

# ANÁLISE DE TEMPERATURA DO POSTO DE TRABALHO DE FORNEIRO EM INDÚSTRIAS CERÂMICAS NA CIDADE DE SORRISO - MT

**<sup>1</sup>GISELE C. BETTEGA BORGES, <sup>2</sup>FRANCIANNE BARONI ZANDONADI**

<sup>1</sup> Engenheira Civil (UTFPR) e Estudante de Pós Graduação em Engenharia e Segurança do Trabalho (UNIC SINOP AEROPORTO).

E-mail: [gisele.bettega@gmail.com](mailto:gisele.bettega@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora da Pós Graduação em Engenharia e Segurança do Trabalho (UNIC SINOP AEROPORTO). Mestre em Saúde Coletiva pela UFES.

E-mail: [franbaronizandonadi@hotmail.com](mailto:franbaronizandonadi@hotmail.com)

## RESUMO

A produção de tijolos cerâmicos no Brasil ainda é predominantemente artesanal. A maioria das indústrias apresentam métodos de produção e condições de trabalho bastante deficientes. Conforme a intensidade do esforço físico e as condições ambientais, a temperatura corporal central pode elevar-se a níveis prejudiciais à saúde causando debilitação geral na saúde do trabalhador. Essa pesquisa consiste em analisar o stress térmico dos postos de trabalho relacionados ao forno de queima sob a ótica da NR 15 em indústrias de cerâmica vermelha na cidade de Sorriso-MT.

*Palavras-chave: indústria cerâmica, stress térmico, forneiro*

## INTRODUÇÃO

### Indústria Cerâmica

Peças de cerâmica vermelha são encontradas e relatadas por diversas civilizações antigas, tanto em construções como em utensílios. O processo de fabricação é bastante difundido e pouco se alterou com o passar dos anos.

Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica, no Brasil há aproximadamente 11.000 empresas neste ramo. (FIEMG, 2013) A denominada Cerâmica Vermelha engloba produtos como a telha, o tijolo e suas variações. São produtos rústicos com pouco ou nenhum acabamento. A Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE classifica a indústria de cerâmica vermelha como indústria de transformação no ramo de atividades denominado “Transformação de materiais não metálicos”.

Atualmente, o crédito facilitado e programas do Governo aqueceram a construção civil e a demanda por materiais básicos aumentou. A indústria cerâmica, assim como outros ramos da construção, já tem sua produção vendida meses à frente da fabricação. (MENDES, 2013)

Mesmo com a visível melhora do cenário, o processo de fabricação de tijolos ainda é muito artesanal, de baixa escala e envolve trabalhadores braçais sujeitos a vários riscos. Faltam também investimentos na automatização do processo para maior eficiência e rentabilidade. (PAULETTI, 2001)

Pode-se classificar quatro etapas fundamentais de processamento: extração e preparação das matérias-primas, conformação mecânica, processamento térmico e expedição. (PAULETTI, 2001)

O processo de fabricação de tijolos inicia-se com a extração da argila. Esta é moída, misturada e compactada a vácuo por uma maromba e injetada a alta pressão numa matriz vazada, tomando a forma um de vergalhão. A extrusão é um processo de produção de forma semicontínua onde o material é forçado através de uma matriz adquirindo assim a forma pré-determinada pelo projetista da peça. O material expelido segue pela esteira onde é cortado por fios de aço espaçados conforme o tipo de bloco, considerando a retração que o bloco irá sofrer nos processos seguintes de secagem e queima. Os blocos são transferidos para prateleiras para secagem que pode ser natural ou forçada.

Após a secagem inicial, as peças são novamente transportadas até o forno para queima em altas temperaturas, de 750 a 900 °C. Nessa etapa ocorrem as transformações físico-químicas importantes para alterar as propriedades mecânicas da cerâmica, aumentando a resistência. O esquentar deve ser lento até aproximadamente 300°C evitando-se o excesso de oxigenação, que prejudica a temperatura da chama e a velocidade de aquecimento. O tempo de queima varia conforme o combustível utilizado e formato da peça a ser queimada. Para peças vazadas o mínimo deve ser de 6 horas. O resfriamento também deve ser cuidadoso até atingir a temperatura ambiente. (FIEMG, 2013)

Depois de queimados e resfriados, estas são paletizadas e embaladas aguardando o transporte ao consumidor final.

### **Risco Físico – Calor**

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego, os trabalhadores da indústria cerâmica são classificados como oleiros (8281-10). Dentre as atividades exercidas por eles, engloba-se: extração de matéria-prima de jazidas e preparação da argila, fabricação, secagem, queima e armazenagem de telhas e tijolos, participam da elaboração de demonstrativo da produção diária e trabalham seguindo normas de segurança, higiene, qualidade e proteção ao meio ambiente.

As principais questões que afetam o setor cerâmico no Estado de Mato Grosso são a exposição a diferentes riscos laborais durante as etapas de fabricação de cerâmica vermelha, a produção acelerada para atendimento ao mercado nas empresas de pequeno e médio porte e a localização geográfica sujeitando trabalhadores a intenso calor e poeira. (LAMERA, 2012)

Segundo a NR -15, anexo n. 3 (MTE, 2011), temperaturas extremas podem ter influência sobre o trabalhador no seu posto de trabalho. O problema pode ser originado pela exposição ao calor produzido por fontes radiantes, correntes de convecção ou por condução.

A temperatura, na maioria das vezes, é um parâmetro simples de ser mensurado. Porém, o calor é mais difícil de ser avaliado com precisão, tendo em vista a grande variedade de fatores ambientais e individuais que influem na sensação térmica. Alguns fatores endógenos podem também desafiar a estabilidade térmica, sendo a atividade muscular exercida o mais importante, pois aumenta o metabolismo, aumentando consideravelmente a produção de calor. Conforme a

intensidade do esforço físico e as condições ambientais, a temperatura corporal central pode elevar-se a níveis prejudiciais à saúde (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Quando a produção de calor pelo metabolismo do trabalhador não está em equilíbrio com a dissipação desse calor para o meio ambiente, temos uma situação de stress térmico. Esse desbalanceamento térmico pode causar debilitação geral na saúde, alterações psicossensoriais e redução da capacidade de produção. (SOUSA, 2005)

### **Caracterização da Região e Indústrias Estudadas**

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sorriso localiza-se no norte matogrossense com o cerrado como vegetação predominante e clima tropical equatorial subdivisão quente semi-úmido. Essa tipologia climática apresenta dois períodos bem definidos, um de seca com duração de 4 a 5 meses, parte do outono e inverno e outro chuvoso com temperatura média anual de 24°C com poucas variações durante o ano.

Os fornos intermitentes são os mais utilizados pela simplicidade e baixo custo de construção e operação, apesar da grande perda de produto e grande consumo de combustível (madeira). (PAULETTI, 2001)

O forno tipo abóboda é redondo e, como o próprio nome diz, possui teto abobadado. É de fácil operação, econômico e pode ser abastecido com vários tipos de combustível. Apresenta geralmente duas bocas opostas para fornecimento de calor e não possui controle de registro para a queima. (OLIVEIRA; 2011)(FIEMG, 2013) Os fornos estudados possuem controle de queima por aparadores na chaminé e insuflação de ar quando necessário para uma queima mais homogênea.

A indústria estudada apresenta mão de obra exclusivamente masculina e com baixa escolaridade. Os funcionários possuem registro de trabalho, conforme a CLT e acréscimo de 20% no salário por insalubridade e periculosidade. Por ser afastada da cidade, a fábrica possui instalação para refeições na hora do almoço.

Foram avaliados dois trabalhadores com atividades de forneiro. Um exercendo as atividades de (A) manutenção do fogo para fornecimento de calor e (B) transporte de lenha para os fornos e outro executando a (C) retirada das peças prontas de dentro do forno.

A atividade A consiste em retirar o excesso de cinza existente na boca do forno, selecionar as peças de lenha a serem colocadas e abastecer o forno com a lenha com o cuidado de não abafar o fogo nem gerar labaredas. O trabalhador permanece nesse posto de trabalho por cerca de 10 minutos.

A atividade B engloba o transporte de um carrinho de mão com peças de lenha do local onde estão estocadas até os fornos, descarregamento e empilhamento das peças e retorno com o carrinho de mão vazio. O estoque de lenha é também em local protegido do sol e o caminho percorrido é relativamente plano.

A atividade C é referente à retirada das peças queimadas do forno. O trabalhador dentro do forno pega as peças prontas com luva térmica pressionando umas contra as outras e as acomoda em um carrinho transportador logo ao lado até enchê-lo. Outro trabalhador, não incluso na análise da atividade C, retira o carrinho cheio e traz outro vazio. A sequência de retirada das peças prioriza o desbloqueio das portas para permitir a ventilação cruzada. São colocados dois ventiladores próximos às portas para forçar a saída do ar mais quente. A duração dessa atividade é de 90 a 120 minutos dependendo da peça cerâmica que está sendo produzida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação térmica foi realizada através do Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG), conforme exige a NR 15. Consiste em um índice de sobrecarga térmica, definido por uma equação matemática que correlaciona alguns parâmetros medidos no ambiente de trabalho. O valor de IBUTG obtido e o metabolismo estimado para atividade no local de trabalho são comparados aos limites de exposição estabelecidos pela legislação vigente e normas técnicas específicas. Também permite o cálculo de períodos adequados de trabalho-descanso, no caso em que o índice ultrapasse os limites estabelecidos.

Conforme a NR 15, para os postos de trabalho sem carga solar foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

A estimativa do metabolismo foi feita por observação direta e índices de taxa metabólica da NHO 06 – Fundacentro.

As medições foram realizadas no dia 01/08/2014 no início da tarde, período mais quente. Segundo o site Climatempo, o dia estava ensolarado, com temperatura de 32°C e umidade de 34%, representando um dia típico na região. Foram avaliados 4 postos de trabalho em diferentes fornos abóboda para a queima dos tijolos no município de Sorriso – MT na altura da região do corpo mais atingida, através da utilização de tripé regulável, conforme estabelece a NR15 anexo 03.

Houve uma breve explicação do procedimento de medição para o trabalhador. Este descreveu suas atividades para identificação do período de exposição mais desfavorável.

O equipamento utilizado para obtenção do IBUTG foi o termômetro de globo, modelo TGD-200, marca Instrutherm. O intervalo entre cada ponto avaliado deve respeitar um tempo mínimo de 20 minutos para estabilização do termômetro de maior tempo até que o valor se apresente estável, segundo o fabricante do equipamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos no local possibilitam uma análise em relação à bibliografia existente. Assim, é possível diagnosticar a atual situação da indústria de tijolos em relação ao calor.

As atividades A e C analisadas, abastecimento do forno com madeira para queima e retirada das peças do interior do forno, podem ser categorizadas como trabalho moderado de braços e tronco conforme a NHO 06 da FUNDACENTRO, tendo o metabolismo estimado em 225 kcal/h. Já para a atividade B, o metabolismo estimado foi de 286,1 kcal/h, transporte de carga até 10kg no plano.

O quadro 1 apresenta a síntese das medições de temperatura na atividade A: manutenção do fogo para fornecimento de calor.

<b>Posto de Trabalho</b>	<b>tbn (°C)</b>	<b>tg (°C)</b>	<b>IBUTG (°C)</b>
1	30,7	56,8	38,53
2	30,4	54,6	37,66

Quadro 1: IBUTG para atividade A.

O quadro 2 apresenta a síntese das medições de temperatura na atividade B: transporte de lenha para os fornos.

<b>Posto de Trabalho</b>	<b>tbn (°C)</b>	<b>tg (°C)</b>	<b>IBUTG (°C)</b>
3	21,1	40,4	26,89

Quadro 2: IBUTG para atividade B.

Observa-se que o IBUTG próximo ao forno é bastante alto. Os dois postos de trabalho da atividade A medidos foram ocupados pelo mesmo trabalhador. A atividade A e B são executadas intercaladamente. O metabolismo médio ponderado para esse trabalhador é de 265,73 kcal/h. O IBTUG médio ponderado é de 30,63°C. A NR 15 em seu anexo 3 limita o IBUTG em 28,5°C para um metabolismo de 250 kcal/h. Portanto, o stress térmico sofrido por esse trabalhador está claramente acima dos limites de tolerância da NR 15.

Para atender a Norma com esses parâmetros, teria que ser implantado regime de trabalho intermitente com descanso de 45 minutos a cada hora. Essa

opção, além de ser de difícil monitoramento, provavelmente seria inviável economicamente para o empregador. Outra alternativa, é intercalar a atividade A com outra em local com temperatura mais amena, como por exemplo as atividades com a peça crua.

O quadro 3 apresenta a síntese das medições de temperatura na atividade C: retirada das peças prontas de dentro do forno.

<b>Posto de Trabalho</b>	<b>tbn (°C)</b>	<b>tg (°C)</b>	<b>IBUTG (°C)</b>
4	38,9	72,2	48,89

Quadro 3: IBUTG para atividade B.

Como esta atividade é executada por mais de 1 hora, não se faz necessária a média de metabolismo e IBUTG. Os parâmetros encontrados são extremamente altos e acima de qualquer limite estabelecido pela NR 15. Mesmo a implantação do máximo intervalo de descanso e revezamento de funcionário não seria suficiente. Em vista disso, conclui-se que a atividade analisada é termicamente insalubre. É possível aguardar um resfriamento maior do forno para obter temperaturas menores e também a implantação de regime de trabalho intermitente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos princípios da higiene do trabalho é de que o risco ao trabalhador seja reduzido sempre que possível na fonte. Outro meio de se produzir peças cerâmicas é utilizando fornos contínuos. Neste método, as peças são transportadas em vagonetes (carrinhos sobre trilhos) para dentro e fora do forno sendo muito menos penoso para o trabalhador com função de forneiro. Esse tipo de forno é menos utilizado principalmente por seu alto custo de instalação e manuseio mais cuidadoso.

O ambiente, as condições de trabalho e o método produtivo analisados são típicos da maioria das indústrias de cerâmica vermelha no Brasil. Uma maneira de contornar as situações desfavoráveis é intervir nos tempos de permanência do trabalhador nos ambientes envolvidos com os fornos a fim de garantir uma situação termicamente salubre alternando-se com outras atividades. Dessa maneira, as condições de trabalho se tornariam adequadas sob a ótica termoambiental, diminuindo significativamente os riscos físicos decorrentes de altas temperaturas.

O stress térmico foi apenas um dos riscos analisados. Outro risco muito presente na indústria de cerâmica vermelha é relativo a grande quantidade de partículas sólidas em suspensão no ar provenientes das cinzas de madeira, da própria argila queimada e da área ao redor que geralmente é de terra batida. Observa-se também riscos ergonômicos no manuseio e transporte das peças. Todos aumentados pela falta de uso dos EPIs adequados, apesar dos trabalhadores serem orientados para tal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Classificação brasileira de ocupações (CBO). Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 25 de junho de 2014.

\_\_\_\_\_. Norma Regulamentadora 15 - Atividades e operações insalubres. 1978.

Disponível em

<[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20\(atualizada\\_2011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20(atualizada_2011).pdf)> Acesso em 02 de julho de 2014

NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL – Procedimento técnico – Avaliação da exposição ocupacional ao calor – NHO 06 - São Paulo: Fundacentro: 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Disponível em

<<http://www.abceram.org.br>> Acesso em 15 de dezembro de 2013

MENDES, Gustavo; Avanços históricos. *Revista Mercado e Construção*. Ed. 144. Julho/2013.

LAMERA, D. L. *et al*; Cerâmica vermelha: Processo produtivo e áreas de vivência requerem melhorias. *Revista Proteção*. Abril/2012

SOUSA, M. P., *et al*; *Condições ergonômicas dos postos de trabalho de inspeção na indústria cerâmica*, Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, 2005.

FIEMG, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. *Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica vermelha*. Minas Gerais: FIEMG, 2013.

Disponível em <

<http://www5.fiemg.com.br/admin/BibliotecaDeArquivos/Image.aspx?ImgId=41343&TabId=13672>>. Acessado em 25 de junho de 2014.

PAULETTI, M. C.; *Modelo para introdução de nova tecnologia em agrupamentos de micro e pequenas empresas: estudo de caso das indústrias de cerâmica vermelha no vale do rio tijucas*, 2001. 168f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) UFSC, Florianópolis, 2001.

OLIVEIRA, F. E. M.; *Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do Vale do Assu: estudo de caso*, 2011. 66f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) UFRSA, Angicos, 2011.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 5. 2 ed.. São Paulo, SP: Bookman, 2005

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa Climático 2012*.

Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/mapas\\_pdf/brasil\\_clima.pdf](http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/mapas_pdf/brasil_clima.pdf)> Acesso em 02 de agosto de 2014.

CLIMATEMPO. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/2626/sorriso-mt>> Acesso em 01 de agosto de 2014.