

BRIQUETES DE RESÍDUOS LIGNO-CELULÓSICOS COMO POTENCIAL ENERGÉTICO PARA A QUEIMA DE BLOCOS CERÂMICOS

Dirceu M. M.¹; Rosa M. S.²; Waldir F. Q.³
Perimental Norte, 182, Canarinho, Boa Vista-RR, 69.306-492,
dirceu@engcivil.ufrr.br

¹Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Roraima

²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília

³Laboratório de Produtos Florestais, IBAMA, Brasília

RESUMO

*A indústria de cerâmica vermelha é uma das indústrias brasileiras que mais consome energia. Em algumas regiões do país o combustível básico utilizado é a lenha nativa, o que causa expressivos impactos ambientais. Apesar disso, segundo a Associação Brasileira de Cerâmica, este segmento industrial apresenta um papel relevante para a economia nacional. Quanto à sua sustentabilidade ambiental observa-se que os aspectos energéticos necessitam de mais desenvolvimento de pesquisas. Este trabalho tem como objetivo a análise da viabilidade técnica, energética e econômica do briquete, resíduos ligno-celulósicos prensados, aplicado em uma indústria de cerâmica vermelha que abastece o Distrito Federal, tendo como referencial a lenha de eucalipto (*urophilla*). Procedeu-se à seleção do briquete, sua caracterização, análise de sua aplicação na fase de queima dos blocos cerâmicos e a avaliação do desempenho dos blocos queimados com briquete e lenha, respectivamente. Os resultados indicaram um menor consumo do briquete em comparação à lenha de eucalipto.*

Palavras-chave: Briquetes ligno-celulósicos, blocos cerâmicos, energia de biomassa.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca da sustentabilidade passa a ser obrigatória principalmente em virtude do esgotamento das matérias-primas primárias e da poluição causada pelos processos industriais. São de fundamental importância os estudos sobre fontes de energias renováveis, já que os combustíveis fósseis produzem expressivo desequilíbrio ao meio ambiente, além do que um dia se esgotarão devido a sua exploração excessiva.

Qualquer processo de transformação industrial consome energia e a indústria da construção civil, principalmente na fabricação de materiais e componentes, contribui significativamente com este fato. Mesmo assim, são poucas as pesquisas que tratam deste tema no Brasil, por exemplo, o trabalho sobre análise energética na indústria da construção realizado por ⁽¹⁾ e, mais recentemente, sobre análise de ciclo de vida e consumo de energia em indústrias cerâmicas de ⁽²⁾ e ⁽³⁾, respectivamente.

⁽⁴⁾ reconhecem que das várias indústrias que compõem a cadeia produtiva da construção civil, a indústria de cerâmica vermelha é uma das que mais consomem energia e que emitem mais poluição atmosférica. Em alguns casos isto incide em virtude do reduzido grau tecnológico e uso descontrolado da lenha como combustível.

No Distrito Federal e Estado de Goiás, região considerada neste estudo, por não ter fornecimento de gás natural em abundância, o combustível utilizado pela maioria das indústrias de cerâmica vermelha, ainda é a lenha nativa, o que tem causado impactos ambientais, tal como, destruição da floresta. Devido a escassez de lenha observa-se que algumas cerâmicas locais utilizam outros tipos de recursos energéticos, como resíduos florestais e agrícolas.

Hoje em dia, o combustível consumido pelas indústrias de cerâmica vermelha da região referida anteriormente é um fator que preocupa os empresários deste setor industrial. Do ponto de vista econômico, a lenha está cada vez mais escassa e as reservas de lenha de reflorestamento nem sempre estão próximas aos principais centros de consumo. Buscar fontes de energias alternativas é um desafio para todos.

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica, energética e econômica do briquete ligno-celulósico, combustível sólido produzido a partir de serragens de madeira e casca de semente de algodão, prensados, no processo de queima de blocos cerâmicos, tendo como referencial comparativo a lenha de eucalipto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O briquete utilizado neste estudo foi um briquete ligno-celulósico constituído por serragem de madeira e casca de semente de algodão, numa proporção equivalente

a 75% e 25% do volume de massa prensada, respectivamente. Este briquete possuía diâmetro de 8,5 centímetros, sendo neste trabalho denominado por B8,5. O seu comprimento médio, no primeiro mês após sua fabricação, variou entre 39 e 39,5 centímetros. A espécie de lenha de eucalipto utilizada foi a *urophylla*, neste estudo denominada LE.

No trabalho experimental procedeu-se a caracterização do briquete, a análise da sua aplicação no processo de queima de blocos cerâmicos e a avaliação de desempenho dos blocos queimados com briquete e lenha de eucalipto, respectivamente.

O forno cerâmico empregado na queima dos blocos foi um forno contínuo tipo túnel, de uma indústria de cerâmica vermelha do município de Campo Limpo-Goiás. Este forno foi escolhido por proporcionar menor consumo de combustível, comparado ao forno periódico.

Considerou-se a análise da combustão do briquete para a queima dos blocos cerâmicos exclusivamente na zona de queima, região do forno onde a temperatura é máxima.

Primeiramente, foi executada a caracterização do briquete e da lenha, para verificar a influência das características destes energéticos quando submetido à combustão. Na caracterização da lenha foram realizados os mesmos procedimentos referentes ao briquete.

Para obter as temperaturas, ao longo do processo de queima dos blocos cerâmicos, foi utilizado o sistema eletrônico de controle de temperatura. Este controlador de temperatura era constituído de termopares tipo K, instalados na parte interna do forno, conectados a um indicador digital externo, onde era registrada a temperatura da câmara de queima.

A Figura 1, a seguir, apresenta uma vista de um corte longitudinal do forno em estudo, com desenho das vagonetas simulando um ciclo de queima dos blocos. As letras A, B e C representam os tempos iniciais e finais, para as vagonetas cruzarem as zonas de preaquecimento e de queima. Também está representada uma carga completa de blocos na zona de queima, onde esta carga inicia a entrada na zona de queima no ponto B. A zona de queima está totalmente completa com uma carga de blocos no ponto C e só no ponto D é quando esta carga inicia a sua saída completa da zona de queima. Foram realizadas seis análises da queima dos blocos de uma carga completa da zona de queima do forno, três com o briquete e três com a lenha.

mensal de 900 toneladas de briquetes. Na época deste estudo, produzia em torno de 70% da capacidade prevista e seus briquetes tinham como destino final, indústrias do gênero alimentício do Distrito Federal e dos Estados de Goiás e Minas Gerais. A Figura 2 apresenta uma vista do briquete em estudo.



Figura 2 - Vista do briquete analisado.

Verificou-se que os teores de umidade, matéria volátil, cinza, carbono fixo e poder calorífico superior do B8,5 e da LE foram equivalentes, não apresentando diferença significativa entre os combustíveis investigados.

Consumo de energia térmica

Para uma mesma massa de combustível a queima do B8,5 produziu maior quantidade de calor comparado a LE. Os consumos médios para queimar a mesma quantidade de blocos cerâmicos, isto é, a carga completa da zona de queima do forno que era em torno de 7.300 blocos, foram: 2426 kg e 3234 kg, para o B8,5 e a LE, respectivamente. A Figura 3 apresenta a combustão do B9,5 e da LE, na queima dos blocos cerâmicos na indústria em estudo.



(a) (b)
Figura 3 – Combustão de B8,5 e LE na queima dos blocos na indústria cerâmica em estudo. a) combustão do B8,5 e; b) combustão da LE.

O menor consumo de energia térmica foi apontado na queima dos blocos com B8,5 e o mais expressivo com LE.

Temperaturas na câmara de queima dos blocos

Foram realizadas leituras das temperaturas máximas e mínimas para cada carga de combustível inserida no forno. Para cada ação de alimentação de combustível, nos seis queimadores do forno analisado, considerou-se uma carga de combustível do forno. As temperaturas máximas médias registradas foram: 824°C e 806°C, para o B8,5 e a LE, respectivamente. As temperaturas mínimas médias para a mesma seqüência foram: 772°C e 762°C.

Consumo da energia elétrica

O forno em estudo possuía: um exaustor, um empurrador de vagonetas e duas ventoinhas, os quais funcionavam a partir de energia elétrica. Como o combustível predominante, nas indústrias de cerâmica vermelha da região em estudo é a lenha, também utilizam para diminuir o diâmetro das toras de madeira, um rachador elétrico. Durante a fase de queima, o empurrador de vagonetas, o rachador de lenha e as ventoinhas funcionaram em tempo parcial e o exaustor funcionou em tempo integral.

Os tempos de energia elétrica consumida foram: 28h e 51min e; 33h e 10min, a partir do B8,5 e da LE, respectivamente. De acordo com esta análise o menor consumo de energia elétrica foi com o B8,5.

Consumo de mão de obra

Ao contrário da lenha, que geralmente necessita ser dividida em tamanhos menores e transportada para próxima aos queimadores do forno, o briquete ao chegar à indústria cerâmica podendo ser diretamente aplicado no forno. A indústria cerâmica em estudo empregava três operários na fase de queima dos blocos, a saber: um rachador de lenha, um transportador de lenha e um operador do forno.

A Tabela 1 apresenta o consumo de mão de obra empregado na fase de queima dos blocos.

Tabela 1 - Consumo de mão de obra na queima dos blocos, a partir da LE.

MÃO DE OBRA	CONSUMO PARA QUEIMA DE UMA CARGA COMPLETA DA ZONA DE QUEIMA (h/7300 blocos)
Rachador de lenha	14 h + 56 min
Transportador de lenha	14 h + 56 min
Operador do forno	14 h + 56 min

Conforme a Tabela 1, foram empregados três operários na fase de queima dos blocos a partir de LE. Porém, na queima a partir do B8,5 só foi empregado o operador do forno.

Os custos totais da queima de mil blocos, considerando-se os preços de mercado do B8,5 e da LE e os custos da energia elétrica e mão-de-obra, foram: R\$ 114,45 e R\$ 92,26, respectivamente. Observa-se que o custo da queima dos blocos a partir da LE é, aproximadamente, 19% menor do que com B8,5.

Características físicas dos blocos

Os ensaios de índice de absorção de água e de índice de absorção inicial de água, das amostras dos blocos queimados com B8,5 e com LE, apresentaram valores médios de 19% e de 16 g/193,55 cm²/min, respectivamente, atendendo a norma ⁽⁷⁾.

Os valores médios dos ensaios de porosidade aparente das amostras dos blocos queimados com B8,5 e com LE foram: 30% e 29%, respectivamente.

Os valores obtidos para os ensaios de retração linear total (de secagem e queima) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Retração linear total na produção dos blocos examinados

RETRAÇÃO LINEAR DE QUEIMA (%)		
MEDIDAS DAS FACES	BLOCOS QUEIMADOS COM B8,5	BLOCOS QUEIMADOS COM LE
Largura (L)	8,22	7,69
Altura (H)	8,09	7,54
Comprimento (C)	6,28	6,22

Observou-se que os blocos queimados com o B8,5 apresentaram maior retração linear, comparados aos queimados com a LE.

Ainda, analisando a temperatura máxima de queima, tem-se a ocorrência de um patamar mais elevado de temperaturas na queima dos blocos a partir do B8,5, o que pode ter sido responsável pela sua maior retração.

CONCLUSÕES

O aquecimento do planeta provocado pelo efeito estufa e as conseqüentes mudanças climáticas ocorrem, em parte, em razão da queima dos combustíveis de biomassa. A combustão ineficiente destes energéticos é a principal fonte de emissão de CO₂. Esta emissão pode ser em parte contida com a redução do consumo de lenha. Pelo exposto, o uso do briquete é mais benéfico.

Considerando-se os preços de mercado, a queima mais econômica foi com a lenha de eucalipto, no entanto, devido a escassez de lenha na região em estudo, geralmente as indústrias de cerâmica vermelha consomem lenha recém-cortada com elevado teor de umidade. Isso é mais complexo ainda no período das chuvas, pois o seu armazenamento é realizado no pátio das indústrias, ao ar livre, contribuindo no aumento de seu teor de umidade, e, conseqüentemente, na redução de seu conteúdo energético. Assim sendo, há um consumo superior de lenha, que pode alcançar valor superior ao da queima dos blocos a partir do briquete, induzindo com isto, também, um maior custo da queima do bloco com lenha.

Concernente ao aspecto energético para o processo de queima da indústria de cerâmica vermelha, o briquete é uma fonte de energia renovável viável, devendo-se considerar, porém, duas premissas: o seu custo e a distância para o ponto de consumo.

Uma das possibilidades das indústrias usufruírem dos benefícios do briquete ligno-celulósico, como fonte de energia, é a criação de subsídios oficiais que reduzam os custos de sua produção, a partir de medidas governamentais que reduzam os impostos, incentivando a produção e uso deste energético. Ainda, ações em desenvolvimento regional, emprego direto e indireto podem ser criados pela implantação de novas indústrias de briquetagem. Esta alternativa, além de proporcionar um destino correto dos resíduos, reduz o volume de lenha extraída das florestas nativas.

REFERÊNCIAS

- (1) GUIMARÃES, G. D. **Análise energética na construção de habitações**. 1985. 228 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- (2) MANFREDINE C.; SATTler, M. A. O consumo de energia no setor de cerâmica vermelha no RS: Aspectos qualitativos e quantitativos. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10.; 2004, São Paulo, **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. CD-ROM.
- (3) SPOSTO, R. M. et al. Management and technology for quality and sustainability of masonry components in Brasilia's market. In: CIB W107 CONSTRUCTION IN DEVELOPING COUNTRIES INTERNATIONAL SYMPOSIUM - CONSTRUCTION IN DEVELOPING ECONOMIES: NEW ISSUES AND CHALLENGES, Santiago, Chile, 2006. CD- ROM.
- (4) DUAILIBI FILHO, J.; CARVALHO, O. O. Os números da vermelha. **Revista Mundo Cerâmico**, São Paulo, n. 83, p. 34-38, set. 2002.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270**: Componentes cerâmicos - Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2005. 27 p.
- (6) CARDOSO, A. P. **Tecnologia da cerâmica vermelha do Norte do Paraná aplicada na produção de componente para alvenaria estrutural**. 1995. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.
- (7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15270**: Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e Requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11 p.

BRIQUETTES WASTE LIGNO-CELLULOSE AS POTENTIAL ENERGY BLOCKS FOR BURNING CERAMIC

ABSTRACT

The red ceramic industry is one of Brazilian industries that consume more energy. In some regions the basic fuel used is the native wood which causes significant environmental impacts. Yet according to the Brazilian Association of Ceramic this industry segment has a role in the national economy. As for its environmental sustainability is observed that the energy aspects need further research development. This study aims at examining the technical feasibility economic and

energy of the briquette ligno-cellulosic waste to a paste applied in a red ceramic industry that supplies the Distrito Federal referencing the wood of eucalyptus (urophilla). Proceeded to the selection of the briquette characterization analysis of its application during the burning of ceramic blocks and performance evaluation of the blocks with burnt briquette and firewood respectively. The results showed a lower consumption of briquettes compared to the firewood eucalyptus.

Key-words: Briquettes lingo-cellulosic, ceramic blocks, biomass energy.