



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



TIJOLOS DE TERRA CRUA ESTABILIZADOS COM FIBRAS DE COCO VERDE: ALTERNATIVA PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

**RAQUEL NASCIMENTO SOARES; ADEILDO CABRAL SILVA;
JOSE CESAR PINHEIRO;**

PROF. ASSOCIADO - UFC

FORTALEZA - CE - BRASIL

jcvpinhe@ufc.br

PÔSTER

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

**Tijolos de terra crua estabilizados com fibras de coco verde:
alternativa para habitação de interesse social**

Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Resumo: Este trabalho propõe a utilização da fibra de coco verde incorporada à terra crua como material alternativo na construção de tijolos de adobe. As fibras foram cedidas a partir de uma parceria com a EMBRAPA, onde é produzido em sua Unidade de Beneficiamento da Casca do Coco Verde cerca de 530 t/a de fibra bruta. A fibra inserida ao adobe tem características de agir como um esqueleto principal devido à presença de celulose, lignina e hemicelulose atuarem conferindo uma maior coesão entre os componentes. Como base metodológica, adotou-se Battistelle (2002). Foram confeccionados 8 tijolos com fibras no traço de 10% em volume e 8 tijolos sem fibras (solo) como amostra de referência e realizou-se o ensaio de compressão simples segundo as normas brasileiras de tijolo maciço de barro cozido (NBR 6460/83 e NBR 8492/84), devido à inexistência de uma norma específica para os tijolos de terra crua. Os tijolos com a presença de fibras obtiveram aumento de 25% na resistência em relação à amostra de referência. Pode-se inferir que a utilização da fibra do coco verde



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



incorporada ao adobe é uma alternativa viável economicamente para a construção de habitações de interesse social.

Palavras- chave: fibra de coco, arquitetura de terra, cadeia agroindustrial do coco.

Abstract: This assignment proposed the use of green coconut fiber built to land as raw material alternative to the construction of adobe bricks. The fibers were donated by EMBRAPA, thru a partnership, where it is produced in its Benefaction of the Bark of Green Coconut Unit approximately of 530 tones/year of crude fiber. The fiber inserted to adobe acts as a main structure due to the presence of cellulose, lignin and hemicellulose act giving greater cohesion between the components. As methodological basis, Battistelle (2002) was adopted. 8 bricks with fiber in 10% in volume and 8 bricks without fiber sample (soil) were manufactured as a reference and the Standart Compression test took place according with the Brazilian brick mass of baked clay Standart (NBR 6460/83 and NBR 8492/84), once there is not a specific standard to the bricks of raw land. The bricks with the presence of fiber obtained increase of 25% in the resistance comparing to the reference sample. One can infer that the use of fiber of green coconut incorporated to the adobe bricks is a viable alternative to the development of houses benefit social.

Key Words: coconut fiber, raw earth construction, agro-industrial chain of green coconut.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados do IBGE (2001) apud Silva (2001), mais de 70% dos municípios brasileiros têm menos de 20 mil habitantes. Aproximadamente 1/3 terço destes municípios apresentam problemas na área de habitação e saneamento básico.

A realidade da problemática habitacional de nosso país requer respostas imediatas e condizentes ao contexto social, cultural e econômico do país, e que respeitem a questão ambiental. Neste contexto, pode-se citar como uma alternativa interessante como material de construção os tijolos de terra crua.

A utilização de tijolos de terra crua data da Antiguidade. Segundo DETHIER (1993) a terra como material de construção é conhecida há aproximadamente dez mil anos. Os tijolos de adobe apresentam diversas vantagens como econômica, devido à matéria prima ser abundante e de custo baixíssimo; energética, pois a utilização da terra dispensa a queima de qualquer combustível; sócio-cultural, casas de adobe permitem reduzir os custos da habitação social, podendo o próprio usuário produzir sua habitação e o desempenho físico do material, habitações em terra crua possuem, comprovadamente, excelente conforto térmico e acústico.

Um estudo de Silva & Faria (2006), concluiu que a introdução de material de construção de adobe num projeto de assentamento exige um grande investimento de



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



tempo e esforço para a sensibilização da comunidade. No entanto, após a conclusão da casa de adobe e a mesma já tendo sido habitada, o preconceito vai diminuindo e surge naturalmente a satisfação de conforto por parte dos moradores.

Isto tem despertado o interesse de estudiosos em aprofundar o conhecimento sobre esta técnica construtiva e dentre as várias experiências efetuadas, destaca-se a associação da fibra de coco verde ao adobe.

Sua importância se deve ao fato de que cerca de 85% do peso bruto da matéria-prima (coco-verde) que é processada representa lixo, podendo tornar-se fator de inviabilização das atividades de processamento. Atualmente, este material é de difícil descarte, sendo enviado para lixões e aterros sanitários. Ressalte-se que a casca de coco verde é de longe, o mais importante resíduo gerado em cidades turísticas do litoral brasileiro, por exemplo, Rio de Janeiro, principal cidade consumidora de água de coco do País. É importante lembrar que a casca de coco é de difícil manuseio no acondicionamento e transporte e representa uma fonte poderosa de proliferação de ratos, baratas e outros insetos vetores de inúmeras doenças. As cascas levam aproximadamente oito anos para se degradar e estima-se ainda que 70% de todo o lixo gerado no litoral dos grandes centros urbanos do Brasil são cascas de coco verde, as quais, em Fortaleza, somam 9% dos resíduos sólidos domiciliares.

O descarte do coco, recurso produtivo, potencialmente aproveitável, mas que no momento é tratado de resíduo numa nítida noção de desperdício, alerta-nos para a necessidade de realização de estudos para melhorar seu ciclo de produção e adequação visando a um melhor gerenciamento desse resíduo, como mencionado acima. O consumo de coco verde apresenta crescimento aproximado de 20% ao ano.

Frente ao desafio do gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos e, levando-se em consideração a questão ambiental, este trabalho é de natureza exploratória e tem como objetivo analisar e comparar algumas características de tijolos de adobe e de adobe associado à fibra de coco verde.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é composto de exocarpo (parte externa, lisa), mesocarpo (parte fibrosa, espessa), endocarpo (casca duríssima e lenhosa) e amêndoa (parte comestível). A fibra utilizada em compósitos é retirada do mesocarpo.

O coco apresenta fibras extremamente resistentes e duráveis com espessura de 12 a 24 microns. De acordo com SENHORAS (2003), a fibra do coco apresenta inúmeras vantagens na sua utilização industrial como:

- inodora;
- resistente à umidade;
- não apodrece;
- não produz fungos.

As características a serem analisadas e comparadas foram obtidas de estudos e testes efetuados por outros autores. As dimensões selecionadas para análise neste trabalho envolvem os aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



A dimensão tecnológica foi representada pela característica de resistência à compressão simples dos tijolos que segundo Soares & Silva (2006) foi medida por um procedimento que envolveu 8 etapas.

A primeira foi a produção das formas para a fabricação dos tijolos. Na segunda etapa foi utilizada a fibra de coco fornecida pela Unidade de Beneficiamento de Casca de Coco Verde, sob coordenação da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza).

A Unidade produz 530 t de fibra bruta/ano. O processo de obtenção da fibra se dá a partir de um conjunto de equipamentos composto por um triturador, uma prensa e um classificador, conectados de forma contínua e a terceira envolve a coleta das fibras de coco.

A quarta etapa refere-se a preparação do barro (solo+fibra)). O solo foi coletado no dia 21/10/05 no Campus do Pici (UFC) que tem como origem, Formação Barreiras. Devido sua alta composição de areia, teve de ser corrigido com 15% de argila. O solo foi preparado junto com a fibra para melhorar sua operacionalidade e esperou 24h para ser moldado.

A quinta etapa foi a de moldagem, forma-se uma bola com o solo e lança-o com um golpe nas formas (5x10x20cm) Foram confeccionados 8 tijolos sem fibra como amostra de referência e 8 tijolos com fibra com 10% em volume. A sexta etapa foi a de secagem. Os tijolos foram deixados por 7 dias à sombra e posteriormente virados e colocados ao sol por mais 7 dias conforme proposta metodológica de Battistelle (2003) (etapa F). Durante o processo de secagem, no 13º dia houve a presença de chuva, a qual dificultou a secagem e teve de se repetir o processo.

A sétima e oitava etapa constou do empilhamento para o teste de resistência à compressão simples, e posteriormente foram seguidos os procedimentos apresentados na norma NBR 6460/83. Assim, os tijolos foram moldados e rompidos no dia 29/11/05, de acordo com o ensaio de compressão simples.

Quanto a abordagem ambiental focalizou-se os aspectos de tipo de energia gasta na produção dos tijolos e grau de mecanização do processo de produção Silva & Faria (2006)

Nas considerações utilizou-se os parâmetros sugeridos por Silva & Faria (2006), produtividade na confecção de adobe e custos de materiais utilizados na construção de paredes tanto com tijolos de adobe quanto de tijolos de adobe associados com fibras de coco.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras foram submetidas ao teste de resistência mecânica, segundo NBR 6460/83, após 15 dias de secagem e de 48 horas de preparação para o teste.

O comportamento mecânico dos blocos com adição de fibra foi significativamente superior ao da amostra de referência (sem fibra). Enquanto a amostra com fibra teve média de 8.9Kgf/cm², a amostra de referência obteve média de 6.6 Kgf/cm².

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

Nas duas amostras não foi notado o aparecimento de trincas e rachaduras durante a secagem.

Os	AM (Nº)	dimensões capeados (mm)			carga máxima kgf	limite de resistência		secagem. tijolos se
		c	h	l		Mpa	Kgf/cm ²	
	1	103	125	97	903	0,9	9,3	
	2	101	118	98	1006	1	10	
	3	102	124	97	785	0,8	8	
	4	98	98	100	644	0,7	7	
	5	95	122	98	912	1	10	
	6	98	120	97	828	0,9	9	
	7	102	118	97	830	0,9	9	
	8	100	128	99	860	0,9	9	

mantiveram coesos, mesmo depois da chuva que tomaram inadvertidamente, durante a secagem ao ar livre.

As tabelas 01 e 02 abaixo demonstram respectivamente as dimensões, carga máxima e limite de resistência que cada amostra de tijolos obtiveram durante o ensaio de resistência à compressão simples. As amostras de tijolos têm um diferencial de 10% e 0% em volume de fibra de coco.

Tabela 1.- tijolos amostra de 10% em volume de fibra

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural**Tabela02 -tijolos amostra de referência sem fibras**

AM (Nº)	dimensões capeados (mm)			carga máxima kgf	limite de resistência	
	c	h	l		MPa	kgf/cm ²
1	97	120	97	257	0.3	3
2	98	113	98	811	0.8	8
3	96	118	100	817	0.9	9
4	98	111	97	720	0.8	8
5	102	107	95	846	0.9	9
6	98	117	98	774	0.8	8
7	105	119	99	476	0.5	5
8	100	103	93	248	0.3	3

O gráfico 02 mostra o resultado da comparação entre a amostra com 10% em volume de fibra e a amostra de referência sem fibra. O traço de 10% em volume de fibra obteve melhores valores de resistência à compressão simples que a amostra de referência. Todas as amostras com 10% em volume de fibras suportaram o limite de carga máxima de pressão sem se romper, já as amostras de referência além de não obterem valores satisfatórios, se mostraram frágeis mesmo ao serem transportadas no local de execução do teste. Além de romper com o limite de carga máxima.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

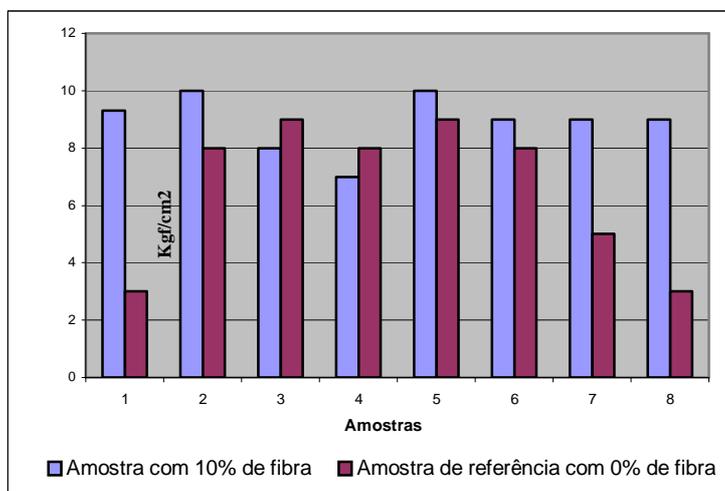


Gráfico 1: Comparação entre a amostra com fibra e a amostra de referência

Quanto à dimensão ambiental, o tipo de energia gasta na produção de adobe é de origem humana e solar, com muito menor impacto ambiental do que outros tipos de cerâmicas, que consomem combustível derivado do petróleo além de energia elétrica e térmica. Na região do baixo Jaguaribe do Ceará o alto grau de desmatamento devido ao consumo de madeira na indústria de cerâmica esta contribuindo para o início de um processo irreversível de desertificação.

Quanto ao tijolo de adobe produzido com fibra de coco, sua utilização traz um benefício ambiental inquestionável, tanto pela redução da quantidade de terra extraída por ser substituída pela fibra quanto pela redução de resíduos nos aterros sanitários, sendo dada uma destinação econômica a um resíduo considerado como lixo.

Finalmente, quanto à dimensão econômica, cada pessoa produz em média 60 tijolos de adobe por dia e em cada m² de parede são necessários 30 tijolos. Considerando apenas o tijolo, sem levar em conta outros materiais e mão-de-obra, o custo do m² de parede ocupada por tijolo de adobe é de R\$ 0,90. Com relação ao tijolo de adobe que também contempla as fibras do coco o custo é de R\$ 3,69/ m². Para a obtenção deste valor último, não foi utilizado o incentivo econômico citado por Senhoras (2003) com relação à Lei cinquentenária nº 594, de 24 de dezembro de 1948, ainda em vigor, a qual dispõe sobre diversos benefícios fiscais e econômicos para empresas exploradoras de fibras de coco verde com o aproveitamento da matéria prima nacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos da avaliação mecânica, por meio do ensaio de resistência à compressão simples, verificou-se que os tijolos de adobe com 10% em volume de fibras apresentam-se como alternativa viável para substituir tijolos convencionais de vedação, pois obtiveram resultado muito próximo a 1 MPa de acordo com a norma NBR 7171/92 para os blocos cerâmicos empregados em paredes de vedação.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



Na avaliação dos tijolos de adobe produzidos com fibras de coco como alternativa ambiental considera-se que os mesmos são viáveis. No quesito de avaliação dos aspectos ambientais de sua produção, verifica-se que os *inputs* como a extração de terra e o gasto energético apresentam, respectivamente, os seguintes atributos: otimização da utilização da matéria prima, pois a terra pode ser reutilizada inúmeras vezes, eficiência no encapsulamento de um resíduo agroindustrial de difícil degradação, e valor nulo de gasto energético, sendo ainda um material alternativo na luta contra o aquecimento global, pois para a sua fabricação não é necessária a utilização de combustíveis fósseis como o carvão mineral, dentre outros.

Os *outputs* gerados pela produção do adobe com a fibra de coco são nulos, não há emissões de poluentes na atmosfera, bem como a não existência de emissões de resíduos sólidos nem líquidos.

Apesar do custo dos tijolos de adobe produzidos com fibras de coco verde ser superior aos tijolos de adobe sem a presença das fibras, aquele tem características físicas e ambientais muito mais desejáveis diante do tijolo sem a presença de fibras, além de haver a possibilidade de redução deste valor, caso aplique-se a Lei citada por Senhoras (2003) relacionada aos diversos benefícios fiscais concedidos a empresas que se instalem para a exploração da fibra de coco verde. Isto se mencionar os benefícios ambientais.

Conclui-se ainda que a utilização de resíduos agroindustriais em componentes habitacionais poderá trazer benefícios sociais e econômicos bem como servir de instrumento colaborador da Agenda 21 global e local, pois se implementado em larga escala, poderá promover a valorização das culturas regionais, o incentivo às novas tecnologias não poluentes e a melhor alocação de recursos para a promoção da habitação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6460/83 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria: verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 6p. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7171/92 – Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 8p. 1992.

BATTISTELLE, R.A. G., Análise da viabilidade técnica do resíduo de celulose e papel em tijolos de adobe (tese de doutorado) EESC / USP, São Carlos, 2002.

DOMINGUES, M.C.G; Comportamento de fibra vegetal de Curauá (*Ananas erectifolius*) em matriz de cimento Portland, dissertação de mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais. São Carlos, 2003.

DETHIER, J. Arquiteturas de terra, ou o futuro de uma tradição milenar. Europa Terceiro Mundo – Estados Unidos. 10ed. Lisboa: Litografia Tejo, 1993.

NUNES, M.U. C; Fibra e Pó da Casca de Coco: Produtos de Grande Importância para a Indústria e a Agricultura. In: Coco Pós- colheita, Frutas do Brasil 2002. p.29



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



SENHORAS, E. M.; Estratégias de uma Agenda para a Cadeia Agroindustrial do Coco: Transformando a Ameaça dos Resíduos em Oportunidades Eco-Eficientes, Campinas, 2003.

SILVA, M. S. A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social.(dissertação de mestrado) EESC / USP, São Carlos, 2001.

SILVA, F. M. G; FARIA, O.B.: Comparação entre sistemas construtivos com adobe e com tijolo cerâmico alveolar: um estudo de caso no assentamento rural “Fazenda Pirituba” (Itapeva-SP). V Encontro de Pesquisa e Pós Graduação, V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará. Fortaleza, 2005.

SOARES, R. N.; SILVA, A. C.; Análise da característica mecânica de tijolos de adobe produzidos com fibra de coco: uma alternativa para redução de resíduos sólidos. VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, 2006.