



Indústria da cerâmica vermelha do Vale do Açu: características e tecnologias de produção

Joalis Barbalho de Souza¹, Ricardo Alan da Silva Vieira¹, Fernanda Monique da Silva¹, Edgley Alves de Oliveira Paula¹, Felipe Bento de Albuquerque¹, Juliana de Moura¹, Rafael Rodolfo de Melo¹

RESUMO: O trabalho teve como finalidade descrever o funcionamento e as tecnologias adotadas pelos fornos de oito indústrias da cerâmica vermelha, localizada na microrregião do Vale do Açu. A pesquisa foi desenvolvida a partir de visitas às indústrias produtoras de cerâmica vermelha, localizadas no Vale do Açu, que envolve os municípios de Assú e cidades circunvizinhas, localizados no Estado do Rio Grande do Norte. O estudo de campo foi realizado por meio da observação dos tipos de fornos empregados na Região. Foi observado a predominância de dois modelos de fornos, o contínuo e paulistinha nas indústrias analisadas no Vale do Açu. Os fornos contínuos são constituídos por um conjunto de fornos integrados. Sua disposição permite uma maior economia na geração de energia. Já no forno paulistinha, apesar do baixo custo de instalação, é menos econômico devido à baixa produtividade. A matéria-prima empregada como fonte energética dos fornos é oriunda de espécies nativas da caatinga. Duas indústrias também utilizam resíduos de madeira para a geração de energia. Portanto, esta pesquisa possibilitou a compreensão das tecnologias adotadas nas indústrias do Vale do Açu, sobretudo por serem responsáveis pela produção de materiais cerâmicos utilizados na construção civil da região e de outros estados.

Palavras-chave: Olaria; Rio Grande do Norte, Semiárido, Fornos.

Red ceramic industry in the Vale do Açu: characteristics and production technologies

ABSTRACT: The purpose of the work was to describe the functioning and technologies adopted by the kilns of eight red ceramic industries, located in the micro-region of Vale do Açu. The research was developed based on visits to industries producing red ceramics, located in the Açu Valley, which involves the municipalities of Assú and surrounding cities, located in the State of Rio Grande do Norte. The field study was carried out by observing the types of ovens used in the Region. The predominance of two furnace models was observed, the continuous and paulistinha in the industries analyzed in Vale do Açu. Continuous furnaces are made up of a set of integrated furnaces. Its arrangement allows for greater savings in energy generation. In the São Paulo oven, despite the low installation cost, it is less economical due to low productivity. The raw material used as an energy source for the ovens comes from species native to the caatinga. Two industries also use wood waste to generate energy. Therefore, the research made it possible to understand the technologies adopted in the industries of Vale do Açu, especially because they are responsible for the production of ceramic materials used in civil construction in the region and in other states.

Keywords: Pottery, Rio Grande do Norte, Semiarid, Ovens.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de revestimentos de cerâmica e o estado do Rio Grande do Norte – RN, juntamente com São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro e Minas Gerais, é um dos principais polos industriais da cerâmica vermelha (BERNI et al., 2010). O país possui indústrias de pequeno e médio porte, que faz parte do setor de transformação de materiais não metálicos e desempenha um papel importante para a economia do país (ALVES et al., 2019).

O termo cerâmica diz respeito ao material inorgânico, não metálico, que passa por um tratamento térmico em altas temperaturas e apresenta propriedades específicas, como resistência à corrosão e ao calor. A indústria cerâmica é responsável por transformar a argila em telhas, tijolos, argila

expandida entre outros materiais que são empregados na construção civil (ALMEIDA et al., 2020).

De acordo com os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no ano de 2020, o país dispõe de 5.437 fábricas de cerâmicas e olarias. Assim, o setor conta com uma produção de 1.869.231.000 de telhas de cerâmica, 4.675.095.000 de blocos cerâmicos, que inclui tijolos perfurados, tapa-vigas e outros blocos para a construção civil, o que totaliza 6.544.326.000 produtos cerâmicos fabricados anualmente.

A indústria da cerâmica vermelha desempenha um conjunto de etapas nos processos de fabricação, o que viabiliza a transformação da matéria-prima nos produtos cerâmicos. Conforme Berni et al. (2010), após a etapa de formação, o material ainda contém uma porcentagem significativa de água na sua

composição. Diante disso, há a necessidade de processos de secagem com finalidade de reduzir a umidade e, conseqüentemente, evitar defeitos futuros. Assim, para possibilitar essa redução, os materiais são encaminhados para fornos e são submetidos a tratamentos térmicos.

Os fornos das olarias propiciam a secagem dos materiais cerâmicos, através de processo termodinâmico, onde ocorre a redução da umidade e aquecimento do material simultaneamente (SILVA et al., 2016). Nessa etapa, a argila é submetida à elevadas temperaturas por determinados períodos, dessa maneira, possibilitando o surgimento de diversas propriedades importantes ao material produzido (Sampaio et al., 2022). Nesse contexto, a queima da lenha é utilizada como fonte de energia para alimentar os fornos (KUASOSKI et al., 2020). O forno contínuo, por exemplo, é bastante utilizado na indústria (MATTE et al., 2018), caracterizado pelo aquecimento constante no processo de fabricação dos materiais cerâmicos, funcionando 24 horas por dia durante 365 dias por ano (GÓMEZ et al., 2021). A energia desse tipo de forno é geralmente fornecida pela combustão da lenha, gás natural ou petróleo (OBA et al., 2014).

Na região Nordeste do país, 30% da matriz energética é proveniente da lenha, obtida principalmente de plantas nativas do único bioma exclusivo do Brasil, a caatinga. Assim, as indústrias da cerâmica vermelha dessa região contribuem sobremaneira no extrativismo vegetal da madeira em especial de espécies arbóreo-arbustivas com bifurcações e fustes tortuosos, utilizadas para a produção de energia (CIRILO et al., 2021).

Na microrregião do Vale do Açu, composta por 9 municípios do estado potiguar (ARAÚJO et al., 2015), há um número considerável de indústrias de cerâmica vermelha, dessa forma, contribui para geração de empregos e fomenta a economia. Henrique Junior, Rodrigues (2017) dão destaque à região do baixo Assú, sobretudo nas cidades de Assú e Itajá, pela produção de blocos de vedação e telhas com produção de 24.000 milheiros/mensal e 730 milheiros/mensal por fábrica. Essa região conta com 33 empresas de cerâmica vermelha. Diante disso, a pesquisa propôs descrever o funcionamento e as tecnologias adotadas pelos fornos de oito indústrias da cerâmica vermelha, localizada na microrregião do Vale do Açu.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em oito indústrias de cerâmica vermelha, localizadas nas cidades de Itajá e Assú, no Vale do Açu/RN. O estudo de campo ocorreu nas fábricas, onde foram observados os tipos

de fornos utilizados no aquecimento da matéria-prima e suas tecnologias de produção, incluindo o tempo de funcionamento dos fornos, principais características e fonte energética utilizada. Durante o desenvolvimento da pesquisa, entre agosto de 2022 e junho de 2023, foram realizadas 13 visitas *in loco* com finalidade de conhecer as instalações das indústrias. As localizações das oito olarias visitadas, bem como a demarcação do Vale do Açu e cidades que fazem parte dessa microrregião, estão destacadas na Figura 1.

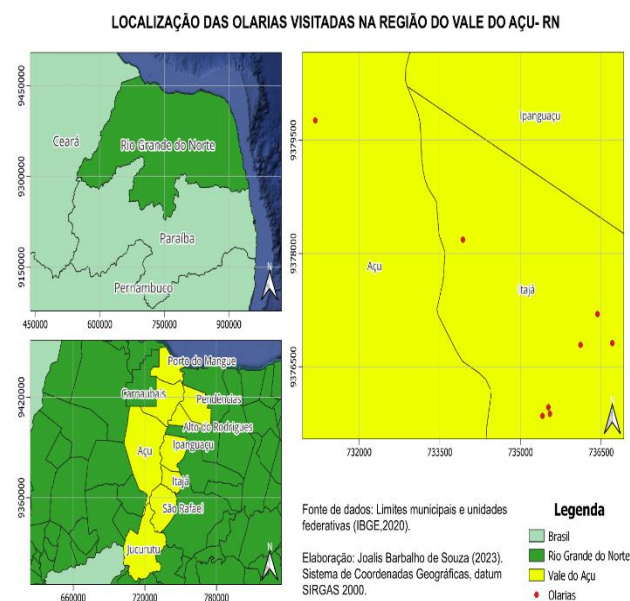


Figura 1. Localizações das olarias do Vale do Açu visitadas. Fonte: os autores.

Conforme as observações nas instalações da fábrica, analisou-se todo o procedimento de queima da matéria-prima até a obtenção das telhas e tijolos, que vão desde a adição do material na estufa, fechamento da estufa, abastecimento dos fornos com a fonte energética, controle de temperatura, abertura das estufas, obtenção e retirada das peças cerâmicas e, por fim, o estoque. Durante as visitas, houve registros fotográficos das instalações das oito indústrias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DOS FORNOS:

Diferentes tipos de fornos são empregados em processos de aquecimentos com finalidade de transformar a argila em peças cerâmicas e, posteriormente, serem utilizados na construção civil (JABARI et al., 2018). Desse modo, as industriais analisadas na pesquisa apresentaram 2 principais modelos de fornos, intitulados de contínuo e paulistinha, conforme ressaltado no Quadro 1.

Quadro 1. Identificação da indústria e o modelo de forno utilizado.

Identificação da indústria	Modelo de forno utilizado
1	Contínuo e Paulistinha
2	Contínuo
3	Contínuo
4	Paulistinha
5	Paulistinha
6	Paulistinha
7	Paulistinha
8	Paulistinha

Como mostra o Quadro 1, das oito indústrias de cerâmica vermelha analisadas, cinco possuem apenas o forno do tipo paulistinha, duas dispõem apenas o contínuo e uma tem os dois tipos de fornos. Assim, os dois modelos evidenciados nas fábricas analisadas apresentam características distintas e serão discutidos nos próximos tópicos da pesquisa.

Das fábricas analisadas, três possuem fornos do tipo contínuo, identificadas por indústria 1, 2 e 3. Nesse modelo, os fornos são integrados, geralmente 14, organizados de forma sistematizada, onde estão situados um ao lado do outro, como é demonstrado na Figura 2.A, 2.B e 2.C. Essa disposição, atrelada em um sistema que possibilita recirculação dos gases de combustão, torna a fabricação dos produtos mais econômica, sobretudo na quantidade de fonte energética utilizada e com temperaturas mais uniforme durante o tratamento térmico dos materiais cerâmicos.



Figura 2. Fornos contínuos das indústrias 1 (A) e 2 (B) e 3 (C). Fonte: os autores.

Gómez et al. (2021) ressaltam que esse modelo de forno se destaca por ser mais econômico, principalmente no consumo de combustível, pois aproveita o calor residual das câmaras anteriores para pré-aquecer as câmaras seguintes, possibilitando o início do processo de queima do próximo lote de materiais cerâmicos. Além disso, Matté et al. (2018) resalta que os fornos contínuos possibilitam uma melhor homogeneidade na aplicação da temperatura das telhas e tijolos, o que não acontece em outros tipos de fornos.

Os funcionários colocaram os tijolos e telhas para o aquecimento dentro da estufa, em seguida, selaram

a entrada com uma parede de argila e posteriormente aguardaram o tempo necessário da queima para a retirada dos produtos, conforme evidenciado na Figura 3.A e 3.B. As estufas dessas indústrias podem suportar em média 30 mil peças de cerâmica vermelha.



Figura 3. (A) Material colocado na estufa na indústria 1 e (B) selagem na indústria 2. Fonte: os autores.

Na parte superior dos fornos, o que pode ser observado na Figura 2, estão situadas as zonas onde controlam a temperatura, organizam a fonte energética e abastecem os fornos contínuos durante o período da queima na indústria 1, 2 e 3. Nas Figuras 4.A e 4.B a seguir refere-se a indústria 1, em que é possível ver a organização dos fornos e a posição das lenhas em 4.A e o local onde a madeira é introduzida está indicado com a 4.B. A mesma sistematização acontece na indústria 2, o que pode ser observada em 4.C e 4.D.



Figura 4: Organização da fonte energética na indústria 1 (A) e 2 (C) e o local onde é adicionado a lenha para a queima na indústria 1 (B) e 2 (D). Fonte: os autores.

O processo de abastecimento dos fornos da indústria 3 acontece através de um sistema mecanizado, que possui um conjunto de equipamentos responsável pela adição da fonte energética sem a necessidade de um funcionário, conforme evidenciado nas Figuras 5.A, 5.B e 5.C. Quando o forno atingi a temperatura máxima de

aquecimento, a máquina automaticamente paralisa o abastecimento da fonte de energia, todavia, quando há a redução de temperatura, a máquina volta ao abastecimento até que a temperatura máxima seja alcançada novamente.



Figura 5: Máquina responsável pelo abastecimento da fonte energética: (A) local onde é adicionado a fonte energética, (B) percurso e (C) adição da fonte energética nos fornos contínuos da indústria 3. Fonte: os autores.

Na Figura 6.A, 6.B e 6.C estão destacados o monitor de temperatura e abastecimento de fonte energética da indústria 3. Nos fornos dessa indústria, o máximo de temperatura do aquecimento é, em média, de 950°C e quando é alcançada, o abastecimento é interrompido. Nessa figura também pode ser observado a medição das temperaturas dos fornos vizinhos, em que os 3 seguintes estão em pré-aquecimentos e suas temperaturas podem variar entre 600°C e 700°C.



Figura 6: Painel de controle da temperatura e abastecimento de fonte energética da indústria 3. Fonte: os autores.

Na indústria 1 e 2, os funcionários abastecem manualmente os fornos com fontes energéticas durante um curto período de queima, o que torna possível controlar as temperaturas adequadas para o processo de queima. Assim, é necessário que um funcionário abasteça os fornos em horários não comerciais e fins de semana, o que torna uma desvantagem para esse tipo de forno. Os responsáveis pela alimentação dos fornos das duas fábricas acompanham a elevação ou diminuição da temperatura pelos monitores destacados na Figura 7.

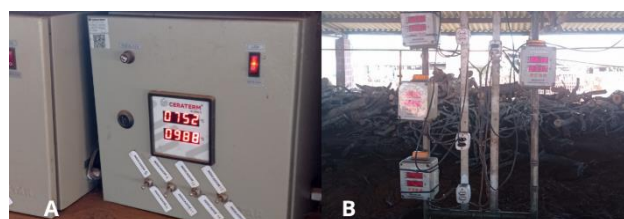


Figura 7: Monitor para o controle de temperatura dos fornos da indústria 1 (A) e 2 (B). Fonte: os autores.

O painel de monitoramento da indústria 1, destacado na Figura 7.A, especifica duas temperaturas: 988°C e 752°C. A primeira temperatura mencionada refere-se ao forno em funcionamento, ou seja, aquele que está com material em tratamento térmico, já a segunda temperatura citada trata-se do forno vizinho que está no início do pré-aquecimento. Esse fenômeno, característico dos fornos contínuos, ocorre pelo processo transferência de energia (NOLASCO et al., 2019). O mesmo procedimento de checagem de temperatura acontece na indústria 2, evidenciado pela Figura 7.B.

A queima dos fornos contínuos na fábrica 1 inicia em torno de 850°C e o máximo encontra-se entre 980°C e 1000°C. Na indústria 2, o pré-aquecimento do forno inicia entorno de 400°C e durante o aquecimento, 900°C. Oba et al. (2014) ressaltam que uma das características desse tipo de forno é o consumo elevado de energia, pois a curva de queima das peças cerâmicas pode atingir até 1000°C. Na Figura 8 está destacado a parte superior dos fornos e como acontece a organização da lenha para posteriormente ser utilizada para queima na indústria 1.



Figura 8: Organização da lenha na parte superior dos fornos na indústria 1. Fonte: os autores.

Na indústria 1, o tempo de duração da queima no forno contínuo é em média 20h. Após esse tempo, passa mais 48h com o produto dentro da estufa fechada. Em seguida, a estufa é aberta e os funcionários colocam um ventilador mecânico adaptado na entrada do forno por 24h. Desse modo, possibilita o resfriamento em condições controladas dos materiais cerâmicos, o que impede o surgimento de trincas e fissuras nas telhas e tijolos (GOMEZ et al., 2019).

Na indústria 2 e 3, o tempo de queima é em média 24h. Entretanto, diferente da fábrica 1 que emprega o uso de ventilador mecânico adaptado, é utilizado um

exaustor, equipamento responsável pelo resfriamento e que também possibilita à circulação do ar quente para os fornos seguintes. O exaustor da indústria 2 e 3 estão destacados na Figura 9.A e 9.B, respectivamente.



Figura 9. Exaustor da indústria 2 (A) e 3 (B). Fonte: os autores.

Por último, a selagem da estufa foi aberta, o produto é retirado e passa por mais um período no galpão da fábrica para posteriormente ser comercializado. Os procedimentos estão destacados na Figura 10.A e 10.B, respectivamente.



Figura 10. Abertura da estufa (A) e retirada dos produtos (B) na indústria 2. Fonte: os autores.

O outro modelo de forno utilizado nas indústrias analisadas é o paulistinha. Esse tipo de forno é bastante requisitado no setor cerâmico do país e sua grande procura se deve aos baixos custos de instalação. Entretanto, há a necessidade de um alto consumo de energia para a queima (AGUIAR et al., 2022). É um modelo mais simples e permite o aquecimento de um lote de materiais cerâmicos por vez (MANFREDINI; SATTLER, 2005). A estrutura desse tipo de forno é em alvenaria, sem isolamento térmico, possui um formato retangular e capacidade entre 30 mil e 60 mil peças cerâmicas (HENRIQUE JUNIOR; RODRIGUES, 2017).

Das oito indústrias analisadas, seis possuem esse tipo de forno em suas instalações, conforme destacado na Figura 11.



Figura 11: Fornos paulistinha da indústria 1 (A), 4 (B), 5 (C), 6 (D), 7 (E) e 8 (F). Fonte: os autores.

Na primeira etapa de aquecimento, o material é acrescentado no interior da estufa e, em seguida, a entrada é selada com argila conforme evidenciado na Figura 12.A e 13.B, respectivamente.

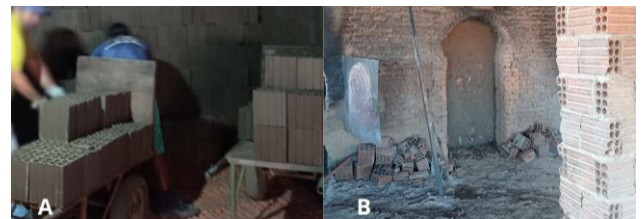


Figura 12: Funcionários da indústria colocando o material para o aquecimento na estufa na indústria 1 (A) e a estufa após o selamento na indústria 7 (B). Fonte: os autores.

Logo após, os funcionários abasteceram o forno com a fonte energética, conforme evidenciado na Figura 13, por um período de 24h, 36h, 26h, 15h, 20h e 24h na indústria 1, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente. Todavia, esse tempo pode sofrer variações, dependendo da quantidade ou umidade do material adicionado na estufa. A temperatura do forno nesse momento fica entre 800°C e 900°C. Entretanto, conforme Henrique Junior, Rodrigues (2017), há regiões no forno com menor incidência de calor, o que torna uma queima menos homogênea.



Figura 13: Disposição da lenha para o aquecimento do forno paulistinha na indústria 7. Fonte: os autores.

Após esse tempo, a estufa é aberta e colocam o ventilador adaptado por um período entre 16h e 24h em todas seis indústrias. O procedimento é destacado na Figura 14.A e 14.B na indústria 5 e 6, respectivamente. Esse tempo viabiliza o resfriamento do material, entretanto, acontece de forma lenta (HENRIQUE JUNIOR; RODRIGUES, 2017).



Figura 14: Resfriamento do produto com o ventilador adaptado após a abertura da estufa na indústria 5 (A) e 4 (B). Fonte: os autores.

Por último, o material produzido é estocado nos galpões ou nos espaços de ar livre das indústrias para posteriormente serem comercializados conforme destacado na Figura 15.



Figura 15: Última etapa de produção dos materiais cerâmicos da indústria 3. Fonte: os autores.

MATÉRIA-PRIMA EMPREGADA NOS FORNOS

A fonte energética utilizada nos fornos contínuos das indústrias 1, 2 e 3 são provenientes de espécies nativas do bioma da caatinga e resíduos de madeira. O Quadro 2 destaca cada tipo de fonte energética empregada para a geração de energia nos fornos contínuos.

Quadro 2. Fonte energética utilizada nos fornos contínuos nas indústrias 1, 2 e 3 para a geração de energia.

Identificação da cerâmica	Espécie de lenha utilizada
1	Mofumbo (<i>Combretum leprosum</i> Mart), Jurema preta (<i>Mimosa tenuiflora</i>), Jurema branca (<i>Mimosa verrucosa</i> Benth), Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>), Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>), Catingueira (<i>Poincianella Pyramidalis</i>) e Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.).
2	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>), serragem e resíduos de madeira de uma empresa do ramo eólico.
3	Resíduos de madeira e serragem.

Conforme destacado no Quadro 2, no forno contínuo da indústria 1, utiliza-se sete espécies de árvores da Caatinga como lenha para o aquecimento da matéria-prima, que são: Mofumbo, Jurema preta, Jurema branca, Pereiro, Catanduva, Catingueira e Cajueiro. A obtenção da lenha é de forma terceirizada para essa etapa de fabricação e tem origem na microrregião do Vale do Açu.

No forno contínuo da indústria 2, utiliza-se três tipos de fontes energéticas, que são: lenha da espécie algaroba, serragem e resíduos de madeira de uma empresa do ramo eólico. Como também a indústria 3, que utiliza resíduos de madeira e serragem para gerar energia. Os resíduos madeireiros utilizados nas indústrias 2 e 3 estão destacados nas Figura 16.A e 16.B, respectivamente.



Figura 16: Resíduos de madeira (A) e serragem (B) como fonte energética na indústria 2. Fonte: os autores.

O reaproveitamento dos materiais de madeira tornou-se uma solução para amenizar os impactos ambientais provocados pelo seu descarte inadequado no meio ambiente. Assim, as indústrias 2 e 3 empregam o uso dos resíduos de madeira à geração de energia, além de ser uma opção sustentável, também possibilita uma redução de gastos nos processos de fabricação. Moutinho et al. (2016) ressaltam a importância da utilização dos resíduos da

madeira à geração de energia, principalmente por se tratar de um material favorável ambientalmente.

Nos fornos paulistinhas, as fontes energéticas utilizadas são lenhas de espécies nativas do bioma da Caatinga e, conforme o Quadro 3, destaca-se a predominância entre duas espécies.

Quadro 3. Espécies de árvores da Caatinga utilizadas em cada indústria para a geração de energia

Identificação da cerâmica	Espécie de lenha utilizada
1	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>), cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.), Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) e Jurema (<i>Mimosa tenuiflora</i>).
4	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>), Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) e Jurema (<i>Mimosa tenuiflora</i>).
5	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) e Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.).
6	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>), Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) e Jurema (<i>Mimosa tenuiflora</i>).
7	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) e Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.).
8	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) e Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.).

Todas as fábricas utilizam a Algaroba para o abastecimento dos fornos paulistinha e a indústria 4 e 6 utilizam as mesmas três espécies. Cirilo et al. (2021) ressaltam que as madeiras extraídas nas formações florestais da região nordeste são, principalmente, utilizadas como fonte energética, sobretudo da espécie algaroba e sua ampla aplicação em cerâmicas da região semiárida. Os autores também destacam que isso acontece pelo fato de a madeira ser um material renovável e mais acessível do que outras fontes de matéria-prima.

CONCLUSÃO

Nas fábricas analisadas neste estudo, observou-se a predominância de dois principais modelos de fornos, intitulados de contínuo e paulistinha. Dessa forma, seis indústrias têm fornos do tipo paulistinha, uma do tipo contínuo e uma dos ambos os tipos de fornos. Diante disso, o forno mais utilizado nas indústrias é do tipo paulistinha, atribuídos

principalmente aos seus menores custo de implementação.

As fábricas utilizam lenhas de espécies nativas do bioma da Caatinga para gerar energia, o que possibilita o aquecimento dos fornos. Assim, a lenha de Algaroba é a mais empregada para essa finalidade e as indústrias 2 e 3 se destacam por utilizar resíduos de madeira e pó de serragem.

Portanto, as indústrias de cerâmica vermelha do Vale do Açu exercem um papel fundamental nesta microrregião, impulsionando a geração de empregos e estimulando o desenvolvimento socioeconômico. Nesse contexto, esta pesquisa possibilitou a compreensão das tecnologias adotadas nesse setor, uma vez que são responsáveis pela produção de materiais cerâmicos utilizados na construção civil da região e de outros estados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. C. et al. Processos de fabricação de cerâmica vermelha. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2022. 53p. – (Série Tecnologia Ambiental; 118).

ALMEIDA, K. S. DE; SOARES, R. A. L.; MATOS, J. M. E. DE. Effect of gypsum and granite residues on products from the red ceramic industry: Literature review. **Revista Materia**, v. 25, n. 1, 2020.

ALVES, C. L. B. et al. *Percepção ambiental dos trabalhadores das indústrias de cerâmica vermelha do município de Crato (Ce)*. **Revista Tecnologia e Sociedade**, p. 69-88, RESUMO. <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts>.

ARAÚJO, J. P. R.; ALMEIDA, F. W. M.; FERREIRA, J. J. VALE DO AÇU: ASPECTOS DE PRESERVAÇÃO DAS MATAS DE CARNAUBAL. THE USE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A COMPONENT OF PLANNING: URBAN CLIMATE CONSIDERATIONS **Revista do CERES**. 2015. Disponível em: <<http://www.cerescaico.ufrn.br/ceres/>>.

BERNI, M. D.; BAJAY, S. V.; GORLA, F. D. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria relatório setorial**, 2010.

Cerâmica Vermelha – Projeto EELA no Brasil / Mauricio F. Henriques Jr., Joaquim Augusto P. Rodrigues (organizadores). – Rio de Janeiro: INT/ MCTIC, 2017. 135p.

CIRILO, N. R. M. et al. Caracterização da madeira de *Prosopis juliflora* utilizada na indústria de cerâmica vermelha no semi-árido brasileiro. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 16, n. 4, p. 178, 18 jul. 2021.

GÓMEZ, G. G.; GARCÍA, N. A.; AMAYA, R. J. G. **Recording of temperatures and heat accumulation in masonry in a continuous kiln used to produce ceramic**

-
- materials.** Journal of Physics: Conference Series. **Anais...**IOP Publishing Ltd, 1 nov. 2021.
- GOMEZ, R. S. et al. Natural gas intermittent kiln for the ceramic industry: A transient thermal analysis. **Energies**, v. 12, n. 8, 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro Central de Empresas.** Rio de Janeiro; IBGE, 2020.
- JABARI, F. et al. Risk-constrained scheduling of solar Stirling engine based industrial continuous heat treatment furnace. **Applied Thermal Engineering**, v. 128, p. 940–955, 2018.
- KUASOSKI, M. et al. Sustainable practices of the red ceramic industry and its influence on local communities. **Journal of Cleaner Production**, v. 265, 20 ago. 2020.
- MANFREDINI, C.; SATTLER, M. A. Estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul Estimating the embodied energy in ceramic bricks, blocks and tile production materials in the State of Rio Grande do Sul. n. 1, p. 23–37, 2005.
- MATTÉ, D.; MENETRIER, A. R.; PEROTTONI, C. A. Aplicação de planejamento experimental na otimização do processo de pós-cura de pastilhas de freio em forno contínuo. **Scientia cum Industria**, v. 6, n. 1, p. 1–10, 31 jan. 2018.
- MOUTINHO, V. H. P. et al. Propriedades químicas e energéticas de madeiras amazônicas do segundo ciclo de corte. **Floresta e Ambiente**, 23(3), 443–449, 2016.
- NOLASCO, C.; JÁCOME, G G. G.; CAMPERO, J. A. G. **Mathematical model of the firing process in Ladrillera Ocaa, Colombia.** Journal of Physics: Conference Series. **Anais...**Institute of Physics Publishing, 26 nov. 2019.
- OBA, R.; POSSAMAI, T. S.; NICOLAU, V. P. Thermal analysis of a tunnel kiln used to produce roof tiles. **Applied Thermal Engineering**, v. 63, n. 1, p. 59–65, 2014.
- SAMPAIO, M. B. et al. Inovações tecnológicas e saúde do trabalhador: estudo comparativo da operação de fornos em uma indústria de cerâmica vermelha na região do Cariri, no Ceará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e576111336100, 16 out. 2022.
- SILVA, V. S. et al. Heat and Mass Transfer in Holed Ceramic Material Using Lumped Model. **Diffusion Foundations**, v. 7, p. 30–52, jun. 2016.