

Inovações tecnológicas e saúde do trabalhador: estudo comparativo da operação de fornos em uma indústria de cerâmica vermelha na região do Cariri, no Ceará

Technological innovations and worker health: comparative study of the operation of furnaces in a red ceramic industry in the region of Cariri, Ceará

Innovaciones tecnológicas y salud de los trabajadores: estudio comparativo del funcionamiento de los hornos en una industria de cerámica roja en la región de Cariri, Ceará

Recebido: 04/10/2022 | Revisado: 10/10/2022 | Aceitado: 11/10/2022 | Publicado: 16/10/2022

Marcelo Bezerra Sampaio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3421-7350>
Universidade Regional do Cariri, Brasil
E-mail: marcelo.sampaio@urca.br

Esdras Alex Freire de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6246-3009>
Universidade Federal do Cariri, Brasil
E-mail: esdras-alex@hotmail.com

José Gonçalves de Araújo Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8192-0284>
Universidade Regional do Cariri, Brasil
E-mail: araujo.filho@urca.br

José Leonardo da Silveira Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3947-0072>
Universidade Regional do Cariri, Brasil
E-mail: leonardo.guimaraes@urca.br

Resumo

As inovações tecnológicas, fundamentais para o desenvolvimento industrial, têm influenciado a vida humana e o trabalho. Neste contexto, esta pesquisa buscou analisar a existência de riscos na operação de fornos industriais, utilizado no processo de queima de telhas e tijolos em uma indústria de cerâmica vermelha localizada no município de Milagres, no Ceará. O objetivo foi identificar como a inovação tecnológica implementada nos fornos cerâmicos pode impactar na saúde e segurança dos trabalhadores, como também na preservação dos direitos sociais dessa classe operária. A metodologia possui abordagem qualitativa, mediante análise descritiva e comparativa, realizada a partir de um estudo de caso. Durante a etapa de coleta de dados, foram realizadas visitas *in loco* no chão de fábrica para detalhamento do processo produtivo da cerâmica e, em especial, na etapa de queima dos produtos. As evidências deste estudo corroboram que os trabalhadores desse setor produtivo estão expostos cotidianamente a diversos tipos de riscos ocupacionais. Em termos tecnológicos, tais problemas já poderiam ter sido resolvidos e, portanto, esperava-se que a contribuição do desenvolvimento tecnológico resultasse em incremento na qualidade dos produtos, aumento da produtividade, economia de combustível, redução na emissão de poluentes e, conseqüentemente, em uma maior segurança operacional.

Palavras-chave: Cerâmica vermelha; Fornos industriais; Saúde ocupacional.

Abstract

The technological innovations, fundamental to the industrial development, has influenced the human life and the work. In this context, this research sought to analyze the existence of risks in the operation of industrial furnaces, used in the process of burning tiles and bricks in a red ceramic industry located in the municipality of Milagres, Ceará. The objective was to identify how the technological innovation implemented in the ceramic furnaces can impact on the workers health and safety, how also in the preservation of social rights of that working class. The methodology have approach qualitative, through descriptive and comparative analysis, realized out from a case study. During the phase of data collect, on-site visits were shop floor to detail the production process of ceramic and, in particular, in the burn stage of the products. The evidence of this study corroborates that workers in this productive sector are exposed quotidian the several types of occupational risks. In technological terms, these problems could have already been solved and, therefore, the contribution of technological development was expected to result in an increase in product quality, increased productivity, fuel savings, reduction in pollutant emissions and, consequently, in greater operational safety.

Keywords: Red ceramic; Industrial furnaces; Occupational health.

Resumen

Las innovaciones tecnológicas, fundamentales para el desarrollo industrial, han influido en la vida y el trabajo humanos. En este contexto, esta investigación buscó analizar la existencia de riesgos en la operación de los hornos industriales, utilizados en el proceso de quema de tejas y ladrillos en una industria de cerámica roja ubicada en el municipio de Milagres, Ceará. El objetivo era identificar cómo la innovación tecnológica implementada en los hornos de cerámica puede impactar en la salud y la seguridad de los trabajadores, así como en la preservación de los derechos sociales de esta clase trabajadora. La metodología tiene un enfoque cualitativo, mediante un análisis descriptivo y comparativo, llevado a cabo a partir de un estudio de caso. Durante la etapa de recopilación de datos, se realizaron visitas in situ a la fábrica para detallar el proceso de producción de la cerámica y, en particular, en la etapa de cocción de los productos. La evidencia de este estudio corrobora que los trabajadores de este sector productivo están expuestos diariamente a varios tipos de riesgos laborales. En términos tecnológicos, estos problemas ya podrían haberse resuelto y, por lo tanto, se esperaba que la contribución del desarrollo tecnológico se tradujera en una mayor calidad de los productos, un aumento de la productividad, el ahorro de combustible, la reducción de las emisiones contaminantes y, en consecuencia, en una mayor operativa seguridad.

Palabras clave: Cerámica roja; Hornos industriales; Salud ocupacional.

1. Introdução

O desenvolvimento tecnológico e a inovação são fatores decisivos para a indústria. Em particular, desde a década de 1980, a indústria brasileira se modificou, desenvolveu-se e cresceu em todas as suas ramificações, inclusive o setor de cerâmica vermelha, uma das primeiras atividades industriais implementadas no país (Cabral Junior *et al.*, 2020). Esse seguimento industrial desempenha um papel fundamental para economia brasileira, mas ainda se encontra pulverizado por todo território nacional, estando bastante presente na região do Cariri cearense. Em grande parte, o setor é de origem familiar, composto por micro e pequenas empresas, com utilização de tecnologia rudimentar, localizada em zonas rurais e com predominância de trabalho informal (Alves *et al.*, 2021; Bustamante & Bressiani, 2000; Gomes & Henriques Júnior, 2010; Silva & Pereira, 2021).

Segundo Schwob *et al.*, (2017) a indústria de cerâmica vermelha no Ceará contempla um total de 412 empresas, onde tem apresentando uma produção média de 207 mil milheiros/mensais, subdivididos entre: microempresas com representação de 23% da produção média; empresa de pequeno porte com 75% da produção; e empresas de médio porte, tendo representação de 2%; com predominância na produção de tijolos (65%) e telhas (32%), além de uma parcela inferior a 2% na produção de lajotas, entre outros produtos.

A fase central do processo produtivo é a queima ou sinterização (Cabó *et al.*, 2015), momento em que o calor provoca transformações estruturais e químicas na massa argilosa, modificando as características de cru nas propriedades cerâmicas, principalmente resistência e coloração, sendo que essa coloração tende a ser avermelhada devido à presença de altos teores de óxido em sua composição, principalmente, SiO₂ (67,16%), Al₂O₃ (24,78%) e Fe₂O₃ (4,32%) (Ferreira *et al.*, 2020). Essa etapa do processo de produção é crucial para a obtenção de um produto cerâmico de qualidade, pois dele depende o desenvolvimento adequado de suas propriedades finais.

Assim, o tipo de forno é um dos fatores determinantes na qualidade da queima, que também depende da massa de argila ou misturas de argilas, da eficiência térmica, da distribuição interna do calor, da forma de carregamento do forno, do tipo de produto e das condições ambientais (Dadam *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2015).

Como hipótese neste estudo, a introdução de novos recursos tecnológicos poderia reduzir os riscos de acidentes nas rotinas de trabalho, melhorando os processos mais pesados e automatizando as atividades mais perigosas. Desta forma, essa pesquisa buscar responder o seguinte questionamento: o aperfeiçoamento tecnológico empregados em fornos cerâmicos pode torná-los mais eficientes em termos econômicos e financeiros? E, ao mesmo tempo, garantir a saúde e a integridade física da classe trabalhadora?

Portanto, em teoria, o trabalho na produção de peças cerâmicas, dependendo da tecnologia de forno empregada, contempla modificações em relação às questões de saúde e segurança ocupacional. Deste modo, é necessário examinar de perto

se as tecnologias recentemente adotadas pelas empresas da região, a fim de melhorar a capacidade de produção, também são capazes de se adaptar aos requisitos de proteção à saúde e segurança dos trabalhadores.

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o processamento térmico, que compreende as etapas de secagem e queima, em uma cerâmica de médio porte localizada no município de Milagres, no Ceará. Assim, o objetivo deste estudo é compreender, avaliar e comparar a forma pela qual a modernização dos fornos cerâmicos impacta a Saúde e Segurança do Trabalhador (SST) na atividade do forneiro.

A presente pesquisa está estruturada em quatro seções. A primeira seção é composta por essa introdução. Na segunda seção, é apresentado o percurso metodológico utilizado para coleta e análise dos dados. A terceira é dedicada à apresentação dos resultados e discussão, enquanto a quarta seção se refere às considerações finais da pesquisa.

2. Metodologia

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa e assume uma concepção crítica em relação à determinação social da saúde dos trabalhadores durante o processo de produção, em especial, as atividades desenvolvidas pela classe trabalhadora na operação de fornos industriais em uma fábrica de cerâmica vermelha. Em outras palavras, qualquer dano à saúde do trabalhador deve ser compreendido e caracterizado sob o contexto da exploração do trabalho assalariado. Isso implica que o processo de produção, conforme aceção de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895), tem como sujeito social os trabalhadores, ou seja, a classe dos produtores ou despossuído e, por outro lado, os proprietários que compõem a classe capitalista. Na prática, a saúde ocupacional e a segurança do trabalho no mundo corporativo criam do ponto de vista ideológico e jurídico, uma conjuntura social a ser apresentada de forma falseada aos trabalhadores pelo empresariado, partindo do princípio de que as doenças ocupacionais são ocorrências raras, excepcionais e não a regra como ela é de fato.

A princípio, a palavra “inovação” adotada neste estudo expressa de imediato a ideia de que estamos diante de algo “novo”. Nesse sentido, somente a inovação na atividade industrial, em particular na cerâmica vermelha, será considerada. No entanto, por inovação, não nos referimos apenas à ideia de qualquer atividade, bem ou serviço, tecnologicamente nova ou, pelo menos, muito aprimorada. Para essa pesquisa, a inovação pode ser algo novo para o mercado, mas também pode ser algo novo para uma determinada empresa, quando ela adota algo que já existe no mercado, sendo nova somente para ela. E, mesmo assim, será aqui tratado como casos de inovação.

Esse estudo também assume caráter exploratório e bibliográfico, desenvolvido a partir de um estudo de caso. Segundo Gil (2017, p.61) o propósito da pesquisa exploratória é proporcionar uma maior familiaridade com o objeto de estudo, a fim de torná-los mais explícitos, sendo que o planejamento desse tipo de pesquisa tende a ser flexível por considerar os mais diversos aspectos do fenômeno investigado. Para Azevedo (2016), a pesquisa bibliográfica tem como objetivo conceder uma visão abrangente das fontes consultadas sobre um determinado tema de estudo e tem características de investigação científica.

Segundo Yin (2014) o estudo de caso é um método qualitativo com possibilidade de responder questionamentos, que buscam a compreensão do acontecimento real, considerando a análise de uma situação específica, com o intuito de auxiliar na tomada de decisão. O autor também ressalta que se trata de “um estudo empírico que busca definir ou testar uma teoria, metodologia e a base de informações mais importantes é a entrevista, onde o entrevistado expõe e expressa sua opinião sobre determinado assunto embasado nas próprias interpretações”. Dessa forma, as entrevistas transcorreram como uma forma de comunicação informal com o objetivo de compreender a dinâmica das relações de trabalho na fábrica.

Na fase de coleta de dados, foi realizado visitas à fábrica para observação do processo de produção de artefatos cerâmicos (telhas e tijolos). Essas visitas foram importantes para observar e registrar os principais elementos de inovação tecnológica presentes no ambiente de trabalho, bem como permitiram conhecer as rotinas das tarefas realizadas pelos trabalhadores durante a operação dos três tipos de fornos existentes na fábrica: Hoffmann, Câmara e Móvel. As visitas

ocorreram na unidade fabril em diferentes dias da semana, dentro de um período de cinco meses. Ao todo, foram realizadas quatro visitas ao local de estudo, onde foi aplicado um questionário com 12 operários do setor de produção.

Também foram realizados registros fotográficos do processo de produção. As informações sobre a operação dos fornos cerâmicos foram coletadas por meio de entrevistas com os técnicos responsáveis, como: capacidade de produção; horários de funcionamento; eficiência energética; tipo de combustível utilizado; e as medidas adotadas para redução de gases poluentes.

Para a identificação dos riscos ocupacionais e ambientais que possivelmente venha existir durante a realização das atividades operacionais desempenhadas pelos trabalhadores, recorreu a legislação, em que o trabalho operário é amparado nas principais exigências legais em termos de segurança dos trabalhadores presente nas Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Previdência (MTP), em especial a NR-22 (BRASIL, 2022b) que trata da mineração e a NR-14 (BRASIL, 2022a) que trata de fornos industriais.

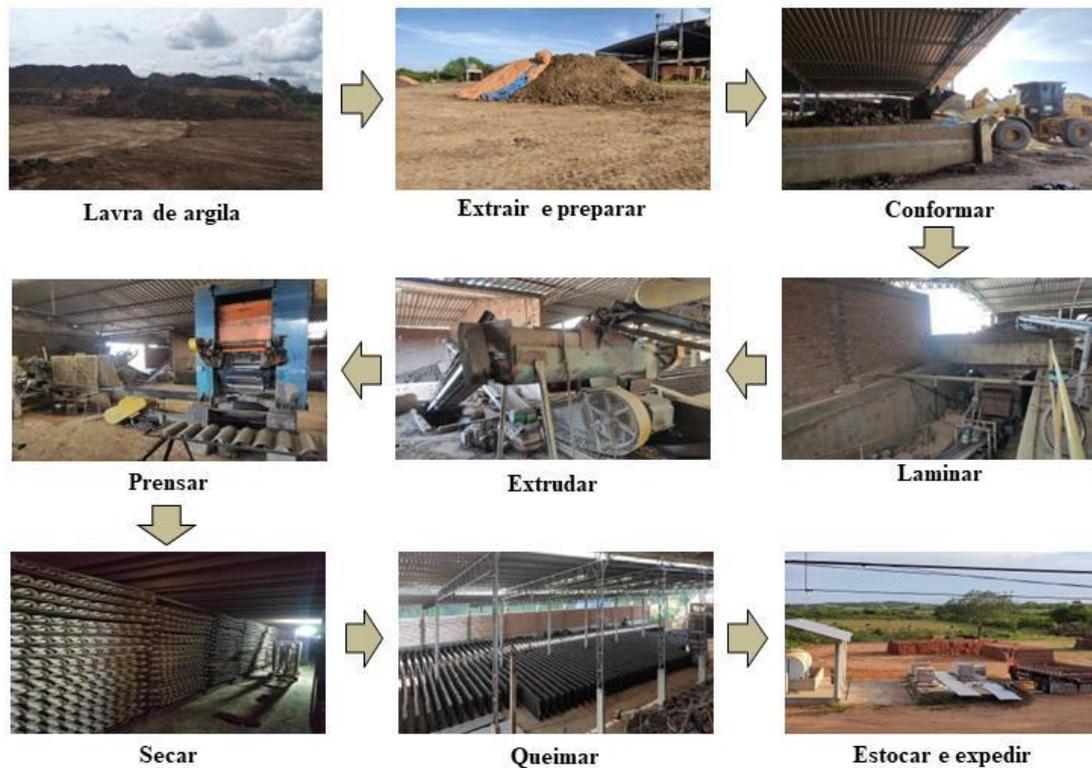
3. Resultados e Discussão

A indústria de cerâmica vermelha, objeto de estudo desta pesquisa, está localizada no município de Milagres, cidade localizada na região do Cariri, no sul do Ceará, onde o baixo potencial de consumo e o desempenho econômico são fatores de atenção.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), o município de Milagres possui 27,5 mil habitantes, com Produto Interno Bruto (PIB) em cerca de R\$ 240,9 milhões, sendo que 44,5% do valor do PIB advém da administração pública, na sequência aparecem as participações dos serviços com 38,3%, posteriormente 44,5% correspondente a agropecuária e somente 7% a indústria. Com esta estrutura, o PIB per capita de Milagres é de R\$ 8,8 mil, valor inferior à média do Ceará, que é equivalente a R\$ 17,9 mil.

A fábrica iniciou suas atividades em 1980 e atualmente possui 65 colaboradores, responsáveis pela produção de cerca de 670 milheiros/mês, em média. De acordo com Figura 1, podemos perceber as etapas do processo de produção da fábrica de cerâmica vermelha em sua totalidade. O processo de produção começa com a fase de mineração (processo de lavra), etapa na qual a argila será extraída do solo e usada como matéria-prima para a fabricação de agregados cerâmicos. Logo após ao processo de lavra, a argila passa pelos processos de redução granulométrica, mistura e homogeneização.

Figura 1 - Processo produtivo da indústria de cerâmica vermelha.



Fonte: Autores (2022).

Conforme descrito no parágrafo anterior, nas etapas posteriores a lavra, o material argiloso é transportado e armazenado no pátio da empresa, sendo retirado conforme requerido no processo produtivo. Posteriormente, segue para a fase de preparação da massa de argila, que constitui um processo de mistura de dois tipos de argilas com uma quantidade específica de água. Em seguida, essa massa de argila umidificada é colocada em repouso por um período de aproximadamente dois ou três dias.

Após a etapa anterior, a massa é transportada para o caixão do alimentador, onde passa por um processo de trituração para diminuir o tamanho das partículas de argila. Após esse momento, a massa argilosa segue para a fase de homogeneização, que é realizada em um equipamento chamado misturador. Logo em seguida, a mistura é conduzida para o laminador, maquinário relevante no processo cerâmico, que desempenha o papel de direcionar as partículas da matéria-prima, a fim de tornar a argila mais refinada, garantindo a finalização completa da homogeneização.

Apesar da importância socioeconômica da indústria de cerâmica vermelha para região do Cariri cearense, muitas fábricas possuem ainda uma certa carência tecnológica em relação ao processo de produção industrial (Cartaxo et al., 2015; Maciel & Freitas, 2013). Para os autores, esse atraso tecnológico é evidenciado desde a preparação da matéria-prima (desconhecimento das características da argila) até a entrega do produto final, que muitas vezes não é baseado em padrões técnicos, sendo fabricados produtos com baixa qualidade e com elevadas perdas de materiais durante o processo de produção.

Dando continuidade à fase de conformação das peças, o processamento da massa ocorre na extrusora, conhecida como maromba, que desempenha a função de forçar, pressionando a massa preparada para sair pelo bocal do maquinário. Durante esse processo, a massa de argila sai da máquina já moldada por um transportador (esteira), onde é cortada em dimensões predefinidas. Os trabalhadores se alocam ao lado do transportador com um carrinho para realizar o deslocamento das peças cerâmicas até o local designado para secagem, que consiste na prática de eliminar a umidade da peça de forma natural. Essa

etapa do processo de produção precisa ocorrer adequadamente para que os produtos cerâmicos não apresentem trincas ou fissuras.

Consolidada a fase de secagem, as peças de cerâmicas cruas são conduzidas ao processo de queima. Quando armazenadas dentro dos fornos, as peças passam pelo processo de cozimento e são submetidas a altas temperaturas. Durante a queima, que pode variar de alguns minutos a vários dias, ocorrem diversas transformações, como: redução de volume (devido à perda de umidade do produto semiacabado), desenvolvimento de novas fases cristalinas e soldagem dos grãos. A resistência mecânica, encolhimento linear, absorção e porosidade são aspectos adquiridos não apenas pela boa uniformidade e controle da massa de argila e pela secagem perfeita, mas também pela operação eficiente do forno.

O cozimento é um processo de tratamento térmico no qual várias propriedades das argilas se manifestam. Durante o processo de queima, torna-se necessário manter no forno as peças cerâmicas por um determinado período de tempo, onde a temperatura do ambiente esteja devidamente ajustada, para que o produto seja cozido de forma eficaz e eficiente.

A queima é subdividida em três fases: es quente; fogo fraco; fogo forte; caldeamento; e resfriamento. A velocidade de queima deve ser regulada dependendo da localização do material cerâmico que será aquecido mais lentamente. Normalmente, a posição desfavorável do forno é a parte inferior. O ciclo de queima depende principalmente da composição química e mineralógica da mistura, forma, espessura e volume da peça, arranjo do material na enfora, dimensão dos grãos e distribuição uniforme da massa na peça. Nesta fase, é necessário equilibrar as temperaturas entre o interior e o exterior da peça cerâmica.

Para obter uma alta porcentagem de materiais de qualidade em um forno, é necessário obter uma temperatura uniforme em todas as partes do forno. Também é desejável que essa distribuição de temperatura seja mantida durante todo o processo de cozimento, para que todo o material seja aquecido igualmente.

De acordo com Sposto *et al.* (2007), os fornos utilizados para queima dos artefatos cerâmicos são classificados como intermitentes e contínuos, sendo os intermitentes mais utilizados na indústria de cerâmica vermelha no Brasil. Os autores ressaltam que os fornos contínuos são assim denominados por possuírem ciclo de queima sem interrupção, ou seja, na medida que a queima de uma vagoneta (carro transportador) é finalizada, outra vagoneta é inicializada. Em fornos intermitentes, o ciclo de queima ocorre de forma descontínua entre uma operação e outra.

Conforme Schwob *et al.* (2017) os fornos mais comuns em indústria de cerâmica vermelha no estado do Ceará são do tipo Abóbada (59%), Hoffman (34%) e Túnel (2%). Conforme os autores, o combustível empregado em fornos cerâmicos no Ceará, origina-se em grande parte da poda de cajueiro, seguido pelo uso de lenha de plano de manejo florestal (*Pinus e Eucalyptus*) e resíduos como: bucha de coco; serragem; lenha nativa; entre outros.

Os fornos intermitentes apresentam vantagens quanto ao baixo custo de instalação, simplicidade de operação, maior flexibilidade da produção, necessita de pouco espaço para instalação em relação a outros tipos de fornos, como também fácil manutenção e maior adaptação à variação do mercado, como por exemplo, a desativação de alguns fornos devido à menor demanda (Sposto *et al.*, 2007). Esse tipo de forno é mais adequado para pequenas e médias empresas, em relação à questão financeira e à simplicidade de instalação e operação, porém, ele precisa ser projetado e acompanhado por profissionais especializados.

No entanto, os fornos intermitentes apresentam algumas desvantagens em relação aos fornos contínuos, como: alto consumo de combustível (geralmente lenha nativa); baixa eficiência térmica, devido à perda de temperatura pelos gases de escape da chaminé; alta demanda de mão de obra (recursos humanos), devido ao baixo nível de automação; a deterioração da estrutura do forno também pode ocorrer devido a mudanças sucessivas na temperatura (Machado *et al.*, 2010; Sposto *et al.*, 2007).

Após a queima e a peça cerâmica ter adquirido as propriedades de qualidade desejáveis na etapa final, o produto é transportado com cuidado para não rachar ou quebrar até o local de armazenamento dentro da fábrica, sendo posteriormente

retirado para envio e comercialização até o consumidor final, encerrando assim o ciclo produtivo.

Segundo Alves, et al., (2021) grande parte das pesquisas sobre o setor de cerâmica vermelha, na região do Cariri cearense, evidenciam que o processo de trabalho é marcado por trabalhadores recém-saídos do setor rural, que enxergam no segmento industrial uma forma de trabalho menos árdua e degradante, especialmente por enfrentarem dificuldades de absorção em outros setores de emprego. Os autores enfatizam que a ausência de uma política de qualificação e atualização dos trabalhadores da indústria cerâmica na região, tem contribuído para torná-los mais vulneráveis nas atividades estratégicas de produção, como a fase de queima dos produtos, devido às dificuldades enfrentadas para operar fornos industriais.

A fábrica em estudo conta atualmente com três fornos: um forno Hoffmann, mais antigo e tradicional utilizado pela maioria das cerâmicas na região do Cariri cearense; um forno Câmara; e um forno Móvel, aquisição mais recente da fábrica.

3.1 Operação do forno Hoffmann

O forno contínuo do tipo Hoffmann, patenteado pelo alemão Friederich Hoffman em 1858, tem como característica a possibilidade de processar grandes quantidades de tijolos. Segundo Gonçalves (2022) esse tipo de forno corresponde a um forno rotativo com doze câmaras, o que permite que uma câmara cozinhe e aqueça simultaneamente a próxima câmara, permitindo reduzir o tempo de operação, aumentar a produção e servir como complemento (arrefecimento entre fornos) para uso de fornos intermitentes instalados no complexo fabril.

Conforme o Programa de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha (EELA, 2015), a estrutura do forno Hoffmann consiste em alvenaria com paredes espessas para resistir a variações bruscas de temperatura, devido às frequentes operações de aquecimento e resfriamento dentro do forno, que impõe sob sua estrutura dilatações e contrações constantes, nas quais representa uma forte estrutura refratária que absorve parte da carga térmica proveniente da queima do combustível. Como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Parte externa (A) e interna (B) do forno Hoffmann.



Fonte: Autores (2022).

No interior do forno Hoffmann são inseridos até 200 milheiros de tijolos de uma única vez. Na cerâmica em questão, são necessários quatorze funcionários, cinco para o abastecimento do forno, cinco para a remoção dos tijolos e quatro na escala de 12 por 36 (a cada 12 horas de trabalho intenso, há uma pausa de 36 horas) para a operação do forno. Nesse tipo de forno, deve-se ter muito cuidado com a manutenção, uma etapa importante para o processo de produção, pois os operadores atuam na

parte superior do forno, portanto, se não estiverem devidamente protegidos, isso pode configurar uma situação grave de risco de acidente de trabalho.

O risco de acidente para o trabalhador não está limitado a questão de desmoronamento do forno. Como a maioria dos fornos Hoffmann tem mais de dois metros de altura, a empresa precisa atender aos requisitos da NR-35 (BRASIL, 2019), que regula a situação de trabalho em altura. Essa norma regulamentadora estabelece requisitos mínimos e medidas de proteção para trabalhos em altura, envolvendo planejamento, organização e execução, a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com a atividade. O trabalho em altura é toda atividade realizada acima de 2 metros de elevação em relação ao solo e ao nível inferior onde há risco de queda.

Em entrevistas informais com operadores de cerâmicas vermelhas de pequenos portes nos municípios de Três Rios e Paraíba do Sul, região centro-sul do estado do Rio de Janeiro, Pereira, et al., (2021), constataram como principais riscos aos operadores: incêndio devido à instalações elétricas precárias e ausência de extintor de incêndio; a não utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs); exposição ao calor dos fornos; ruídos; condições ergonômicas desfavoráveis de levantamento e transporte de tijolos e telhas; banheiros sujos e sem manutenção; constituindo uma série de fatores que contribuem para o adoecimento do trabalhador.

Conforme Alves, et al., (2021) no seguimento industrial da cerâmica vermelha, a grande maioria das atividades sujeita os funcionários à deterioração das situações de trabalho, especialmente no processo de mineração para extração de matéria-prima e no manuseio de fornos industriais. Nesse sentido, os autores recomendam a adoção de medidas imperativas que promovam a proteção da saúde dos trabalhadores no ambiente de trabalho, pois assim, podem facilitar a mitigação dos efeitos negativos decorrentes do processo produtivo na saúde desses trabalhadores.

3.2 Operação do forno Câmara

O forno de Câmara, como pode ser visto na Figura 3, diferentemente do forno Hoffmann, que é um grande túnel, é dividido em dezesseis câmaras acopladas, o que acaba facilitando a transferência e o aproveitamento do próprio calor. A operação semicontínua deste forno, é caracterizada por sempre haver uma câmara disponível na fase de queima para aquecer um novo lote (EELA, 2015).

Figura 3 - Parte externa (A) e interna (B) do forno Câmara.



Fonte: Autores (2022).

Essa característica torna esse tipo de forno uma opção altamente eficiente, com alta produtividade e baixo custo produtivo, pois enquanto uma remessa está queimando, as outras câmaras já carregadas recebem calor. Assim, esse forno produz dez milheiros de telhas e dois milheiros de bloco cerâmico por cada câmara. Desta forma, o forno de câmara torna-se bastante adequado para a fabricação de telhas (EELA, 2015).

Para o processo operacional realizado no forno Câmara, são necessários quatorze funcionários, quatro como operadores de forno, cinco para alimentação do forno e cinco para retirada do material.

3.3 Operação do forno Móvel

O forno Móvel, como pode ser visto na Figura 4, comparado aos outros fornos utilizados é aquele com maior grau de atualização tecnológica, vantagens técnicas, econômicas e ambientais.

Figura 4 - Parte externa (A) e interna (B) do forno Móvel.



Fonte: Autores (2022).

Esse tipo de forno realiza o processo de queima das peças de forma homogênea, reduz a perda de produtos e diminui a quantidade de mão de obra usada durante sua operação. O forno Móvel tem a capacidade de operar cinquenta mil artefatos de cerâmica para cada etapa do processo de produção. Depois de queimar a primeira base, realiza-se a remoção para outra base posicionada lateralmente. Durante o período de acompanhamento do processo de queima, o uso desse forno na fábrica de cerâmica em questão estava em fase de testes. Com a instalação do forno Móvel, a empresa vem produzindo tijolos e telhas com uma maior eficiência, reduzindo despesas e maximizando o lucro.

3.4 Comparação entre os fornos em relação a SST

Durante a pesquisa de campo, os autores realizaram uma avaliação subjetiva da operação dos três tipos de fornos em relação aos fatores de risco que podem colocar a saúde e a integridade física dos trabalhadores em perigo, como pode ser visto no Quadro 1. Cada tipo de forno emprega diferentes formas de operação e, devido às suas características básicas, impactam em riscos relativos, como: a probabilidade de incêndio; a possibilidade de queda de altura; desabamento de parte da estrutura do forno; indução de posturas inadequadas; e a possibilidade de queimaduras a pele dos funcionários responsáveis por essa etapa do processo produtivo.

Quadro 1 - Comparação dos riscos na operação de fornos industriais.

Riscos	Hoffmann	Câmara	Móvel
Probabilidade de incêndio	Alto	Alto	Moderado
Queda de altura	Alto	Alto	Pequeno
Desabamento	Alto	Alto	Pequeno
Problemas posturais	Alto	Alto	Moderado
Queimaduras	Alto	Alto	Alto

Fonte: Autores (2022).

Em relação ao motivo da implantação de novos fornos, alguns funcionários responderam que isso melhoraria sua segurança e reduziria despesas financeiras, mas nenhum deles estava ciente do verdadeiro motivo da escolha desse novo forno. Durante uma entrevista com um colaborador, ele discutiu sobre o antigo forno usado na fábrica: “no forno antigo, trabalhamos muito e na maioria das vezes não tínhamos descanso, dada a existência de riscos para operar esse equipamento”. O mesmo colaborador também ressaltou que: “agora com esse novo forno, não ficamos satisfeitos, porque alguns amigos foram demitidos e meu salário continuou o mesmo, sem qualquer aumento”. O operador continua relatando sua experiência na fábrica: “tivemos que nos acostumar com algumas coisas diferentes, mas não reclamamos, porque o trabalho ficou mais prático e rápido”.

Mesmo que o novo forno realize a queima do produto semiacabado mais rapidamente, os funcionários não ficaram satisfeitos com a sua instalação. E apesar desse forno reduzir o tempo de processamento dos produtos (queima dos tijolos) de 30 para 15 dias, a carga de trabalho dos funcionários era alta. Além disso, nenhum incentivo salarial foi oferecido para recompensar o trabalho há mais proporcionado pela introdução desse forno na fábrica.

4. Considerações Finais

O desenvolvimento e a implementação de novas tecnologias permitem a automação das tarefas executadas pelos trabalhadores, proporcionando vantagens ao proprietário, como redução de custos e ganhos em eficiência produtiva, porém, isso traz o aumento de cenários de precariedade do trabalho humano. As mudanças que a tecnologia faz no mundo do trabalho também abrangem práticas nocivas que exigem proteção jurídica.

A pesquisa de campo foi fundamental para entender como a implementação de inovações tecnológicas nos fornos impactou o trabalho dos trabalhadores na fábrica de cerâmica vermelha. Durante a etapa de revisão da literatura, foi possível verificar o estado da arte em relação à inter-relação entre aspectos de SST e modernização tecnológica nesse segmento industrial. Assim, esta pesquisa destaca a importância de analisar sistematicamente o processo de produção como um todo para fazer inferências e estabelecer tendências em uma perspectiva teórico-prática.

É evidente que a inovação tecnológica atingiu definitivamente a produção industrial e, principalmente, o progresso do conhecimento sobre a ciência dos materiais, como, por exemplo, as características ideais da massa de argila que influenciam a qualidade do produto final (composição mineral, temperatura, umidade e tamanho de partícula). No entanto, o quadro dramático de sinistralidade no ramo cerâmico impressiona e evidencia uma triste realidade que precisa ser combatida pelos órgãos governamentais, pelas empresas e por toda a sociedade.

É necessário implementar medidas de proteção e segurança no trabalho, capazes de salvaguardar a integridade física dos trabalhadores, reduzir o número de acidentes de trabalho e os custos envolvidos com tratamento médico e licenças por afastamentos do trabalho. Nesse sentido, a tecnologia poderia ser uma aliada para contribuir para a redução do número de acidentes de trabalho no país.

No entanto, os benefícios que a tecnologia pode trazer em relação ao aumento da produtividade e redução de custos também não são apresentados como benefícios para a saúde e segurança dos trabalhadores no chão de fábrica. A evidência deste estudo corrobora que, ao longo dos anos e mesmo com todo o desenvolvimento tecnológico que já foi implementado nas indústrias cerâmicas, os riscos à segurança e à saúde dos trabalhadores ainda são perceptíveis, considerando a natureza dos riscos: físicos; ergonômicos; mecânicos; assim como, riscos químicos.

Os trabalhadores desse setor produtivo de cerâmica vermelha se expõem diariamente a inúmeras situações que se configuram como um risco à sua saúde e integridade física. Foi constatado nesta pesquisa que os riscos e dificuldades estão presentes na realização do trabalho em qualquer tipo de forno, no entanto, é evidente que alguns podem oferecer maiores riscos para a classe trabalhadora. Em termos de desenvolvimento tecnológico, esses problemas já poderiam ter sido resolvidos, mesmo que sejam inerentes ao processo.

A tecnologia também deve evoluir nas adaptações no ambiente de trabalho, e que elas estejam de forma permanente, garantindo que máquinas, processos e produtos ofereçam maior segurança aos trabalhadores e não se limitem apenas ao processo de queima, considerando o desempenho dos fornos, ou seja, a contribuição para o aumento na qualidade do produto, aumento da produtividade, redução do consumo de combustível sólido (biomassa), redução nas emissões de poluentes e, consequentemente, aumento da competitividade e sustentabilidade.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de novas pesquisas em fábricas de cerâmica vermelha usando um processo metodológico quanti-qualitativo sob uma perspectiva econômico-financeira, onde os ganhos de produtividade e os riscos ocupacionais possam ser contabilizados e até comparados com outras indústrias do mesmo segmento industrial para o estabelecimento de inferências. E dessa forma, analisar com maior precisão o impacto da inovação tecnológica no processo de produção de fornos industriais em fábricas de cerâmica vermelha.

Referências

- Alves, C. L. B., Paulo, E. M., & Khan, A. S. (2021). Ambiente de trabalho no setor de cerâmica vermelha: notas para a Região Metropolitana do Cariri - CE. *Revista de Economia Regional Urbana e Do Trabalho*, 10(1), 27–48.
- Azevedo, D. (2016). *Revisão de literatura, referencial teórico, fundamentação teórica e framework conceitual em pesquisa – diferenças e propósitos*. Working Paper. <https://unisinus.academia.edu/DeborazAzevedo/Papers>
- Brasil. (2019). *NR 35 - Trabalho em altura*. Portaria SEPRT n.º 915, de 30 de Julho de 2019. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>
- Brasil. (2022a). *NR 14 - Fornos*. Portaria MTP N.º 2.189, de 28 de Julho de 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>
- Brasil. (2022b). *NR 22 - Segurança e saúde ocupacional na mineração*. Portaria MTP n.º 806, de 13 de Abril de 2022. <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>
- Bustamante, G. M., & Bressiani, J. C. (2000). A indústria cerâmica brasileira. *Cerâmica Industrial*, 5(3), 31–36.
- Cabó, A., Lima, R., Lopes, D., & Bezerra, L. (2015). Sistema microcontrolado de baixo custo para o monitoramento de altas temperaturas em fornos da indústria de cerâmica vermelha. *Revista de Sistemas e Computação*, 5(1), 15–25.
- Cabral Junior, M., Azevedo, P. B. M. de, Cuchierato, G., & Motta, J. F. M. (2020). *Estudo estratégico da cadeia produtiva da indústria cerâmica no Estado de São Paulo: introdução e a indústria de cerâmica vermelha*. Revista Da Anicer. <https://revista.anicer.com.br/estudo-estrategico-da-cadeia-produtiva-da-industria-ceramica-no-estado-de-sao-paulo-introducao-e-a-industria-de-ceramica-vermelha/>
- Cartaxo, A. de S., Esmeraldo, A. D. de S. R., Suassuna, P. M., Prado, A. C. A., Neiva, L. S., & Brasileiro, M. I. (2015). Estudo e avaliação das propriedades de argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha da região do Cariri - Ceará. *15º Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas (ENEMET)*, 2890–2897.
- Dadam, A. P., Nicolau, V. P., Jahn, T. G., Hartke, R. F., & Bortolotto, V. (2006). Análise térmica para o projeto de um forno túnel para cerâmica vermelha. In *Anais do 50º Congresso Brasileiro de Cerâmica* (p. 13). Anais do 50º Congresso Brasileiro de Cerâmica.
- Ferreira, T. da S., Mesquita, F. J. M., Ishihara, J. H., & Souza, P. S. L. (2020). Análise das propriedades tecnológicas da cinza do caroço de açaí na cerâmica vermelha. *Research, Society and Development*, 9(9), e76996343.
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa* (Atlas (ed.); 6ª). Atlas.

- Gomes, M. H. P., & Henriques Júnior, M. F. (2010). *Manual de prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas olarias ecerâmicas Vermelhas de piracicaba e região* (Centro de Referência em Saúde do Trabalhador - CEREST (ed.); 1ª). Centro de Referência em Saúde do Trabalhador - CEREST.
- Gonçalves, J. P. (2022). Fábrica de cerâmica Lusitânia: produtos inovadores na construção. *Cadernos Do Arquivo Municipal*, 2(17), 73–86.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2021). *Cidades e estados: município de Milagres / Ceará*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/milagres.html>
- Machado, M. F., Gomes, L. J., & Mello, A. A. de. (2010). Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no estado de Sergipe. *Revista Floresta*, 40(3), 507–514.
- Maciel, D. dos S. C., & Freitas, L. S. de. (2013). Análise do processo produtivo de uma empresa do segmento de cerâmica vermelha à luz da produção mais limpa. *Revista Produção Online*, 13(4), 1355–1380.
- Pereira, E. L., Santos, V. S. dos, & Jorge, W. P. (2021). Indústria de cerâmica vermelha: análise de acidentes no estado do Rio de Janeiro no período de 2012 a 2017. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 19350–19360. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-533>
- Programa de Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – EELA. (2015). *Manual de fornos eficientes para a indústria de cerâmica vermelha* (M. F. Henriques Junior, M. R. V. Schwob, & J. A. P. Rodrigues (eds.); 2ª). INT/MCTI.
- Schwob, M. R., Henriques Júnior, M. F., Carlos, M. E. M., Pacheco, L. F. L., & Candido, R. de S. (2017). Panorama do setor de cerâmica vermelha no Brasil. In M. F. Henriques Júnior & J. A. P. Rodrigues (Eds.), *Cerâmica vermelha: projeto EELA no Brasil* (1ª, pp. 11–33). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC.
- Silva, Á. de P. M. e, Santos, R. C. dos, Castro, R. V. O., Carneiro, A. de C. O., Paskocimas, C. A., & Marinho, G. S. (2015). Estudo do perfil térmico de fornos do tipo “caipira” utilizados pelo setor de cerâmica vermelha em parcelhas na região do Seridó, RN. *Revista Árvore*, 39(5), 963–972.
- Silva, M. de L., & Pereira, F. M. M. (2021). Caracterização de argilas provenientes de indústria de cerâmica vermelha do Município do Crato – Ceará, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(10), e448101018392.
- Sposto, R. M., Medeiros, E., Ramos, D. T., Naya, L., & Morais, D. M. de. (2007). Análise da conformidade de blocos cerâmicos sinterizados em fornos intermitentes e contínuos no Distrito Federal. *Cerâmica Industrial*, 12(5), 40–43.
- Yin, R. K. (2014). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (Bookman (ed.); 5ª). Bookman.