

RELATÓRIO PARCIAL DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Graduando:

Rafael Magno de Moraes, graduando, Universidade Federal de Santa Catarina

Rafael_demoraes@hotmail.com

Orientadora:

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng., Universidade Federal de Santa Catarina

Lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

A habitação é uma das necessidades primordiais dos seres humanos e a tem se tornado inacessível para muitos. Este relatório apresenta os resultados parciais de uma pesquisa e faz parte de um projeto que abrange uma série de pesquisas para desenvolvimento de tecnologias aplicadas, métodos e avaliação da sustentabilidade em produtos, serviços ou negócios empresariais que foram abarcadas sob o título da Gestão da Sustentabilidade e Desenvolvimento Tecnológico. Apresenta-se o relatório parcial de uma pesquisa sendo efetuada em conjunto com o escritório Baixo Impacto arquitetura, que tem como objetivo avaliar a possibilidade da industrialização de blocos de terra crua (adobe), uma vez que vem sendo discutido a construção da norma brasileira de construção com terra. É analisado os efeitos que uma normatização pode ter sobre uma técnica até então artesanal, como o possível aumento de preço da técnica por necessitar de testes e ensaios em laboratórios especializados que uma norma de alvenaria impõe. Propõem-se então diferentes métodos e ensaio artesanais que qualificariam o adobe tão bem quanto laboratórios, e tornaria a construção com terra mais acessível, divulgando-a melhor à sociedade como uma alternativa de construção sustentável. Nesta relato constam diversas atividades, como organização de amostras, pesquisas de materiais e sistemas construtivos que tornaram possível a seleção da terra como material a ser explorado na perspectiva de industrialização de um componente.

Palavras-chave: sistemas contrutivos; industrialização; habitação; adobe

1. Introdução

A bolsa teve início de suas atividades na terceira semana de agosto, e desde de então trabalhei 15 horas semanais efetivadas no Labrestauro e 5 horas semanais diluídas em trabalhos fora do laboratório. Essas horas foram divididas em algumas pesquisas e trabalhos sendo eles, catalogação e organização dos materiais da materioteca (relativos especificamente aos materiais associados a este pesquisa) e criação do site WIX para o portal virtuhab, pesquisa sobre HIS feitas de bambu e dei continuidade a pesquisa sobre construção em terra com adobe.

1.1. Catalogação e Organização da materioteca:



Em um primeiro momento houve a mudança e locação da materioteca para dentro do labrestauro, e para isso foi necessário o transporte, organização e catalogação dos materiais.

A catalogação se deu para tornar possível identificar os materiais que a materioteca possuía e iniciar notas que posteriormente seriam usadas para criar uma ferramenta digital que disponibiliza-se e o acervo da materioteca junto com informações das propriedades de cada material. Foram catalogadas as madeiras, polímeros, rochas, revestimentos, materiais de isolamento entre outros.

No dia 14 de Outubro foi criado o site na plataforma WIX para o Portal Virtuhab, houve um trabalho de criação das artes utilizadas no site, e uma diagramação e unificação de um formato foi criado. O site possui pontes entre as informações contidas nele, pensadas para dinamizar o acesso ao seu conteúdo, possivelmente gerando mais interesse aos usuários. Esta base de dados foi utilizada para realizar a revisão bibliográfica sobre os sistemas construtivos já catalogados no portal viruthab e auques que poderiam ser passíveis de industrialização.

Primeiramente o site foi abastecido com alguns textos revisados, para dar início as áreas de materiais e etapas construtivas no site e em um segundo momento fichas e ACV's (Avaliação do Ciclo de Vida) foram catalogadas e colocar no site.

Atualmente o site possui um acervo considerável de informações sobre os temas desejados, materiais para construção, Sistemas construtivos e etapas construtivas, onde todos estão linkados entre si.

1.2. Pesquisa Sobre HIS feitas de Bambu

Iniciada dia 19/08 com a leitura do texto *“Proposta de Sistema Construtivo pra Habitação de Interesse Social com Bambu Guadua: Um Estudo de Caso no Equador, tese feita por Andrea Jamarillo”* e um resumo deste foi feito. Também foi utilizado outros textos como pesquisa e base de referência como o artigo sobre a construção de painéis de bambu da Andrea Jamarillo, e *“Desempenho de Painéis de Bambus Argamassados para Habitações Econômicas: Aplicação na Arquitetura e Ensaios de Durabilidade, tese de Anelizabeth Alves Teixeira”*

Foi feita uma visita à fazenda da UFSC para obter mais informações sobre o bambu e o tipos de bambus que existentes, a saída foi feita dia 11 de setembro das 9 as 12h.

Com o decorrer das semanas houve um impedimento na continuação da pesquisa por não termos acesso a materiais de estudo. Houve a tentativa de achar algum fornecedor próximo de bambu Guadua para a construção e uma parede teste e alguns módulos que haviam sido criados pela Andrea Jamarillo, mas isto não foi possível e a pesquisa ficou estagnada.

1.3. Pesquisa sobre construção em terra com adobe

Esta pesquisa se iniciou como uma continuidade da pesquisa feita pela bolsista Samantha Guesser. Após uma breve leitura do texto final da pesquisa dela, foi proposta uma parceria com o escritório de arquitetura sustentável Baixo Impacto. A primeira visita na baixo impacto foi dia 15/09 das 10:00 as 12:00h onde houve uma reunião com o Márcio Holanda, dono do escritório, para apresentação da proposta de parceria, onde foi dito que o Márcio participava da produção da

primeira norma de construção com terra brasileira, a pesquisa teria como objetivo ajudar na criação desta normatização brasileira de construção com terra, mas tendo em vista que a produção de adobes não é feita de forma industrializada, a ideia seria criar uma norma não convencional como as normas existentes de alvenaria, uma norma alternativa mas eficaz que possibilite a obtenção de resultados qualitativos do adobe sem a necessidade de gastos com testes em laboratórios para cada lote produzido. Serão criados ensaios “artesanais” para serem efetuados na própria adoberia e então comparados aos resultados com os obtidos em testes de laboratórios feitos na Engenharia Civil da UFSC.

2. Metodologia

Foram realizadas pesquisas bibliográficas abrangendo livros, teses e normas de construção de outros países com o enfoque na construção com terra. Leituras como texto da Clarissa Armando, “Construção com terra ensacada: recomendação e boas práticas” e “Manual de construcción en tierra de Gernot Minke”. Foi analisada as propriedades necessárias para um bloco de adobe ser apto a construção, os ensaios sugeridos para adquirir tais resultados, e quais métodos poderiam ser modificados para criar uma bateria de ensaios artesanais, ensaios estes que possam ser realizados em uma adoberia, ou no canteiro de obras, com intuito de baratear custo com laboratórios e transporte. Uniu-se o conhecimento práticos em construção com adobe do escritório de arquitetura Baixo Impacto com a possibilidade de testar os adobes fabricados por eles nos ensaios propostos e comprovar os resultados em laboratórios de materias da engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Comecei a conversar com a Ana Ruvio a encarregada pela adoberia, nos encontramos no escritório da Baixo Impacto onde ela passou material para leitura “apostila bioconstrução material baixo impacto arquitetura”, “minuta da NBR construção com terra” e “NZS 4298 - norma da Nova Zelândia de construção com terra”. Após isso foi visitado a adoberia e mostrado como é o processo deles de fabricação do adobe, e onde iriamos iniciar nossas pesquisas e ensaios.

Foi criada uma tabela com os ensaios escolhidos a serem avaliados e os equipamentos necessários para a prática de cada um, foi feito o levantamento dos materiais necessários para cada ensaio, iniciada a tradução da norma NZ e planejamento da planta do novo laboratório artesanal na adoberia

Após efetuados todos ensaios prosseguir para a comparação de resultado, verificar se mesmo adobes tem resultados iguais sobre sua propriedade nos testes de laboratórios e nos testes do canteiro. Verificar a confiabilidade dos ensaios propostos, e comparar a diferenças de preços que ambos testes possam agregar ao valor do adobe.



Foto 1: Imagem da adoberia

Figura 2: Imagem da adoberia



3.Resultados

Primeiramente focou-se em dois dos ensaios propostos, ensaio do empilhamento e o ensaio da Caída, estes testes foram retirados e adaptados da norma Neo Zeolandesa NZS 4298 - norma da Nova Zêlandia de construção com terra. Segue a descrição de tais ensaios e os resultados obtidos:

3.1 Ensaio do empilhamento

O teste é para ser configurado como mostrado na figura utilizando 10 mm leitos de areia grossa em cada ponto de carga para distribuir as cargas ao longo da largura completa do bloco de adobe. A ripa de madeira que suporta a pilha de tijolo deve ser colocado diretamente por cima do suporte do bloco a ser testado. A pilha de carga é deslocada à uma distância $x \approx 0,04$ m (40 mm) para evitar que os tijolos de carga tombando antes da fissura.

A resistência à flexão à tração (módulo de ruptura), f_{et} , é calculada a partir da fórmula:

$$f_{et} = \frac{0.015nWL}{bd^2} \times \frac{1-2x}{L} \text{ kPa} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo:

b =largura do teste tijolo (m), d =profundidade de teste tijolo (m), L =distância entre os centros de suporte de teste de tijolo (m), n =número de tijolos de carga em falha, W =peso de cada carga de tijolos (kg), x = deslocamento dos tijolos carga, distância do apoio da ripa

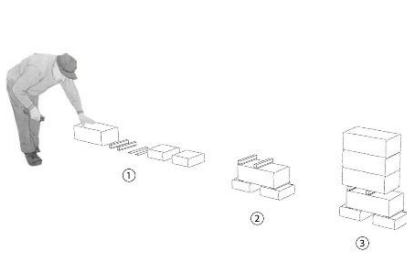


Figura 1: Figura explicativa do ensaio do empilhamento. Fonte: de madeira à borda dos tijolos (m).

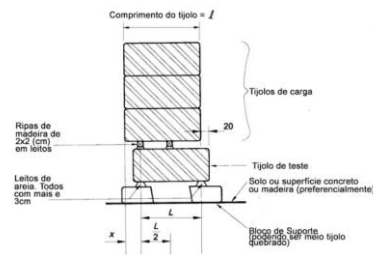


Figura 2: Figura explicativa do ensaio do empilhamento.

O resultado deve ser registrado com uma aproximação de 10 kPa. A fórmula é derivada assumindo que pesa 100 kg 1 quilo Newton.

Pelo fato de não termos balança tomamos como peso do unitário do adobe estimado de 6 kg. Os resultados não foram bons pois o adobe não estava totalmente curado e seco, o adobe obteve apenas 100,8 Kpa de resistência quando o esperado era 1,5Mpa.



Foto 3: Imagem do ensaio do empilhamento



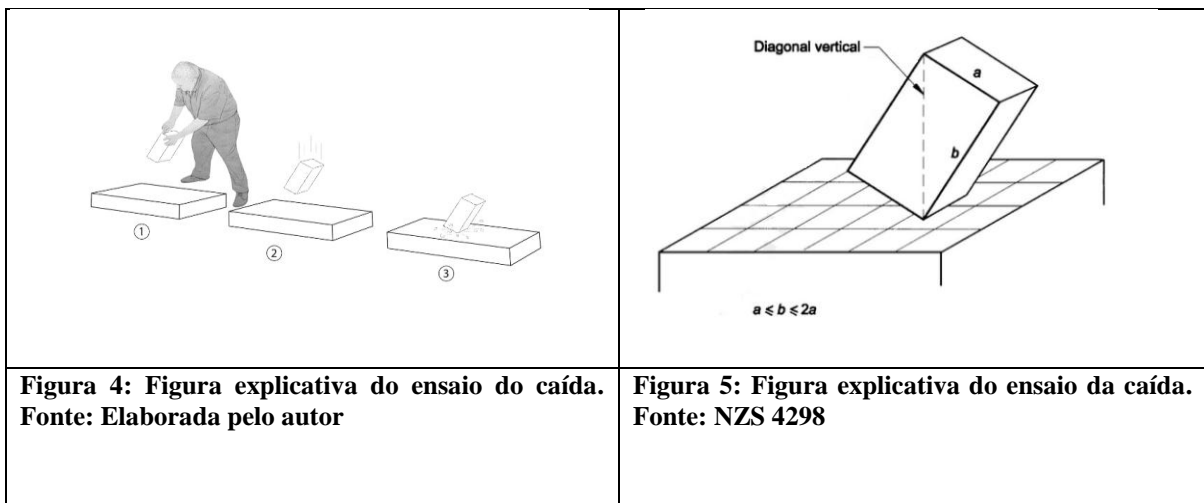
Foto 4: Imagem do ensaio do empilhamento

Refez-se o teste e obteve-se resultados melhores como o da resistência atingindo 13 blocos de adobe sobre o bloco de teste, e uma resistência calculada em 810,8 kPa, um valor muito próximo ao esperado pelos teste no laboratório, o teste de queda também foi mais eficaz tendo o bloco de adobe sem nenhuma fissura.

Foi levantado também o fato da necessidade de outro teste chamado teste da alavanca para o qual não possuíamos ainda o material necessário para realizá-lo.

3.2 Ensaio da Caída

Se um tijolo é superior a 2,0 vezes a sua largura, deve ser quebrada ou serrada para se obter um bloco de ensaio, onde o comprimento deve ter entre 1,0 e 2,0 vezes a sua largura. Deve ser realizada como mostrado na figura abaixo e largado à queda livre 900 mm acima do ponto de impacto em um chão ou superfície dura e firme. Este é um teste de campo adequado para qualquer adobe ou tijolo prensado, tanto estabilizado ou não estabilizado.



O tijolo deve passar se ele não quebrar em pedaços de aproximadamente de tamanhos iguais, ou seja uma ruptura completa cisalhada, nem poderá haver estilhaços remanescentes maior que 100 mm a partir de qualquer canto.

Os resultados não foram tão bons mas também pelo fato de termos usado blocos não totalmente curados.

Prospecta-se fazer imagens e instruções para cada ensaio a ser testado e comparar os resultados com os encontrados nos laboratórios de pesquisa.

Foto 5: Imagem resultado do ensaio da caída

3.3 Outros Levantamentos

Outro levantamento importante será os custo. O escritório possuem uma adoberia com diversas lotes de adobe, secos e prontos para a construção. A adoberia produz 1000 adobes por lote (lote sendo os adobes de mesma característica, produzidos pela adoberia com o mesmo carregamento de terra de 5m³) 400 adobes por dia, onde para os ensaios de laboratórios seriam



necessários 25 adobes de cada lote para teste (2,5% dos lotes), a mesma quantidade sendo utilizada nos ensaios a serem feitos na própria adoberia Totalizando 5% de cada lote. Sem os teste cada adobe tem o custo de R\$1,00 para a empresa, será analisado o aumento o preço de cada adobe com o gasto de 2,5% deles para os teste artesanais feitos no local, com o gasto de 2,5% deles para teste em laboratório, o gasto de transporte dos adobes para um laboratório e o gasto com o pagamento do laboratório para efetuar os teste.

4. Conclusão

Não adianta pensar em sustentabilidade só como um acessório colocado em uma edificação.

“o desenvolvimento sustentável consiste no equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental. Para se alcançar esse nível de desenvolvimento, é fundamental a contribuição de várias áreas do conhecimento. A construção civil é um campo de atuação com forte papel nesse caminho.” (Mateus 2004, p. 10).

Este trabalho teve como iniciativa questionar a normatização que vem sendo apresentada para a construção com terra no Brasil, como visto em exemplos fora do país, há um método eficaz para implantar as construções com adobe como método alternativo às construções de alvenaria convencionais que já dominam o mercado. A normatização de uma técnica deve vir com o objetivo de ajudar a propagar esta técnica, ajudar no controle de qualidade e mostrar a sociedade que a prática de construções com terra não só é viável, mas também cria residências com baixo custo, baixo impacto ambiental, alta durabilidade e conforto.

Referências Bibliográficas:

- JALALI, Said. Construção em Terra. Universidade de Minho, Editora Guimarães 2009
- MATEUS, R. F. M. S. Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Minho - Escola de Engenharia. 2004.
- MILECH, F. B. et al. Avaliação térmica de uma estufa para secagem de tabaco. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., 2011. Pelotas, Anais... Pelotas: UFPEL, 2011. citações
- MINKE, Gernot. Manual de Construcción en tierra. Montevideo: Editora Nordan-Comunidad, 2001.
- SILVA, C. G. T. Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua. 2000, 155 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000
- SILVA, D. N. A. C.; CARVALHO, R. Construções Ecológicas e Sustentáveis: Análise Comparativa de Custos entre Painéis em Bambu e Barro com Alvenaria de Bloco. TecBahia: Revista Baiana de Tecnologia. Salvador, vol. 22, n. 1-3, jan./dez. 2007.
- ARMANDO, Clarissa, CONSTRUÇÃO COM TERRA ENSACADA: recomendações e boas Práticas



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

JAMARILLO, Andrea, PROPOSTA DE SISTEMA CONSTRUTIVO PARA HABITAÇÃO
DE INTERESSE SOCIAL COM BAMBU GUADUA: Um Estudo de Caso no Equador
Minuta da NBR - ALVENARIA DE ADOBE – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio
Apostila Bio construção Baixo Impacto Arquitetura
New Zeland (NZS 4298) Materials & Workmanship for Earth Buildings