

# Diagnóstico ambiental do setor de cerâmica vermelha na região de Oeiras (PI)

## *Environmental diagnose for red ceramics in Oeiras, Brazil*

*Kelson Silva de Almeida<sup>1</sup>, Roberto Arruda Lima Soares<sup>2</sup>, José Milton Elias de Matos<sup>3</sup>,  
Camila de Sousa Moura Almeida<sup>4</sup>*

**RESUMO:** O estudo apresentou o diagnóstico ambiental do setor de cerâmica vermelha na região de Oeiras (PI). Para isso, revisão bibliográfica, visitas técnicas às indústrias cerâmicas com entrevista e registro fotográfico e análise do processo produtivo cerâmico foram realizados. Foram identificados os impactos ambientais e, em seguida, a indicação de possíveis medidas mitigadoras. Os resultados apontaram como impactos ambientais: retirada da vegetação e alteração topográfica, cinzas da queima, alto consumo de água, material cru e produto não conforme. As principais medidas mitigadoras apresentadas foram: reflorestamento, terraplenagem, controle do consumo de água, melhorar o processo produtivo, incorporação de resíduos na massa cerâmica. A implantação de sistema de gestão de qualidade, gestão ambiental e comprometimento dos empresários são importantes para sustentabilidade do setor.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental. Indústria cerâmica. Medida mitigadora. Produção cerâmica.

**ABSTRACT:** An environmental diagnosis of the red ceramics sector in the region of Oeiras PI Brazil, is provided. A bibliographic review, technical visits to the ceramic factory with interviews and photographic registration and analysis of production have been undertaken. Environmental impacts and possible mitigating measures were identified. Results reveal as environmental impacts: removal of vegetation, topographic alterations, ashes, high water consumption, raw matter and non-adequate matter. The main mitigating measures were: reforestation, earthwork, control of water consumption, improvement in production process, incorporation of residues in the ceramic mass. The establishment of quality system, environmental management and entrepreneurs' compromise are important for the sector's sustainability.

**Keywords:** Ceramic industry. Environmental impact. Mitigating method. Production of ceramics.

**Autor correspondente:**

Kelson Silva de Almeida: [eng.kelson@ifpi.edu.br](mailto:eng.kelson@ifpi.edu.br)

Recebido em: 10/12/2019

Aceito em: 10/07/2020

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de cerâmica vermelha representa 5% do PIB nacional e apresenta indícios de crescimento. Os produtos cerâmicos estão entre os mais utilizados na construção civil e assim é uma atividade essencial para a construção pois está presente desde a mais simples obra à mais sofisticada (INOCENTE *et al.*, 2018). Nesse sentido, a demanda por argila (matéria-prima principal) tende aumentar cada vez mais; no ano de 2017 utilizou-se aproximadamente 140 milhões de toneladas para fabricação de um total de 63,6 bilhões de peças de cerâmica (AREIAS *et al.*, 2017; BRASIL, 2017).

A indústria cerâmica no Estado do Piauí apresenta cerca de 92 fábricas que produzem em média 30 milhões de tijolos e 15 milhões de telhas por mês, distribuídas ao longo de todo o Estado. O município de Oeiras, localizado no Território Vale do Canindé, destaca-se pela produção de cerâmica vermelha e também cerâmica artesanal, com cerca de 5 indústrias na região, chegando a produzir cerca de 1,5 milhões de produtos cerâmicos mensais e abastecendo toda a região central do Estado do Piauí (ALMEIDA; MOURA; SOARES, 2014).

O setor de cerâmica vermelha se destaca também como grande gerador de resíduos, onde em toda a sua cadeia produtiva (da extração de matéria-prima à expedição dos produtos) gera algum tipo de impacto ambiental ou

<sup>1</sup> Doutor em Ciência e Engenharia dos Materiais, Docente do Eixo de Infraestrutura do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Floriano(PI), Brasil.

<sup>2</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Docente do Departamento de Matemática do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina (PI), Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Química, Docente do Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina (PI), Brasil.

<sup>4</sup> Mestra em Saúde da Mulher, Assistente Social da Secretaria de Estado da Saúde do Piauí (SESAPI), Oeiras (PI), Brasil.

rejeito (NAGALLI, 2014). Os resíduos da indústria de cerâmica vermelha representam atualmente até 7% da produção global de materiais cerâmicos, o que implica milhões de toneladas descartadas anualmente, a maior parte destes resíduos tem origem no descarte de peças defeituosas ainda na produção na indústria ou aplicação final em construção (chamado de resíduo de construção e demolição - RCD) (ARAÚJO *et al.*, 2019; BREKAILO *et al.*, 2019).

A geração de resíduos de cerâmica vermelha é um problema preocupante tendo em vista que a capacidade de deposição dos mesmos é cada vez mais limitada, assim, não há locais para armazenamento, haja vista o volume produzido (WRIGHT; BOORSE, 2016). Diante disso, a fim de reduzir o impacto ambiental negativo, a reciclagem e reutilização dos resíduos de construção civil, em especial os de cerâmica vermelha, são importantes como forma de minimizar o emprego indiscriminado de materiais virgens, a degradação ambiental dada pela grande extração de recursos naturais e a deposição de rejeitos em aterros ou locais não regulamentados, além da redução do consumo de energia, menores emissões de poluentes e melhoria da saúde e segurança da população (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002; CARMO; MAIA; CESAR, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) menciona a importância da prevenção e a redução na geração de resíduos, através da adoção da prática de hábitos sustentáveis, como a minimização da geração dos resíduos e da reciclagem, da reutilização e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, ou seja, todo o material que não pode ser reciclado ou reaproveitado (BRASIL, 2010).

Diversos autores realizaram a análise ou diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha e confirmaram a existência de diversos impactos negativos ao meio ambiente, também indicaram possíveis medidas mitigadoras a fim da redução dos mesmos, melhorando a gestão com o intuito de buscar a sustentabilidade neste setor (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002; REIS; SILVA, 2008; SILVA; MEDEIROS, 2011; ALMEIDA; MOURA; SOARES, 2014; ALENCAR-LINARD; SAEED-KHAN; LIMA, 2015; FURTADO *et al.*, 2015; AMORIM *et al.*, 2017; SOUZA; SOUSA, 2017; ABRAHAO; CARVALHO, 2018; SARQUIS *et al.*, 2018; VIEIRA; VIEIRA, 2018; WITT; SILVA; ALBACH, 2018; XARA; SOUZA; COSTA, 2018; SANTOS; EL-DEIR, 2019; SILVA; SOARES; ALMEIDA, 2019).

Nesta perspectiva, ressalta-se a importância do estudo realizado tendo em vista a necessidade de analisar o setor produtivo de cerâmica vermelha para identificar os principais impactos ambientais negativos e buscar meios de reduzi-los e melhorar a sustentabilidade e eficiência na indústria. A literatura confirma a importância de estudos deste tipo para entender como as ações humanas podem afetar os processos naturais, além de conciliar progresso econômico e social com preservação ambiental (SANCHEZ, 2013; SCALCO; FERREIRA, 2013; BARBOSA, 2014). O estudo tem por objetivo principal analisar os principais impactos ambientais da indústria de cerâmica vermelha na região de Oeiras (PI) e apontar soluções a fim de reduzir esses impactos e melhorar o setor produtivo local.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo apresenta uma pesquisa aplicada, que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, de cunho exploratório, visando proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e a construir hipóteses (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O resumo das etapas realizadas no estudo é apresentado na Figura 1.



Figura 1. Resumo das etapas do estudo.

O local estabelecido para o estudo foi o município de Oeiras (PI), localizado no Centro-Sul piauiense (latitude: -7,0138552; longitude: -42,1440123), área de 2.702,49 km<sup>2</sup> e população de 33.890 habitantes, clima é tropical semiárido, sua localização lhe coloca numa região de bioma caatinga e apresenta índices pluviométricos médios anuais de 400 mm até 800 mm (BRASIL, 2015). Possui grande importância e localização estratégica no Território Vale do Canindé, que engloba 17 municípios com área de 13.953,06 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2015). A indústria cerâmica da região de Oeiras abastece os municípios do Território e entorno, mostrando a importância dessa atividade para esse local. A Figura 2 apresenta o mapa identificando o Território Vale do Canindé e o município de Oeiras (BRASIL, 2015).

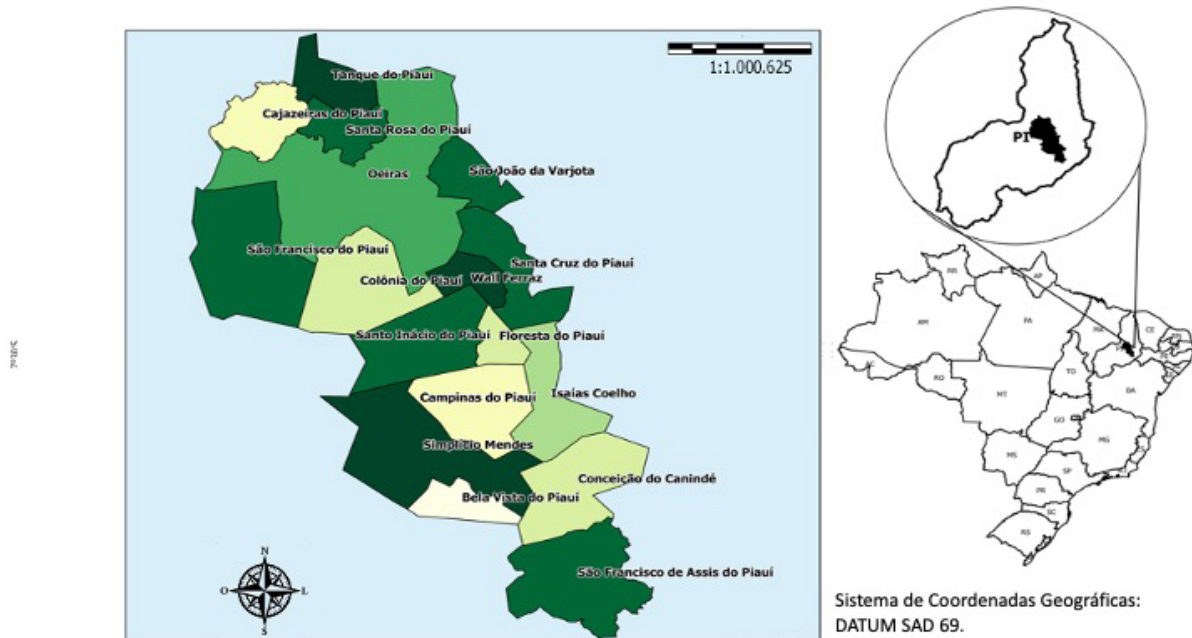


Figura 2. Mapa com delimitação do local de estudo.

Em seguida foi realizada a fase de visitas técnicas em três empresas de cerâmica vermelha na microrregião de Oeiras (PI) (localizadas na área rural do município) por um período de 1 (um) ano (março/2018 a fevereiro/2019) onde foram realizadas entrevistas com os colaboradores e empresários, além de registro fotográfico dos locais. As empresas solicitaram que fosse vedada a divulgação de sua localização para o trabalho.

A partir das informações anteriores foi realizada a análise do processo produtivo cerâmico, fundamental para detecção de pontos positivos e negativos no setor em questão. As etapas do processo produtivo cerâmico analisadas são: extração da matéria-prima, desintegração, mistura, laminação, extrusão, corte, secagem, queima, inspeção dos produtos, estocagem e expedição.

Com base na análise do processo produtivo, foi realizado o estudo para identificação dos impactos ambientais provocados em cada fase da produção da indústria de cerâmica vermelha na região do município de Oeiras (PI), o foco do trabalho foi analisar os principais impactos apenas das etapas de produção e extração. Após a análise foram apontadas as medidas mitigadoras para minimizar os impactos e verificar quais já estavam sendo executadas pelas indústrias.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Todo e qualquer empreendimento provoca impacto ambiental, em decorrência dos processos, desde a instalação até o produto final gerado e este impacto pode agredir tanto o solo, a água e/ou o ar atmosférico (KEMERICH *et al.*, 2011).

O levantamento dos aspectos e impactos ambientais relacionados à indústria cerâmica da região apontou fatores como: degradação da área da jazida de argila, alto consumo de água, resíduos de material cru não conforme, emissões atmosféricas, matriz energética, cinzas, resíduos de produto final fora de especificação. Esses impactos foram verificados nas diferentes etapas do processo produtivo cerâmico.

Nesta parte são apresentados os principais fatores de impacto ambiental e as medidas mitigadoras que podem ser ou já estão sendo implementadas pela indústria do setor de cerâmica vermelha na região.

#### 3.1 DEGRADAÇÃO DA ÁREA DA JAZIDA DE ARGILA

A extração da argila (ou das argilas) é a atividade inicial no processo produtivo cerâmico. A partir das visitas puderam ser identificados como impactos ambientais: compactação do solo e consequente redução da permeabilidade, impacto visual e alterações na topografia nas áreas das jazidas. A Figura 3 representa o que a supressão vegetal pode ocasionar na região de estudo.



Figura 3. Impacto ambiental na extração de argila.

Para ser realizada a exploração mineral da argila, a vegetação deve ser eliminada ainda no início das atividades de extração, deixando a superfície do solo exposta, alterando características como infiltração, porosidade, compactação e rugosidade, causando um distúrbio considerável no ambiente (MELLO *et al.*, 2017). A mineração de argila pode provocar também a alteração da topografia e erosão decorrentes do processo de retirada da camada superficial e aprofundamento do solo (LANDIM *et al.*, 2019).

As principais medidas mitigadoras para redução deste impacto são apresentadas na literatura: solicitar autorização aos órgãos ambientais (embora seja obrigatório, uma das empresas não possuía essa autorização), restrição da remoção da vegetação ao mínimo necessário e revegetação das áreas impactadas, sempre que possível; terraplenagem para reafeiçoamento do relevo com a finalidade de atenuar o impacto visual, reduzir a possibilidade de erosões (FIEMG, 2015; CABRAL *et al.*, 2019).

### 3.2 CONSUMO DE ÁGUA

A indústria de cerâmica vermelha se utiliza de água para hidratação da argila em quantidade razoável, que evapora durante a queima (ALENCAR-LINARD; SAEED-KHAN; LIMA, 2015).

A água é bastante usada no processamento cerâmico, principalmente nas etapas de mistura, laminação e extrusão. Todas as indústrias visitadas possuem poços artesianos como fonte de água, assim não fazem o controle quanto ao uso de água, sobretudo na etapa de mistura e sazonalidade onde a água é adicionada de maneira indiscriminada.

Os responsáveis ao serem questionados sobre o uso da água apontaram que o excedente de água é simplesmente evaporado ou infiltra no solo novamente, mas que a concessionária de abastecimento de água já havia solicitado a regularização dos poços.

As boas práticas para o consumo adequado da água, por ser um recurso limitado, estão ligadas à otimização do uso e busca pela reutilização da mesma sempre que for possível, embora a região não apresente escassez de água (ANICER, 2018). Algumas medidas podem ser tomadas a fim de melhorar a gestão da água no setor como a captação e armazenamento de água pluvial como trata a norma NBR 15.527 (ABNT, 2007), além de instalar sistema para controle e registro de uso de água em cada etapa (ANICER, 2018).

### 3.3 MATERIAL CRU DEFEITUOSO

As etapas de extrusão, corte e secagem podem gerar produtos com trincas, fissuras ou fora de especificação, estes têm a denominação de material cru defeituoso. Esses materiais são separados antes de ir a queima como pode ser visto na Figura 4, gerando um desperdício de matéria-prima, energia elétrica e desgaste das máquinas.

A partir das visitas foi identificada grande quantidade de material cru defeituoso em todas as indústrias. Questionados sobre o material, os responsáveis apontaram principalmente a quantidade de água na mistura como motivo, mas que realizam a manutenção no maquinário e ainda que reutilizam o material após um novo período de sazonalidade.

A literatura aponta que esses defeitos podem ser provocados por diversos fatores como proporção inadequada de argila, secagem rápida, elevado teor de umidade e que podem representar até 63% do total de resíduos (GOUVEIA; SPOSTO, 2009; SILVA; SILVA, 2017b).

O controle de qualidade da produção pode representar uma medida para reduzir a geração deste resíduo industrial. Outra medida importante é a reinserção desse material no próprio processo produtivo, já que este material cru é considerado um resíduo reutilizável como agregado, de acordo com a resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002); todas as indústrias visitadas realizam essa atividade. Os defeitos nos produtos extrudados (secos ou úmidos), quando ocorrem antes da queima, embora pese a queda de produtividade, podem ser reprocessados (CABRAL; AZEVEDO, 2017).





Figura 4. Material cru não conforme.

### 3.4 MATRIZ ENERGÉTICA

A indústria de cerâmica vermelha, em função da necessidade de queima de seus produtos, se torna uma grande consumidora de energia. A matriz energética mais utilizada pelas cerâmicas vermelhas do Estado do Piauí é a lenha, proveniente da vegetação local, a caatinga (ALMEIDA; MOURA; SOARES, 2014).

434

O bioma caatinga localizado no semi-árido brasileiro possui área de 826.411,23 km<sup>2</sup> e é um dos mais ameaçados, devido ao uso inadequado dos recursos naturais. Segundo dados do IBAMA, até 2009, a porcentagem de vegetação suprimida da caatinga era da ordem de 45,62%, em relação ao desmatamento, a Caatinga teve sua cobertura vegetal nativa suprimida, entre 2008-2009, em 1.921,18 km<sup>2</sup>, e apenas no município de Oeiras (PI) apresentou, nesse período, uma área devastada de 1,44 km<sup>2</sup> (BRASIL, 2011).

As visitas nas diversas indústrias cerâmicas da região confirmaram a utilização de lenha da caatinga como única fonte de energia para produção. A Figura 5 mostra o uso de lenha em uma das indústrias visitadas.



Figura 5. Fonte energética usada nas indústrias: lenha.

Os impactos ambientais da utilização desta matriz energética é o desmatamento de áreas de vegetação nativa, associado à falta de uma prática de reflorestamento das áreas devastadas (GUIMARÃES *et al.*, 2018).

A utilização de outras fontes energéticas como cavaco, pó de serragem, *pallets* de madeira, é uma forma de minimizar esse impacto (FIEMG, 2015). Outro ponto importante é a implantação de área para reflorestamento com fins energéticos, visando o auto suprimento da matriz energética (CAVALCANTI; SILVA, 2014). Outras medidas mitigadoras são: investir em forno mais eficiente, controlar umidade e ar no forno, manter a fonte energética em local controlado, entre outros (ANICER, 2018).

Os responsáveis pelas indústrias foram questionados sobre o uso da vegetação nativa e informaram que estavam buscando investir em produção florestal local com espécies de rápido crescimento e melhorar a infraestrutura dos fornos. Além disso é necessário maior atuação dos órgãos ambientais para que haja fiscalização e controle de reposição da vegetação.

### 3.5 CINZAS DA QUEIMA

Os fornos utilizados na região são do tipo abóbada, proporcionando mais economia em relação aos outros tipos, como também de fácil manuseio, além de gerar menor quantidade de cinzas.

As cinzas são geradas a partir do processo de queima, normalmente de lenha, nas indústrias cerâmicas. A poluição do ar e a possibilidade de gerar graves problemas respiratórios são impactos ambientais gerados pelas cinzas (BORLINI *et al.*, 2005).

As entrevistas nas indústrias cerâmicas apontaram que as cinzas ainda não possuem local específico para destinação, sendo o rejeito descartado na própria região; a Figura 6 apresenta as cinzas geradas na queima.

Além disso, foi identificado que um dos motivos para afastamento dos trabalhadores da indústria são problemas respiratórios devido ao manuseio da argila, cinzas e poeira; e, ainda, que não eram realizados exames admissionais ou demissionais nos trabalhadores.



Figura 6. Cinzas geradas após a queima.

As cinzas obtidas da combustão da lenha são classificadas como resíduo inerte e, em geral, são ricas em compostos de base cálcio, silicosos ou sílico-aluminosos (NASCIMENTO *et al.*, 2019). Uma possibilidade de disposição final ambientalmente adequada é destinar a aterros industriais autorizados a receber esse tipo de material.

Nesse sentido, uma alternativa ecológica é a incorporação desse resíduo em massa cerâmica, oportunidade de transformar problemas ambientais em oportunidades tecnológicas e econômicas (PEREIRA *et al.*, 2019). Diversos autores apresentaram a possibilidade viável da incorporação de cinzas em massa cerâmica (FARIA; GURGEL; YOUCAI; JINGYU, 2011; HOLANDA, 2012; HAIYING; PEREIRA *et al.*, 2019).



Outros autores apontam a possibilidade de utilização de cinzas como adubo em culturas vegetais como solução ambiental (PRADO; NATALE; CORRÊA, 2002; SILVA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009).

### 3.6 PRODUTO FORA DE ESPECIFICAÇÃO

Produto final fora de especificação é qualquer material cerâmico obtido após a queima que está de acordo com as normas vigentes, podendo ser encontrado nas fases de inspeção, estocagem e expedição (FIEMG, 2015).

Cabe ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia avaliar a conformidade dos produtos cerâmicos, por meio da regulamentação técnica de caráter compulsório, assim, produtos fora de especificação não podem ser comercializados e é passível de advertência, multa, interdição da empresa ou apreensão de produtos em caso de descumprimento (INMETRO, 2019).

Quando os defeitos nas peças ocorrem após a queima, não há aproveitamento em larga escala pela indústria, então, os produtos são descartados e dispostos normalmente de maneira desordenada, gerando perdas econômicas e impactos negativos ao meio ambiente como incômodo visual e mobilização de grandes áreas para armazenagem (CABRAL; AZEVEDO, 2017). A Figura 7 apresenta o descarte de produto fora de especificação, encontrado nas visitas às indústrias.



Figura 7. Produto fora de especificação.

Embora algumas empresas implantem um sistema de gestão de qualidade, sempre irá existir um percentual de perdas no processo cerâmico, este é chamado de perda natural (GOUVEIA; SPOSTO, 2009). Silva e Silva (2017b) apontaram, em seu trabalho, que a geração de resíduos após a etapa de queima pode representar mais de 30% do total de resíduos sólidos gerados em indústria cerâmica, se tornando um passivo ambiental de grandes proporções.

Como alternativa para não geração ou redução da quantidade é implementar um sistema de gestão de qualidade e controle, investir em treinamento dos trabalhadores e em equipamentos melhores. A reutilização é uma possibilidade para o produto fora de especificação que pode ser: aterro em áreas de construção, pavimento em ruas e estradas, além da aplicação nas dependências da indústria.

A trituração do produto cerâmico queimado gera o chamote, material geralmente inerte e não plástico, este tem possibilidade de incorporação na massa cerâmica promovendo uma alternativa ecológica ao descarte desses materiais. Diversos autores têm confirmado a incorporação de chamote no processo cerâmico como possibilidade viável com resultados adequados (VIEIRA; SOUZA; MONTEIRO, 2004; GOUVEIA; SPOSTO, 2009; VIEIRA; TEIXEIRA; MONTEIRO, 2009; ZACCARON *et al.*, 2018). Outra possibilidade, assim como a cinza, é destinar a aterros industriais autorizados a receber esse tipo de material.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou o diagnóstico ambiental do setor de cerâmica vermelha na região de Oeiras (PI) com identificação dos principais impactos ambientais e indicando soluções adequadas. A indústria cerâmica da região apresentou como impacto mais significativo a degradação da vegetação da área útil da empresa, tanto na extração da argila quanto na matriz energética utilizada. A falta de fiscalização dos órgãos competentes aliada à ausência de plano de gestão ambiental faz com que este setor ainda cause impacto negativo ao meio ambiente. Algumas medidas mitigadoras foram apresentadas (incorporação de resíduo, implantação de medidas de controle para água, reflorestamento e melhoramento no processo produtivo) buscando a minimizar os efeitos negativos. Embora haja muitas atividades a serem executadas para o melhoramento do processo, todas as ações apresentadas são passíveis de implantação, onde é necessário apenas o compromisso dos empresários do setor com a causa ambiental. A base para obter uma sustentabilidade ambiental no setor cerâmico está na solução apresentada pelos 4Rs: reutilizar, reciclar, reduzir e recuperar.

#### REFERÊNCIAS

- ABRAHAO, R.; CARVALHO, M. Environmental Impacts of the Red Ceramics Industry in Northeast Brazil. *International Journal of Emerging Research in Management and Technology*, v. 6, n. 8, p. 310-317, 2018.
- ALENCAR-LINARD, Z. U. S.; SAEED-KHAN, A.; LIMA, P. V. P. Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará, Brasil. *Economía, Sociedad y Territorio*, v. xv, n. 48, p. 397-423, 2015.
- ALMEIDA, K. S.; MOURA, C. S.; SOARES, R. A. L. Análise dos impactos ambientais gerados pela indústria de cerâmica vermelha no Piauí. *Cerâmica Industrial*, v. 19, n. 5, p. 33-34, 2014.
- AMORIM, F. S.; SOUZA, M. P.; BORGES, C. H. A.; COSTA, R. M. C.; VASCONCELOS, A. D. M. Impactos ambientais gerados no processo de produção de cerâmicas no extremo sul do Piauí. *ACSA*, v. 13, n. 3, p. 241-246, 2017.
- ARAÚJO, R. A.; MENEZES, A. L. R.; CABRAL, K. C.; NÓBREGA, A. K. C.; MARTINELLI, A. E.; DANTAS, K. G. M. Evaluation of the pozzolanic activity of red ceramic waste using mechanical and physicochemical methods. *Cerâmica*, v. 65, n. 375, p. 461-469, 2019.
- AREIAS, I. O. R.; VIEIRA, C. M. F.; MANHÃES, R. S. T.; INTORNE, A. C. Incorporação de lodo da estação de tratamento de esgoto (ETE) em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, v. 63, n. 367, p. 343-349, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Cartilha ambiental**: cerâmica vermelha. Rio de Janeiro: 2018. 102p.
- BARBOSA, R. P. **Avaliação de risco e impacto ambiental**. São Paulo: Érica, 2014. 144p.
- BORLINI, M. C.; SALES, H. F.; VIEIRA, C. M. F.; CONTE, R. A.; PINATTI, D. G.; MONTEIRO, S. N. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha. parte I: características da cinza. *Cerâmica*, v. 51, n. 319, p. 192-196, 2005.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, **Diário Oficial da União**, 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. **Diário Oficial da União**, 2010.

BRASIL. **Monitoramento do Bioma Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2011.

BRASIL. **Perfil Territorial Vale do Canindé**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, 2015.

BRASIL. **Anuário Estatístico: Setor Transformação Não Metálicos/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Brasília: Ministério de Minas e Energia - MME, 2017.

BREKAILO, F.; PEREIRA, E.; PEREIRA, E.; HOPPE FILHO, J.; MEDEIROS, M. H. F. Avaliação do potencial reativo de adições de resíduos de blocos de cerâmica vermelha e de concreto cominuído de RCD em matriz cimentícia. **Cerâmica**, v. 65, n. 375, p. 351-358, 2019.

CABRAL, M.; AZEVEDO, P. B. M.; CUCHIERATO, G.; MOTTA, J. F. M. Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I - Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 24, n. 1, p. 20-34, 2019.

CABRAL, M.; AZEVEDO, P. B. M. Potencial Técnico e Econômico do Aproveitamento de Resíduos da Indústria de Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 22, n. 3, p. 29-38, 2017.

CARMO, D. S.; MAIA, N. S.; CÉSAR, C. G. Avaliação da tipologia dos resíduos de construção civil entregues nas usinas de beneficiamento de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 187-192, 2012.

CAVALCANTI, R. Q.; SILVA, A. K. P. M. Identificação de impactos ambientais na indústria de cerâmica vermelha, um estudo de caso. In: **Cerâmica vermelha para construção civil: pesquisas e inovações**. Recife: Ed. da UFRPE, 2014. 311p.

FARIA, K. C. P.; GURGEL, R. F.; HOLANDA, J. N. F. Influência da adição de resíduo de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar nas propriedades tecnológicas de cerâmica vermelha. **Matéria**, v. 17, n. 3, p. 1054-1060, 2012.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FIEMG). **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha**. Minas Gerais: FIEMG, 2015.

FURTADO, O. S.; SILVA, N. A.; DIAS, W. S.; SELLITTO, M. A. Avaliação do desempenho ambiental em uma empresa da indústria cerâmica de Tocantins. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 21, p. 848-861, 2015.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. 120p.

GOUVEIA, F. P.; SPOSTO, R. M. Incorporação de chamote em massa cerâmica para a produção de blocos. Um estudo das propriedades físico-mecânicas. **Cerâmica**, v. 55, n. 336, p. 415-419, 2009.

GUIMARÃES, K. R. L.; HOLANDA, R. M.; SILVA, B. B.; ARAUJO, L. E.; LORENA, E. M. G. Análise do Atendimento aos Requisitos Ambientais: Um Múltiplo Estudo de Caso nas Indústrias de Cerâmica Vermelha do Estado de Pernambuco. **Cerâmica Industrial**, v. 23, n. 1, p. 33-46, 2018.

HAIYING, Z.; YOUCAI, Z.; JINGYU, Q. Utilization of municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash in ceramic brick: product characterization and environmental toxicity. **Waste Management**, v. 31, n. 2, p. 331-341, 2011.

INOCENTE, J. M.; NANDI, V. S.; ROSSO, F.; OLIVEIRA, A.; ZACCARON, A. Estudo de Recuperação de Resíduos Vítreos na Formulação de Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 23, n. 3, p. 34-39, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Produtos de cerâmica vermelha: avaliação da conformidade**. Cartilha. Rio de Janeiro, 2019. 16 p.

- KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E.; FOLETTO, C. V.; ROSA, L. M. Avaliação de impactos ambientais na implantação e operação de olaria. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 1, p. 134-150, 2011.
- LANDIM, A. A.; BRAGA, V. H.; OLIVEIRA, B. A.; FIGUEIREDO, A. S.; KEMERICH, P. D. C.; VARGAS, J. E. Impactos ambientais causados pela implantação e operação de olaria em Caçapava do Sul - RS. **Holos Environment**, v. 19, n. 1, p. 83-97, 2019.
- MELLO, A. H.; GAMA, M. F. F.; OLIVEIRA, G. F.; SILVA, J. C. Diagnóstico da degradação ambiental em áreas de extração de argila em Marabá - PA. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 45-61, 2017.
- MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.
- NAGALLI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 176p.
- NASCIMENTO, J. E. F.; NOBREGA, A. C. V.; FERREIRA, H. C.; NEVES, G. A.; SANTANA, L. N. L. Cinza de biomassa rica em calcário como material carbonático em sistemas cimentícios de base Portland. **Cerâmica**, v. 65, n. 373, p. 85-91, 2019.
- PEREIRA, S. I.; PETERSON, M.; ZACCARON, A.; NANDI, V. S.; FERNANDES, P. Incorporação da cinza do eucalipto em massa de cerâmica vermelha. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 11, n. 2, p. 68-72, 2016.
- PRADO, R. M.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M. Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. **Acta Scientiarum**, v. 24, p. 1493-1500, 2002.
- REIS, L. M. M.; SILVA, V. P. Sustentabilidade ambiental em territórios de cerâmica vermelha: uma análise de Carnaúba dos Dantas-RN. **Mercator**, v. 4, n. 7, p. 83-96, 2008.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 584p.
- SANTOS, J. P. O.; EL-DEIR, S. G. Produção de gesso no Araripe pernambucano: impactos ambientais e perspectivas futuras. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 12, n. 3, p. 496-509, 2019.
- SARQUIS, A. B.; SEHNEM, S.; PIZZINATTO, N. K.; MARTINAZZO, J. C. Diagnóstico de gestão ambiental no setor de cerâmica vermelha. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo**, v. 12, n. 6, p. 1542-1562, 2018.
- SCALCO, J. P.; FERREIRA, G. C. Impactos ambientais da mineração de argila para cerâmica vermelha na sub-bacia do Ribeirão Jacutinga - Rio Claro e Corumbataí (SP). **Geociências**, v. 32, n. 4, p. 760-769, 2013.
- SILVA, A. P. M.; MEDEIROS, J. F. Problemas socioambientais causados pelas indústrias de cerâmicas no município de Encanto-RN. **Geotemas**, v. 1, n. 1, p. 67-77, 2011.
- SILVA, D. J. R.; SOARES, E. K. L.; ALMEIDA, J. G. R. Proposta de implantação de sistema de gestão ambiental em uma cerâmica no estado do Tocantins. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 1, p. 34-56, 2019.
- SILVA, F. F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; MUNIZ, A. S.; FERREIRA, R. C. Aplicação de cinza da casca de arroz e de água residuária de fecularia de mandioca na cultura de aveia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 25-36, 2008.
- SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do Planalto Catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 6, p. 475-482, 2009.



SILVA, R. G.; SILVA, V. P. Diagnóstico de desperdícios de uma cerâmica vermelha rumo à produção mais limpa. In: **6th International Workshop | Advances in Cleaner Production - Academic Work**, São Paulo, 2017.

SOUZA, J. R.; SOUSA, J. R. Produção mais limpa: um diagnóstico da indústria ceramista no município de Paulistana-PI. **Connexio**, v. 6, n. 2, p. 73-87, 2017.

VIEIRA, C. M. F.; SOUZA, E. T. A.; MONTEIRO, S. N. Efeito da incorporação de chamote no processamento e microestrutura de cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 50, n. 315, p. 254-260, 2004.

VIEIRA, C. M. F.; TEIXEIRA, S. S.; MONTEIRO, S. N. Efeito da temperatura de queima nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha contendo chamote. **Cerâmica**, v. 55, n. 335, p. 332-336, 2009.

VIEIRA, P. H.; VIEIRA, A. C. A. S. Diagnóstico dos impactos ambientais provocado pelas indústrias cerâmicas no município de Cordeirópolis/SP. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 55, p. 863-879, 2018.

WITT, M. R.; SILVA, S. P.; ALBACH, D. M. Destinação planejada de resíduos cerâmicos no contexto do design para sustentabilidade. **Mix Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 35-42, 2018.

WRIGHT, R.; BOORSE, D. F. **Environmental Science: Toward a Sustainable Future**. 13. ed. Londres: Pearson, 2016. 672p.

XARA, G. M. S. A.; SOUZA, S. A.; COSTA, M. V. Gestão estratégica ambiental: barreiras à implementação da ferramenta produção mais limpa em indústria de cerâmica vermelha de Caetité - Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 2322-2339, 2018.

440 ZACCARON, A.; GALATTO, S. L.; NANDI, V. S.; FERNANDES, P. Avaliação da resistência mecânica e absorção de água em cerâmica vermelha com incorporação de chamote. *Scientia Plena*, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2018.