

## TIJOLO ECOLÓGICO VERSUS TIJOLO COMUM: BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONOMIA DE ENERGIA DURANTE O PROCESSO DE QUEIMA

Josiane do Espirito Santo Santana (\*), Ana Cristina Xavier de Carvalho, Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria.

\*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, -IFMT – Campus Cuiabá- Bela Vista. josianesantana25@hotmail.com

### RESUMO

Este trabalho buscou avaliar os benefícios ambientais do tijolo ecológico quando comparado com o processo de fabricação do tijolo comum. Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizadas visitas *in locu*, em duas fábricas, uma de tijolo convencional e outra de tijolos ecológicos e entrevistado os responsáveis. Os dados obtidos foram comparados com literatura específica. A primeira fábrica não utiliza queima de biomassa para cura de seus tijolos e reaproveita entulhos provenientes da construção civil como parte da matéria prima e cura os tijolos ao ar livre. A segunda fábrica utiliza em seu processo a queima de resíduos vinda de eucalipto. A segunda fábrica produz grande quantidade de tijolos, isso leva ao grande consumo de insumos na queima. Conclui-se que os tijolos ecológicos constituem uma alternativa para a sustentabilidade e conservação do meio ambiente, pois desenvolve práticas que colaboram com o meio ambiente como a não queima de biomassa e o reaproveitamento de entulhos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Solo-Cimento, Sustentabilidade, Meio Ambiente.

### INTRODUÇÃO

As questões ambientais tornaram-se nos últimos tempos, um assunto de grande preocupação e discussão mundial, e isso têm contribuído muito no interesse pelas práticas sustentáveis.. Esse interesse se confirma através das inúmeras conferências que são realizadas a fim de minimizarem os impactos causados na natureza.

O setor da construção civil é o responsável pelo consumo de 40% dos recursos naturais, 34% do consumo de água, 55% do consumo de lenha não certificada, gerando 67% da massa total de resíduos sólidos urbanos e 50% de volume total desses resíduos conforme Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica (ANAB, 2009). Em destaque o setor cerâmico correspondente às olarias, com elevadas emissões de gases na atmosfera oriunda da queima de seus produtos, sem falar na degradação ambiental em função do consumo de matérias-primas que são extraídas da natureza como é o caso da argila. A degradação ambiental é ocasionada pelo consumo de recurso natural entre eles a argila que é extraída do solo sem reposição e a combustão de materiais como óleo diesel e consumo de lenha para o processo de cura do tijolo cerâmico.

Diante deste contexto a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos sólidos como os da construção civil, casca de arroz, serragem, tem sido de grande importância. Uma vez que contribuem para a redução no consumo de recursos naturais não renováveis, quando substituídos por resíduos recicláveis (JOHN, 2000). Essa iniciativa tem contribuído para um melhor aproveitamento desses resíduos ao invés de lançados a natureza.

Além dessas vantagens, uma de grande relevância é a de que o tijolo solo-cimento também denominado tijolo ecológico não necessita de queima na etapa de cura, pois neste processo utiliza apenas secagem natural, sendo regada com água por alguns dias até atingir as propriedades desejadas, como afirmado por Torgal e Jalali (2009).

Representam, ainda, uma sintonia com as diretrizes do desenvolvimento sustentável, pois requerem baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, dispensam o processo de queima, e reduzem a necessidade de transporte, uma vez que os tijolos podem ser produzidos com o solo do próprio local da obra (GRANDE 2003).

A fabricação de tijolos comum requer grandes quantidades de energia, em função da queima de fontes energéticas como a madeira, mas também o custo dessa energia refletindo no custo total de produção (AGRAFIOTIS E TSOUTSOS, 2001). Outro ponto bastante importante é o consumo energético também conhecido como conteúdo energético ou energia incorporada presente em várias fases do processo produtivo de materiais da construção. Não apenas uma grande quantidade de energia é consumida durante o processo produtivo cerâmico, como também o custo dessa energia representa um percentual significativo no total dos custos de produção (AGRAFIOTIS E TSOUTSOS, 2001).

Para o processo de produção de tijolos exigem-se a extração de muitos recursos como é o caso das matérias primas usado como fonte energética para a queima da biomassa, e que implicam em mudanças nos padrões de uso do solo, recursos hídricos, alterações da cobertura vegetal e na composição atmosférica. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2009, aponta a lenha como sendo a mais utilizada pelas indústrias onde o carvão vegetal vem em segundo lugar no ranking. (MME, 2009).

Com relação às vantagens e desvantagem do uso de biomassa para geração de energia, a biomassa passa a ser considerada uma alternativa, para atender a demanda energética, pois tem a vantagem de ser um combustível renovável e com baixa capacidade de poluição. No entanto, Grauer e Kawano (2001) reforçam sobre as desvantagens como o menor poder calorífico, quando relacionados com combustíveis à base de petróleo, maior possibilidade de geração de material particulado para atmosfera, maior custo de investimentos em equipamentos para o tratamento dessas emissões, etc.

Muitas indústrias de cerâmica têm buscado fontes alternativas ao combustível convencional, no sentido de auxiliarem no processo produtivo. Soares et al. (2003), cita a madeira como a opção mais rentável na geração de energia associado a produção, visto que o tal procedimento representa um diferencial competitivo, pois aumenta a flexibilidade da empresa na comercialização dos produtos, propiciando redução dos riscos e prejuízos, e aumentando assim a rentabilidade econômica.

Nesse sentido este trabalho buscou avaliar os benefícios ambientais do tijolo ecológico quando comparado com o processo de fabricação do tijolo comum na queima para o processo de cura.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO**

Foram feitas visitas *in locu* em duas fábricas, denominadas fábrica A e fábrica B, durante o mês de fevereiro de 2013.

#### **Fábrica A:**

Localiza-se em Cuiabá-MT, produzindo o equivalente a 40 mil tijolos por mês podendo atingir a capacidade de produção de até 100 mil tijolos mensais. O tipo de tijolo produzido é caracterizado como tijolo ecológico ou solo-cimento, composto por resíduos da construção civil Classe A, conforme norma técnica, cimento em pequenas proporções e água. Foi avaliado o processo produtivo dos tijolos ecológicos de dimensão de 7x12,50x25cm.

#### **Fábrica B:**

Localiza-se em Cuiabá-MT, produzindo mensalmente, o equivalente a 600 mil tijolos cerâmicos comumente utilizados em obras de alvenaria. Foi avaliado o processo produtivo dos tijolos cerâmicos com oito furos, de dimensão 19x19x12cm. O tijolo produzido utiliza como principal matéria prima a argila fornecida por uma cooperativa.

## **COLETA DE DADOS**

Os dados foram coletados a partir de visitas *in locu*, com entrevista semi-estruturada, com questões abertas e direcionadas ao processo produtivo dos tijolos. Foi estimada a relação mensal da quantidade de tijolos produzidos por m<sup>3</sup> de biomassa queimada, para os tijolos cerâmicos. Como o tijolo ecológico não utiliza a queima no processo de cura, foi estimada a quantidade de resíduos da construção civil (RCD) adicionados no processo de fabricação do tijolo solo-cimento. Para estimar a quantidade de queima de biomassa e a quantidade de RCD incorporado considerou-se a quantidade de tijolos produzidos por mês, tipo de combustível utilizado no processo de cura, para o tijolo cerâmico e matéria prima para a fabricação dos tijolos.

## **ANALISE DE DADOS**

Os dados foram analisados através de comparação com literatura específica. As análises comparativas foram feitas com base na quantidade de tijolo produzida mensalmente em cada fábrica. Para estimar a quantidade de tijolos consumidos na construção de um imóvel, considerou-se uma área construída de 60m<sup>2</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fábrica A utiliza resíduos da construção civil fornecida por uma empresa particular, como parte da matéria prima na produção dos tijolos. A água incorporada no processo é decorrente da captação da água da chuva que é inserida no processo de produção do tijolo ecológico. Durante a cura dos mesmos, essa água adicionada à massa é proveniente da água de chuva que foi coletada e armazenada, a quantidade de água armazenada em uma cisterna é de três mil litros, a água descartada na cura dos produtos é rebombeada sendo reaproveitada em um novo processo de cura.

Durante o processo de cura os tijolos precisam ser molhados para que se atinja umidade ótima, com isso se compensa a perda de água por evaporação e também, quando se esta úmida o cimento que foi incorporado a massa reage e proporciona a resistência exigida por normas técnicas.

O processo de cura desses tijolos ocorre em galpões e é umedecido com água da chuva armazenada, pelo menos três vezes ao dia. Neste processo não é necessária queima. A água utilizada não é medida e o umedecimento é mantido até o ponto considerado ideal pelo responsável nesta etapa da produção.

Entre os benefícios provenientes na captação de água de chuva Zaizen et al. (1999) destacam que, em área urbana se previne inundações, contribui para conservação de águas, restauração do ciclo hidrológico e educação ambiental. O armazenamento e o uso de água de chuva nos processos industriais favorecem a redução do consumo de água potável, tendo em vista a escassez de água no mundo.

Ao contrário da fábrica A, a fábrica B utiliza água fornecida por poço artesiano. A quantidade consumida não foi mensurada, pois é adicionada aos poucos a composição. A matéria prima utilizada na fabricação dos tijolos convencionais é a argila que é fornecida por cooperativa localizada no município vizinho.

Existe uma grande preocupação relacionada com a extração de argila de áreas nativas, pois ocasiona um impacto de degradação dos solos. A retirada do solo, principalmente as camadas superiores, retira os microrganismos existentes, expõe as camadas inferiores a radiação solar, compromete a retenção de água entre as partículas do solo, favorece a erosão do solo e compromete a estabilidade de áreas próximas resultando em dano a qualidade ambiental (KOPEZINSKI, 2000).

Ao contrário do tijolo ecológico onde o processo de cura ocorre ao ar livre, o processo de cura dos tijolos convencionais ocorre através da queima de biomassa sendo a lenha de eucalipto o único material utilizado.

A lenha é proveniente de área reflorestada vinda do município de São José do Rio Claro-MT. Em média a fábrica B necessita de 818m<sup>3</sup> de madeira para suprir suas necessidades mensais de cura dos tijolos, o que equivale a 1,36 m<sup>3</sup> de madeira para cada 1000 tijolos curados.

A queima de biomassa para o processo de cura pode resultar em perdas irreversíveis da cobertura florestal e da diversidade de espécies. Além da degradação dos solos, a lenha para queima de produtos é apontada como sendo um dos principais fatores que contribuem para o desgaste do solo, e conseqüentemente, a desertificação. A utilização racional e eficiente desses recursos de biomassa, mediante o emprego de tecnologias modernas e a utilização de resíduos, é uma alternativa que corrobora com a mitigação dos danos ambientais (SILVA E AKASAKI, 2002; SILVA et al 2007).

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, o que determina a expansão de mercado no consumo de eucalipto, esta relacionado com a sua produtividade dado seu rápido crescimento. A espécie mais plantada no Brasil é o *Eucalyptus grandis*, considerada de grande importância para economia, em função das suas características e potencial produtivo (AUGUSTO et al., 2007).

Existem muitas controvérsias relacionadas as plantações de eucalipto, como afirma Davidson (1985) que a substituição de florestas nativas por plantadas, acarreta em maior escoamento de água e erosão do solo. São pontos que deve se levar em consideração além dos pontos positivos sobre o consumo dessa madeira vinda de reflorestamento.

Ao analisarmos a quantidade de tijolos necessários para a construção de uma área de 60 m<sup>2</sup>, estima-se 1500 unidades para o tijolo convencional e 3420 de tijolos ecológicos. É importante salientar que a cada 1000 tijolos ecológicos o equivalente a 2,5m<sup>3</sup> de entulhos da construção civil acabam sendo reincorporados no processo produtivo, para a fabricação de tijolos, o que equivale a 150m<sup>3</sup> retirados de entulhos ao mês.

Considerando que o tijolo ecológico não utiliza a queima de biomassa para o processo de cura, grandes quantidades de madeira o que pode se sugerir que há a possibilidade de preservação dessas áreas, bem como a economia desse recurso renovável, e que de forma indireta estaria relacionada com a economia dos solos e recursos naturais.

Em termos ambientais na economia de recursos vegetais de floresta nativa, a utilização de madeira proveniente de floresta plantada é um ponto positivo a ser considerado durante o processo de cura do tijolo convencional. No entanto, a queima de biomassa libera para a atmosfera toneladas de gases de potencial efeito estufa. E os poluentes advindos da combustão de biomassa e que são lançados diretamente na atmosfera são chamados de poluentes primários, pois ocorrem reações químicas entre si. A inalação de fumaça decorrente da combustão de biomassa como material particulado, monóxido de carbono entre outros gases podem provocar lesões na vias aéreas e intoxicações (GODOY 2008), causando esses problemas as famílias moradoras no entorno dessas fábricas.

O destino dos resíduos gerados no processo de fabricação desses tijolos apresenta diferenciação no processo produtivo: na fábrica A o resíduo é reincorporado no processo produtivo, voltando os tijolos quebrados a fazer parte da composição dos produtos produzidos nessa fábrica.

No entanto, os tijolos quebrados na fábrica B, em torno de 3%, são encaminhados para construção de quadra de tênis e em obras de aterros, contornando assim a problemática dos resíduos cerâmicos gerados nas olarias. A reciclagem desses resíduos contribui para redução de áreas de estocagem, com isso infere em menor custo de movimentação e redução da poluição ambiental, contribui também para as fábricas no sentido socioeconômico. Diante deste contexto, os tijolos ecológicos constituem uma alternativa para a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente, pois através de práticas de reaproveitamento de matérias-primas, reutilização de água de chuva e a não liberação de gases de efeito estufa favorecendo um ambiente mais equilibrado.

## CONCLUSÃO

A utilização de resíduos na fabricação do tijolo ecológico corrobora com a qualidade ambiental através do reaproveitamento de RCD; e reutilização da água de chuva reforça a preservação da água potável para uso mais nobre (consumo humano). A não queima de biomassa favorece a melhoria das condições atmosféricas das pessoas que vivem no entorno da fábrica através da não emissão de material particulado para a atmosfera.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrafiotis C.; Tsoutsos, T. Energy saving technologies in the European ceramic sector: a systematic review. **Applied Thermal Engineering**, v. 21, n. 12, p. 1231-1249, Aug. 2001.
2. Associação Nacional de Arquitetura Biocológica (ANAB) **Arquitetura Bioecológica**. São Paulo, (2009). Disponível em: <http://www.anabbrasil.org/arquitetura.asp>. Acessado em: 21/Abril/2013.
3. Augusto, Danielle. Camargo. Celentano.; Guerrini, Iraí. Amaral.; Engel, Vera. Lex.; Rousseau, Guillaume. Xavier. **Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill**. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n.4, p. 745-751, 2007
4. Davidson, J. “**Setting aside the idea that eucalyptus are always bad**”. UNDP/ FAO project Bangladesh BGD/79/017, 1985 (Working Paper, 10).
5. Godoy, I. Fogão a lenha: Um passatempo agradável, uma rotina perigosa. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 34, n.9, p. 637-638, 2008.
6. Grande, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa**. São Carlos: EESC-USP, 2003. 165p. Dissertação Mestrado.
7. Grauer, Andreas. Kawano, Mauricy. (2001). **Uso de Biomassa para Produção de Energia**. Disponível em <[www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br)>. acesso: em 21/04/2013.
8. John, Vanderley. Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 2000. 102p. Tese Livre Docência.
9. Kopezinski, Isaac. **Mineração x Meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.
10. Ministério De Minas E Energia (MME). **Balanco Energético Nacional 2009**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 21/abril/2013.

11. Silva, Ana Paula da; Akasaki, Jorge Luis. **Influência dos resíduos agroindustriais na produção de tijolo de solo-cal.** XXX Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. 27 a 31 de maio de 2002. Universidade de Brasília. UNB. Brasília, DF. Brasil.
12. Silva, Marcela.Gomes.; Numazawa, Sueo.; Araujo, Maristela. Machado.; Nagaishi, Thais. Yuri. Rodrigues.; Galvão, Giovana. Rodrigues. **Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA.** Acta Amazonica, Manaus, v.37, n.1, p.61-70, 2007.
13. Soares, Thelma. Shirlen. *et al.* Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003.
14. Torgal, F. P.; Jalali, S. Considerações sobre a sustentabilidade da construção em terra. In FORUM INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 1, Porto, Portugal, 2009 – “TECCON 2009: Tecnologias associadas ao processo do empreendimento de construção : **actas**” [CDROM]. PortoGeQualTec.
15. Zaizen, M. *et al.* **The collection of rainwater from dome stadiums in Japan.** Urban Water, v.1, n. 4, p. 356-359, 1999.