

UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Rosane Aparecida Gomes Battistelle ⁽¹⁾

Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail rosane@feb.unesp.br

Obede Borges Faria ⁽²⁾

Depto de Engenharia Civil - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 31036112 E-mail obede@feb.unesp.br

Ivaldo Domenico Valarelli ⁽³⁾

Depto de Engenharia Mecânico - UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 14 33136155 E-mail ivaldo@feb.unesp.br

Lívia Ferraz Damasceno ⁽⁴⁾

Depto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, UNESP, Bauru-SP, Brasil
Av. Edmundo carrijo Coube 14-01, Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, Brasil
Tel: (+55) 11 2860655 E-mail iaia_ferraz@yahoo.com.br

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento

Palavras-chave: Materiais de construção sustentáveis, habitação de interesse social, adobe.

Resumo

O setor da construção civil engloba vários aspectos de sustentabilidade, pois possibilita assimilar novas tecnologias e materiais sustentáveis. Já existem empresas que dedicam atenção especial a esse fato, como a implantação de cooperativas de reciclagem de resíduos plásticos, papel, borracha, alumínio; como também a ação de engenheiros e arquitetos, que com sua capacidade técnica, aplicam de maneira arrojada, materiais alternativos em seus projetos. No Brasil, podem ser citadas as telhas produzidas a partir de embalagens acartonadas (tipo *Tetra Pak*); embalagens de PET (*polietileno tereftalato*); muros de arrimo construídos com pneus de borracha; a utilização de plásticos reciclados na produção de tablados que imitam a madeira; a aplicação de painéis solares; sistema de aproveitamento da água de chuvas; dentre muitos outros exemplos. As universidades também têm desempenhado um importante papel nesse âmbito, disseminando e incentivando os conceitos de sustentabilidade junto ao corpo discente, com projetos e pesquisas vinculados à reciclagem; e, buscando adequar suas linhas de pesquisas à minimização da utilização de materiais impactantes, além de otimizar o uso de água e energia. Uma das preocupações da arquitetura contemporânea é a busca de racionalização do uso dos recursos naturais, desde a escolha dos materiais e sua correta aplicação, até a adequada implantação do projeto no sítio, a fim de evitar o uso abusivo de climatização e iluminação artificiais. Este trabalho apresenta o projeto de um protótipo de habitação de interesse social, desenvolvido em um pavimento e composto de um quarto, sala, banheiro, uma copa/varanda, cozinha e varanda de entrada, sendo locado no interior do campus de Bauru-SP, da UNESP (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”), com a finalidade de receber professores visitantes, e também, como sala de reuniões. A superfície do lote é de 238m² e a área útil a ser construída é de 52,46m². As principais características do projeto são: fundação em sapata corrida de solo-cimento, com adição de fibras de garrafa PET; vedação, com paredes externas de adobe e divisões internas com chapas de partículas, constituídas por resíduos de celulose e de embalagens acartonadas (*Tetra Pak*), as quais terão mobilidade para possibilitar flexibilidade no uso dos ambientes internos; piso de solo-cimento compactado, com adição de resíduos de garrafa PET, revestido com resina transparente; janelas e portas, produzidas com as mesmas chapas usadas nas

divisões internas; cobertura com teto jardim, sendo a estrutura de bambu, formando-se uma espécie de laje, e sobre ela serão dispostos módulos de chapa de partículas, que servirão de apoio à cobertura verde, onde deverá ser implantado o sistema de captação de águas pluviais. As maçanetas, gradis, pergolados, entre outros acessórios, serão confeccionados com bambu, cultivado no próprio campus. Também foram desenvolvidos os projetos de instalações elétricas e hidráulicas. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do projeto de uma habitação ecológica, no qual são propostos materiais e técnicas de construção sustentáveis, ou “verdes”, uma vez que promovem a reciclagem e o uso consciente de recursos naturais locais. O resultado é apresentado na forma de pranchas arquitetônicas, com descrição das técnicas construtivas.

1. INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos os materiais naturais (madeira, pedra, terra, folhas de palmeiras, osso e pele de animais) eram os únicos utilizados, e estes, atendiam a todas as necessidades dos seres humanos. No início da era Cristã, o homem já conhecia sete materiais, em metais diferentes como o cobre, ouro, prata, chumbo, estanho, ferro e mercúrio, sendo até meados do século XIX, os conhecimentos obtidos ainda de forma empírica, ou na sua melhor forma, resultados de alquimias. Na segunda metade desse século, estudos mais sistemáticos foram sendo desenvolvidos, buscando-se o domínio dos materiais, seus processos de fabricação e de transformação. Este avanço tecnológico e científico permitiu ao homem a descoberta e a possibilidade de produzir novos materiais, os quais vêm sendo utilizados muitas vezes de forma irresponsável e com muito desperdício.

O processo evolutivo humano e, conseqüentemente, seus hábitos de vida cada vez mais sofisticados e consumistas, extraem da natureza matéria-prima além do necessário para suprir suas necessidades, levando a escassez de vários recursos naturais e, principalmente, a uma vasta degradação ambiental. O impacto ambiental causado pelo sistema produtivo contemporâneo vem sendo discutido no meio político, social e, principalmente acadêmico, pois além da exploração predatória dos recursos naturais, os materiais produzidos são, muitas vezes, rejeitados na íntegra, sem critérios específicos, contribuindo para o crescente acúmulo de resíduos sólidos.

Segundo John (2000), no modelo que se encontra o nosso processo de industrialização, os resíduos são sempre gerados na produção de bens de consumo, que ao final de sua vida útil apresentam-se em quantidades superiores aos produtos desenvolvidos.

Gauzin-Müller (2002) comenta que o setor da construção civil tem uma margem muito significativa de participação na degradação ambiental. De acordo com o pesquisador, entre as fases de produção, construção e ‘vida útil’, são consumidos mais de 50% dos recursos naturais extraídos, além de cerca de 40% de toda a energia produzida no planeta.

Em contrapartida, Cincotto (1988) comenta que este mesmo setor possui a capacidade de empregar uma grande diversidade de materiais descartados durante as diferentes etapas de construção e uso, podendo assim, incorporar vários resíduos (desde que analisados e viáveis tecnologicamente), oferecendo uma alternativa para minimização dos danos ambientais.

Diante dessa problemática, o presente trabalho tem como motivação básica a tentativa de aplicação de alguns trabalhos científicos, previamente desenvolvidos na UNESP- Bauru, nas áreas de Resíduos, Materiais de Construção e Sustentabilidade. Para tanto, foi elaborado um projeto de habitação diferenciada, na qual é proposto o uso de materiais e técnicas de construção mais sustentáveis, visando minimizar a utilização de materiais impactantes e otimizar o uso de água e energia.

2. PLANEJAMENTO DO TRABALHO

Para que fossem atingidos os objetivos propostos, com aplicação dos conceitos citados, resumidamente, na introdução, o trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, buscou-se uma proposta de concepção espacial do protótipo, tendo em vista o emprego de materiais e técnicas de construção mais sustentáveis, com as seguintes características básicas:

- Finalidade hipotética do protótipo: Uma habitação de um pavimento para moradia de três pessoas;
- Localização: Av. Edmundo C. Coube, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na área localizada atrás dos Laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica;
- Superfície do lote: Aproximadamente 238 m² de área disponível;
- Superfície a ser construída: 102 m² de área total e 53 m² de área interna;
- Função: No interior da universidade este local poderá ser usufruído para pequenas reuniões de trabalho, biblioteca específica de construções sustentáveis ou uma área de descanso para professores visitantes.

O projeto foi desenvolvido com o auxílio dos softwares *AutoCAD*, *Google SketchUp* e *3D Studio MAX*, com algumas ilustrações apresentadas no presente trabalho.

Na segunda etapa, foi realizado um levantamento dos materiais a serem utilizados na construção do protótipo, dando preferência a materiais sustentáveis já estudados anteriormente em outros projetos de pesquisa.

3. CONCEPÇÃO ESPACIAL DO PROTÓTIPO

A concepção espacial partiu do princípio de tornar os ambientes menos rígidos, ou seja, não somente utilizar a edificação como uma residência, mas possibilitar a flexibilidade de usos, por meio de paredes divisórias móveis. Por exemplo, ao ser construído no campus da Universidade, poderá ser utilizado como biblioteca, sede de grupo de pesquisa, ou residência para pesquisadores visitantes.

A entrada na casa se faz pela varanda frontal (Fig. 1), acessando-se a copa, que faz a conexão entre cozinha e sala. A copa também pode funcionar como varanda, já que é coberta por um pergolado de bambu protegido com chapa de policarbonato e vegetação, além de ser fechada por um sistema de “parede-porta” corredeira, construído com chapas de Tetra Pak e celulose (descritos em 4.2).

A cozinha localiza-se ao lado direito da copa e fica separada dela também pelo sistema de “parede-porta” que, quando aberta, permite a integração de ambos os ambientes.

Ao lado esquerdo da copa, está o setor sala/quarto/banheiro. A separação, neste caso, se faz por uma parede de adobe, que contém uma porta de correr simples, para acesso ao setor, e um pano de vidro que proporciona integração visual da sala com a copa. Essa estrutura se faz necessária para o caso da copa ficar aberta para o exterior. Neste setor da casa também está presente o sistema “parede-porta”, porém somente entre o quarto e a sala. Ou seja, quando for necessário, será possível integrar estas áreas correndo as chapas para detrás da parede do banheiro, transformando sala e quarto, num único ambiente. A porta do banheiro também será de correr.

Resumidamente, no protótipo serão utilizados os seguintes materiais e técnicas de construção:

- Fundação: sapata corrida feita de solo-cimento com adição de fibras de garrafa PET, uma opção empregada para economizar na quantidade de cimento e de reciclar o plástico, já que ambos são produtos que carregam altos valores de energia incorporada, além de serem muito poluentes;
- Estrutura: todas as paredes externas serão de adobe. A terra deverá ser retirada no próprio local (poderá ser a terra que irá sobrar da escavação das fundações e do próprio nivelamento do terreno), e o estabilizante será obtido com as fibras presentes no resíduo de celulose e papel;
- Divisões internas: serão confeccionadas com chapas de partículas;
- Piso: a base será em solo-cimento com adição de garrafa PET, que depois de seca, receberá uma aplicação de um impermeabilizante acrílico transparente como revestimento, de forma a facilitar a visualização do resíduo na mistura;
- Janelas e portas: também serão produzidas com chapas (celulose e bambu);
- Teto: a estrutura do teto será toda projetada em bambu. Sobre ele serão dispostas chapas (celulose com Tetra Pak) que servirão de apoio para o teto jardim; o beiral para proteger o adobe também será constituído de bambu; a platibanda será forrada com a chapa, também para proteger a parede de adobe à ação das intempéries;
- Captação de águas pluviais: sistema adaptado com canos de bambu;
- Detalhes: as maçanetas, gradis e pergolados serão confeccionados com bambu.



Fig. 1 - Planta baixa e perspectiva do protótipo (vista dos fundos).

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os principais materiais de construção a serem adotados na construção do protótipo, todos resultantes de pesquisas já desenvolvidas pelos autores do trabalho e outros professores da UNESP-Bauru.

4.1 Vedações externas com adobes e fundações com solo-cimento

O adobe é um material de construção milenar, produzido com terra (preferencialmente arenosa) em estado plástico (barro), podendo ser estabilizada com fibras naturais (capim, palha, resíduos de celulose, cinzas de madeira, esterco animal, etc.) ou artificiais (resíduos de garrafa PET, embalagens Tetra Pak, etc...), além de outros estabilizantes (cal, cimento, gesso ou betume). Os estabilizantes adicionados ao barro

têm a função de melhorar determinadas características da terra, tais como plasticidade e coesão, e proporcionar ganho de qualidade para os adobes, no que diz respeito ao aumento de resistência mecânica, redução de retração e formação de fissuras, além de redução de massa específica.

O estudo do solo, segundo Zimback (2003), tem como objetivo determinar suas características e classificá-lo, determinando assim, seu comportamento para diferentes aplicações (Neves *et al.*, 2005).

Para este trabalho, foram colhidas amostras do solo na área prevista para a construção do protótipo. Após as análises, os resultados comprovaram que o solo possui 69% de areia, 23% de silte e 8% de argila. Segundo Faria (2002), o solo mais adequado para a produção de adobe é aquele que apresenta cerca de 70% de areia e 30% de argila.

Para a construção das paredes estruturais (externas) do protótipo serão produzidos adobes com dimensões de 15 cm de largura, 30 cm de comprimento e 7,5 cm de altura. Será utilizado solo de Bauru-SP com adição de resíduo da produção de papel e celulose (rico em caulim), para compensar a falta de areia neste solo. A produção, e caracterização física e mecânica dos adobes, seguirão a metodologia proposta por Faria (2002 e 2007) e Battistelle (2002). Na Fig. 2 são apresentados aspectos da produção de adobes, com solo argiloso estabilizado com fibras de macrófitas aquáticas, e de um protótipo de habitação de interesse social, construído no campus da UNESP-Bauru, por Faria (2007).



Fig. 2 – Produção de adobes e duas fases da construção de um protótipo de habitação de interesse social, na UNESP-Bauru (FARIA, 2007).

Com base na análise do solo local, nas experiências de construções realizadas no entorno e das características do projeto em questão, foi escolhida a fundação do tipo sapata corrida de solo-cimento, com a adição de resíduos de garrafas PET.

Este material foi estudado por Carbonieri (2002) na pesquisa sobre reciclagem de garrafas PET em forma de fibras, para reforço de solos colapsíveis. Foram utilizadas partículas de formato retangular com dimensões de 2,5 mm por 40 mm. Os resultados demonstraram que a adição dessas fibras proporcionou um acréscimo na resistência do solo, com aumento de sua ductilidade. A autora constatou que a porcentagem limite de partículas inseridas ao solo deve ser de 1% de PET, estabilizado com 9% de cimento.

4.2 Vedações internas com painéis de chapas de partículas

As chapas de partículas são produzidas com aglomerados oriundos de rejeitos, sejam eles industriais, advindos da construção civil, ou de vários segmentos da agricultura (fibras e cascas), que podem estar ou não misturados a outros resíduos, assim como podem ser estabilizadas por algum tipo de resina (ou outro aglomerante). Pode-se mencionar alguns exemplos de rejeitos que são utilizados para a produção dessas chapas, como os das indústrias madeireiras, das embalagens *Tetra Pak*, embalagens de PET, fibras de vidro, bagaço de cana-de-açúcar, bambu, etc.

As chapas (Fig. 3) são destinadas a aplicação na construção civil, sendo utilizadas como vedações, forros, divisórias, muros, produção de mobiliário, etc. Seu processo de produção e características físico-mecânicas são semelhantes aos das chapas de fibra de madeira, já conhecidas mundialmente, como o compensado, o MDF (chapa de fibra de média densidade) e o OSB (chapa de partículas orientadas).

Dois tipos diferentes de chapas desenvolvidas na UNESP serão utilizadas no protótipo. Uma, desenvolvida por Santos (2006), composta por folhas caulinares de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, trituradas e adicionadas ao resíduo da indústria de papel e celulose, e uma outra chapa, estudada por Miyazato (2007) e Battistelle *et al.* (2007), composta por este mesmo resíduo de celulose, misturado com resíduo da indústria de reciclagem de embalagens cartonadas (basicamente polietileno e alumínio, que sobram após o aproveitamento da celulose).



Fig. 3 - Exemplos de chapas de partículas, com rejeitos agro-industriais, usado em janelas e portas divisórias

Estas chapas serão utilizadas nos seguintes itens:

- Módulos pré-moldados da cobertura, espécie de caixas que estarão apoiadas na base de bambu e que receberão o jardim da cobertura;
- Base para o teto jardim, beiral e forração da platibanda;
- Portas divisórias dos ambientes: todas as portas serão de correr e o acabamento do trilho deverá ser realizado com este material (Fig. 3);
- Janelas: tanto a esquadria que emoldura o vidro quanto o pano externo, que serve para controlar a entrada de luz; e,
- Proteção da platibanda, funcionando como uma forração para a mesma, já que o beiral de bambu não cobre esta parte.

4.3 Estrutura de bambu

O bambu é um dos materiais usados pelo homem desde os tempos mais remotos, seja para construir sua casa, para se alimentar ou mesmo para fazer artesanatos,

produzindo objetos de uso doméstico (de cestos a móveis), entre muitas outras aplicações (PEREIRA e FARIA, 2009).

As excelentes propriedades mecânicas do bambu estão diretamente relacionadas com a quantidade de umidade dos colmos, com a idade e densidade do bambu, mas principalmente, pela quantidade de fibras que garantem sua resistência, existindo espécies que com apenas 3 anos já podem ser usadas como elemento estrutural.

As espécies de bambu nativas do Brasil são conhecidas geralmente como *taquara*, *taboca*, *jativoca*, *taquaruçú* ou *taboca-açú*, dependendo da região de ocorrência. A espécie a ser utilizada no protótipo é conhecida como “bambu gigante”, da espécie *Dendrocalamus giganteus*, que apresenta em média as seguintes características: comprimento dos colmos de 16m, diâmetro de 0,14m, massa seca de 40,73 kg, até 47 nós e distância de 0,35m entre os nós internos (variável ao longo da altura do colmo).

No campus de Bauru-SP da UNESP existe uma plantação, para fins experimentais, com diferentes espécies de bambu, dentre as quais, de 24 moitas de *Dendrocalamus giganteus*, com mais de 10 colmos por moita e idades variadas (Fig. 4).



Fig. 4 - Vista geral da área de cultivo de bambu, no campus da UNESP/Bauru, com detalhe das folhas caulinares da espécie *Dendrocalamus giganteus*.

Essa disponibilidade de bambu gigante justifica sua utilização nas seguintes etapas do projeto:

- Cobertura do projeto, como base para o teto jardim, beiral e forração da platibanda;
- Estrutura para sustentar a cobertura;
- Delimitar a área da casa (fechamento do lote);
- Calhas e estrutura de sustentação para o equipamento de tratamento das águas pluviais coletadas pelo teto jardim;
- Fabricar alguns detalhes como as maçanetas, o pergolado e o gradil da varanda.

4.4 Cobertura com teto verde

Para receber o teto verde, ou teto jardim, a cobertura será estruturada com bambus, que deverão ser colocados um ao lado do outro e unidos com bambus cortados ao

meio. A união deverá ser realizada com parafuso, para evitar o rompimento das peças. Essa “laje de bambu” será parafusada nas vigas, que se apoiarão nos pilares locados nos cantos internos de cada cômodo. As vigas e os pilares também serão de bambu. Paralelamente a isso, será montado um beiral de 80 cm de projeção, que servirá de proteção para as paredes de adobe e sombreamento das paredes.

O principal objetivo do teto jardim, neste projeto, além de proporcionar conforto térmico, é o de testar uma nova técnica de sustentação da vegetação, pois será utilizada uma combinação de chapas de partículas, fabricadas a partir da reciclagem das embalagens de Tetra Pak, e módulos pré-fabricados de bambu.

O telhado proposto é composto por barras de bambu, lona plástica, bandejas montadas com as chapas, uma camada de pedrisco médio (para drenagem) e, sobre estes, aproximadamente 20 cm de terra (substrato), como mostrado na Fig. 5. Para a vegetação, é importante que a espécie não cresça demasiadamente, com raízes curtas, e que suporte bem a exposição direta do sol e chuva.

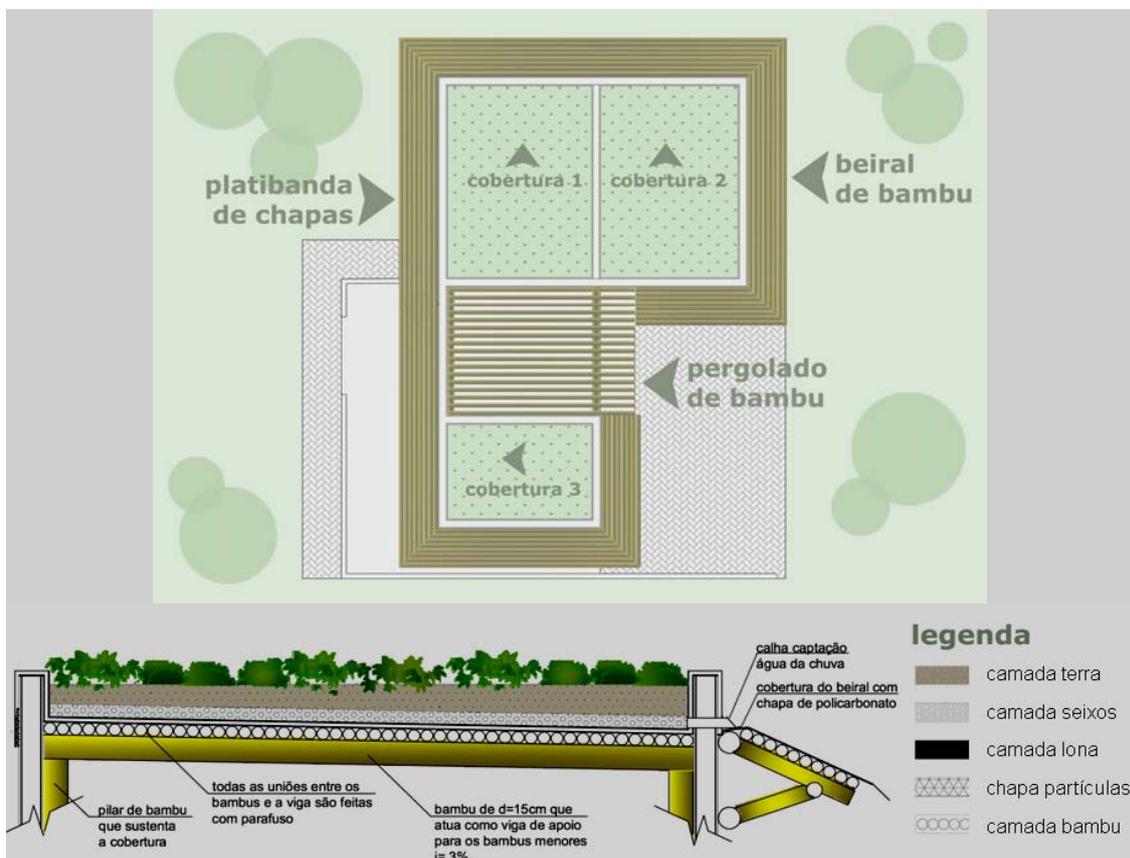


Fig. 5 - Vista superior da cobertura do protótipo e detalhes do teto verde e beiral de bambu.

Fonte: Damasceno (2009).

4.5 Estimativa de custo

Foi realizado um levantamento detalhado dos custos para a construção do protótipo, cujo resumo é apresentado na Tab. 1. O custo total será de R\$22.271,47 (cerca de €8.700). Neste montante não estão consideradas as etapas de limpeza do terreno e serviços de terraplenagem, a serem realizados pela Universidade.

Tab. 1 – Estimativa de custos da construção do protótipo (adaptado de DAMASCENO, 2009)

Itens	Quant.	Unid.	Custos (R\$)	
			Unitário	Total
Cimento, para as fundações	924	Kg	0,43	397,32
Cimento, para contra-piso	1.036	Kg	0,43	445,48

Paredes estruturais de adobes ⁽¹⁾		116	m ²	12,19	1.414,04
Chapas de partículas para divisórias, portas e janelas		55	m ²	8,82	485,10
Vidros para janelas		12	m ²	30,00	360,00
Teto verde	Bambu	300	Colmos	-	-
	Chapas de partículas	41	m ²	8,82	361,62
	Pedriscos	2,3	m ³	66,00	151,80
	Lona plástica	85	m ²	1,50	127,50
	Terra (substrato)	5,7	m ³	70,00	399,00
	Vegetação (grama amendoim)	30	m ²	4,00	120,00
	Chapas de partículas para platibanda	35	m ²	8,82	308,70
Azulejos (revestimento banheiro e cozinha)		58,5	m ²	14,00	819,00
Impermeabilizante p/ piso (Vedacil Aqua, Vedacit)		2	Galões	89,00	178,00
Kit de captação de águas pluviais		1	Kit	2.500,00	2.500,00
Mão-de-obra para a construção		52,46	m ²	200,00	10.492,00
				Subtotal	18.559,56
Instalações hidráulicas e elétricas (10% do subtotal)					1.855,96
Mat. diversos: parafusos, adesivos, tratamento bambu, etc (10% do subtotal)					1.855,96
				TOTAL	22.271,47

⁽¹⁾ custo de produção, de acordo com Faria *et al.* (2007)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta apresentada neste trabalho, na forma de um protótipo, busca a produção de uma habitação ecologicamente mais correta, com a aplicação de materiais alternativos que, quando não são inteiramente naturais, como o bambu, a terra ou a própria vegetação, são resultado de produtos reciclados, como as chapas de partículas e o solo-cimento com fibras de garrafas PET.

Na fase atual, o trabalho é um exercício de projeto, desenvolvido com base em pesquisa bibliográfica, em projetos de pesquisa realizados anteriormente pelos autores. A próxima etapa será a busca de financiamento para a construção do protótipo no campus universitário, com o objetivo de torná-lo um laboratório prático e demonstrativo para a comunidade, tanto acadêmica quanto externa, a respeito de algumas alternativas de uso dos vários materiais empregados.

Obviamente, não foi possível propor um projeto com 100% de materiais não impactantes, pois quando se trata da construção civil sempre haverá materiais que não são totalmente sustentáveis como, por exemplo, o cimento. Porém, buscou-se minimizar sua utilização, restringindo-a apenas ao essencial. O mesmo ocorreu com relação às resinas sintéticas, usadas como aglomerante nas chapas de partículas.

Concluindo, o mais importante neste projeto não é simplesmente a habitação em si, mas a mensagem subliminar, ou seja, buscar aplicações práticas para os resultados de pesquisas isoladas, que se acumulam pelos vários departamentos da academia, sem um retorno concreto à sociedade que a financia.

Bibliografia

BATTISTELLE, R.A.G. (2002). Análise da viabilidade técnica do resíduo da indústria de celulose e papel em tijolos de adobe. Tese de doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos.

BATTISTELLE, R.A.G.; FARIA, O.B.; MIYAZATO, T.; FREITAS, M.F. (2007). Estudo comparativo do comportamento térmico dos compósitos para adobe e chapas de partículas. In: *Terra em seminário 2007: V Seminário Arquitetura de Terra em Portugal, I Seminário Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, IV Seminário Arquitetura de Terra em Portugal*. Lisboa: Argumentum. p. 91-93.

CARBONIERI, A.M.O. (2002). *Reciclagem de garrafas PET em forma de fibras para reforço de solos*. Trabalho de Graduação – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

CINCOTTO, M.A. (1988). Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Tecnologia de edificações*. 1.ed. São Paulo: Construtora Lix da Cunha S.A/ PINI/ IPT, Divisão de Edificações, p. 71-74. (Coletânea de trabalhos).

DAMASCENO, L.F. (2009). *Arquitetura Ecológica: Proposta de uma aplicação de materiais sustentáveis*. Relatório de Projeto de Iniciação Científica, Fapesp nº 07/57361-4 – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 130p.

FARIA, O.B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso no Reservatório de Salto Grande (Americana-SP)*. São Carlos, 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FARIA, O.B. (2007). *Utilização de macrófitas aquáticas e sedimento do Reservatório de Salto Grande (Americana – SP) na produção de adobe, visando seu aproveitamento na construção de habitações de interesse social*. Relatório Final de projeto de pesquisa financiado pela FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 03/12460-4). 346p.

FARIA, O.B.; GARCIA, A.R.; FALAVIGNA, J.P.; RAMOS, S.C. (2007). Caracterização de adobe, produzido com sedimento lacustre e biomassa de *Eicchornia Crassipes*, e sua utilização na construção de habitação de interesse social mais sustentável. In: SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 5., 2007, Aveiro (Portugal). *Actas...* Aveiro: Universidade de Aveiro. 1 CD-ROM. p. 1-12.

GAUZIN-MULLER, D. (2002). *Arquitetura Ecológica*. Barcelona: Gustavo Gilli.

JOHN, V.M. (2000). *Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Tese (livre docência), 102p..

MIYAZATO, T. (2007). *Placas para forro habitacional compostas de resíduos com embalagens cartonadas: Uma alternativa à construção civil*. Relatório de Projeto de Iniciação Científica – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

NEVES, C.M.M.; FARIA, O.B.; ROTONDARO, R.; CEVALLOS, P.S.; HOFFMANN, M.V. (2005). Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo. Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. In: IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA, 4. e SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL, 3., 2005, Monsaraz (Portugal). *Actas...* Vila Nova de Cerveira (Portugal): Escola Superior Galaecia / PROTERRA-CYTED. 1 CD-ROM. p. 1-32.

PEREIRA, M.A.R.; FARIA, O.B. (2009). *Bambu Project: mechanical characteristics of the glued laminated bamboo*. In: World Bamboo Congress, 8., 2009, Bangkok (Thailand). *8th World Bamboo Congress Proceedings*. Massachusetts: World Bamboo Organization. n.1, v.8, p. 135-150.

SANTOS, M.F.N. (2006). *Arquitetura Sustentável: Utilização de resíduos industriais e fibras vegetais na construção civil*. Relatório de Projeto de Iniciação Científica – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

ZIMBACK, C.R.L. (2003). *Levantamento de solos*. Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas (GEPAG) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Botucatu.

Curriculum

(1) Engenharia Civil (FEB/UNESP, 1986); Mestre em Engenharia de Estruturas (EESC/USP, 1991); Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente do

Departamento de Engenharia Civil e do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (a Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru).

(2) Engenheiro Civil (FEB/UNESP, 1981); Mestre em Arquitetura e Urbanismo (EESC/USP, 1993); Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental (EESC/USP, 2002); docente e chefe do Departamento de Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru); membro da Rede Ibero-Americana PROTERRA.

(3) Engenheiro Mecânico (FEB/UNESP, 1980); Doutor em Engenharia Mecânica (EESC/USP, 2001); docente do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru).

(4) Aluna do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Campus de Bauru); Bolsita de Iniciação Científica da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).