



APLICAÇÃO DOS ESTUDOS ERGONOMÉTRICOS RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DE CALOR NO AMBIENTE DE TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PANIFICADORA DA CIDADE DE GOVERNADOR VALADARES - MG

CARRIJO, Geisiely Chaves¹; FIGUEREDO, Leonardo de Souza²; VEIGA, Túlio Pereira³; SANTANA FILHO, Wandson Moreira⁴; ROSADO, Carlos Antonio Gonçalves⁵; SILVA, Luciano⁶

¹ Discente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, geisielycarrijo@hotmail.com

² Discente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, leonardosfsouza@gmail.com

³ Discente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, tuliopveiga@gmail.com

⁴ Discente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, wandson.me@gmail.com.

⁵ Docente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, carlos.rosado@ifmg.edu.br

⁶ Docente Engenharia de Produção, Instituto Federal de Minas Gerais, luciano.silva@ifmg.edu.br

Resumo: *O presente trabalho mostra a aplicação prática das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, NR-15 e NR-17, em uma empresa do setor de panificação, com o objetivo de detectar se a empresa cumpre as exigências legais previstas nessas normas em relação as condições de temperatura no ambiente de trabalho. Inicialmente foram utilizadas referências teóricas para determinar quais são os intervalos de temperatura satisfatórios para o ambiente de trabalho em estudo e assim determinar qual a temperatura efetiva para que os trabalhadores estejam em condições de conforto e os índices de temperatura para que estes não operem em condições insalubres em relação a exposição ao calor. Após, foram realizadas medições utilizando o Medidor de Stress Térmico, que fornece as temperaturas de bulbo úmido natural, temperatura de bulbo seco, velocidade do ar e o índice de IBUTG. Os dados obtidos através das medições foram projetados no Ábaco de Temperaturas Efetivas para verificação das condições de conforto térmico e também aplicados na equação que determina o índice de IBUTG a fim de verificar se o ambiente é salubre ou insalubre em relação a exposição ao calor.*

Palavras-chave: Normas Regulamentadoras NR-15 e NR-17; Aspectos ergonômicos; IBUTG; Temperatura Efetiva; Condições climáticas.

APPLICATION OF ERGONOMIC STUDIES RELATED TO HEAT CONDITIONS IN WORKPLACE: A CASE STUDY IN A BAKERY HOUSE AT GOVERNADOR VALADARES - MG

Abstract: *The work shows the practical application of using regulatory rules of Ministry of Labour., the NR-15 and NR-17 in a company of bakery sector. This work aims to detect if the company comply with the legal requirements of regulatory rules about temperature conditions at the work ambient . First of all, it was used theoretical references to determine which temperature intervals are satisfactory to the studied work ambient, and also to determine the effective temperature that makes the employees work under comfort conditions, and also the determine the temperature index that the employees don't work under unhealthy conditions of heat exposition. After that, it was made measure using a Thermal Stress Measurer. The equipment used gives us the natural wet bulb temperature, the dry bulb temperature, air velocity, and the IBUTG index. The data obtained by the measure were projected on the Effective Temperature Abacus in order to verify thermal comfort conditions and also apply it in the equation that determine the IBUTG index, in order to verify if the ambient is healthy or unhealthy about heat exposition.*

Keywords: NR-15 and NR-17 Regulatory Rules; Ergonomic aspects; IBUTG; Effective Temperature; Climate conditions.

1. Introdução

A necessidade do estudo da ergonomia é decorrente da evolução das máquinas e de sua utilização. Conforme Minicucci (1995), esse desenvolvimento repentino, resultou no surgimento de alguns agentes físicos que interfere na saúde do trabalhador, são eles: ruído, vibração, as condições térmicas do ambiente de trabalho e os trabalhos contínuos. A exposição do trabalhador as essas condições de trabalho, resultaram na ocorrência de acidentes, aumento da fadiga e os baixos rendimentos. Tudo isso incentivou o estudo da adaptação do trabalho ao homem.

Nesse sentido, a presente comunicação tem como foco o seguinte questionamento: O estabelecimento do setor de panificação em estudo, está em conformidade com as Normas Regulamentadoras 15 e 17 do Ministério do Trabalho em relação ao conforto térmico e exposição ao calor?

O objetivo do trabalho é analisar um dos fatores da abordagem ergonômica, que será o estudo sobre os efeitos da temperatura no ambiente de trabalho. O local escolhido para a realização das medições foi uma Panificadora, localizada em Governador Valadares. A decisão por uma empresa do setor de panificação, devido a presença de fornos de altas temperaturas no posto de trabalho.

O presente artigo tem por intuito, calcular a temperatura efetiva e o índice de IBUTG, a fim de verificar se o estabelecimento em estudo se encontra em conformidade com duas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego: NR-15 e NR-17. A primeira trata sobre Atividades e Operações Insalubres, que estabelece os períodos de trabalho e descanso de acordo com índice de IBUTG. A segunda tem como objetivo normalizar as condições ergonômicas do trabalho.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Introdução à Ergonomia

A ergonomia pode ser definida para Laville (1977), como o conjunto de conhecimentos científico relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto, segurança e eficiência.

A Associação Brasileira de Ergonomia (www.abergo.org.br) define ergonomia da seguinte maneira:

Entende-se por Ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas. (ABEPRO, 2016).

A palavra Ergonomia deriva dos termos gregos, *ergo* que significa trabalho e *nomos*, que significa regras. De acordo com Falzon (2007), o princípio da ergonomia está relacionado com a união das disciplinas que formam seu conceito, tais como fisiologia, antropometria e psicologia.

De acordo com Abrahão *et al.* (2009), a ergonomia se divide em três abordagens específicas, são elas: Física, Cognitiva e Organizacional. Dentro do propósito do presente artigo, a ênfase será dada à Ergonomia Física. Segundo Iida (2005), a Ergonomia Física, características da anatomia humana, antropométricas, fisiologia e biomecânica, relacionados com a atividade física.

2.2. Agentes Físicos

Segundo Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), alguns agentes físicos no ambiente de trabalho encadeado a Ergonomia Física, são:

- a) Ruídos
- b) Vibrações
- c) Temperatura
- d) Iluminação
- e) Radiações

2.3. Temperatura

Temperatura é definida por Sears (2008), como sendo a capacidade do nosso corpo em distinguir “quente” e “frio”.

De acordo com Tipler (2009, p. 600), “calor é transferência de energia de uma diferença de temperatura”. Tomando por base esse conceito, deve-se diferenciar os três tipos de transferência: condução, convecção e radiação.

Ainda de acordo com Tipler (2009), condução entende-se pela transferência de energia que surge a partir da interação entre átomos e moléculas, não existindo transferência de massa, convecção ocorre em meios fluidos, gerando movimentação de partículas, em função da variação de densidade e radiação onde todo o corpo, emana radiação eletromagnética (visível ou não) e conseqüentemente calor.

Por meio de algum dos três mecanismos citados anteriormente pode ocorrer um aumento da temperatura ambiente. Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), defini dois tipos de defesa do organismo humano, vasodilatação periférica e sudorese.

Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), ainda destaca as principais doenças do calor, que surgem da insuficiência das defesas em controlar o aumento da temperatura em que o organismo humano está exposto. As doenças são classificadas em quatro categorias: exaustão do calor, desidratação, câibra do calor, choque térmico.

Segundo Iida (2005), o nosso organismo é uma espécie de máquina térmica, que gera calor continuamente pelo processo de combustão, o mesmo realiza contínuas trocas de calor com o meio ambiente, pelos processos de condução, convecção e irradiação, mantendo o equilíbrio térmico, ou seja, a quantidade de calor recebido pelo organismo deve ser igual ao calor cedido para o ambiente.

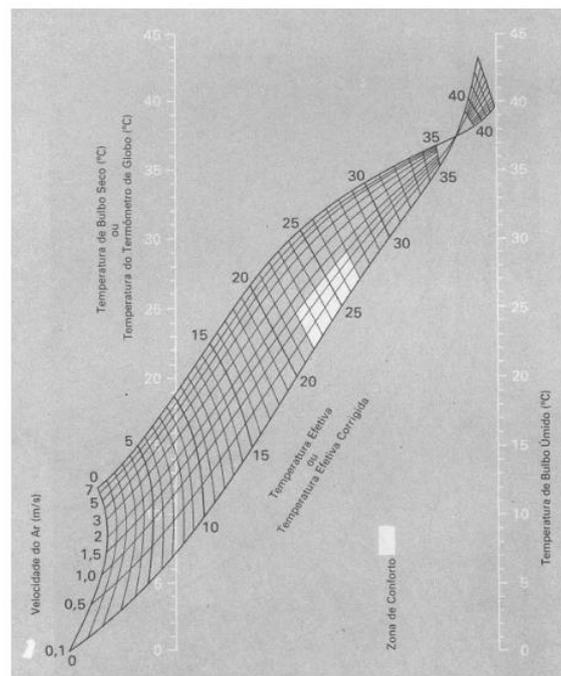
Dois fatores influenciam, segundo Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), essa troca térmica entre organismo e meio ambiente que são a umidade relativa do ar, através do mecanismo de evaporação, e a velocidade do ar. O aumento da velocidade do ar, faz com que o corpo perca calor para o meio, se a temperatura do ar for menor que a do corpo.

A partir do conceito de equilíbrio térmico, verifica-se a condição de conforto térmico, que pode ser entendida como a temperatura do ambiente onde o trabalhador se sente confortável e seguro. Segundo a NR-17 as condições ambientais de trabalho:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no INMETRO;
- b) índice de temperatura efetiva entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);
- c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento.

A temperatura medida através dos índices de umidade relativa do ar e velocidade do ar é denominada temperatura efetiva, conceituada por Iida (2005, p. 145) como sendo “aquela que produz sensação térmica equivalente a uma temperatura medida com ar saturado (100% de umidade relativa) e praticamente parado (sem ventos)”. A medida da umidade relativa é substituída pela medida de duas temperaturas, sendo com o bulbo seco e da outra com bulbo úmido. O Ábaco usado para determinar a temperatura efetiva é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Ábaco para definição da temperatura efetiva



Fonte: Koenigsberger

De acordo com a NR-15, a exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" - IBUTG definido pelas equações que se seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar, Equação (1):

$$IBUTG = 0,7 * tbn + 0,3 * tg \quad (1)$$

Ambientes externos com carga solar, Equação (2):

$$IBUTG = 0,7 * tbn + 0,1 * tbs + 0,2 * tg \quad (2)$$

Onde:

- a) *tbn* → temperatura de bulbo úmido natural
- b) *tg* → temperatura de globo
- c) *tbs* → temperatura de bulbo seco

Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador, à altura da região do corpo mais atingida.

Iida (2005), destaca que o trabalho gera calor através do metabolismo humano, e em ambientes quentes, o trabalhador na realização de sua atividade recebe calor através dos mecanismos de convecção e radiação, e possui como único meio de eliminação desse calor absorvido, a evaporação do suor. Qualquer desequilíbrio na variação de temperatura pode ser perigoso. Algumas medidas podem ser tomadas com o intuito de minimizar esses riscos: utilização de uma barreira para o calor proveniente da radiação, melhores condições que contribuam para a evaporação do suor, e por fim, a diminuição do ritmo de trabalho.

Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço. Em função do índice obtido, o regime de trabalho intermitente será definido na Quadro 1.

Quadro 1 - Anexo N°3-Limites de tolerância para exposição ao calor, Quadro N°1-Limites de tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (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 30,5	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 32,2	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: Norma Regulamentadora NR-15.

Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais. A determinação do tipo de atividade (Leve, Moderada ou Pesada) é feita consultando-se a Quadro 2.

Quadro 2 - Anexo N°3-Limites de tolerância para exposição ao calor, Quadro N°3-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).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Fonte: Norma Regulamentadora NR-15.

3. Metodologia

Para a verificação da temperatura adequada do ambiente, foi realizada a medição em um ambiente de trabalho de uma padaria.

Segundo Gil (2002) o estudo de caso consiste em um estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira que permita um conhecimento mais detalhado do objeto estudado.

A NR-15 estabelece a utilização dos seguintes aparelhos para a avaliação: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum. Com base nos valores encontrados para as variáveis citadas anteriormente, esses valores foram projetados no Ábaco de Temperaturas Efetivas, para determinar a temperatura efetiva do ambiente comparado com os valores apresentados na NR-17, que determina os aspectos ergonômicos da atividade realizada.

Através do cálculo do IBUTG, pretende -se determinar o tempo de trabalho e descanso de acordo com o Quadro nº1 do Anexo 3º da NR-15: Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, para verificar as condições de insalubridade.

4. Estudo de caso

4.1. Descrição da Empresa

A empresa tomada para estudo para a realização deste trabalho, pertence a rede de panificadoras Alpha, rede especializada em serviços de padaria, confeitaria, pizzaria e lanchonete, e que atua no mercado desde o ano de 1979.

A padaria analisada foi a segunda padaria da rede a ser aberta na cidade de Governador Valadares – MG, tendo o início de seus trabalhos em maio de 2001. A panificadora atende o bairro Nossa Senhora das Graças e ela surgiu quando o proprietário se deparou com a necessidade de ter uma padaria desta dimensão no bairro onde ela foi instalada. Quando a empresa começou a atuar no mercado sua razão social era Sigma, mas há dois anos após passar por reformas de expansão, sua razão social passou a ser Alpha.

4.2. Descrição do Estudo

O local de medição foi definido, a partir dos conceitos de Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), que ressalta a importância da localização dos aparelhos de medição. Segundo o mesmo, os aparelhos devem ser montados onde o trabalhador permanece por mais tempo, além disso, deve ser posicionado na altura da região do corpo mais atingida, a fim de obter leituras mais precisas.

Analisando se o layout da Panificadora, o melhor local para o posicionamento do aparelho de medição, foi próximo ao forno, por ser o local de maior temperatura e a maior frequência de atividades.

Para determinar se a temperatura efetiva do ambiente analisado está de acordo com a NR-15, foi realizada a medição através dos parâmetros de temperatura de bulbo úmido, temperatura de bulbo seco (ambiente externo) e velocidade do ar. Esses parâmetros são transferidos para o diagrama de temperaturas efetivas, que determina a zona de conforto térmico para o trabalhador.

Brevigliero, Possebon e Spinelli (2011), afirma que um dos índices que correlacionam as variáveis que influenciam a troca de calor do indivíduo com o meio é o índice de IBUTG (Índice de bulbo úmido-termômetro de globo), que considera os fatores, temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar, calor radiante e tipo de atividade, que serão as variáveis independentes do nosso estudo.

O equipamento que determina o índice de IBUTG é o Medidor de Stress Térmico, conforme Figura 2 que mede três temperaturas diferentes:

- a) Temperatura de globo – temperatura do calor radiante;
- b) Temperatura de bulbo seco – temperatura ambiente;
- c) Temperatura de bulbo úmido natural – temperatura da umidade do ar.

Figura 2 - Medidor de Stress Térmico



Fonte: Instrutherm

Se tratando de um ambiente interno a equação utilizada para determinar o índice de IBUTG, será a Equação (1).

A temperatura de bulbo seco não será considerada, pois é utilizada apenas em ambientes externos.

Na determinação da temperatura efetiva, a temperatura de bulbo úmido natural será medida pelo termômetro de globo, a umidade do ar é determinada por um termo higrômetro e a velocidade do ar pelo anemômetro.

5. Resultados

Após realizadas todas as medições foram obtidos os valores, para o bulbo úmido natural a temperatura foi 24°C, para o bulbo seco a temperatura foi de 32.1°C e para a velocidade do ar foi determinado o valor de 0,1 m/s, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Posicionamento do aparelho no local de medição.



Fonte: Autores

Utilizando se a Equação (1), obtivemos o seguinte valor para o IBUTG:

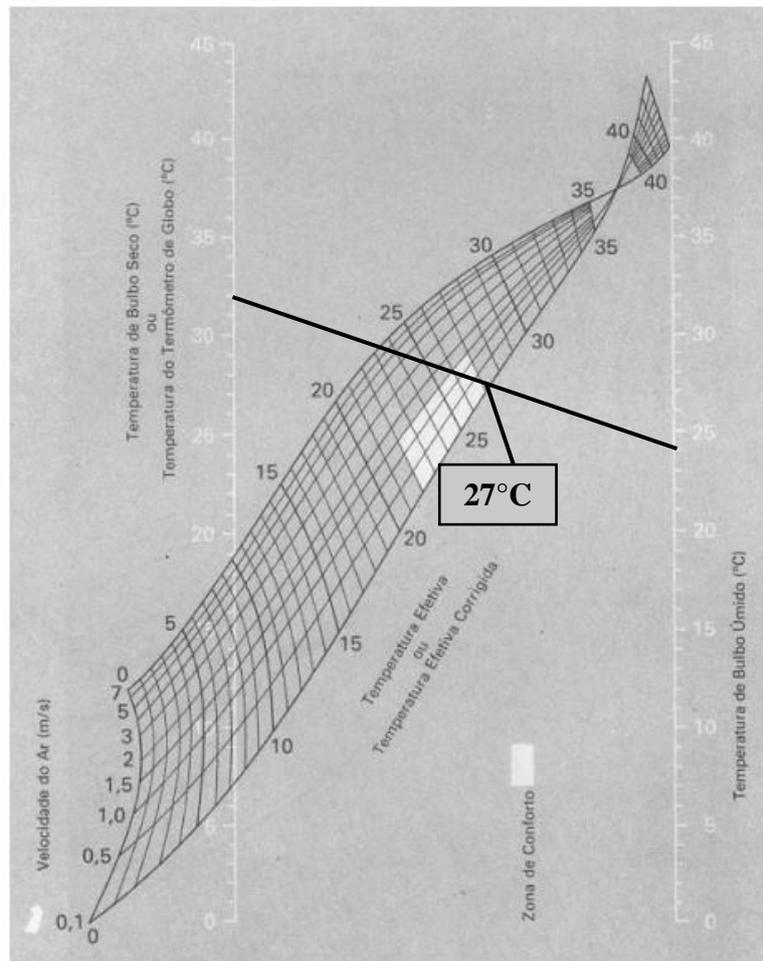
$$IBUTG = 0,7 * 24 + 0,3 * 32,1$$

$$IBUTG = 26,43^{\circ}C$$

De acordo com a Quadro 2, o serviço realizado em uma padaria pode ser considerado uma atividade moderada, sendo assim, percebe-se que valor encontrado para o índice IBUTG no local da medição, indica que os funcionários poderiam trabalhar continuamente, de acordo com os dados da Quadro 1.

A Figura 4, mostra a construção do diagrama de temperaturas efetivas, utilizando os dados encontrados.

Figura 4 – Ábaco da Temperatura Efetiva que mostra a temperatura efetiva do ambiente em estudo, usando os valores obtidos nas medições.



Fonte: Koenigsberger (modificado)

De acordo com a reta obtida no Ábaco, obteve-se a temperatura efetiva de 27 °C, o que significa que o local de trabalho não está em conformidade com as condições determinadas pela NR-17.

6. Considerações finais

De acordo com os resultados obtidos com a aplicação da NR-15, percebe-se que não há necessidade de intervalos de descanso durante a jornada de trabalho dos funcionários.

Além disso, outro fator que pode ser percebido também é a questão da insalubridade, tendo em vista que o valor encontrado para o índice de IBUTG e considerando as condições de trabalho, não há necessidade de adicional de insalubridade.

Com o valor encontrado no Ábaco equivalente a 27°C, foi possível determinar que a temperatura efetiva no local de trabalho, encontra-se fora do intervalo determinado de 20°C a 23°C. Assim, sendo necessário a adequação do local às condições de conforto previstas na NR-17.

Dessa maneira, torna-se imprescindível, pois, que a panificadora em estudo tome iniciativas, a fim de reduzir a temperatura efetiva. Essas iniciativas podem ser: uma melhor climatização do ambiente de trabalho, um aperfeiçoamento no layout já existente e por fim instalar higrômetros ou outros equipamentos que permitam ao trabalhador acompanhar a temperatura efetiva e a umidade do ar do ambiente de trabalho.

Referências Bibliográficas

- ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em 20 mai. 2016.
- ABRAHÃO, Julia; SZNELWAR, Leandro; SILVINO, Arlete; SARMET, Margarete; PINHO, Douglas. *Introdução à Ergonomia: da prática à teoria*. São Paulo: Blucher, 2009.
- BREVIGLIERO, Ezio; POSSEBON, José; SPINELLI, Robson. *Higiene Ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos*. São Paulo: SENAC, 2011.
- FALZON, Pierre. *Ergonomia*. São Paulo: Blucher, 2007.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2002.
- IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2005.
- INSTRUTHERME – Medidor de Stress Térmico. Disponível em: <http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/dept.asp?partner_id=&old_template_id=60&tu=b2c&dept_id=350&template_id=60&dept_name=Medidor+de+Stress+Termico>. Acesso em 04 jul.2016.
- KOENIGSBERGER, O. et alii — *Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Trad. Emilio Romero Ros. Madrid, Paraninfo, 1977.
- LAVILLE, Antoine. *Ergonomia*. São Paulo, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1977.
- MINICUCCI, A. *Psicologia aplicada à administração*. São Paulo: Atlas, 1995.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO – *Normas Regulamentadoras: NR-15;NR-17*. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em 25 jun.2016.
- SEARS, F., YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. A., ZEMANSKY, M. W., *Física 2 - Termodinâmica e Ondas*. 12 ed. Editora Pearson Education, 2008.
- TIPLER, P. A., MOSCA, G., *Física para Cientistas e Engenheiros* – vol. 1.6 ed. Editora LTC, 2009. 824 p.