

**Arthur Sousa Rebouças<sup>1</sup>; Henrique Lessa Dias<sup>1</sup>; Izabela Moreira Gomes<sup>1</sup>; Leonardo Amaral Cordeiro<sup>1</sup>; Leonardo Ferreira Viana<sup>1</sup>; Matheus Soares de Almeida Ramos Miranda<sup>1</sup>; Robert Brendel Santos Martins<sup>1</sup>; Rodrigo Costa Correia de Souza<sup>1</sup>; Arlete Vieira da Silva<sup>2</sup> (Orientadora)**

- 1 Alunos de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH. Belo Horizonte, MG. \* [rick-92@hotmail.com](mailto:rick-92@hotmail.com).
- 2 Mestre em Geografia e Análise Ambiental, IGC/UFMG, 2002. Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH. Belo Horizonte, MG. [arlete.silva@prof.unibh.br](mailto:arlete.silva@prof.unibh.br)

Recebido em: 04/10/2011 - Aprovado em: 07/10/2011 - Disponibilizado em: 13/10/2011

**RESUMO:** A Construção Civil tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos em seus processos produtivos. Buscando solucionar os problemas gerados por tais resíduos estão sendo feitas pesquisas de melhor reaproveitamento dos mesmos. O tijolo artesanal Krafterra é um meio de solucionar a contaminação do ambiente gerada pelo papel Kraft, componente dos sacos de cimento e diminuir os custos de construções. O Krafterra, além do papel, tem como componentes: cimento, terra argilosa e seiva de babosa. A escolha de tais materiais é devido às suas propriedades físicas e químicas que contribuem para a eficiência do tijolo. A criação do tijolo é de extrema importância para a ciência, para o meio ambiente, para as empresas e para os pesquisadores. Foram feitos testes de absorção e resistência que buscaram avaliar a viabilidade e o desempenho do tijolo em canteiro experimental. **PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos. Reaproveitamento. Papel Kraft. Tijolo Artesanal. Meio Ambiente.

**ABSTRACT:** The civil construction has been generating a great amount of solid waste. To solve the issues brought by solid waste, researches on how to better reuse them are being made. The handmade brick widely known as Kraftterra is used to reduce the building costs and as a way to remedy the environment contamination by Kraft paper, which is a component of the cement bags. Besides paper, the Kraftterra is compounded by cement, clay and sap of aloe. These materials are chosen due their physical and chemistry properties that contribute to the efficiency of the brick. The production of the brick is extremely important for the science improvement, for the environment, for the companies and for the researchers. Absorption and resistance tests were made to rate the brick's performance and viability in experimental plots.

**KEYWORDS:** Solid Waste. Reuse. Kraft Paper. Brick. Handmade Environment.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido à intensa industrialização, ao grande crescimento populacional e à descoberta de novas tecnologias, está sendo vivido o auge da construção civil. Junto a isso, os problemas urbanos têm aumentado cada vez mais.

A construção civil gera uma grande quantidade de resíduos sólidos que acabam sendo descartados, na maioria das vezes, no meio ambiente, sem nenhum reaproveitamento, causando assim a escassez de áreas para depósito dos resíduos, altos custos para gerenciá-los e problemas de ordem de saneamento público e contaminação ambiental, tais como, danos

ao solo e ao lençol freático. É o caso dos sacos de cimento descartados nas obras.

Uma das soluções para esses problemas é a reciclagem de resíduos. A mesma vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor, já que a construção civil tem grande potencial de utilização dos resíduos.

Muitos pesquisadores buscam encontrar medidas alternativas para uma possível reutilização dos resíduos sólidos, amenizando, assim, os problemas gerados pela liberação dos resíduos da construção civil, tanto no solo, quanto no lençol freático. O professor da Universidade de Brasília, Márcio Buson, com o intuito de verificar se é possível criar tijolos a partir de papel Kraft de forma artesanal, criou blocos compactados feitos a partir de um entulho da construção civil, tendo como base terra, cimento e o papel utilizado nas embalagens de cimento, o papel Kraft.

Para reaproveitar o papel Kraft na fabricação de tijolos foram selecionados materiais para a sua confecção. Após o desenvolvimento do tijolo de forma artesanal foram feitos testes de absorção de água, compressão simples e diagonal e resistência ao fogo, além da avaliação de custos.

Dando ênfase ao aperfeiçoamento de tal criação, estão sendo feitos estudos e testes para melhor atender à demanda do país, juntamente à sustentabilidade e responsabilidade social.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Santa Catarina (2010), os resíduos sólidos constituem aquilo que genericamente se chama lixo, ou seja, materiais sólidos considerados sem utilidade, supérfluos ou perigosos, gerados pela atividade

humana, e que devem ser descartados, eliminados ou reaproveitados.

De acordo com Flores (2010), os resíduos da construção civil são provenientes de reformas, reparos, demolições de obras e os resultantes de preparação e escavação de terrenos. Segundo o site Cacambasolympia (2005), os resíduos são originados de tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, papel Kraft e outros. A quantidade de tais resíduos gerados ao ano, por habitante, está em torno de 450 Kg, variando de acordo com cada cidade, sua economia e seu desenvolvimento. Vale lembrar que, de acordo com Ângulo, John e Zordan (2010), a construção civil chega a consumir até mais de 75% dos recursos naturais.

Santiago (2010) afirma que muitos desses resíduos sólidos são materiais recicláveis e podem retornar à cadeia de produção, gerando renda para trabalhadores e lucro para empresas. Para que isso ocorra, é necessário que haja nas cidades um bom sistema de coleta seletiva e reciclagem de entulhos de construções. Cidades que não praticam esse tipo de processo, jogando todo tipo de resíduo sólido em aterros sanitários, causam grandes danos ao ambiente, pois os resíduos, além de levarem décadas para serem decompostos, podem poluir o solo, o ar e as águas.

### 2.2 CONTAMINAÇÃO CAUSADA PELOS RESÍDUOS

Segundo Agopyan e John (2003), os resíduos de construção e demolição são considerados não inertes, devido ao seu pH e dureza da água absorvida, contendo assim inúmeras contaminações. Estas contaminações podem ser oriundas tanto na fase da construção, quando os resíduos foram gerados,

quanto do seu manuseio posterior. Esses contaminantes podem afetar a qualidade técnica do produto, contendo o reciclado, quanto significar riscos ambientais. Resíduos da construção e demolição retirados de obras expostas à atmosfera marinha podem estar contaminados por sais que, dependendo da situação, podem levar à corrosão de metais. Seu uso em concreto armado, por exemplo, deve ser limitado.

Do ponto de vista ambiental, os mesmos autores afirmam que o problema principal com esse tipo de resíduo está relacionado à sua deposição irregular e aos grandes volumes produzidos. Esses resíduos depositados irregularmente causam enchentes, proliferação de vetores nocivos à saúde, interdição parcial de vias e degradação do ambiente urbano. Às vezes, são aceitos por proprietários de imóveis que os empregam como aterro, normalmente sem maiores preocupações com o controle técnico do processo. Essa prática pode levar a problemas futuros nas construções erigidas nessas áreas, quando não a acidentes piores. Além dessas consequências, a remoção desses resíduos acumulados irregularmente onera os cofres públicos municipais. As quantidades de resíduos gerados pela construção civil em alguns países do mundo são citadas na tabela 1.

Tabela 1 – Estimativas de geração de resíduos de construção civil (a partir de JOHN, 2000)

País	Quantidade Anual		Fonte
	Mton/ano	Kg/hab.	
Suécia	1,2 – 6	136 – 680	TILSTED, BÖRKLUND & CARLSON (1991); EU (1999)
Holanda	12,8 – 20,2	820 – 1300	LAURITZEN (1988); BRUBINK, BROUWERS & VAN KESSEL (1998); EU (1999)
EUA	136 – 171	463 – 584	EPA (1998); PENG, GROSSKOPF, KIBERT (1994)
UK	50 – 70	880 a 1120	OEPR (1988); LAURITZEN (1998)
Bélgica	7,5 – 34,7	735 – 3359	LAURITZEN (1988); EU (1999)
Dinamarca	2,3 – 10,7	440 – 2070	
Itália	35-40	600-690	
Alemanha	79-300	963-3658	
Japão	99	785	KASAI (1998)
Portugal	3,2	325	EU (1998)
Brasil	Na	230-660	IBRTO (1999)

Fonte: AGOPYAN & JOHN (2003)

## 2.3 BABOSA: A PLANTA DA ALOE VERA

Segundo Conheceraloe, a babosa é uma planta da família das liláceas que possui inúmeras propriedades e, entre as muitas espécies, a “Barbadensis” é considerada a verdadeira. Por isso seu nome *Aloe vera*. Vale ressaltar também, as suas propriedades curativas, regeneradoras, umectantes e nutritivas. É chamada a planta da beleza e da saúde, e o seu descobrimento ocorreu há milênios.

Os umectantes são substâncias higroscópicas que têm a propriedade de reter água e têm como uma das funções diminuir a perda de água dos produtos acabados e impedir a ruptura e formação de crostas superficiais na emulsão de acordo com Pedro (Revista H&C).

## 3 METODOLOGIA

O trabalho foi iniciado a partir de uma revisão bibliográfica, que levantou dados para permitir a discussão dos resultados. Dessa forma, houve um nivelamento do conhecimento dos pesquisadores, e assim foi possível executar a proposta de trabalho.

Os materiais escolhidos para a composição do tijolo foram papel Kraft (presente nos sacos de cimento), terra argilosa, água, cimento e seiva de babosa.

A escolha da terra argilosa foi baseada na metodologia proposta pela CPRM (2009), que garante a presença de ligações químicas não saturadas, que tem como objetivo ajudar na sua interação com outras substâncias, aumentando sua plasticidade quando em contato com água e a sua dureza quando deixada em repouso. Entretanto, ajudou na absorção de água, o que foi prejudicial à eficiência do tijolo. Para isso, foi colocada a seiva de babosa, que diminuiu a absorção. De acordo com a metodologia proposta pelo site Ecivilnet (2008), a utilização do cimento deve-se às suas propriedades aglomerantes, aglutinantes ou

ligantes. Esse ao ser misturado com terra, água e papel Kraft formou um produto mais rígido.

A fabricação foi composta por cinco etapas. Primeiramente, os sacos de cimento foram limpos, para que os resíduos não causassem danos ao equipamento. Em seguida, o papel Kraft foi posto em água e deixado em repouso. O papel com água foi triturado em liquidificador, até formar uma poupa de celulose e logo após, o excesso de umidade foi retirado. Por último, a polpa foi compactada com a mistura de terra argilosa, cimento e a seiva de babosa.

Após a fabricação do tijolo, foram utilizados no trabalho os resultados dos testes de absorção de água, compressão simples e diagonal e de resistência ao fogo, conforme BUSON (2009).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONFEÇÃO DO TIJOLO

De início, os sacos de cimento foram limpos e adicionados em um recipiente com água, ficando em repouso durante 4 (quatro) horas. O papel com água foi posto em um liquidificador e batido durante aproximadamente 10 (dez) minutos até formar uma poupa de celulose. Em seguida retirou-se o excesso de água. Por fim a poupa de celulose foi misturada com terra argilosa e cimento. Uma parte da mistura recebeu a seiva de babosa, enquanto a outra ficou sem a seiva. Os dois tipos de tijolos foram feitos com as seguintes composições de materiais:

- 1.º Com seiva de babosa: 50 % de terra argilosa, 25% de papel Kraft, 10% de cimento e 15 % de babosa, formando assim uma massa que foi colocada em forma, prensada e posta para secagem durante cerca de 2 dias.
- 2.º Sem seiva de babosa: 55 % de terra argilosa, 30% de papel Kraft, 15% de cimento, formando assim uma massa que foi colocada

em forma, prensada e posta para secagem durante cerca de 2 dias.

### 4.2 TESTES

Nos testes de compressão simples e diagonal, realizados pelo professor Buson, em que uma força foi aplicada sobre a parede do material e outra aplicada sobre as pontas, respectivamente, o Krafterra apresentou resultado surpreendente em relação ao Bloco de Tijolo Comum-BTC. O BTC, mais rígido, partiu-se ao sofrer pressão, já o Krafterra apresentou maior ductibilidade, ou seja, ele deformou, mas, sua estrutura não se perdeu. Logo, pode-se dizer que o tijolo que tem como base sacos de cimento é mais flexível. Além disso, ele possui ligações internas mais fortes. Assim, a parede mesmo trincada, não se desfaz.

Segundo Buson, nos testes de resistência ao fogo, quando duas paredes do bloco foram submetidas a calor constante para medir a variação de sua temperatura, o Krafterra chegou a cerca de 150° C depois de duas horas, enquanto o BTC foi a 180°C. Assim, os valores apresentados qualificam o Krafterra como um material corta-fogo. Já nos testes com água, o Krafterra apresentou cerca de 7,6% mais absorção que o BTC. Ou seja, este é um fator que torna a construção mais suscetível a infiltrações. Uma solução achada pelo pesquisador foi a adição da seiva da babosa ao Krafterra, diminuindo a absorção de água em 6% em comparação ao BTC.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou resultado positivo, atendendo assim a todos os objetivos propostos inicialmente e garantindo que é possível fabricar artesanalmente tijolo a partir de papel Kraft. Por falta de equipamentos adequados não foi possível a realização dos testes

propostos, utilizando assim, os resultados dos testes feitos por Buson. Nos testes de absorção de água, o tijolo feito com papel e babosa apresentou maior absorção que o BTC em cerca de 1,6%. Nos testes de compressão foi percebido que o Krafterra deforma, mas não se desfaz, ao contrário do que acontece com o BTC. Nos testes de resistência ao fogo o Krafterra recebendo a mesma quantidade de calor que o BTC aqueceu menos, sendo considerado um material “corta-fogo”. Segundo Buson (2009): “Enquanto mil blocos de solo-cimento custam R\$ 350,00, o Krafterra pode chegar a R\$ 100,00, ou seja, o tijolo é uma alternativa viável para construções populares”.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Márcio Buson, professor da Universidade de Brasília, que através de seus estudos pode nos fornecer idéias sobre o tijolo ecologicamente correto; à Prof.<sup>a</sup> Arlete Silva por toda paciência, orientação e experiência transmitida a nós; à Prof.<sup>a</sup> Ângela Riva por nos orientar quanto à parte escrita do trabalho e à Prof.<sup>a</sup> Janeth Silva por todo carinho e ajuda na construção do tijolo. Agradecemos aos nossos pais pela presença e apoio constante e aos que ajudaram na formulação do trabalho.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley. Dados de contaminação causada por resíduos. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf>, Acessado em: 28. fev. 2011.

ÂNGULO, Sérgio; JOHN, Vanderley; ZORDAN, Sérgio. Dados de reciclagem de Resíduos. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>, Acessado em: 20. fev. 2011.

BUSON, Márcio. Dados sobre tijolo de papel Kraft. Brasília: BUSON, 2009. Disponível em: <http://www.unb.br/noticias/bcopauta/index2.php?i=611>, Acessado em: 12. fev. 2011.

CACAMBASOLYMPIA. Dados de Resíduos Sólidos. Belo Horizonte: CACAMBASOLYMPIA, 2005. Disponível em: <http://www.cacambasolympia.com.br/Sinduscon%20MG.pdf>, Acessado em: 26. fev. 2011.

CONHECERALOE. Dados da planta Aloe Vera (Babosa). Disponível em: <http://www.conheceraloe.com/news/a%20planta%20de%20aloe.php>, Acessado em: 02. mar. 2011.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Propriedades da argila. Rio de Janeiro: CPRM, 2009. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/star>

t.htm?infoid=1255&sid=129, Acessado em: 04. mar. 2011.

ECIVILNET. Propriedades do cimento. 2008. Disponível em: [http://www.ecivilnet.com/artigos/historia\\_do\\_cimento.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/historia_do_cimento.htm), Acessado em: 04. mar. 2011.

FLORES, Alder. Dados sobre resíduos Sólidos. Alagoas: Flores, 2010. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com/2010/06/13/residuos-da-construcao-civil-e-a-sua-destinacao-final-alder-flores/>, Acessado em 25. fev. 2011.

PEDRO, Ricardo. - Revista H&C – Household & Cosméticos. Propriedades da babosa. São Paulo. Disponível em: [http://www.freedom.inf.br/artigos\\_tecnicos/hc54/ricardopedro.asp](http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/hc54/ricardopedro.asp), Acesso em: 02. mar. 2011.

SANTA CATARINA – Vigilância Sanitária. Dados sobre Resíduos Sólidos. Santa Catarina, 2010. Disponível em: [http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=130&Itemid=650](http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=130&Itemid=650), Acessado em: 25. fev. 2011.

SANTIAGO, Fernando. Dados sobre Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: [http://www.fernandosantiago.com.br/luiz\\_fernanda\\_agnes.htm](http://www.fernandosantiago.com.br/luiz_fernanda_agnes.htm), Acessado em: 17. fev. 2011.