando bom desempenho na função e por conseqüência uma melhora na produtividade (ENGEMET, 2019).

Um dos itens analisados quando se aplica a Ergonomia, é o conforto térmico. Este trata do bem-estar que o trabalhador experimenta, em relação às condições de temperatura no local de trabalho, ela é uma combinação de fatores como temperatura radiante média (trm), umidade relativa (ur), temperatura do ambiente (ta) e velocidade relativa do ar (vr).

Para isso foram criadas normas, que impõem limites e ajudam a preservar a saúde do trabalhador. As principais normas regulamentadoras que tratam do conforto térmico são a NR15, NR17 e a NHO 06. Nelas

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 a 24 de outubro 2019

são apresentadas fórmulas para cálculo da análise da temperatura efetiva, bem como os valores limites, que restringem o ambiente de trabalho agressivo a saúde do mesmo.

Apesar dos valores calculados em fórmulas de temperatura, é importante lembrar que o conforto térmico, se relaciona também com sensações subjetivas, que afetam a forma como o trabalhador sente o ambiente. Por isso quando se faz o estudo do ambiente laboral, é importante levar em consideração, condições físicas e psicológicas.

Quando avaliado o ambiente de trabalho, Silva (2010) diz que este tem influência direta na forma como o trabalho é executado. O autor traz que quando o trabalhador suporta altas temperaturas, o seu rendimento cai significativamente, com a velocidade sendo diminuída e ocorrendo um aumento nas pausas, há também um aumento nas chances de acidentes, pois a concentração cai.

Outro autor Kovaleski e Capraro (2008) traz que na construção, há uma priorização na diminuição do desperdício, no cumprimento de prazo e na redução de custo, isso faz com que não se preocupem com o ambiente do trabalho. Com isso a saúde do trabalhador é colocada de lado, para que haja um melhor rendimento na construção.

No que diz respeito à climatização, o autor Oliveira (2017), relaciona manifestações como dores de cabeça, fadiga, depressão e sono com ambientes que tenham uma climatização feita de forma inadequada. O autor menciona que o desgaste físico, para que o corpo mantenha uma temperatura agradável, gera desatenção, pois a energia humana é desviada.

O Brasil devido a sua grande extensão territorial apresenta diferentes regimes de temperatura. Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE no período de 1931 e 1990 mostram que 38% da parcela da população brasileira está exposta a temperatura anual de 24,1 a 27°C, enquanto 34,5% a temperatura de 21,1 a 24°C, esse são valores significativos que influenciam no conforto térmico (RUAS, 2001).

Quando restringimos a região Sudeste, Oliveira et al., (2006) traz dados de 1980 a 2000 que demonstram que estudando o índice de temperatura e umidade (ITU), o conforto térmico é adequado quando o ITU é menor que 74, quando ele está entre 74 e 79 ele gera um leve desconforto térmico, entre 79 e 84 indica perigo e acima de 84 risco grave à saúde. O estudo demonstra que com exceção do inverno, todas as demais estações apresentam certo grau de estresse térmico, com valores chegando a 78,7 em certos meses.

Quando levamos em consideração Uberaba, Petrucci (2016) traz dados que demonstram que houve mês, entre os anos de 2013 a 2015 que a temperatura chegou a 26,03°C, valor que pode afetar o conforto térmico. Para que pudesse ser avaliado, o desempenho do trabalhador no setor industrial, quando associado ao conforto térmico, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos, teses e monografias, além de dados de Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG), fornecidos pela empresa Ergosafety de Uberaba, que analisaram duas empresas, sendo uma de defensivo agrícola e outra de Fertilizantes, o IBUTG obtido de uma teve uma média de 23,02, enquanto a outra obteve média de 22,34. Levando em consideração que ambas possuíam sistema de controle de temperatura como ar condicionado, ambos os valores apresentam uma média positiva para o ambiente de trabalho.

2 Materiais e Métodos

Para elaboração desta pesquisa, foi necessário um levantamento bibliográfico, relacionado a áreas de Ergonomia, Higiene Ocupacional e Conforto Térmico. Com um apanhado de livros, artigos e teses, buscados em meios eletrônicos e na biblioteca da Universidade de Uberaba, além de dados fornecidos pela empresa ERGOSAFETY. Com o material em mãos, foi realizada uma leitura aprofundada com uma elaboração de resumo, subdividindo os assuntos. Essa pesquisa apresentou características quantitativas, com os dados das empresas e

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 a 24 de outubro 2019

qualitativo, pois se baseou em um entrelaçado de informações para trabalhar a ideia do conforto térmico.

3 Conforto Térmico

Para Alves (2017) o conforto térmico se define como uma sensação de bem-estar. E o ambiente que o propicia, somente é confortável quando promove essa satisfação ao maior número de pessoas. Ele é conseguido por uma avaliação que envolve dados fisiológicos, físicos, psicológicos, entre outros.

Para que isso possa ocorrer, é necessário que haja um estudo bem elaborado das condições de trabalho, e as formas de adaptação para garantir esse agradável ambiente.

3.1 Aspectos Fisiológicos e Psicológicos

Exposição em ambientes cuja umidade e temperatura estejam altas, pode haver, esgotamento, câimbras, fadiga, danos ao cérebro ou até morte (SILVA, 2010). A seguir na Quadro 1 são apresentados os principais sintomas relacionados à temperatura aparente e ao nível de perigo.

Quadro 01 – Sintomas de Stress Térmico

Temperatura Aparente	Nível de Perigo	Síndrome de Calor (Sintomas)
27° a 32°C	Atenção	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física
32° a 41°C	Muito Cuidado	Possibilidade de câimbras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física
41° a 54°C	Perigo	Câimbras, insolação, e esgotamento prováveis. Possibilidade de dano cerebral (AVC) para exposições
Superior à 54°C	Extremo perigo	Insolação e Acidente Vascular Cerebral (AVC) iminente

Fonte: Silva (2010)

Para que se pudesse obter, uma melhor compreensão da influência psicológica do conforto térmico, estudos foram realizados, e constatou-se que 70% dos avaliados, obtiveram resultados positivos no teste de atenção e memória (BATIZ et al., 2009). Outro estudo demonstra que 12,5% dos entrevistados consideram que a exposição ao calor não interfere no seu humor, um número pequeno, comparados aos que sofrem essa interferência, mas 100% sentem a influência da exposição à temperaturas anormais. O estudo demonstrou que a subjetividade pode influenciar na percepção térmica do meio, com os envolvidos apresentando efeitos negativos como interferência na produtividade e humor, quando expostos a temperaturas anormais (OLIVEIRA et al., 2010).

3.2 Estrutura Ambiental

Para que se possa considerar um ambiente como confortável para o trabalho, não se pode depender única e exclusivamente das condições climáticas, há de se levar em consideração também outros fatores como calor produzido por equipamentos, calor gerados pelas atividades desempenhadas, e as características construtivas do ambiente de trabalho (CARVALHO, 2018).

Se levarmos em consideração que a vestimenta é um dos fatores que alteram o conforto térmico, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são fatores importantes no cálculo da temperatura efetiva. Veiga, Almeida e Duarte (2016) tratam que as características de projeto dos EPI devem contar de forma a oferecer a proteção necessária ao trabalhador, e deve ao mesmo tempo ajudar a controlar os efeitos negativos, relativos à elevação da temperatura corporal.

3.3 Normas

A Norma Regulamentadora 15, Anexo III segundo a obra Segurança e Medicina do Trabalho (2019), diz que para avaliação dos limites de exposição ao calor, deve-se primeiro calcular o “Índice de Bulbo Úmido –

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 a 24 de outubro 2019

Termômetro de Globo” (IBUTG) que é feito da seguinte forma:

Para ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7 t_{bn} + 0,3 t_g \quad (1)$$

Para ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 t_{bn} + 0,1 t_{bs} + 0,2 t_g \quad (2)$$

Com essas medições realizadas no local de trabalho, são obtidos os valores limites, que indicam o tempo de trabalho e o tempo de descanso. Na tabela, a seguir, são demonstrados, os valores limites para quando o descanso é realizado, no próprio local de trabalho. É possível verificar os seguintes dados.

Tabela 1 – Regime de Trabalho x Tipo de Atividade

Regime de trabalho intermitente com Descanso no próprio local de (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,3	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Fonte: Segurança e Medicina do trabalho (2019)

Segundo o autor, o tempo de descanso deve ser considerado como tempo de serviço. Já quando o descanso é realizado em outro local que o do trabalho, deve-se primeiro calcular a taxa de metabolismo média ponderada em uma hora, que é dada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60} \quad (3)$$

Logo após calcular o IBUTG médio ponderado para uma hora através da seguinte fórmula:

$$\overline{IBUTG} = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60} \quad (4)$$

Com esses valores obtidos, deve-se consultar a tabela 2 a seguir, que dirá qual máximo de IBUTG referente aquela taxa de metabolismo.

Tabela 2 – Taxa de Metabolismo x IBUTG

M (kcal/h)	MÁXIMO IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Fonte: Segurança e Medicina do trabalho (2019)

A obra Segurança e Medicina do Trabalho (2019) diz que a Norma Regulamentadora 17, permite estabelecer parâmetros que gerem uma adaptação das condições de trabalho, provocando o máximo de segurança, conforto e desempenho eficiente. A norma no item 17.5.1 fala que, essas condições devem estar adequadas as características psicofisiológicas, de acordo com a natureza do trabalho.

FUNDACENTRO (2017), através da Norma Higiene Ocupacional 06, diz que o critério para a avaliação do conforto térmico é feito através do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) relacionado à Taxa Metabólica (M).

Deve haver uma distinção, segundo o autor, referente as medidas preventivas e as corretivas. Sendo que a preventiva deve ser tomada para se minimizar a probabilidade à exposição, enquanto a corretiva visa reduzir a exposição.

3.4 Conforto Térmico x Produtividade

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 a 24 de outubro 2019

O ambiente no qual o trabalho ocorre, pode influenciar na forma como ele é executado. Em locais que a pessoa é obrigada a suportar altas temperaturas, o seu rendimento pode cair significativamente, ou seja, as pausas se tornam maiores, a velocidade do trabalho diminui e ocorre maior propensão a acidentes, por conta da diminuição da concentração. Quando a temperatura no local de trabalho atinge 30°C, a produtividade cai cerca de 20% e há um aumento de 75% na frequência de erros (SILVA, 2010).

Como o autor Lida (2005) cita, temperaturas acima de 24°C deixam os trabalhadores com sonolência e as temperaturas abaixo de 18°C, o trabalhador começa a sentir tremores. O autor ainda fala que temperaturas extremas principalmente no frio, dificultam a concentração, pois a sensação de desconforto provoca distração. Sendo que temperaturas acima de 32 °C prejudicam a percepção de sinais, fazendo com que as pessoas tomem decisões mais arriscadas, reduzindo a qualidade do trabalho e aumentando o risco de acidentes.

3.5 Conforto Térmico no Setor Industrial

Visto a relação entre o conforto térmico e a produtividade, é importante confrontar como as empresas estão encarando, essa forma de adequação do trabalho ao ambiente. Para isso foram disponibilizados dados de IBUTG, pela empresa ERGOSAFETY, que mostra valores de duas empresas da cidade de Uberaba. A Empresa 1 é uma empresa de Defensivos Agrícolas e a Empresa 2 de Fertilizantes, em ambos os casos as empresas apresentavam ar condicionado no local de trabalho, para climatização. Segue a tabela 3 com os respectivos valores:

Tabela 03 – Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo

EMPRESAS	IBUTG	IBUTG MÉDIO
EMPRESA 1	23,9	23,02
	20,4	
	21,3	

	25,9	
	21,7	
	24,4	
	22,1	
	24,5	
EMPRESA 2	20,9	22,34
	22,6	
	22,5	
	23	
	22,7	

Fonte: Ergosafety

Após a análise dos dados fornecidos, podemos obter uma média de IBUTG de 23,02 na empresa 1 e de 22,34 na empresa 2, ambos os valores quando enquadrados na NR15, apresentam resultados positivos, mostrando que essas empresas locais, demonstram preocupação para com o ambiente laboral.

Quando há a comprovação, de que o ambiente possa gerar um desconforto ao trabalhador, algumas medidas devem ser tomadas. Se possível evitar atividades expostas ao sol, nos períodos de 10 da manhã às 5 da tarde, ou trazer flexibilidade de horário, para que os colaboradores possam escolher o melhor período. Pausas planejadas, para que o trabalhador possa descansar, beber algo gelado e se refrescar. Quanto à fonte de calor, indica-se que o trabalhador mantenha maior distância possível, e quando exposto que essa proximidade dure apenas o tempo necessário. Outra prática essencial é o isolamento térmico, com uma manta especial que impeça que o calor chegue ao local.

Se tratando de um ambiente interno, a prática do uso de ar condicionado se mostra muito eficaz, pois esse promove um controle dessa temperatura de forma mais rápida. Desde que bem planejado, o ambiente pode ter sua temperatura controlada, para se manter nos parâmetros exigidos.

4 Conclusão

Quando avaliado o conforto térmico, dados como temperatura efetiva e IBUTG são fundamentais, para a classificação da temperatura de trabalho. Deve-se avaliar ainda

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 a 24 de outubro 2019

fatores psicofisiológicos, estrutura ambiental e EPI para uma classificação mais exata.

De acordo com os dados coletados, pode-se dizer que as empresas têm aumentado a preocupação quanto ao conforto térmico, e têm buscado meios para realizar o controle da temperatura, diminuindo com isso o risco de acidentes, afastamentos por patologias e aumentando a produtividade e o rendimento. Se faz necessário ainda, mais estudos acerca do assunto, para que se possa otimizar a avaliação do conforto ambiental, principalmente no setor industrial.

Referências

ALVES, Welington Ricardo Sant'Anna. **Análise da Temperatura Ocupacional e do Conforto Térmico dentro do Setor de Produção de uma indústria Têxtil**. 2017. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

BATIZ, Eduardo Concepción et al. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p.477-488, set. 2009. Quadrimestral.

ENGEMET. **O que é Higiene Ocupacional?** 2019. Disponível em:<http://www.engmet.com.br/o-que-e-higiene-ocupacional/>. Acesso em: 19 jul. 2019.

EQUIPE ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 82. ed. São Paulo: Atlas, 2019. 1202 p.

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **NOH06:**

NHO 06 - Avaliação da exposição ocupacional ao calor. 2 ed. São Paulo: Fundacentro, 2017. 48 p.

KOVALESKI, Antonio C.; CAPRARO, Luiz. **Conforto Ambiental para Estudantes de Engenharia: uma Proposta de Ensino**. 2008. 9 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tuiuti do Paraná, Tuiuti, 2008.

OLIVEIRA, Lutércia M. F. de et al. Zoneamento Bioclimático de Região Sudeste do Brasil para o Conforto Térmico Animal e Humano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p.823-831, set. 2006. Trimestral.

OLIVEIRA, Ricardo Henrique Sousa. **Análise da Influência da Climatização do Ambiente no Desempenho Estudantil**. 2017. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Rio Verde, Rio Verde, 2017.

PETRUCCI, Eduardo. **Análise Termohigrométrica e Conforto Térmico na Cidade de Uberaba-MG entre os anos de 2010-2015**. 2016. 12 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

RUAS, Álvaro César. **Avaliação de Conforto Térmico: Contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

SILVA, Taís Larissa da. **Influência do Calor sobre a Saúde e Desempenho dos Trabalhadores**. 2010. 4 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2010.