

# UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM QUADRAS DE TÊNIS: ESTUDO DE CASO NO BRASIL<sup>1</sup>

NISHIYAMA, I. K., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: isabellanishiyama@hotmail.com; BADALOTTI, I. B., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: isa.badalotti@hotmail.com; SCHAMNE, A. N., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: annelisenairne@gmail.com; STEFFEN, L. O., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: luna\_steffen@hotmail.com; NAGALLI, A., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: nagalli@utfpr.edu.br

## ABSTRACT

*This study presents an alternative to reuse red brick waste in the construction of tennis courts. To analyze the feasibility of this application a case study was realized in a brick industry located in Chapecó city, Santa Catarina, Brazil. The industry produces about 600.000 brick blocks per month and generates high amount of waste in the production process, transportation and reverse logistics of materials. To evaluate the applicability of these wastes in the construction of tennis courts some criteria related to cost, infrastructure, market, financial return, production process and partnership were considered. Investigations concluded that if the brick industry invests in building of one or two tennis courts with two-year maintenance, it takes only three years to recover all the initial investment. Therefore, reuse red brick waste in construction of tennis courts is an alternative to minimize waste generated in brick industries.*

**Keywords:** Red brick waste. Brick industry. Tennis court.

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar da significativa representatividade do setor da construção civil na economia brasileira, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados pelo setor ainda é um desafio nos grandes centros urbanos (SCHAMNE; NAGALLI, 2018).

Os resíduos de construção e demolição (RCD) correspondem a mais de 50% dos RSU brasileiros. Numericamente os resíduos de cerâmica vermelha representam a maior parcela dos RCD gerados no Brasil, cerca de 60%. Por esta razão, diversos meios para reciclagem e reutilização desse tipo de material vêm sendo estudados (JOHN, 2000; JOHN e AGOPYAN, 2000; MENEZES et al., 2011; PAIXÃO, 2013). Muitos artigos têm se direcionado a análise e empregabilidade do resíduo de cerâmica vermelha que, tratando-se de blocos cerâmicos, pode ser gerado tanto no manuseio e assentamento, quanto na própria produção, foco deste trabalho (CABRAL et al., 2009; SALES e ALFERES, 2014; FERREIRA et al., 2015; CHENG, 2016).

Neste contexto, as empresas que buscam gerar menos resíduos por meio do aprimoramento de seus processos produtivos tornam-se mais eficientes e

<sup>1</sup> NISHIYAMA, I. K., et al. Utilização de resíduos de cerâmica vermelha da construção civil em quadras de tênis: um estudo de caso no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

competitivas (FARIAS et al., 2015). Portanto, esta pesquisa visa apresentar uma alternativa economicamente viável para reaproveitamento dos resíduos cerâmicos estocados em uma olaria.

## **2 RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA**

A cerâmica vermelha recebe este nome devido à sua coloração predominantemente avermelhada, proveniente do tom da argila utilizada como matéria prima (ABCERAM, 2018).

Quando se analisa a perda de cerâmica vermelha em obras, um estudo realizado em mais de 100 obras, com coordenação do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Universidade de São Paulo, indicou que a perda deste tipo de material pode variar de 0% a 48%, sendo o valor médio 10%. Para redução deste valor, o autor recomenda: transportar os blocos com carrinho adequado ao tamanho das peças; escolher materiais de qualidade; exigir o recebimento dos blocos em paletes; manter o estoque organizado; minimizar a movimentação dos blocos entre a área de recebimento e de utilização; utilizar ferramentas adequadas aliadas a procedimentos bem elaborados e treinamento dos funcionários (SOUZA, 2006).

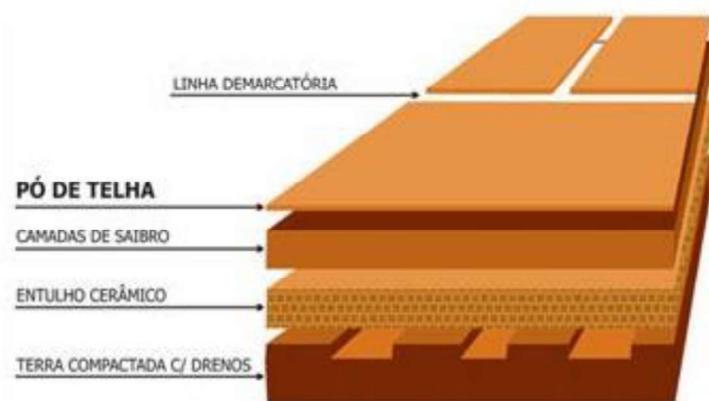
### **2.1 Construção de quadras de tênis com resíduos de cerâmica vermelha**

A construção de quadras de saibro deve ser realizada em terrenos planos, compactados e preferencialmente de composição argilosa. A cobertura de saibro consiste em terra batida e uma leve camada de pó de tijolo, telha, cerâmica e outros materiais. A camada de pó ajuda a evitar possíveis lesões para os atletas, pois ela faz com que os tenistas deslizem com mais facilidade na quadra além de aumentar a velocidade de chegada até a bola. Este tipo de superfície exige manutenção e constante aplicação de água, inclusive durante as partidas (TENNIS INFO, 2017).

Em entrevista com o proprietário de uma empresa de quadras esportivas, a confecção de quadras de tênis de saibro de 648m<sup>2</sup> (18m x 36m) se inicia com a busca de matéria-prima para confecção do pó. Usualmente o material utilizado provém de demolição. Na sequência, os materiais devem ser moídos em um triturador, de pelo menos 20 CV de potência, para resultar em pó. O resultado deste processo é embalado em sacos de 40 kg.

Na Figura 1 estão descritas as camadas que compõe a quadra de tênis de saibro a fim de observar as possibilidades de inserção dos resíduos de cerâmica vermelha na confecção das quadras de tênis.

Figura 1- Camadas quadra de Tênis



Fonte: Tennis Info (2018)

O proprietário enfatizou o fato de que qualquer material de cerâmica vermelha pode ser utilizado, não importando seu tamanho, sua umidade ou até mesmo a temperatura que o material esteja exposto.

### 3 METODOLOGIA

A empresa cerâmica é de pequeno porte e atua a mais de 50 anos na cidade de Chapecó, região oeste do Estado de Santa Catarina. A olaria produz blocos cerâmicos de variados tamanhos e a produção pode chegar a 600.000 peças por mês. O bloco mais produzido é o 0,09 x 0,14 x 0,24m, sendo este responsável por 60% da produção. Por se tratar de um material frágil, os resíduos cerâmicos são gerados tanto no processo fabril, quanto no transporte e no armazenamento incorreto dos materiais. Os resíduos cerâmicos também retornam à olaria por meio dos clientes, que devolvem o material quando não há mais serventia em suas obras.

Para analisar a viabilidade econômica e o retorno financeiro do reaproveitamento dos resíduos cerâmicos em pó comercial foram obtidas informações relacionadas à demanda de material para construção e manutenção de uma quadra de tênis, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Proporção de materiais utilizados em uma quadra de tênis convencional

| Construção   |                                    |                             |
|--------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Dimensão (m) | Volume de saibro (m <sup>3</sup> ) | Quantidade de pó cerâmico   |
| 18 x 36      | 60                                 | 25 sacos de 40 kg = 1000 kg |

Fonte: Os autores (2018)

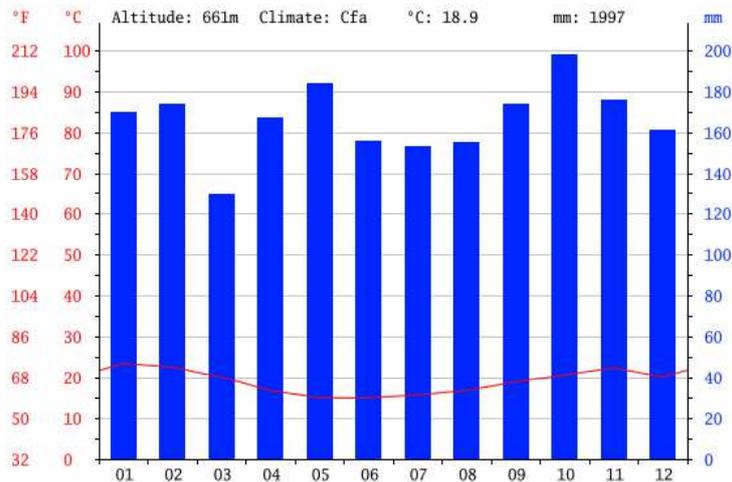
Tabela 2- Parâmetros para realização da manutenção

| Manutenção        |                         |                           |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|
| Tempo atmosférico | Intervalo de manutenção | Quantidade de pó cerâmico |
| Bom               | 15 dias                 | 6 sacos de 40 kg = 240 kg |
| Nublado           | 12 dias                 | 7 sacos de 40 kg = 280 kg |
| Chuvoso           | 10 dias                 | 8 sacos de 40 kg = 320 kg |

Fonte: Os autores (2018)

Na análise do retorno financeiro foi determinada a variável “tempo atmosférico” conforme informações da Figura 2, que mostra dados de altitude, temperatura e precipitação registrados durante o ano na cidade de Chapecó.

Figura 2 – Gráfico climático da cidade de Chapecó

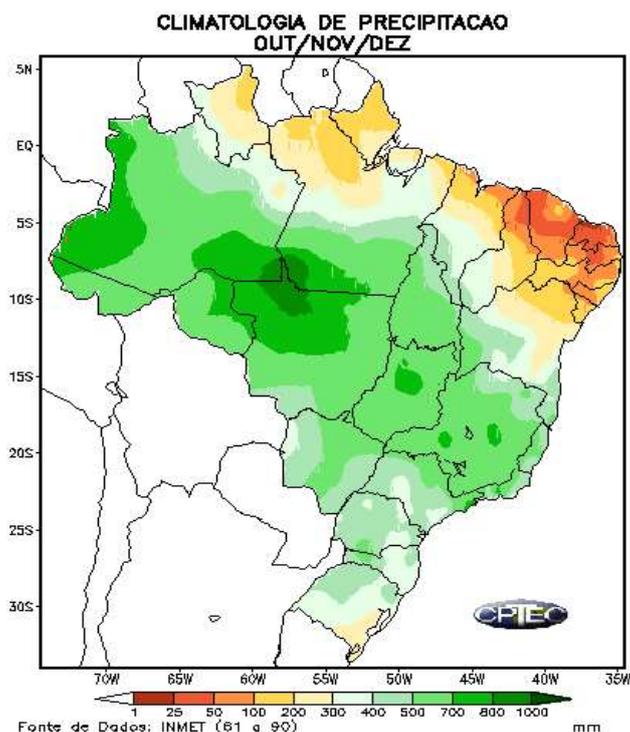


Fonte: Climate Date (2017)

Dados de precipitação (Figura 2) apontam que o mês de Março é o mais seco com 129 mm, enquanto o mês de Outubro possui 198 mm. Portanto, a precipitação média da cidade é de 176,45 mm por ano.

Para definir o “tempo atmosférico” é necessário saber as precipitações máximas e mínimas do Brasil e compará-las com a média de precipitação da cidade de Chapecó. Para isso, foi analisado o mapa de precipitação acumulada no Brasil, referente ao último trimestre de 2015, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Climatologia de precipitação do Brasil do último trimestre de 2015



Conforme Figura 3, observa-se que a região Noroeste do país possui maior índice de precipitação (900 mm), enquanto a região Nordeste, em que predominam períodos de estiagem, o valor médio de precipitação é de 62,5 mm.

O total acumulado no trimestre dividido por três resulta no valor máximo e mínimo de precipitação acumulado por mês, 300 mm e 20,83 mm, respectivamente. Sendo assim, a média entre a máxima e a mínima precipitação resulta em 160,41 mm.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Estimativa da geração de resíduos cerâmicos na olaria

Analisando as Tabelas 1 e 2 é possível verificar que, para tempo bom a quantidade de material gasto na manutenção da quadra equivale a aproximadamente 25% do total de pó cerâmico gasto na execução da mesma, podendo este percentual chegar até 32% em condições atmosféricas desfavoráveis, comprovando a demanda por este tipo de material.

Segundo a empresa, em 2015 foram produzidos, aproximadamente, 7 milhões e 200 mil blocos cerâmicos. Deste total, a carga de blocos defeituosos chegou a 40 mil unidades e o material devolvido pelos clientes estimado em 180 mil blocos.

Considerando que os blocos cerâmicos mais produzidos na olaria tem valor médio de massa de 3,93 kg, o total de resíduos gerados, resultante das

cargas defeituosas e da devolução dos clientes, corresponde a 864.600 kg por ano. Esta quantidade de resíduos cerâmicos gerada é compatível com a demanda necessária para a construção de quadra de tênis, conforme apresentado na Tabela 1 e na Tabela 2.

#### 4.2 Viabilidade econômica e simulação de retorno financeiro

O investimento necessário para o negócio seria apenas a compra do triturador de entulhos e sacos para a embalagem do pó. Em média, os valores de mercado encontrados para estes produtos chegam a R\$ 17.300 para um triturador e R\$ 0,75 a unidade dos sacos de rafia.

Considerando que é possível reduzir em 20% o valor de venda do material. O pó cerâmico poderá ser vendido por R\$ 0,40 por quilo.

A partir da média de precipitação mensal de Chapecó de 176,45mm, obtida na análise da Figura 2, foi possível adotar que a variável “tempo atmosférico” está na mediana entre dois extremos, sendo, portanto adotado Nublado.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de manutenção para uma quadra de tênis por dois anos, considerando o material necessário para tempo nublado, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 3 - Valores obtidos para manutenção de uma quadra de tênis

| Tempo Atmosférico | Pó/Manutenção (kg) | Manutenção                       |             | Venda pó/ano (R\$) | Custo Manutenção/dois anos (R\$) |
|-------------------|--------------------|----------------------------------|-------------|--------------------|----------------------------------|
|                   |                    | Manutenções/ano (a cada 12 dias) | Pó/ano (kg) |                    |                                  |
| Nublado           | 280                | 31                               | 8.680       | 3.472              | 6.944                            |

Fonte: Os autores

Na construção de uma quadra de tênis é necessário 1.000 kg de pó cerâmico, esta quantidade multiplicada pelo valor de venda do pó cerâmico da olaria de R\$ 0,40 por quilo, resulta em R\$ 400 por quadra de tênis construída. Portanto, o valor total para construção de uma quadra de tênis e manutenção por dois anos é a soma do valor para construção mais o custo para manutenção, totalizando R\$ 7.344.

Serão necessários 459 sacos de rafia de 40 kg, que a R\$ 0,75 a unidade vai custar R\$ 344,25. Assim, o investimento inicial da aquisição do equipamento (R\$ 17.300) mais o valor dos sacos de rafia (R\$ 344,25) totalizam R\$ 17.644,25.

Portanto, considerando que a empresa cerâmica forneça o pó cerâmico para a construção de uma quadra de tênis com manutenção por dois anos, o retorno financeiro do investimento inicial será quitado em no máximo três anos.

A mesma estimativa de tempo de retorno do investimento é obtida com a construção de duas quadras de tênis com manutenção por dois anos.

## 5 CONCLUSÕES

A partir do estudo foi possível verificar a compatibilidade da geração de resíduos de cerâmica vermelha em uma empresa cerâmica com a demanda para reaproveitamento destes resíduos na construção e manutenção de quadras de tênis de saibro.

A produção de pó cerâmico pela olaria catarinense é uma alternativa viável de reaproveitamento visto que o resíduo não necessita de beneficiamento prévio, o processo de fabricação é simples, não exige mão de obra especializada e o material produzido ocupa pouco espaço fabril.

Ao analisar o custo benefício, o investimento inicial foi abaixo do esperado e o retorno em aproximadamente três anos é curto.

Não é necessária nova contratação de pessoal e o treinamento para realização da atividade não é complexo, precisando de poucas instruções e pode ser realizada em períodos esporádicos, principalmente em dias com menor produção. Quando se pensa no transporte, a entrega poderia acontecer junto com a carga de blocos cerâmicos.

A questão ambiental foi considerada a mais vantajosa pois algo que antes era um incômodo para vários agentes da cadeia produtiva, pode passar a ter uma destinação sustentável.

Pesquisas futuras podem ser realizadas com outras olarias e outras empresas fabricantes de quadras de tênis para avaliar se o reaproveitamento dos resíduos é viável ou não. Também pode ser explorada aplicação em pistas de corrida ou em outros espaços esportivos.

## REFERÊNCIAS

ABCERAM – **Associação Brasileira de Cerâmica**. Disponível em <<http://www.abceram.org.br/site/>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF, 17 jul. 2002.

CABRAL, A. E. B., SCHALCH, V., DAL MOLIN, D. C. C., RIBEIRO, J. L. D., & RAVINDRARAJAH, R. S. **Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha**. Cerâmica. Vol. 55, n. 336, p. 448-460, 2009.

CHENG, H. **Reuse research progress on waste clay brick**. Procedia Environmental Sciences, v. 31, p. 218-226, 2016.

CLIMATE DATA, 2017. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/4486/>

FARIAS, Adriana D.; MEDEIROS, Henderson R.; FREITAS, Lucia S.. **Contribuições da P+L para a gestão de resíduos sólidos das atividades produtivas da construção civil**, *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 366 - 391, 2015.

FERREIRA, SARA B; DOMINGUES, P. C., SOARES, S. M., & CAMARINI, G. **Recycled plaster and red ceramic waste based mortars**. International Journal of Engineering and Technology, v. 7, n. 3, p. 209, 2015.

INFOCLIMA, 2017. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos na construção**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MENEZES, Mayko; PONTES, Fernanda; AFONSO, Júlio. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

PAIXÃO S. de O. **Estudo do uso de resíduo cerâmico de obras como agregado miúdo para a fabricação de argamassas para revestimento de alvenarias**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

SALES, A. T. C., ALFERES FILHO, R. D. S. **Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto**. *Ambiente Construído*, 14(1), 113-125, 2014.

SCHAMNE, Annelise; NAGALLI, André. **Evaluation of the potential application of the precepts of solid waste reverse logistics to the civil construction sector in Curitiba, Paraná**, *Int. J. Environment and Waste Management*,xx, 2018.

SOUZA, U.E. L, **Como evitar desperdício de material para alvenaria – edição 1- Agosto de 2006**, Disponível em <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/1/artigo27371-1.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

TENNIS INFO, 2017. Disponível em: < <http://tennisinfo.com.br/conheca-como-sao-feitas-asos-3-quadras-de-tenis-e-suas-variacoes/>>.