

### 3. A miniatura no LILD:

Neste capítulo tratarei da minha experiência no LILD como pesquisador, utilizando as miniaturas na investigação de objetos e na influência mútua com os outros estados do modelo em prol da busca por informações.

#### 3.1. Revisões das miniaturas antecedentes:

Quando em me esforçava por exercer a arte da psicanálise, ouvi de uma paciente: “Estou angustiada. Não tenho tempo para educar a minha filha”. Psicanalista heterodoxo que eu era, não fiz o que meu ofício dizia que eu deveria fazer. Não me meti a analisar os seus sentimentos de culpa. Apenas disse: “Eu nunca eduquei meus filhos...”. Ela ficou perplexa. Desentendeu. Expliquei então: “Eu nunca eduquei meus filhos, só vivi com eles...”. Ali, naquela noite, não me passava pela cabeça que estivesse educando meu filho. Eu só estava compartilhando com ele um momento de beleza e felicidade. (ALVES, 2005, p. 39)

Quando ingressei no mestrado, o laboratório se preparava para uma exposição que aconteceria no Solar Grandjean de Montigny, localizado dentro do campus da PUC-Rio. Devido ao evento, tive a oportunidade de ter contato com quase todo acervo de miniaturas do laboratório, pois algumas precisavam de manutenção.

A exposição “Encontros no Solar - Técnicas Convivenciais - Bambu e Terra” foi uma realização do Laboratório de Investigação em Living Design e teve como coordenador o professor Ripper, e fez parte da XVI Semana do Meio Ambiente da PUC-Rio. Os objetos expostos eram as miniaturas e corpos de prova feitos com terra, bambu, fibras e resinas não derivadas de petróleo que fazem parte da investigação dos pesquisadores do LILD e do Laboratório de Sistemas Estruturais da Escola de Engenharia (LASE) sob coordenação do Professor Luís Eustáquio Moreira da UFMG.

Lá, nós tivemos a possibilidade de divulgar as técnicas trabalhadas pelo laboratório e sua filosofia ao público. Os objetos expostos representam um registro concreto de toda pesquisa do laboratório. Cada miniatura funciona como

uma fotografia, uma pausa. Um close detalhado do caminho que foi tomado na investigação da forma. Baseada no conceito de convivencialidade, a técnica se opõe à de produção industrial e é de fácil aprendizado. No LILD, professores designers, engenheiros, arquitetos e alunos estagiários têm trabalhado para o desenvolvimento de técnicas tradicionais de construção com bambu e terra.

Um dos problemas encarados pelo laboratório foi a condição dos objetos a serem expostos. Devido à mudança de laboratório que ocorreu anos antes, pela a realocação da estrutura do LILD, muitas miniaturas sofreram danos com o transporte e estoque. Principalmente as mais delicadas, que eram feitas com precisas e finas varetas de bambu.



Figura 31 - Exposição “Técnicas Convivenciais” – LILD / LASE - Solar - 2010

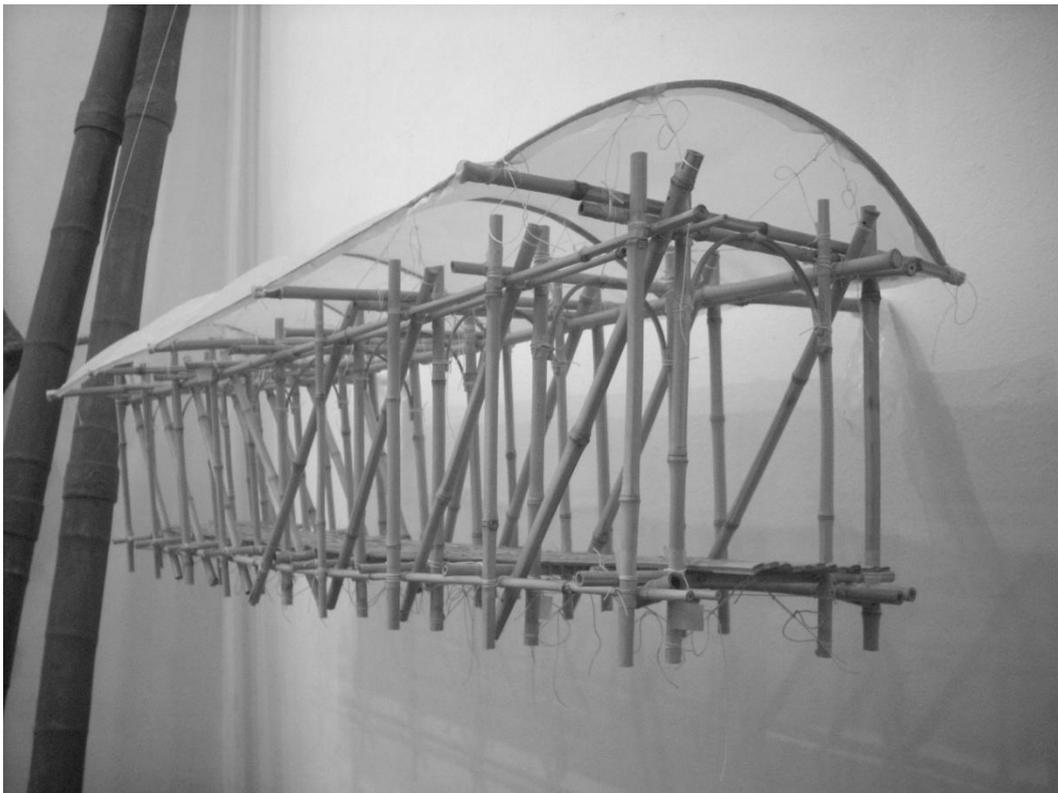


Figura 32 - Exposição “Técnicas Convivenciais” – LILD / LASE - Solar - 2010

Na época, eu fiz parte do grupo responsável pela organização e manutenção destas miniaturas que estavam quebradas. Foram substituídas varetas despedaçadas, cordas arrebitadas, etc. Essa experiência foi fundamental para que eu fosse apresentado à forma de trabalho do laboratório. Manipulando diretamente as miniaturas, pude perceber com clareza as formas geométricas básicas que o laboratório utiliza para construir domos geodésicos. Para fazer a substituição de peças quebradas, tive que entender como a estrutura tensegrity funciona. Para prender as varetas, precisei aprender as amarrações mais pertinentes a cada situação. Tudo isso assistido pelos colegas do LILD, que ensinavam as técnicas e tiravam dúvidas. Assim é o LILD: todos trabalham em conjunto, compartilhando experiências e resultados.

A oficina de reparos das miniaturas serviu para mim como um grande intensivo das técnicas e da história do LILD. O convívio com os colegas de laboratório fortaleceu nossos laços de amizade, que facilitou ainda mais a minha inserção no laboratório. Pude compreender e abraçar o posicionamento ideológico

da pesquisa, fazendo parte da equipe e contribuindo para o andamento da pesquisa.

O LILD (...) seleciona, por suas características (...) as pessoas que escolhem trabalhar ali. É estimulante para aqueles que gostam do trabalho conjunto, que sentem que as ideias vêm tanto de si mesmas, quanto de fora; que sentem que o que trazem de experiências vividas, se relaciona com o que se recebe do meio, no momento presente. Ao agirem, essas pessoas, que escolhem trabalhar em conjunto, percebem que sua emissão vem do passado, vem do seu presente e de fora dele, estando elas como receptoras. Como consequência, atuam não como autores, mas como membros de um conjunto que envolve muita gente. O mito da autoria das coisas conduz ao individualismo e a dificuldades do trabalho em conjunto, indo contra as necessidades do momento. Na realidade, hoje, ninguém faz mais nada sozinho, as coisas são desenvolvidas por muitos, a partir de inúmeros dados. (RIPPER & MOREIRA, 2004, pp.6-7)



Figura 33 - Exposição “Técnicas Convivenciais” – LILD / LASE - Solar - 2010

### 3.2. Miniatura do piso modular de bambu:

A ideia do piso modular surgiu devido à configuração do próprio laboratório. O LILD funciona em uma estrutura tubular, constituído por juntas e tubos de aço de 2,50 metros, apoiados em seis alicerces de concreto. O laboratório funciona no térreo desta estrutura. Porém existe a possibilidade de se construir um piso em sua parte de cima, que funcionará como um segundo andar, que é composto por 24 módulos quadrados de 2,50 metros de lado.

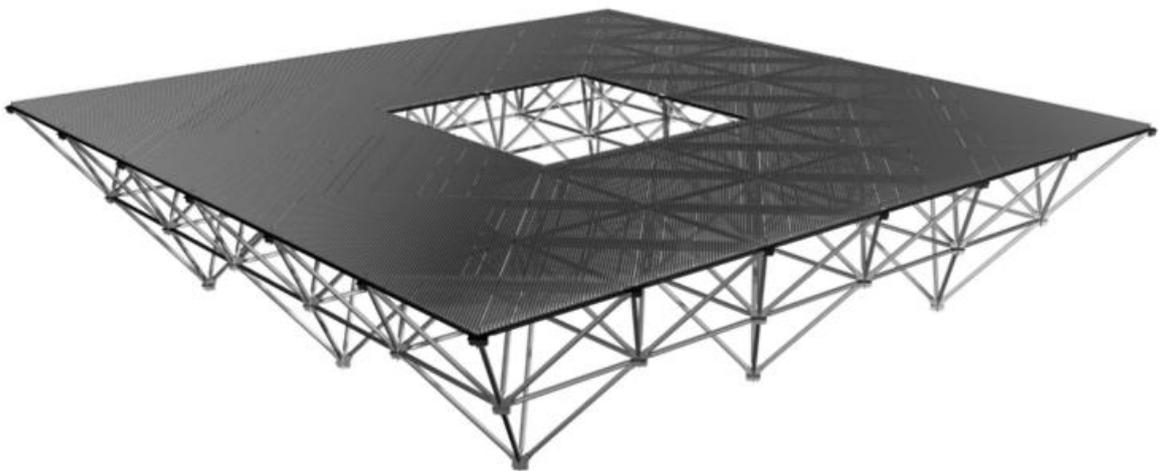


Figura 34 – Modelo eletrônico demonstrando o espaço útil que será criado.  
(CORREIA DE MELO, 2011)

O professor Ripper viu então a possibilidade de construir esse segundo andar em bambu, de acordo com os materiais trabalhados pelo LILD. Afinal, se o laboratório estuda o uso do bambu como elemento de construção, nada mais apropriado que utilizá-lo no próprio laboratório. A pesquisa criará também precedentes para o uso de bambu em futuras aplicações estruturais que podem despontar a partir desta investigação.

### 3.2.1. Experimentos:

Como primeiro passo, foi feito o experimento 01 com bambu mosso de 50 cm de comprimento, utilizando 4 réguas de  $\frac{1}{4}$  do bambu com os nós retirados e com a face voltada para o mesmo lado. Estes foram unidos por três barras roscadas passando por entre todos os bambus.

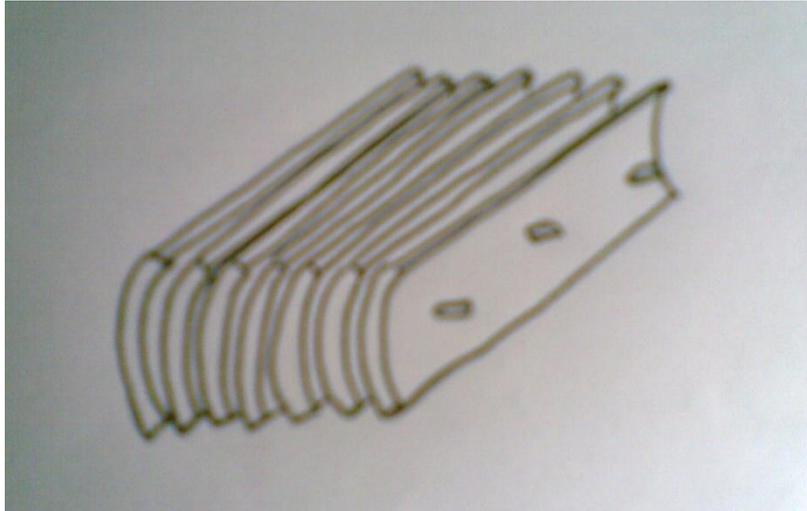


Figura 35 – Esquema do arranjo de bambus no experimento 01.

Após isso foi feito outro experimento (02) com 4 réguas, sob as mesmas circunstâncias, porém os nós foram preservados. Este arranjo deixou um espaço maior entre bambus.

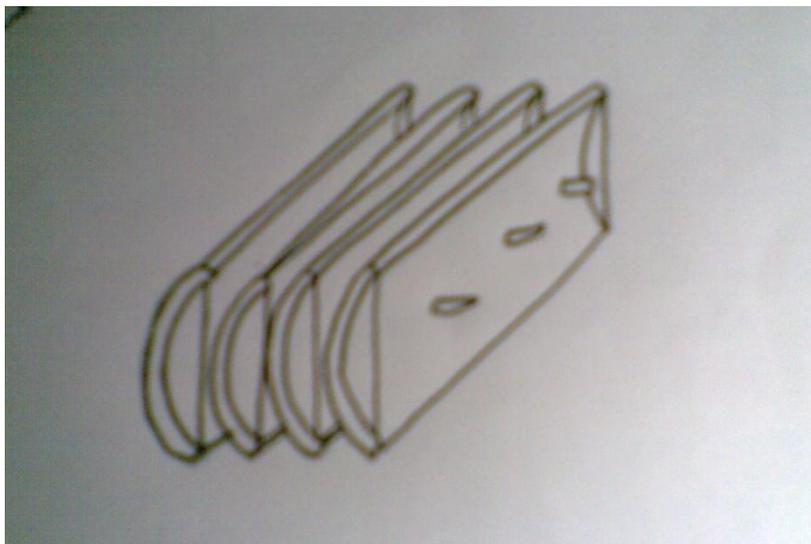


Figura 36 – Esquema do arranjo de bambus no experimento 02.

Após isso outro experimento foi feito, (03) desta vez com os nós e com os bambus dispostos de maneira que ficassem dois a dois, formando pares fechados. Estes estudos preliminares visaram observar o comportamento do bambu utilizado em forma de réguas cortadas em  $\frac{1}{4}$ , ou seja, dividindo o bambu em quatro partes iguais de  $90^\circ$ . Estes testes buscaram encontrar o arranjo mais eficiente, utilizando menos bambus e deixando o conjunto todo mais leve.

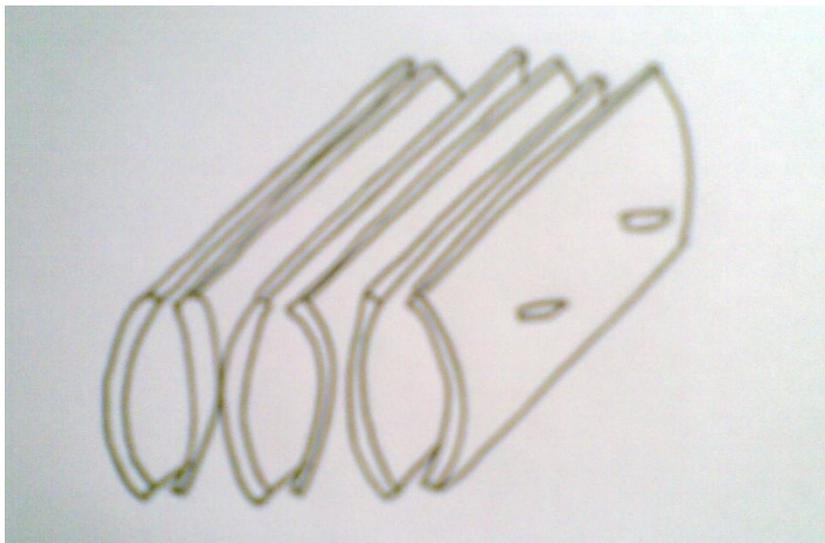


Figura 37 – Esquema do arranjo de bambus no experimento 03.

O experimento 03 foi o mais satisfatório, pois seu arranjo separou os bambus de forma que o conjunto final de 4 réguas ficou com 14 cm, em comparação com o experimento 01 que ficou com 11 cm.

O próximo passo foi construir um modelo em escala de uso para conhecer a resistência do bambu quando utilizado como no experimento 03. Foram cortadas 20 réguas de bambu em  $\frac{1}{4}$  com aproximadamente 2 metros de comprimento. Foram presas por 3 barras roscadas, e o conjunto colocado sobre dois apoios nas duas extremidades. Em cima do modelo, subiram três pessoas com um peso total aproximado de 200 Kg, e o conjunto suportou sem esforços.

No entanto, o modelo demonstrou que o objeto estava superdimensionado. Ficou pesado demais, e o espaço coberto pelas vinte réguas de bambu não passou de 1 m de largura. Ou seja, foi utilizado bambu demais, gastando muito material e aumentando muito o peso do conjunto. Em um módulo de 2,50 m, utilizaria ainda

mais bambu, que aumentaria ainda mais a quantidade de bambu e peso para cada módulo.



Figura 38 – O modelo em Estado de Uso.

A pesquisa então caminhou para encontrar o melhor arranjo entre bambus, visando economia de material e peso, sem comprometer sua resistência. O experimento 04 foi feito com bambus finos, de 2,5 cm de diâmetro. Cada vara foi dividida em 4 partes, mas os nós foram mantidos, e apenas duas réguas foram retiradas. Este caminho foi abandonado porque o próprio modelo foi trabalhoso de ser cortado. Se fosse feito um modelo de uso, o trabalho empregado em cada vara para se fazer 24 módulos seria impraticável.

O experimento 05 procurou simplificar o corte do bambu. A configuração das réguas se faceando do teste anterior foi mantida. O bambu foi dividido em 5 partes, uma a mais que o corte anterior. No lugar do nó natural, procurou-se uma solução artificial: para separar os bambus, foi utilizada espuma embebida em resina de mamona bi-componente. A ideia é que a espuma ficaria maleável

enquanto a resina estivesse molhada, e quando secasse, formaria um corpo rígido duro o suficiente para manter os bambus separados, mas não tão rígido que trincasse o bambu.



Figura 39 – Detalhe do corte do bambu no experimento 04.

Porém a aplicação da espuma desperdiçou muita resina. Este desperdício acentuou ainda mais o grande consumo de resina para construção do modelo. A espuma depois de seca se mostrou rígida, mas a quantidade de resina utilizada (290 ml para apenas 6 réguas) demonstrou a ineficiência do processo. Na imagem, podemos observar os gabaritos utilizados para manter a mesma distância entre as réguas de bambu, e a espuma rígida quando seca.

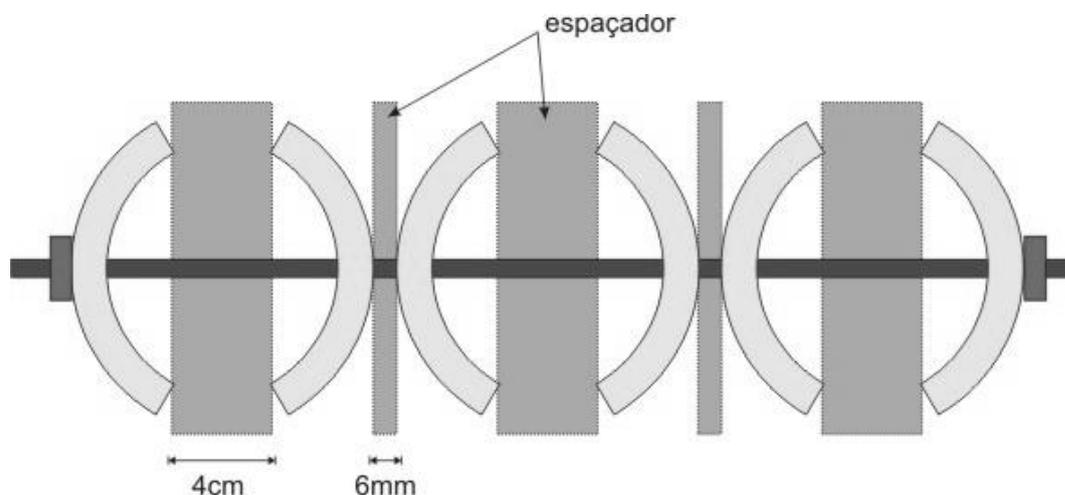


Figura 40 – Experimento 05 utilizando gabaritos para marcar a posição correta do bambu antes de posicionar a espuma embebida em resina.



Figura 41 – Experimento 05 com a resina seca.

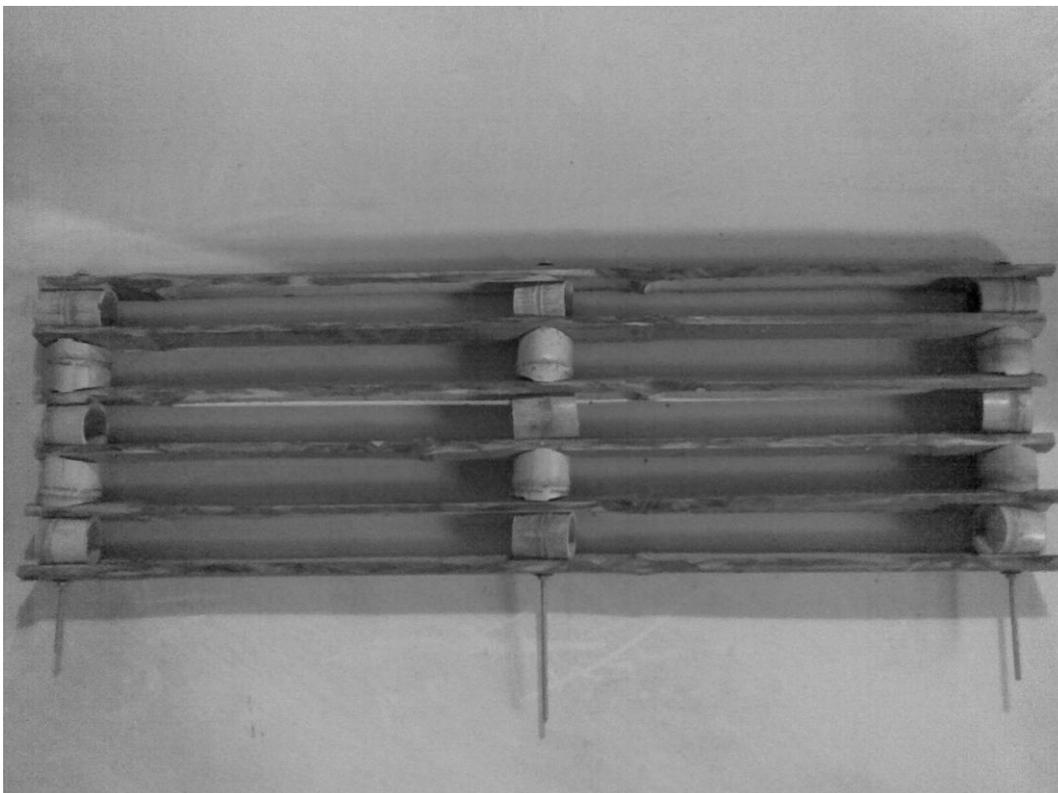


Figura 42 – Experimento 06 utilizando bambus como espaçadores.

O experimento 06 utilizou o mesmo arranjo de réguas do teste anterior, porém a resina e a espuma foram deixadas de lado. Como espaçadores, foram utilizados cortes de outros bambus. Entre as réguas, os nós de outros bambus foram cortados de modo que acomodasse a superfície curva das réguas, intercalando o seu posicionamento. No caso, o bambu não competiria com o espaçador, pois ambos são feitos do mesmo material. O uso de bambu simplificou os componentes do sistema, mas a confecção destes espaçadores é trabalhosa e pouco econômica. Apenas os nós poderiam ser utilizados como espaçadores, pois um corte entre nós não possui resistência suficiente, partindo-se com facilidade.

Em paralelo a estes estudos, foi necessário preparar um modelo do laboratório em escala para estudar a forma mais apropriada de instalação destes módulos.

Conforme já colocado, a estrutura tubular do laboratório comporta 24 módulos quadrados de 2,5 m de lado. Porém, estes módulos só podem ser apoiados nas juntas da estrutura, e nunca nos tubos, devido à sua forma de treliça. Em um sistema triangulado (ou treliça) as cargas devem ser aplicadas sempre nos nós, e não nas barras. Não havendo qualquer transmissão de momento fletor entre os seus elementos, ficando assim as barras sujeitas apenas a esforços normais (alinhados segundo o eixo da barra) de tração ou compressão.



Figura 43 – Detalhe da base do bambu que estrutura a atual cobertura do laboratório, apoiado na junta da estrutura tubular.

O Modelo foi construído com tarugos de madeira representando as barras e as juntas foram confeccionadas com chapas de aço. O modelo foi feito na escala 1:5 e, por causa do tamanho, foi construído apenas uma parte do laboratório, com quatro módulos apoiados por uma fundação de concreto.



Figura 44 – Modelo do LILD em escala.

A ideia inicial é que os módulos do piso sejam fixados individualmente por fitas. Cada fita, segundo seu fabricante, aguenta até 2500 kg. Então com todos os módulos presos, um seguraria o outro estabilizando todo o conjunto. O uso da fita deixa todo o módulo mais leve, deixando a estrutura do piso independente da estrutura tubular do laboratório e dos demais módulos. Além disso reduz a dinâmica de torções e flexões (esforços em geral) sobre as peças do piso, o que pode reduzir o gasto de material para o mesmo. Então neste modelo do LILD foram investigadas alternativas de funcionamento dessas fitas.



Figura 45 – Estudo de arranjo de fitas para apoiar cada módulo.



Figura 46 – Diversos arranjos foram testados.

Em paralelo, novos formatos de módulos foram estudados, tanto em modelos mecânicos como em modelos eletrônicos, buscando outros arranjos de bambu. Desta vez, porém utilizando as varas de bambu inteiras. Nas figuras 48 e 49, observa-se a variação de material nas miniaturas dos novos testes. Os canudos de plástico foram utilizados neste ponto da pesquisa pela sua praticidade de manipulação e pela sua alta flexibilidade. Assim, qualquer deformação existente no modelo se torna ainda mais evidente, pois as curvas formadas por alterações ficaram mais óbvias.

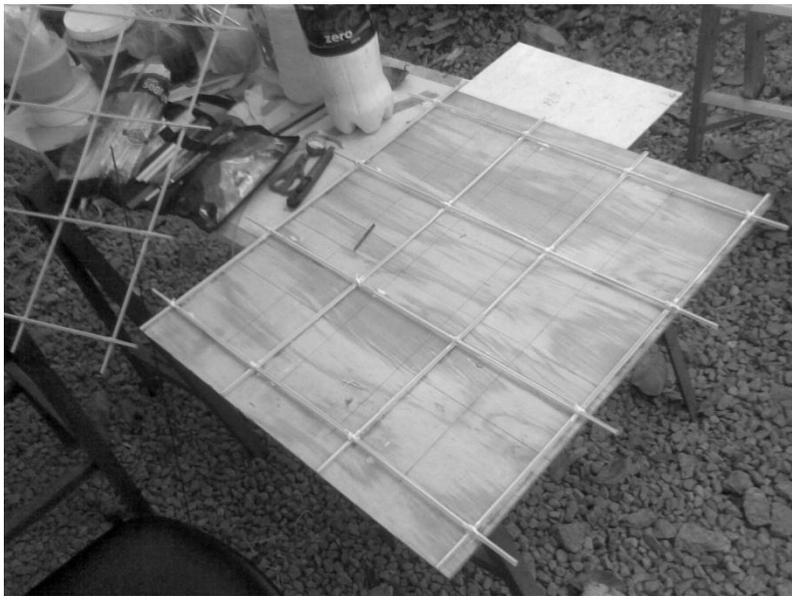


Figura 47 – Experimento utilizando canudos para observar a flexibilidade do módulo.

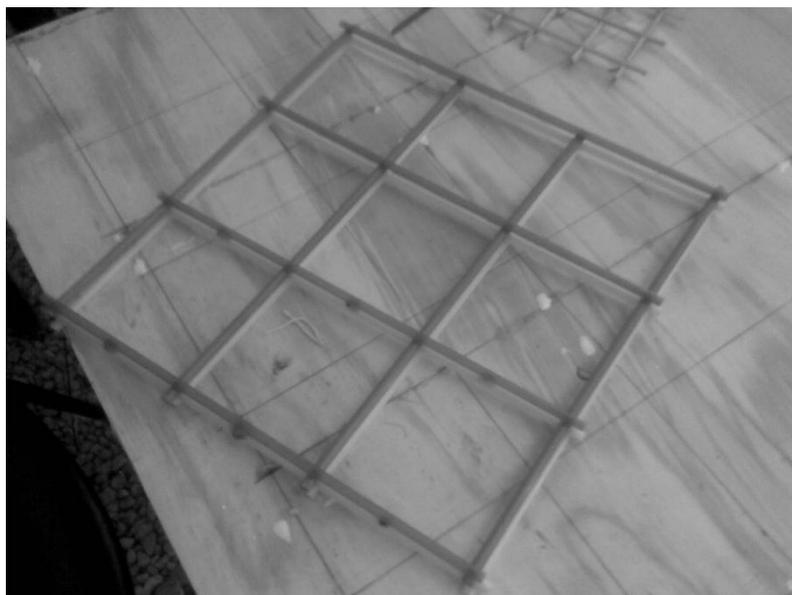


Figura 48 – Outro formato utilizando canudos de outro tipo.

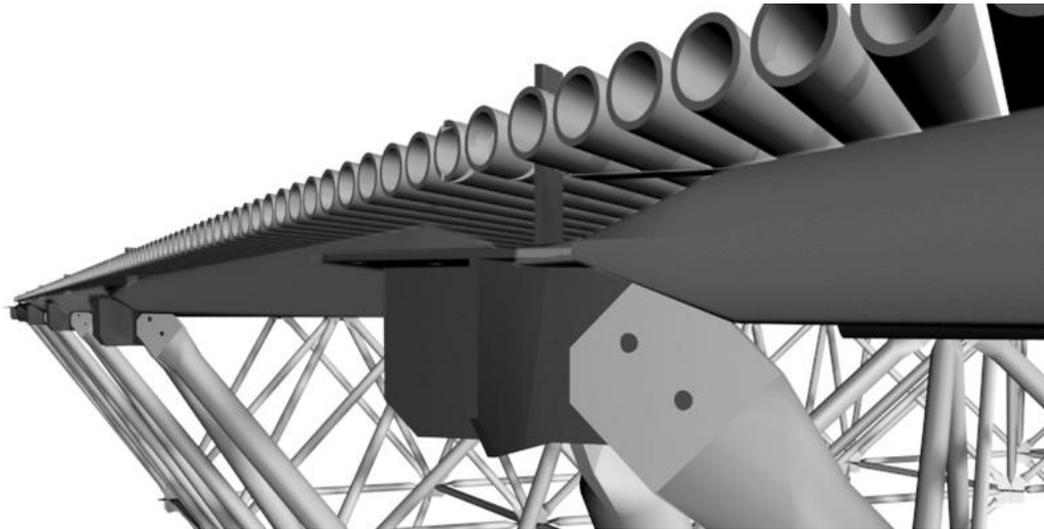


Figura 49 – Modelo eletrônico estudando arranjos utilizando a vara inteira de bambu.

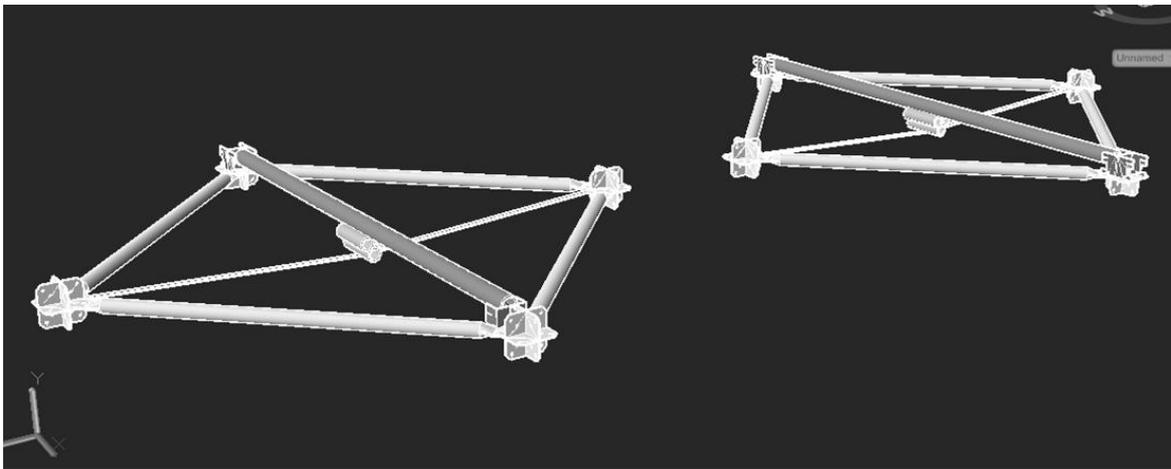


Figura 50 – Estudos com modelos eletrônicos observando outras alternativas de fixação.

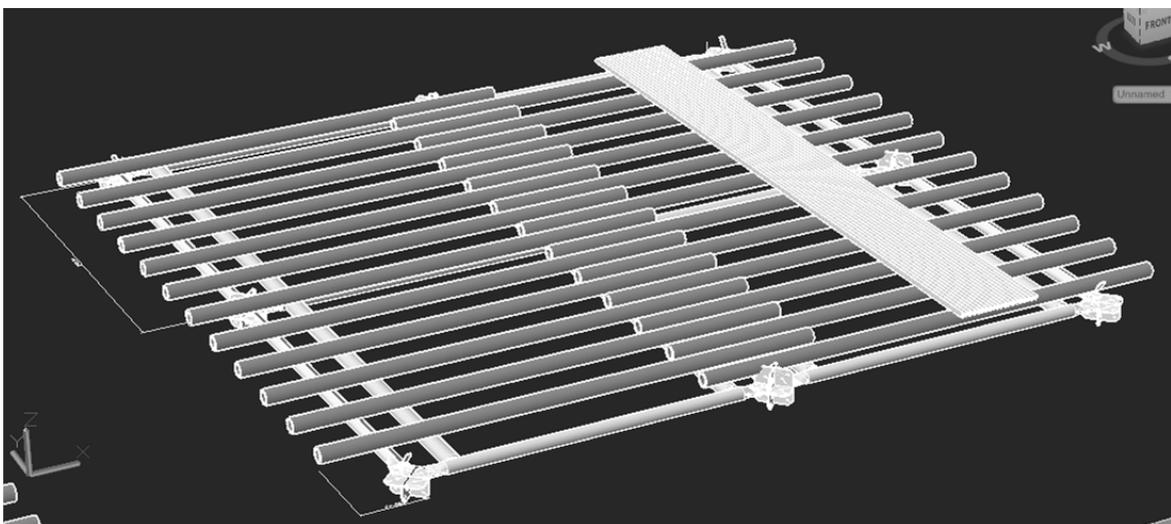


Figura 51 – Modelo eletrônico observando opções de interação entre módulos.

### 3.2.2. Contratempos na pesquisa:

Neste ponto, a pesquisa teve que ser interrompida por um problema inesperado: Uma infestação de insetos *Chlorophorus annularis* (Fabricius) que assolava o laboratório. Pegou a todos de surpresa, quando os insetos tornados besouros emergiram de diferentes colmos que estavam sendo utilizados em diversas pesquisas. Isso fez com que grande parte dos colmos do acervo do laboratório comidos pelas larvas teve que ser descartado. A ocorrência deste inseto, que chamamos de “tigre”, fez com que toda investigação do piso fosse repensada. A pesquisa do piso do laboratório prossegue.

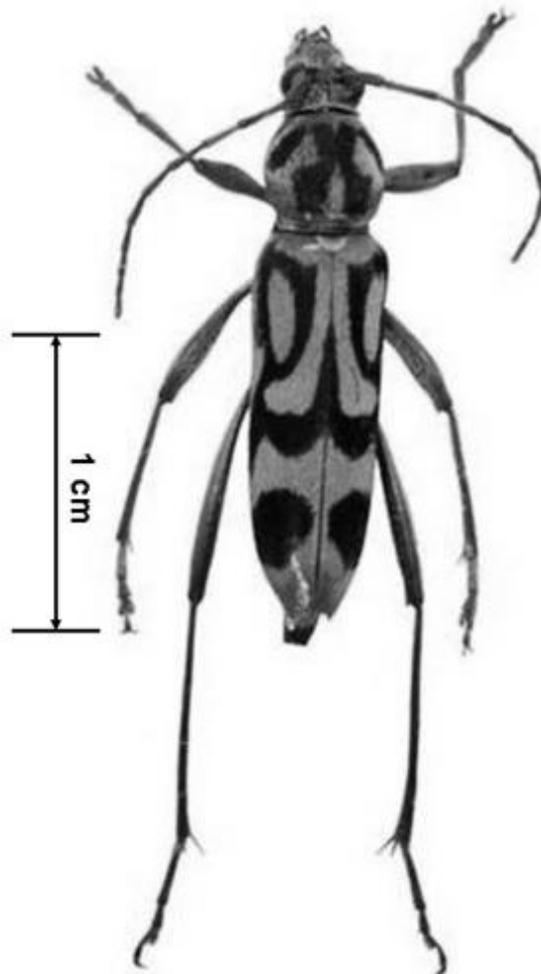


Figura 52 – Vista dorsal do *Chlorophorus annularis* (Fabricius), Foto: C.M.F. Pierce e M.A. McDonough.

Existe na internet uma série de informações sobre o inseto, que não é nativo do Brasil. No LILD, no entanto, é uma praga nova que ainda não estamos preparados. As informações encontradas são baseadas na vida do inseto em

condições climáticas diferentes da encontrada no Rio de Janeiro. Apenas agora com essa infestação repentina que estamos procurando informações detalhadas e aprendendo na prática o ciclo de vida e costumes deste interessante inseto que, ora é praga, ora é professor.

O tigre nos mostrou como o Luis Carlos Rios está certo ao dizer que o bambu deve estar na construção sempre envolvido pelo barro. Colocar o bambu descoberto é bom lá na Noruega, onde Flávio faz as nossas bicicletas. Aqui no quente e úmido nasce bem o bambu, mas também os insetos que vivem nele. RIPPER.

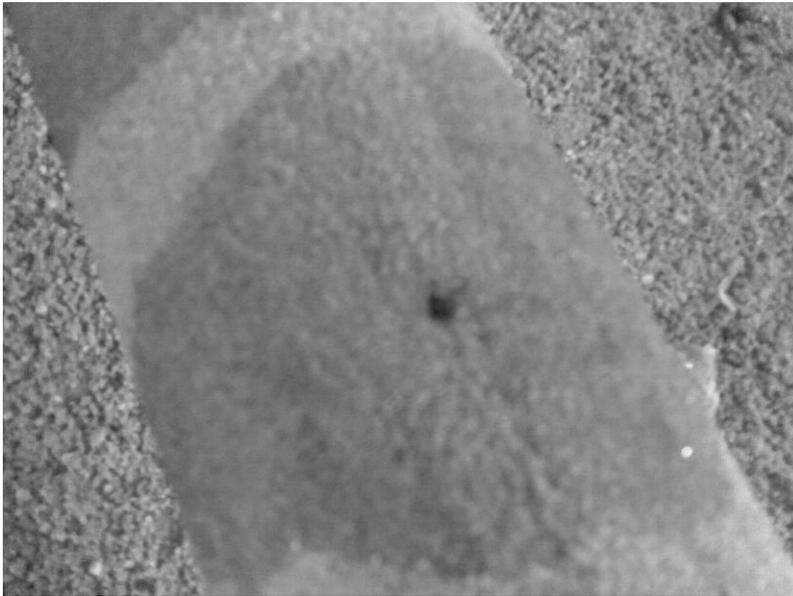


Figura 53 – Inseto emergindo de furo feito em um bambu protegido por uma camada de resina de mamona com areia.

### 3.3. Casulo de Barro

O casulo de barro surgiu como um desdobramento da pesquisa em fibrobarro *Construção com “fibrosolo”* de F. Paes Leme e da cúpula catenária de 'Fibrobarro' já construída pelo LILD e documentada na dissertação *Cúpula catenária de 'Fibrobarro' estruturado com bambu: concepção e processo construtivo* de L. R. Alonso Alvares sob orientação de José Luiz Mendes Ripper. O modelo em estado de uso desta cúpula foi resultado da aplicação da curva catenária. Trata-se de uma casca com espessura de 1 cm sem estrutura interna de bambu com 180 cm de altura e a base com 225 cm de diâmetro.



Figura 54 – Construção do molde e detalhe do acabamento final da casca de fibrobarro sobre molde de areia. (ALVARES, 2008, p.65)

Conforme já mencionado, a estrutura tubular do laboratório é sustentada por oito alicerces de concreto. Em cima de cada alicerce, a estrutura tubular forma um octaedro perfeito, que até então não possui função além de servir como estante para algumas ferramentas e objetos. Surgiu então a possibilidade de se criar pequenas ocas, ou “casulos” de barro pendurados nessa estrutura, criando nichos individuais de estudo em seu interior. Nele, a única abertura é o acesso, localizado na parte de baixo do casulo.

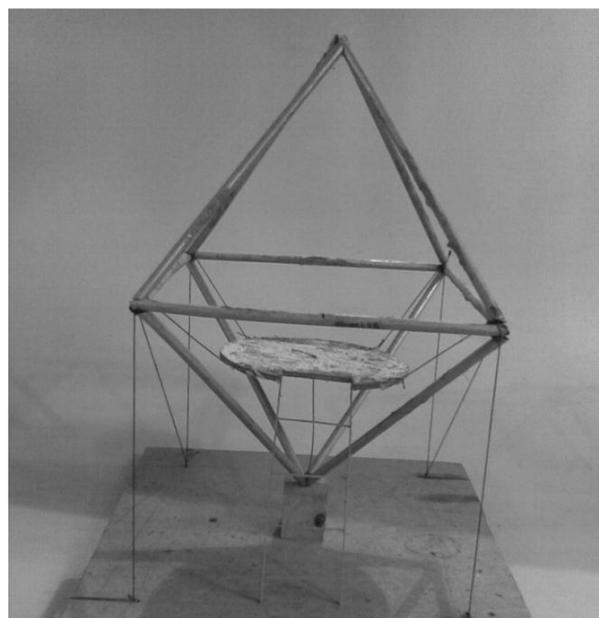


Figura 55 – Miniatura do octaedro.

A pretensão inicial é de se utilizar um piso circular de madeira e o fibrobarro como material de construção, que servirá também como material estrutural. Em seu interior, o pesquisador poderá desfrutar de privacidade e de todos os benefícios do barro já descritos no capítulo I.

### 3.3.1. O Processo:

Primeiramente foi construído um modelo em escala 1:10 do octaedro em que o casulo ficará fixado. Para tal, foram utilizados tubos de alumínio que se assemelham bastante ao tubo de aço da estrutura.

A forma de casulo é devido à curva catenária que é utilizada para obtenção da forma. A curva catenária é a curva obtida quando um cabo é pendurado pelos seus extremos, submetido unicamente à ação da gravidade. A catenária, por ser uma forma natural, tem características físicas muito interessantes. Sua uniformidade e resistência fazem com que seja uma forma muito atraente para se desenvolver. Quando invertida, a curva preserva a resistência que tinha à tração e aplica à compressão de forma eficaz.

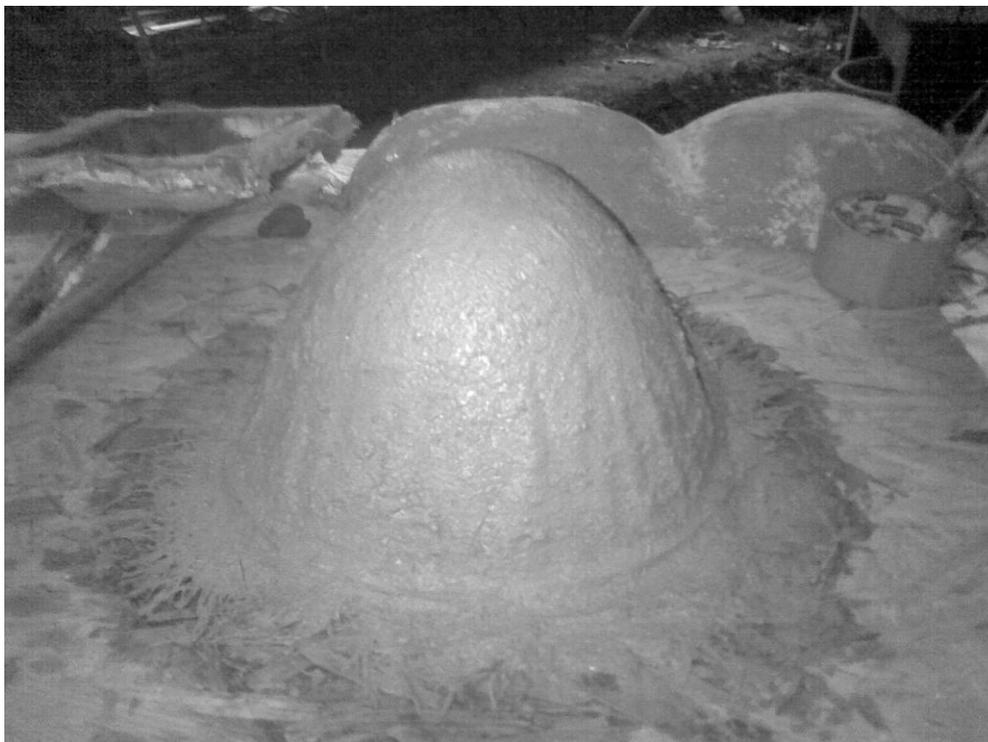


Figura 56 – Molde de gesso coberto já coberto com barro.

No livro “The Model: Antoni Gaudi’s hanging model and its reconstruction – New light on the design of the church of Colonia Goell”, o autor Jos Tomlow descreve o método de modelo pendurado que ele trabalha para reproduzir o trabalho do arquiteto Gaudí:

Modelos pendurados permitem determinar as formas ideais para estruturas que trabalham cargas de pura compressão, principalmente as formadas por abóbodas. O uso do modelo pendurado como método de projeto é baseado no princípio da inversão da curva catenária. A catenária é a curva formada por uma corrente suspensa por dois pontos aguentando apenas o próprio peso. Para a corrente, a catenária é a forma ideal para transmitir as forças puramente de tração que resultam do próprio peso. Como o oposto de tração é compressão, a catenária, quando invertida, constitui a forma estrutural mais adequada para construções que sofrem cargas de compressão. (TOMLOW , 1989, p. 19)

A forma deste primeiro modelo foi obtida com a revolução da curva catenária. Uma corrente foi pendurada no tamanho correto, considerando na escala um homem de estatura padrão (1,75 m) em pé dentro do casulo. A curva que a corrente desenhou foi anotada e transformada em um gabarito feito de chapa de madeira.

O processo de construção da miniatura seguiu os mesmos parâmetros do modelo utilizado por Moreira, com a utilização de areia para fazer um molde e acertando a sua forma com uma lâmina de PVC como gabarito. O monte de areia foi moldado um pouco menor que o gabarito, e depois disso, uma camada de gesso foi colocada como cobertura deste monte de areia. Com o gabarito, foi moldada a forma correta. Este modelo serviu mais como treino, pois eu não tinha experiência em trabalhar com o gesso, e não conhecia a resistência que a curva catenária obtinha. Neste quesito, a miniatura cumpriu sua tarefa, pois a fina camada de gesso obtida resultou em um objeto bastante resistente.

O segundo modelo seguiu o mesmo processo de obtenção da curva catenária, com a exceção de que, para chegar a uma forma oval, as duas pontas da curva catenária sofreram uma leve deformação, voltando para a base. O molde, desta vez, foi feito sob uma orientação horizontal.

Com o molde de gesso pronto e seco, uma camada de fibrobarro foi acrescentada ao molde. Depois foi feito o mesmo processo, moldando a outra metade. Com as duas metades do casulo de barro feitas, elas foram unidas como um “ovo de páscoa” e coladas com barro peneirado.

O estudo do acesso (figura59) foi feito utilizando uma escada e um aro de bambu representando a abertura. Com o piso do casulo encaixado na altura correta do octaedro, o aro foi posicionado de forma que o acesso fosse o menor, porém mais prático possível. Quanto menores as dimensões do acesso, mais evidentes ficarão as propriedades benéficas do barro.

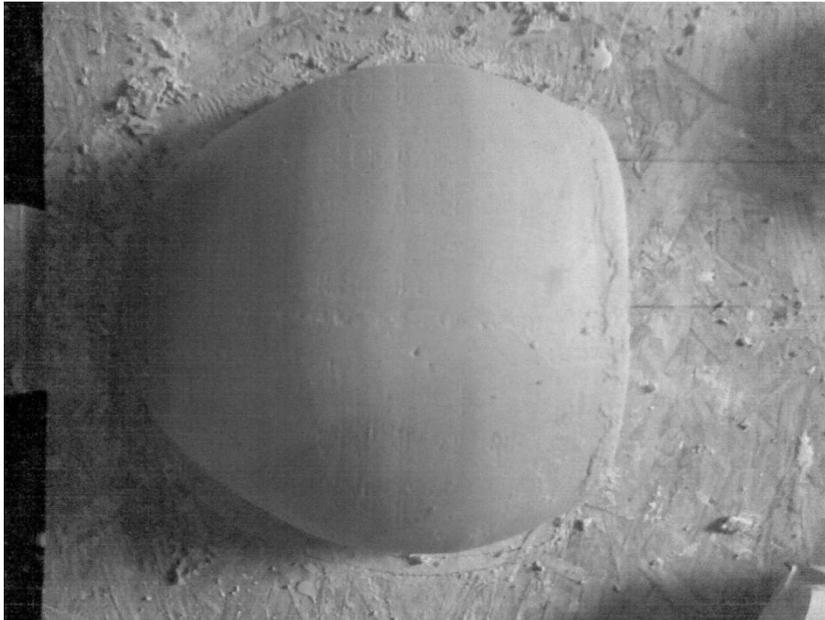


Figura 57 – Segundo molde, já com a deformação da curva catenária.



Figura 58 – Estudo para tamanho do acesso ao interior do casulo.

Com o tamanho e a posição correta da abertura conhecidas, a entrada foi feita na miniatura, e suas bordas reforçadas com mais barro. Com este modelo, estuda-se agora a melhor forma de pendurá-lo no octaedro. A melhor solução, até o presente momento da pesquisa, é um cabo no topo, preso à junta de cima do octaedro, assim como outro cabo no centro do piso preso à junta da base do octaedro. Além de mais quatro cabos presos no casulo e nas quatro juntas laterais do octaedro.



Figura 59 – Corte do acesso na miniatura.

A miniatura demonstrou que apesar da deformação da curva catenária para que o casulo ficasse com a forma oval, a estrutura do conjunto não foi prejudicada. A pesquisa demonstrada por Moreira confirmou a eficiência da forma catenária em um modelo em escala de uso. Em sua pesquisa, Moreira construiu um modelo apenas de fibrobarro, e outro modelo com uma treliça interna de bambu que tonificava a sua estrutura. Neste novo experimento, a intenção é observar o comportamento da forma sem esta estrutura interna. Por isso existe a preocupação de fazer um modelo com as mesmas proporções para observar o comportamento da forma catenária deformada segundo os novos parâmetros.

Infelizmente, o tempo de conclusão do mestrado não permitiu que o modelo de uso fosse construído. Ainda assim, o estudo de suas miniaturas já está estabelecido, com uma infinidade de dados já coletados. A construção do modelo em escala de uso, com as dimensões adequadas à sua instalação na estrutura do

LILD deve seguir o mesmo método apontado por Moreira (casaca de fibrobarro sobre molde de areia). A intenção é refazer o processo de molde de areia, porém em proporções humanas. A investigação do casulo ainda prossegue.

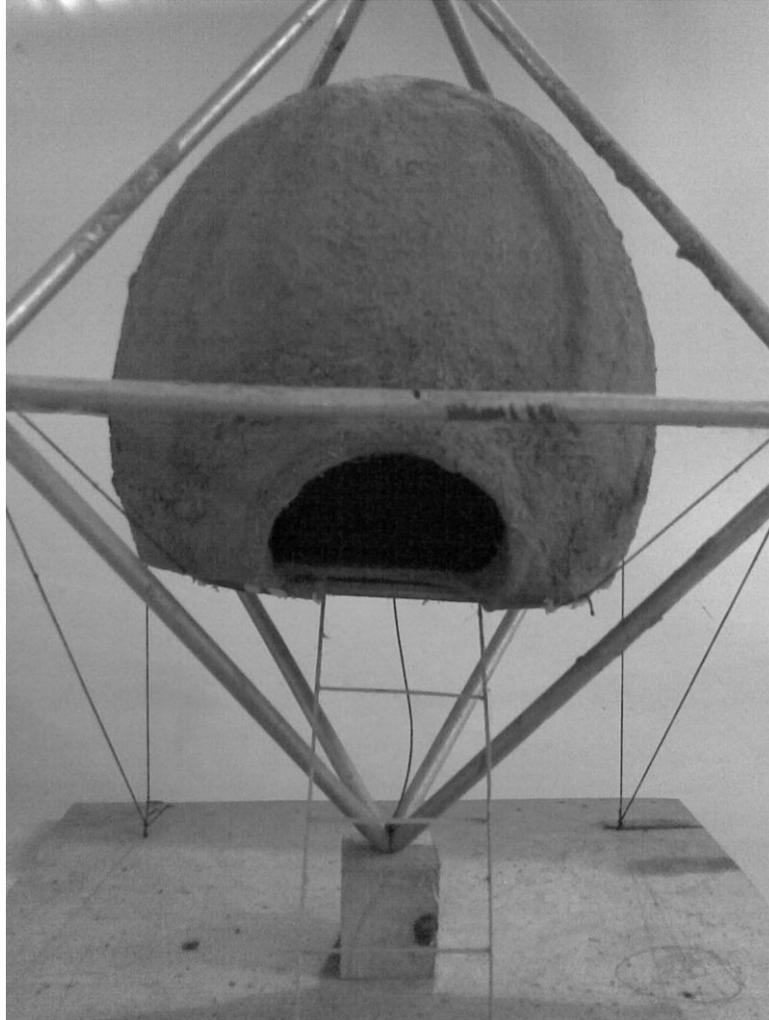


Figura 60 – Miniatura do casulo de barro.