



III-302 - USO DE RESÍDUOS DE TECELAGEM NA FABRICAÇÃO DE TIJOLO DE SOLO-CIMENTO

Júlio César Beluci Nascimento da Silva ⁽¹⁾

Aluno de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Paula Gomes Margonari ⁽²⁾

Aluna de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Ricardo Armando Pegoraro Lopes ⁽³⁾

Aluno de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Susy Kis Curzio ⁽⁴⁾

Aluna de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Simone Helena Tanoue Vizioli ⁽⁵⁾

Arquiteta e Urbanista pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela FAUUSP. Professora Pesquisadora da Universidade do Grande ABC.

Endereço⁽¹⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: jcbeluci@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: paulamargonari@yahoo.com.br

Endereço⁽³⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: ricardo@uniceramicas.com.br

Endereço⁽⁴⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: susy_kis@hotmail.com

Endereço⁽⁵⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: simonehtv@gmail.com

RESUMO

Este trabalho é parte da pesquisa Construção Sustentável que vem sendo desenvolvida no LABSUS (Laboratório de estudos e promoção do desenvolvimento sustentável) da Universidade do Grande ABC. São diversos projetos simultâneos, que fazem parte do projeto para uma sede administrativa de um Conjunto Habitacional – Vila Guiomar – em Santo André – SP. Pretende-se aplicar a tecnologia disponível para a fabricação de tijolo de solo-cimento com adição de fibras têxteis (aproveitamento de resíduos das indústrias e serviços do ramo têxtil do Grande ABC). Os objetivos são: reciclar os resíduos gerados pelas indústrias têxteis do Grande ABC, contribuindo assim, com a preservação do meio ambiente; aumentar a resistência de componentes da construção civil - tijolo de solo-cimento; uso de materiais construtivos sustentáveis no projeto da Sede do Conjunto Habitacional Vila Guiomar. O solo cimento é uma técnica que utiliza a terra como material de construção, em dois sistemas distintos: massa plástica ou argamassa de solo, constituída por terra embebida em água; e solo compactado ou prensado, constituído de uma mistura úmida de terra e água. Os ensaios, preliminares, demonstraram que não houve ganho de resistência quanto à compressão, no tijolo de solo-cimento com a adição de fibras em sua composição. Os testes de tração serão realizados na próxima etapa da pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade; arquitetura; meio ambiente; resíduos; elementos construtivos.

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte da pesquisa Construção Sustentável que vem sendo desenvolvida no LABSUS (Laboratório de estudos e promoção do desenvolvimento sustentável) da Universidade do Grande ABC. São diversos projetos simultâneos, que fazem parte do projeto para uma sede administrativa de um Conjunto Habitacional – Vila Guiomar – em Santo André – SP.



A população aumenta a cada ano e com ela a necessidade de novas construções. Este processo não apenas envolve o uso de recursos naturais em grande escala, como também, gera poluição durante a sua fabricação. O uso de tijolos de solo-cimento reforçado com fibras têxteis, não agride o meio ambiente, pois não há queima em sua fabricação, apenas solo prensado com cimento, água e fibras. Outro elemento muito utilizado na construção civil é o bloco de concreto, que resiste bem à compressão, mas não à tração. Pretende-se melhorar esta resistência aproveitando resíduos de indústrias ou estabelecimentos de serviços locais (malharias, tapeçarias).

Nos últimos anos, estudos vêm sendo desenvolvidos quanto à aplicação de fibras, naturais e artificiais, em compósitos na busca de melhorias no desempenho desses elementos. Paralelamente a isto, os compósitos com fibras também vêm sendo utilizados na construção civil em escala crescente.

Um material compósito é a combinação de dois ou mais materiais que têm propriedades que os materiais componentes isoladamente não apresentam. Eles são constituídos de duas fases: a matriz e o elemento de reforço. São desenvolvidos para aperfeiçoar as qualidades de cada um dos componentes. (BUDINSKI, 1996 apud Boletim Técnico FITESA, 2002).

Na construção civil os compósitos são geralmente constituídos por matriz frágil reforçada com fibra dúctil, sendo o cimento amianto um dos compósitos mais conhecidos da engenharia civil. A História de compósitos reforçados com fibras, como material de construção, é antiga. Como exemplo tem-se o tijolo de argila reforçado com palha e crina de cavalo utilizada para reforçar materiais cimentados.

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, seja pela sua facilidade de fabricação, moldagem ou pela sua resistência à compressão após a cura. Segundo Caetano et al (2004) o concreto pode ser considerado estruturalmente frágil quanto aos esforços de tração e pouca capacidade de deformação.

As fibras podem ser classificadas em naturais e artificiais. Entre as naturais, as mais comuns são: de coco, sisal, de bagaço de cana de açúcar, de bambu, juta e fibra de madeira. As fibras artificiais, também denominadas fibras sintéticas, são resultado de avanços na área de engenharia de materiais, decorrentes de pesquisas sobre a cadeia do petróleo e seus derivados, bem como do desenvolvimento da tecnologia têxtil. Dentre as fibras artificiais mais difundidas na construção civil encontram-se a aramida, a carbono, o nylon, o poliéster e o polipropileno.

A adição de fibras acarreta uma melhoria quanto à resistência do concreto à tração e à flexão. O benefício pode se manifestar tanto no retardo do aparecimento de fissuras (no caso de microfibras) quanto como uma melhoria no comportamento pós-fissuração (macro fibras). (CAETANO et al, 2008)

O desempenho dos compósitos reforçados com fibras é obtido principalmente pelo teor, pelo comprimento da fibra, pelo fator de forma, e pela orientação e distribuição das fibras. Além disso, é preciso verificar o fator de aderência entre as duas fases (Tabela 1 e 2).

Tabela 1: Propriedades de algumas fibras naturais.

Fibra	Diâmetro [mm]	Densidade [g/cm³]	Módulo de Elasticidade [Gpa]	Resistência à tração [Mpa]	Deformação na ruptura [%]
Coco	0,1 - 0,4	1,12 - 1,15	19 - 26	0,12 - 0,2	10 - 25
Sisal	N/A	N/A	13 - 26	0,28 - 0,57	3 - 5
Bagaço da cana de açúcar	0,2 - 0,4	1,2 - 1,3	15 - 19	0,18 - 0,29	N/A
Bambu	0,05 - 0,4	1,50	33 - 40	0,35 - 0,5	N/A
Juta	0,1 - 0,2	1,02 - 1,04	26 - 32	0,25 - 0,35	1,5 - 1,9
Fibra de Madeira	0,03 - 0,08	1,50	N/A	0,7	N/A

Fonte: CAETANO et al, 2008.



Tabela 2: Propriedades de algumas fibras sintéticas, fibra de aço e de vidro.

Fibra	Diâmetro [mm]	Densidade [g/cm³]	Módulo de Elasticidade [Gpa]	Resistência à tração [Mpa]	Deformação na ruptura [%]
Aço	5 - 500	7,84	190 - 210	0,5 - 2,0	0,5 - 3,5
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1,0	3
Aramida	10	1,45	60 - 133	3,6	2,1 - 4,0
Asbesto	0,02 - 0,4	2,60	160 - 200	3 - 3,5	2 - 3
Carbono	9	1,90	230	2,6	1
Celulose	-	1,20	10,0	0,3 - 0,5	-
Nylon	-	1,10	4,0	0,9	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,3	0,0007	10
Polipropileno	20 - 200	0,90	5,0 - 7,7	0,5 - 0,75	8
Vidro	9 - 15	2,60	70 - 80	2 - 4	2 - 3,5

Fonte: CAETANO et al, 2008.

Segundo Tita (2002 apud CARVALHO, 2005) a interface dos materiais pode ser descrita como sendo a camada que demarca fases distintas assim como fibra, matriz e camada de revestimento. Entre fibras e matrizes, interface é a região na qual estes materiais transferem as tensões e deformações uns para os outros, possibilitando a contribuição de ambos para a resistência dos compósitos.

O solo-cimento

O solo cimento é uma técnica que utiliza a terra como material de construção, em dois sistemas distintos: massa plástica ou argamassa de solo, constituída por terra embebida em água; e solo compactado ou prensado, constituído de uma mistura úmida de terra e água.

As propriedades físicas, tanto da massa plástica como do solo compactado, podem ser melhorados com a adição de alguns produtos chamados estabilizadores. A mistura de palha ou fibras nessa argamassa de solo reduz acentuadamente o efeito da retração na secagem da massa plástica. A adição de óleos vegetais aumenta significativamente a impermeabilização, enquanto que a mistura de cimento ou cal aumenta a resistência mecânica do produto.

O adobe é fabricado a partir da colocação manual ou mecânica de massa plástica no interior de uma forma, seguida de imediata desmoldagem, que pode ser facilitada pelo revestimento interno da forma em fôrmica. A desvantagem neste processo baseia-se na necessidade de uma grande área para a secagem inicial das peças até que possam ser empilhadas, o que varia entre 2 a 5 dias. Alguns aditivos utilizados são a palha ou outra fibra, emulsões asfálticas e cimento.

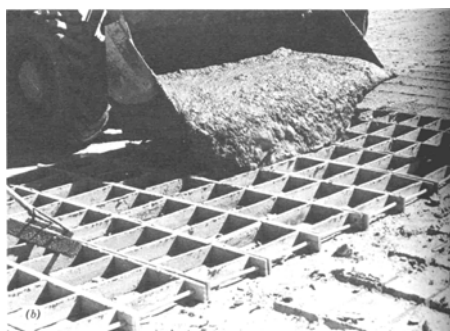


Figura 1: formas para fabricação de adobe.
Fonte: McHENRY, 1998.



Figura 2: secagem do adobe.
Fonte: McHENRY, 1998.

Os tijolos maciços são considerados uma técnica que consiste em prensar e compactar os tijolos que são fabricados utilizando misturas de solo-cimento, em umidade avaliada como ótima. O tijolo compactado é produzido com auxílio de uma forma simples, preferencialmente articulada para uma rápida desmoldagem.



Podem ser utilizados para prensagem do solo cimento, tanto o mecanismo de alavanca manual, como a utilização de prensas hidráulicas. Neste processo o tijolo pode ser empilhado após dois dias da sua fabricação.

Para esta técnica construtiva é necessário que o solo seja constituído de 50 a 70% de areia e o restante de argila. O solo argiloso não é recomendável, porém pode ser corrigido acrescentando-se areia até atingir a constituição ideal.

OBJETIVOS

Pretende-se aplicar a tecnologia disponível para a fabricação de tijolo de solo-cimento e placa de concreto com adição de fibras têxteis (aproveitamento de resíduos das indústrias e serviços do ramo textil do Grande ABC). Os objetivos são:

- reciclar os resíduos gerados pelas indústrias têxteis do Grande ABC, contribuindo assim, com a preservação do meio ambiente;
- aumentar a resistência de componentes da construção civil - tijolo de solo-cimento e bloco de concreto;
- uso de materiais construtivos sustentáveis no projeto da Sede do Conjunto Habitacional Vila Guiomar.

METODOLOGIA

- 1) Pesquisa a fontes primárias: legislação, normas, dados censitários;
- 2) Pesquisa a fontes secundárias: livros, teses, publicações científicas;
- 3) Visita técnica às indústrias têxteis do Grande ABC;
- 4) Confeção de corpos de prova para testar os tijolos de solo-cimento.

As Figuras de 3 a 7 ilustram o processo de fabricação dos tijolos e corpos de prova de concreto no laboratório da UniABC.



Figura 3: material utilizado para fabricação de tijolo de solo-cimento.

Fonte: própria, 2008.



Figura 4: pesagem das fibras utilizadas nos ensaios preliminares.

Fonte: própria, 2008.



Figura 5: massa de solo-cimento com adição de barbante.
Fonte: própria, 2008.



Figura 6: compactação mecânica dos tijolos.
Fonte: própria, 2008.



Figura 7: secagem dos tijolos.
Fonte: própria, 2008.

Tabela 3 -Resistência mínima à compressão em relação à categoria
Categoria Resistência à compressão (MPa)

A	1,5
B	2,5
C	4,0

Fonte: NBR 7170, 1983.

RESULTADOS

Os tijolos de solo-cimento fabricados no LABSUS, após seu período de cura, vinte e um dias, foram rompidos para testar sua resistência à compressão. Os resultados obtidos estão indicados na Tabela 4.

Tabela 4: Ensaios preliminares¹:

		Resistência
Tijolo de barro comum	4,2 x 18,5 x 8,8 cm	3,47 MPa
Amostra 1	23 x 11 x 7cm; 8 kg de solo (70% arenoso e 30% argiloso); 580 gr de cimento; 1 litro de água. Posição: “de lado”, com base de 23 x 7cm	3,55 MPa
Amostra 2	23 x 11 x 7cm; 8 kg de solo (70% arenoso e 30% argiloso); 580 gr de cimento; 1 litro de água. Posição: “deitado”, com base 23 x 11cm	1,97 MPa
Amostra 3	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 290 gr de cimento; ½ litro de água.; 5 m de barbante 100% algodão, cortados em pedaços de 30 cm; colocados no meio do tijolo (em camada).	1,97 MPa
Amostra 4	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 290 gr de cimento; ½ litro de água; 20 m de barbante 100% algodão, cortados em pedaços de 30 cm; colocados no meio do tijolo (em camada).	1,42 MPa
Amostra 5	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 290 gr de cimento; ½ litro de água; 10 m de barbante 100% algodão, cortados em pedaços de 30 cm; misturados na massa do tijolo.	1,18 MPa
Amostra 6	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 290 gr de cimento; ½ litro de água; 6 gr de fio de costura textura 34 e 100 algodão, cortados em pedaços de 30 cm; misturados na massa do tijolo.	2,84 MPa
Amostra 7	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 290 gr de cimento; ½ litro de água; 20 m de linha de crochê 100% algodão, cortados em pedaços de 30 cm; misturados na massa do tijolo.	3,55 MPa
Amostra 8	23 x 11 x 7cm; 4 kg solo (70% arenoso e 30% argiloso); 580 gr de cimento; ½ litro de água (dobro de cimento)	5,13 MPa

Fonte: UniaABC – LABSUS, 2008/ 2009.

CONCLUSÕES

Os ensaios, preliminares, demonstraram que não houve ganho de resistência à compressão no tijolo de solo-cimento com a adição de fibras. Embora não se possa afirmar ganho de resistência, todos os tijolos de solo-cimento atenderam às especificações da ABNT, podendo ser classificados como categoria B ou C. Os testes de resistência quanto à tração serão feitos na próxima etapa de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. **NBR 8492** – Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
2. ABNT. **NBR 7170** – Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.
3. CAETANO, L. F. et al. Compósito de matriz científica reforçada com fibras. In: II SEMINÁRIO DE PATOLOGIAS DAS EDIFICAÇÕES: NOVOS MATERIAIS E TECNOLOGIAS EMERGENTES. Porto Alegre, 2004. **Anais eletrônicos...** Disponível em: http://www.ppgec.ufrgs.br/leme/seminario/LEME_30anos_Luciane.pdf. Acesso em: 30 set. 2008.
4. CARVALHO, Ricardo Fernandes. **Compósitos de fibras de sisal para uso em reforço de estruturas de madeira**. Tese apresentada à Área Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, USP, para obtenção do título de Doutor. São Carlos, 2005.

¹ as quantidades utilizadas para a fabricação dos tijolos de solo-cimento foram medidas em recipiente com volume igual a 1 litro.



5. Materiais compósitos e fibras de polipropileno. **Boletim Técnico FITESA**, no. 1, 2002. Disponível em http://www.fitesa.com.br/publicacaotecnica/pbt_1.pdf. Acesso em: 01 out. 2008.