

## 4.

**Estudos de caso no sul da Califórnia, EUA: experiências de montagem de treliça de bambu**

*O pensamento não dá o conhecimento*  
Heidegger

*Nenhum conhecimento precede a experiência,  
todos começam por ela*  
Immanuel Kant

Após verificada a acessibilidade e adaptabilidade das técnicas construtivas no nosso primeiro estudo de caso, a construção da sala de aula na Escola Parque que foi apresentado no capítulo anterior, demos início à elaboração das próximas experiências, válidas como estudos de caso, para fazerem parte desta tese. Novamente, deparamo-nos com contextos geográficos que reuniam novos elementos constituintes desses espaços. As experiências se realizaram na Califórnia, EUA, numa região de clima árido e semiárido, bastante diverso do que experimentamos no sudeste do Brasil, com a participação de indivíduos voluntários, que nunca haviam visto ou trabalhado em sistemas estruturais com bambu. E, mais uma vez, a produção resultou em objetos que ainda não haviam sido projetados anteriormente e com usos não previstos.

Dois contextos geográficos estavam disponíveis para os estudos: *The Ecology Center*, uma ONG voltada para a produção e a disseminação de conhecimentos de ecologia associada à vida urbana, onde faríamos o estudo em campo cultural e o SETH – UCI, *Structural Engineering Testing Hall* da *University of California – Irvine* onde faríamos o estudo em campo situacional.

Destacamos a grande importância da oportunidade de experimentação nesses contextos citados, relembrando o Objetivo Central desta tese, de observar e analisar os aspectos técnicos e sociais contidos nas práticas/interações de autoconstruções não convencionais com bambu realizadas em contextos favoráveis para o seu desenvolvimento. Temos consciência de que não é qualquer espaço que está preparado para esse tipo de intervenção não convencional.

Um dos achados de pesquisa do primeiro estudo de caso, realizado na Escola Parque, foi a confirmação de que a acessibilidade das técnicas é uma vantagem para a adaptação desse trabalho em diferentes contextos geográficos. O sistema treliçado de bambu, que orientou a elaboração da estrutura da sala de aula, foi produzido com a mão de obra dos alunos, tendo sido assimilado por todos com certa facilidade. Esse fato nos levou a querer experimentar este sistema estrutural nesses novos contextos, com outros voluntários.

Sabendo que a unidade de jogo denominada ‘treliça pantográfica de bambu’ trata-se de uma estrutura de fácil fabricação e montagem, dos pontos de vista técnico e social, acreditamos que ela teria um bom desempenho em um novo contexto geográfico. Isso nos levou a propor a experiência no sul da Califórnia, para identificar seu desempenho num campo cultural (no *The Ecology Center*) e também num campo situacional (no laboratório SETH na UCI).

A escolha da Califórnia para a realização dos estudos se deve basicamente a alguns fatores determinantes como o suporte institucional da UC-Irvine, por meio do prof. Ayman Mosallam, interessado nos testes de engenharia estrutural adaptados a estruturas de bambu; e também à cultura da Califórnia, que identificamos como favorável para a elaboração de questões de preservação ambiental – neste caso, o uso do bambu em estruturas leves de fácil fabricação, montagem e compartimentação que podem substituir matérias convencionais. A cultura californiana apresenta esta característica: os indivíduos ou os grupos de indivíduos buscam ter autonomia para solucionar seus problemas técnicos de construção e manutenção de objetos – seja suas próprias casas, seu carros, ou objetos de uso doméstico. Diferentemente do que acontece no Brasil, a mão de obra artesanal na Califórnia é muito valorizada e cara. Por isso, a sociedade se reproduz com base numa certa autonomia dos indivíduos em relação à mão de obra especializada. Desta forma, os objetos são acessíveis ao consumidor comum que, muitas vezes, precisa montá-los, reformá-los e promover a sua manutenção. Essa acessibilidade dos objetos deve ser em todos os sentidos, do contrário o consumidor acabaria tendo que pagar um alto custo para contratar o trabalho de um técnico quando precisasse fazer intervenções necessárias ao longo do ciclo de

vida dos objetos. A questão sísmica<sup>1</sup> também leva a sociedade a se desenvolver a partir de edificações leves e baixas, pois um abalo sísmico pode fazer desmoronarem prédios altos, construídos com materiais convencionais pesados. Neste sentido, o bambu é um aliado como material construtivo, sendo leve, resistente a altos índices de vibração, e não se rompendo totalmente, como é o caso do concreto, do metal e de madeiras como pinus e eucalipto<sup>2</sup>. Importante dizer que o bambu pode ser cultivado na Califórnia, pois pudemos registrar algumas ocorrências.

Outro fato identificado nessa cultura é a forte ligação com a itinerância, com atividades de acampamento e moradias transitórias como os famosos *motorhomes*. O californiano tem o costume de viajar para regiões desertas e, para isso, é necessário levar mantimentos, barracas, tendas e objetos de uso doméstico; nada mais prático do que levar a sua “casa” e essa é representada por estes carros adaptados denominados *motorhomes*; nele os indivíduos carregam todo o material necessário para passar suas férias ou feriados. Também é muito comum conhecer pessoas que vivem dentro de um carro-casa como esses.

Foi analisando este aspecto cultural da itinerância que identificamos a importância do *shelter*; traduzindo literalmente, seria “o abrigo”, abrigo esse que, em nossa língua, chamamos de barracas ou tendas. Tratando-se de uma região desértica, a sombra produzida tem um grande valor, sobretudo nas praias, no deserto e nas montanhas; a frequência nesses pontos de sombra é grande e eles são os principais locais de lazer dos indivíduos.

Outro aspecto favorável é a valorização da questão de preservação da natureza e de iniciativas que contribuam para esta causa. Vale ressaltar que o

---

<sup>1</sup> Fazendo alusão à questão geográfica de localização da Califórnia sobre a falha de *San Andreas*, o movimento tangencial entre as placas tectônicas do Pacífico e a Norte-Americana gera abalos sísmicos anuais, fazendo deste estado uma das regiões de maior atividade sísmica no mundo; logo, as normas construtivas seguem um protocolo específico visando a segurança das pessoas. Deste modo, a leveza das edificações é um fator favorável para proteger as cidades de desmoronamentos; construir prédios se torna algo caro e trabalhoso. Vale ressaltar que o principal perigo no momento do terremoto são as construções pesadas que se quebram em muitos pedaços que podem atingir os seres humanos.

<sup>2</sup> Existem prédios relativamente altos na Califórnia, porém, para se construir prédios nesta região sísmica, é preciso se utilizar técnicas construtivas muito onerosas. Os prédios geralmente se concentram em determinadas áreas como o centro das cidades e são destinados a atividades comerciais; os cidadãos, por sua vez, habitam em casas.

modelo de preservação da natureza em parques e unidades de conservação surgiu em meados de 1850, nos EUA, com a fundação do primeiro parque nacional do mundo, o parque de Yellowstone (DIEGUES, 1994).

Em uma breve análise acerca da cultura californiana, pudemos perceber que esta experiência poderia ampliar a gama de atuação dessa metodologia construtiva, trazendo novos significados para a metodologia, novas composições de objetos no Jogo das Formas e também novos usos para esses objetos. Logo identificamos que as estruturas leves e versáteis de bambu se “encaixariam” muito bem nos hábitos de transitoriedade, na acessibilidade, na fabricação e na montagem de objetos de baixo custo e pouco impacto ambiental.

#### 4.1.

#### **Estudo de caso 2 em campo cultural: inserindo a treliça de bambu no *The Ecology Center* com voluntários diversos**

O primeiro contato com a ONG *The Ecology Center* (EC) ocorreu durante uma visita à Califórnia, em setembro de 2012. Na época, a intenção da viagem era fazer contato com o prof. Ayman Mosallam, a fim de indagar sobre a possibilidade de desenvolvimento de um trabalho com bambu no seu laboratório SETH, na UCI. Contudo, ao comparecermos a um evento, o Campeonato Mundial de Surf Hurley Pro realizado na praia de *Lower Trestles*, no Parque Estadual de *San Onofre, Orange County*<sup>3</sup>, nos chamou a atenção o estande da ONG *The Ecology Center*. O estande era uma estrutura muito simples de madeira onde, no seu interior, havia referências aos projetos ambientais coordenados pela ONG. Num primeiro olhar, observando a arquitetura do estande, notamos certos problemas técnicos, tais como uma ancoragem perigosa e a falta de sinalização nos cabos de suporte da cobertura, que poderiam acarretar acidentes com as pessoas que transitavam pelo local do evento. Esta constatação deixava claro que o grupo não possuía um determinado conhecimento arquitetônico, havendo uma

<sup>3</sup> O *Hurley Pro* é o campeonato válido, como a 8ª etapa da primeira divisão do circuito mundial de surfe realizado pela WSL (*World Surf League* – Liga Mundial de Surfe), localizado na praia de *Lower Trestles*, no Parque Estadual de *San Onofre, Orange County*, Sul da Califórnia.

lacuna que poderíamos preencher com conhecimentos adquiridos na pesquisa desenvolvida no LILD, na PUC-Rio.



Figura 55: Estande do *The Ecology Center* no *Hurley Pro*, praia de *Lower Trestles*, 2012.



Figura 56: Detalhe do bloco de concreto à esquerda da imagem, próximo às pessoas que assistem à competição que ocorre no mar, praia de *Lower Trestles*, 2012.



Figura 57: Detalhe da ancoragem da cobertura do estande, sem sinalização no cabo de suporte e no bloco de concreto, praia de *Lower Trestles*, 2012.

Nas figuras acima fica evidenciado o perigo da exposição do bloco de concreto, sem uma comunicação visual adequada para sinalizar sua presença. Sendo o bloco da mesma cor da areia, ele fica praticamente invisível no caminho das pessoas que vêm à praia. Esta falta de cuidado com a segurança nos surpreendeu, ainda mais por se tratar de um evento no parque estadual, que tem uma série de restrições para seu uso e propostas de intervenção. Felizmente, trata-se de um evento com poucos visitantes, onde nenhuma pessoa se feriu.

Nesse momento, recorrendo a fotos no computador, apresentamos o trabalho desenvolvido no LILD para os membros da ONG, *Meg Hiesinger*, Professora Doutora, responsável pelos programas educacionais da ONG e *Jeff Davies*, relações públicas da ONG, ambos responsáveis pela apresentação do EC no evento. De acordo com eles, esta foi a primeira vez que o *The Ecology Center* (EC) teve um estande neste campeonato. *Meg* e *Jeff* se interessaram pelo trabalho do LILD e assim fomos convidados a fazer uma experiência construtiva voluntária na sede da ONG, em *San Juan Capistrano, Orange County*.

Ao voltar para a Califórnia, em setembro de 2013, iniciamos o estágio planejado para um ano no laboratório SETH, na UCI, junto ao professor Ayman

Mosallam. Em março de 2014, quando a primeira etapa do trabalho havia sido concluída no SETH<sup>4</sup>, procuramos *Meg* e *Jeff* no *The Ecology Center* (EC) para iniciar o período como voluntário nas atividades da ONG

#### 4.1.1

##### **Estudo de caso 2 no The Ecology Center: o Plano de Pesquisa e o Plano de Trabalho para nortear as atividades propostas com voluntários diversos.**

No encontro prévio com o EC, já havíamos identificado uma lacuna, dentre os muitos assuntos tratados pela ONG, relacionada à parte de arquitetura e estruturas com potencial ecológico, justamente o assunto sobre o qual poderíamos trazer conhecimentos afins, adquiridos na pesquisa do LILD, como contribuição. Ao consultar os membros do EC, confirmamos o interesse deles pelo tema. Por outro lado, encontramos ali uma nova oportunidade para a realização de novos testes culturais. Assim, elaboramos um Plano de Trabalho para nortear as atividades na ONG e também um Plano de Pesquisa para colher os dados desse estudo.

Tendo em vista que no estudo de caso 1, na Escola Parque, esse trabalho já havia sido considerado adequado para a execução junto a indivíduos sem capacitação, concluímos que seria interessante aplicá-lo novamente, agora na realidade do EC.

O Plano de Trabalho elaborado seguiu as demandas da ONG, tais como eventos comemorativos, aulas de campo e oficinas com voluntários dos mais diversos tipos possíveis e com um interesse em comum: realizar práticas de aprendizagem norteadas pela temática da ecologia. Dentre essas atividades com

---

<sup>4</sup> O estágio no SETH-UCI foi dividido em duas etapas: na primeira (setembro de 2013 a março de 2014), este pesquisador cumpriu as exigências do professor Ayman Mosallam de prestar assistência técnica durante os testes estruturais realizados pelos alunos de mestrado, *Brian Bottelo*, e de doutorado, *Naif Ghabban*, para a finalização de suas Dissertação e Tese. Este período serviu como uma capacitação para que o pesquisador aprendesse a trabalhar no laboratório com segurança e eficiência; já na segunda etapa (abril de 2014 a agosto de 2014), o pesquisador se dedicou ao seu trabalho com bambu, no laboratório SETH e no *The Ecology Center*.

voluntários, fomos requisitados para propor outras atividades, a partir da nossa experiência e de métodos específicos.

Definimos um eixo temático para as oficinas, que seria apresentar o trabalho de pesquisa da PUC-Rio por meio de práticas com foco na construção de estruturas leves de bambu. Por meio dessas práticas, os voluntários se manifestariam positiva ou negativamente e nós iríamos observar o desempenho e o interesse dos voluntários, colhendo o seu relato ao final. Nesta relação com os voluntários, os membros do EC iriam se posicionar, interrompendo o progresso das oficinas ou propondo novas experiências. Vale ressaltar que, neste Plano de Trabalho não foi possível prever, a longo prazo, o que ocorreria. Então, à medida em que os voluntários se identificavam com o trabalho e as oficinas progrediam, eu ia sendo chamado para novas atividades.

Nosso objetivo central com este estudo de caso 2, é saber como os indivíduos locais entendem e consideram este tipo de trabalho que estamos propondo – construção coletiva de uma estrutura de bambu para uso local.

Na metodologia que permeia o Plano de Pesquisa, para alcançar este objetivo central, especificamos as seguintes ações: (1) buscar referências locais que destacassem as características culturais regionais, (2) participar de eventos/oficinas propondo a fabricação de formas acessíveis com bambu nos baseando na unidade de jogo sistema treliçado, (3) observar o nosso objeto de estudo – o desempenho tanto dos voluntários quanto das unidades de jogo produzidas no local – ao longo destas oficinas, (4) apontar possíveis usos para a estrutura gerada, (5) adaptar a estrutura ao uso proposto (6), utilizar este objeto gerado em algum evento e (7) colher os dados de uso do objeto (aspecto técnico) e a opinião de indivíduos no evento (aspecto social). Assim, obteríamos respostas acerca dos aspectos sociais e técnicos da autoconstrução com bambu, que buscamos neste trabalho de pesquisa.

O presidente da ONG, Evan Marks, assumiria um papel central ao longo do processo, dando indicações e apontando rumos para o desenvolvimento desse objeto final. Portanto, o Objetivo Central do Estudo de Caso era chegar a uma unidade do jogo das formas que representasse um objeto útil para uso nas



atividades do *The Ecology Center*. Este objeto seria resultante das experimentações realizadas nas oficinas, que serviriam como aproximações sucessivas deste objeto de utilidade local. Assim, a concepção do objeto aconteceria após longo processo de experimentação com voluntários diversos, em diferentes lugares – na própria sede da ONG e em eventos em outras localidades.

Destacamos aqui a importância da prática como um norte, nas discussões sobre a produção do objeto final. Juntamente com Evan, em conversas e aprimoramentos, acreditávamos que o projeto do objeto chegaria a uma solução adequada às necessidades da ONG e também da pesquisa.

Desta maneira, estabelecemos que o elemento que se repetiria em todas as oficinas seria a produção de unidades de jogo representadas por estruturas de bambu feitas com conexões amarradas. Os elementos que não se repetiriam seriam a mão de obra, representada pelos voluntários que variavam em quantidade e características pessoais em cada grupo; e os locais das atividades, que seriam na sede do EC e em outras localidades, em *Orange County*<sup>5</sup>.

#### 4.1.2

#### Referências locais do sul da Califórnia

Como passo inicial para a elaboração do Estudo de Caso, buscamos referências locais da região, que tivessem relação com a pesquisa proposta. A referência de Lloyd Kahn<sup>6</sup> e Bob Easton através de seu livro intitulado *Shelter*, foi logo acessada, já que este livro faz parte da bibliografia de referência utilizada no LILD. Consideramos a referência coerente com a nossa filosofia de pesquisa por tocar em temáticas como a autoconstrução, o uso de materiais naturais processados manualmente, e a escala local de produção dentre outras. Lloyd Kahn é também editor da *Shelter Publications* (Publicações sobre Abrigos), que são publicações independentes especializadas em arquiteturas não convencionais,

<sup>5</sup> *Orange County* pode ser traduzido como Condado Laranja ou Condado de *Orange*. O condado é uma subdivisão política e geográfica de um estado, de acordo com o modelo federativo dos EUA.

<sup>6</sup> Lloyd vive em Bolinas, São Francisco, Califórnia. Nascido em 1935, formado pela Universidade de Stanford na década de 1950, é um dos fundadores da temática *green architecture* (arquitetura verde) e *green building* (edifícios verdes).

itinerantes, ligadas à sustentabilidade e a outros aspectos gerais da cultura da Califórnia. Atualmente Kahn segue disseminando estes conhecimentos através de seu blog (<http://lloydkahn-ongoing.blogspot.com.br/>), e qualquer pessoa pode publicar uma imagem relacionada a temática cultural, a regionalismo e a lógicas de habitabilidade no espaço. No livro *Shelter*, Kahn & Easton apresentam diversas tipologias arquitetônicas ao redor do mundo; é possível identificar um traço geral nessas habitações, que é a íntima relação que a arquitetura de cada habitação tem com a região onde ela está inserida.

Retomando um pouco os conceitos já mencionados anteriormente, a lógica de consumo da modernidade associada aos métodos produtivos industriais, preconiza a produção industrial de objetos e técnicas e a sua distribuição / disseminação no território. Com efeito, as técnicas antigas e baseadas no local perdem espaço para a “inteligência” que vem de fora, importada. Esta lógica moderna urbana que se expandiu no século XX é referência para o entendimento do design dos produtos modernos.

Com o crescimento da malha urbana das cidades no século XX temos também uma padronização no design e na arquitetura dos objetos. De fato, esta lógica produtiva considera o espaço como homogêneo, uma vez que, em regiões geograficamente distintas (quanto aos aspectos de cultura, economia, clima, relevo, etc.) são propostos objetos com a mesma conformidade física – lógica de concepção, produção e consumo. Esta lógica moderna, que desconsidera tudo o que é antigo para a concepção dos novos objetos, não dialoga com a tradição (pré-moderna) e nem mesmo com as particularidades locais.

Como resultado, métodos regionais de construção de objetos – sejam eles embarcações, edificações ou utensílios domésticos – vão sendo esquecidos e ficam à margem de uma cultura globalizante, que chega ao local de maneira vertical e regida pela lógica do consumo em massa.

O livro *Shelter* (KAHN & EASTON, 1973) demonstra uma outra concepção de moradia, dando ênfase no uso dos materiais encontrados e processados na própria região e nas técnicas construtivas artesanais – autoconstruções. Um bom exemplo citado no livro diz respeito a localidades de

clima tropical que utilizam as madeiras, os bambus, as rochas, a terra, as fibras e resinas vegetais, enquanto que localidades de clima árido utilizam tecidos naturais para fabricar tendas, ou a própria terra para erguer suas casas, reaproveitando sempre os materiais descartados, mesclando métodos e técnicas antigas com técnicas modernas. Os autores apresentam objetos e arquiteturas concebidas em um período pré-industrial ou pré-moderno, quando a autonomia nos métodos de produção significavam a sobrevivência deles no espaço.

Em tempos passados, as pessoas construíram suas próprias casas, plantando seus próprios alimentos, fazendo a sua própria roupa. Os conhecimentos da construção e de outras habilidades de prover as necessidades básicas da vida eram geralmente passadas de pai para filho, de mãe para filha, mestre para o aprendiz. Em seguida, com a industrialização e com a mudança da população das áreas rurais para as cidades, este conhecimento foi posto de lado e muito já foi perdido. Vivemos uma era de prosperidade sem precedentes na América com base em enormes quantidades de recursos estrangeiros e nacionais, alimentada por reservas finitas de energia armazenada (KAHN & EASTON, 1973, 3).

Os métodos de autoconstrução neste período pré-industrial se utilizavam de uma medida própria para calcular as proporções das edificações, baseada nas proporções do corpo humano e dos materiais disponíveis na região. Para esta lógica de medida é dado o nome de Proporção Divina ou Proporção Áurea, considerada uma “joia” da geometria antiga. Esta relação matemática que segue os padrões de crescimento da natureza e do próprio corpo humano, vem fascinando matemáticos e artistas há milhares de anos. A partir da Proporção Áurea foram construídos desde edifícios, pontes, até esculturas, moradias e demais artefatos na antiguidade.

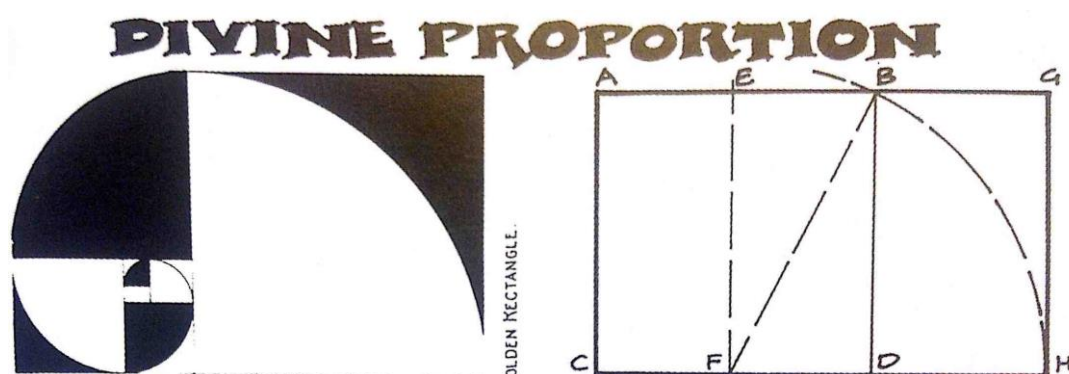
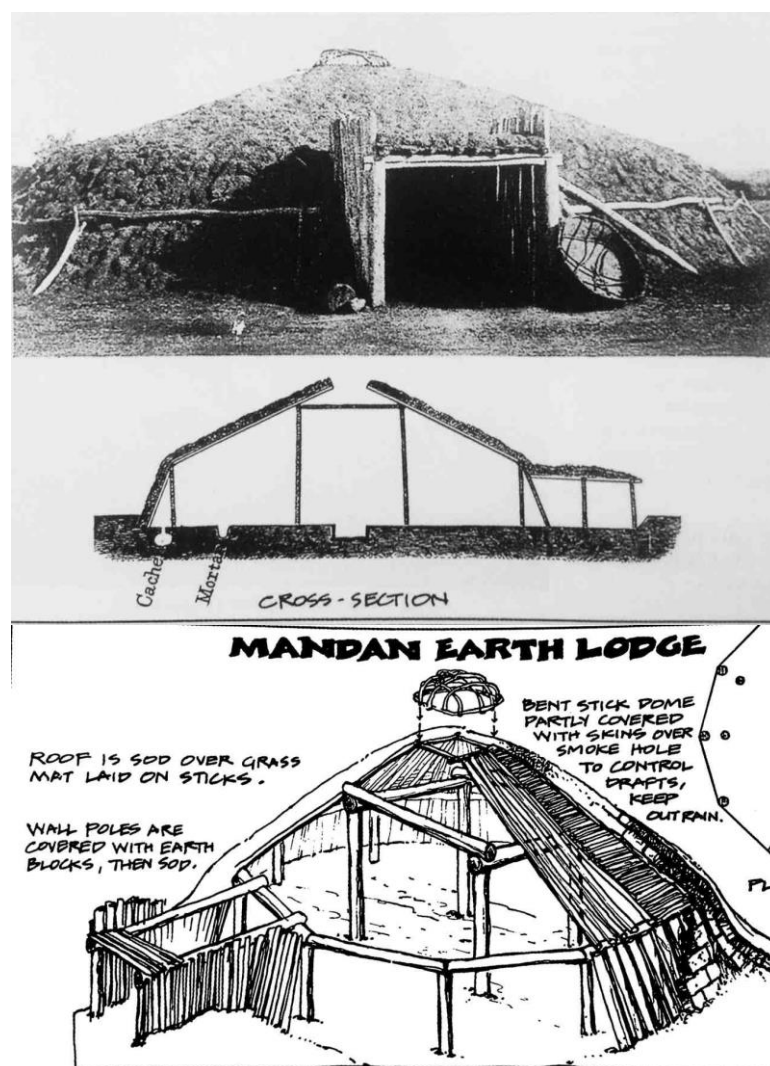


Figura 58: Esquema geométrico da Proporção Áurea.



Figuras 59 e 60: Povo Mandan, EUA, Norte do Missouri, moradia com arquitetura de domo/cúpula feita em estrutura de madeira e tijolos de adobe, coberto com terra e grama [Tradução livre deste pesquisador: o telhado é um gramado sobre uma esteira de varas. Os pilares da parede são cobertos com tijolos de adobe e sobre estes o gramado. A cúpula feita de varas tortas é parcialmente coberta com peles de animais sobre o buraco de saída da fumaça para impedir a entrada da chuva].

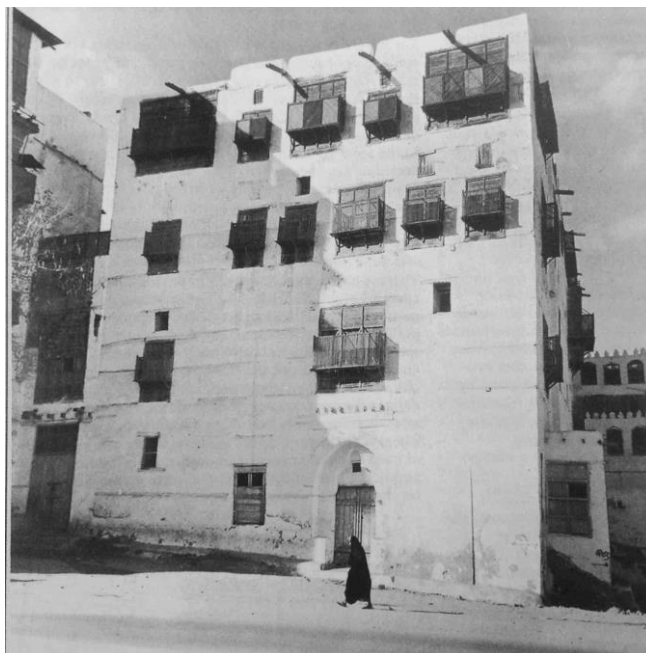


Figura 61: Jeddah, Arábia Saudita, edifício feito de tijolos de adobe



Figura 62: Samoa, Polinésia, Oceania, 1903, estrutura de bambu coberto com palha de cana de açúcar, piso de coral esmagado coberto com tapetes de relva.

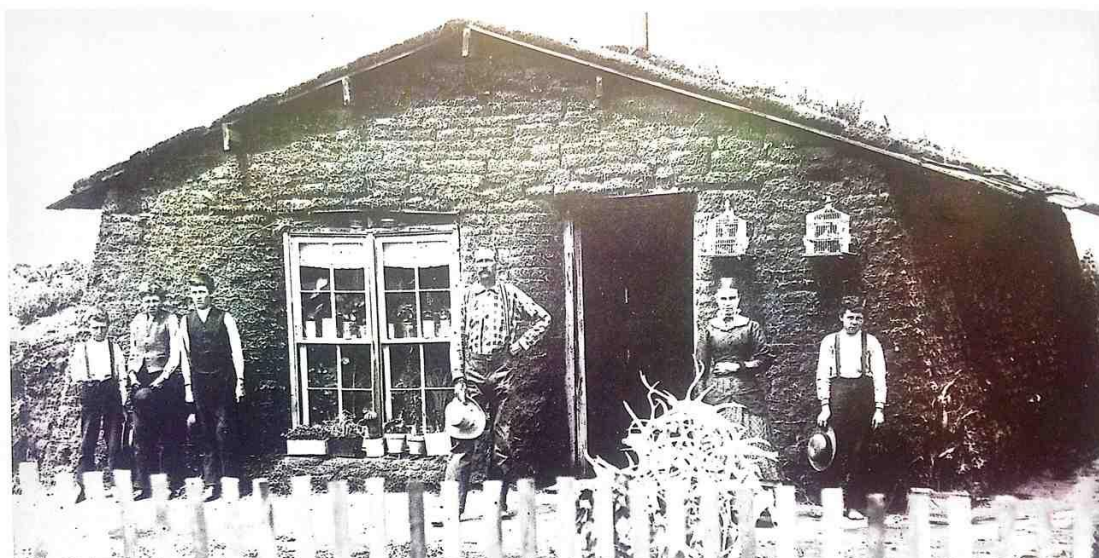


Figura 63: moradia feita de tijolos de adobe, EUA, Nebraska, 1886.

Nas imagens anteriores podemos notar a íntima relação da arquitetura das casas construídas com materiais da sua própria região, caracterizando o método artesanal da autoconstrução em diversas partes do mundo. A seguir podemos ver a ressignificação do yurt, a tradicional moradia dos povos da Mongólia e da Turquia. Num exemplo de confluência da sabedoria antiga com a moderna, esta moradia foi modificada para as demandas sociais atuais.

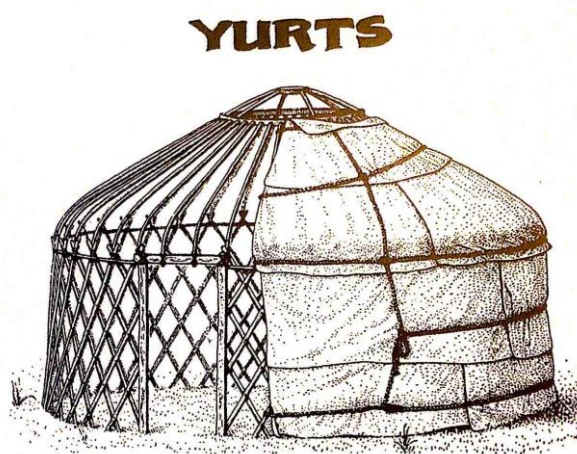


Figura 64: Yurt, moradia comum dos povos nômades da Mongólia e outras regiões do Oriente médio e Ásia Central, feita com paredes retráteis de varas de madeira, coberta com pele de animais amarrada. Uma única habitação destas é carregada por um ou dois camelos, e é geralmente montada por vários homens em meia hora.



O Yurt, é uma tipologia leve para transportar, de fácil montagem e desmontagem no sistema de autoconstrução (figura 64). Este sistema estrutural vem sendo redesenhado com materiais e técnicas contemporâneas, para ser explorado para fins comerciais em tendas temporárias e habitações permanentes nas cidades (figuras 65 e 66).



Figura 65: Yurt moderno, feito com materiais industrializados. Esta moradia é comercializada a baixo custo nos EUA (imagem extraída do site da empresa *Yurts of America*, <http://www.yurtsofamerica.com/gallery.html>, no dia 15/04/2015).

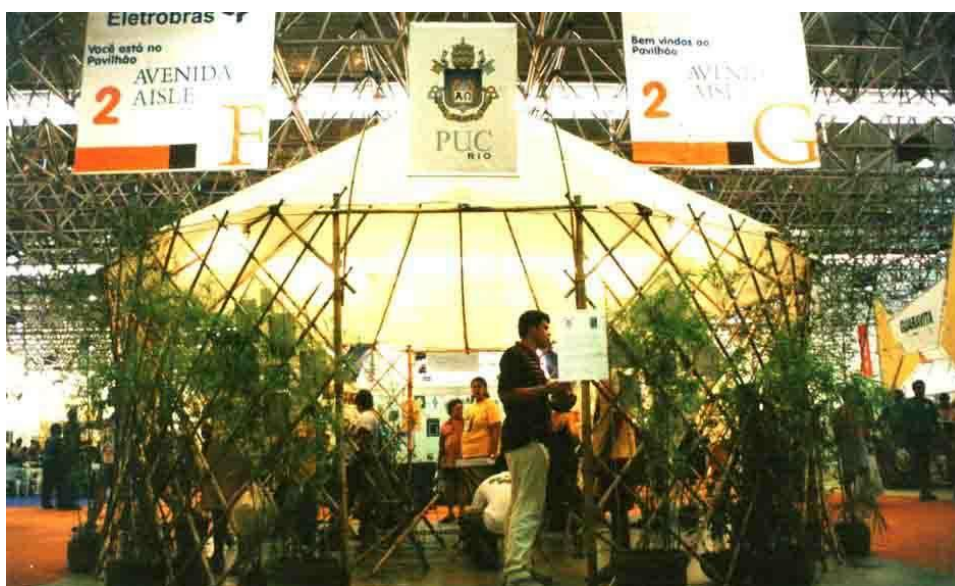


Figura 66: “Yurt” montado na Feira da Providência, estande da PUC-Rio, empresa montadora Bambutec Design, 2001.

Foi de grande importância a referência de Kahn & Easton, que representa um dos traços da cultura do sul da Califórnia e segue uma linha de trabalho que tem profundas raízes no uso e preservação da região. Este traço cultural é uma inspiração presente no *The Ecology Center*, que disponibiliza cursos onde são aprendidas técnicas para transformar o ambiente mantendo uma relação de sustentabilidade entre uso e conservação – como o uso da água, a agricultura, o uso de matérias primas para construção e fabricação de artefatos.

Trazendo a temática para atualidade, os autores visam estimular a readaptação do modo de viver contemporâneo nas cidades, incluindo as ações humanas, os objetos e a infraestrutura. O livro *Shelter* é sobre casas simples, materiais naturais e engenhosidade humana, “sobre descobertas, trabalho pesado, que seriam as joias da autossuficiência e liberdade”, onde os abrigos e casas, denominados *Shelter* seriam “mais do que um telhado sobre a cabeça” (KAHN & EASTON, 1973. 3).

Este livro não é sobre sair da cidade para morar em cavernas e plantar toda a sua própria comida. Também não é baseado na ideia de que todos podem encontrar um espaço na área rural ou tampouco em cima de uma ligação sentimental com o passado. É, antes de mais nada, encontrar um novo e necessário equilíbrio em nossas vidas entre o que pode ser feito à mão e o que ainda deve ser feito por uma máquina. Nos tempos que estão por vir, vamos ter de encontrar um equilíbrio ágil e sensível entre as competências ainda utilizáveis e sabedoria do passado e os produtos sustentáveis e invenções do século XX. Seja por necessidade ou escolha, pode haver um renascimento do trabalho manual na América. Certamente somos capazes e esses talentos latentes inerentes podem revelar-se como alguns dos nossos recursos mais valiosos no futuro (KAHN & EASTON, 1973. 3).

Este “renascimento do trabalho manual na América” citado, denota o anseio pela valorização deste tipo de trabalho frente à expansão da mecanização nos processos produtivos industriais que o substituem.

Esta referência representa o espírito do povo californiano e nos situa no panorama cultural deste estado norte-americano onde se delineia a pesquisa. A Proposição Central, que norteou o Plano de Pesquisa por meio de observação participante, foi:

Acreditamos que o nosso trabalho, por possuir objetivos e características em comum com a cultura local (sustentabilidade, ecologia) e se alinhar



com as propostas do *The Ecology Center*, será bem recebido pelos voluntários. Se o trabalho é bem recebido, isso nos leva a crer que podemos gerar, através das oficinas, objetos úteis para uso no local, e que ao final do processo um objeto será produzido e posteriormente testado em campo cultural.

Nosso objetivo de pesquisa nesse estudo de caso é verificar qual a visão dos californianos em relação às atividades realizadas por nós – processos artesanais com bambu para confecção de objetos simples – e se consideram possível se chegar a um objeto útil para o *The Ecology Center* e para o sul da Califórnia a partir dessas atividades. Assim, estabelecemos 2 **focos** para a nossa observação participante (1) pontual, na relação que se dá entre os voluntários de cada oficina e a metodologia de trabalho proposta nas atividades; e (2) geral, nos desdobramentos de cada oficina para se alcançar o resultado final. Estas seriam as questões específicas subjacentes à proposição central. Notem que a primeira questão se refere ao foco pontual que foi analisado ao final de cada oficina, e a segunda questão se relaciona com o foco geral, analisado ao final. O desdobramento das oficinas seguintes se dariam a partir dessas conclusões com a participação do presidente Evan Marks. Isso nos leva a crer que, se os voluntários não se adaptassem à metodologia ou não se interessassem pelas oficinas decorrentes, provavelmente as chances de continuidade da pesquisa seriam pequenas. O “motor” e o “termômetro” que movimentam as atividades do EC são o bom desempenho nas atividades com os voluntários, que se dedicam e muitas vezes pagam pelas experiências vividas.

No caso do objeto final resultante das atividades, ele pode ser considerado um protótipo, que contém uma ideia que é o desdobramento da interação entre nós e o *The Ecology Center*. Acreditamos que com a experiência poderíamos dimensionar o potencial do nosso trabalho para a região sul da Califórnia, e obter uma nova ótica sobre a produção e o uso de objetos de bambu, que pudesse dar suporte a novas atividades nesse espaço. Assim, a experiência seria inovadora para ambos – para a pesquisa do LILD, realizada em um novo contexto geográfico e para a ONG *The Ecology Center*. Para o desdobramento da pesquisa sem dúvida

alguma seriam necessários voluntários interessados na temática, condição que também foi identificada no primeiro estudo de caso realizado na Escola Parque.

Como unidades de análise destacamos: (1) o processo construtivo adaptado ao contexto geográfico do EC, (2) o desempenho dos indivíduos voluntários nas oficinas no EC. O objeto gerado deve ser capaz de dar suporte às atividades que são realizadas periodicamente no EC.

A partir desta experiência, acreditamos ser válido provocar o debate sobre os materiais e as técnicas construtivas não convencionais, estimulando os voluntários a repensarem o modelo convencional, promovendo a aprendizagem de uma técnica para uso próprio ou em comunidade.

No estudo de caso 2 em campo cultural, realizado no *The Ecology Center*, as partes envolvidas foram: nós (pesquisadores); o EC, representado por Evan Marks; e os voluntários. Para Evan o principal interesse estava na realização de práticas inovadoras, relacionadas a ecologia e sustentabilidade, no espaço do EC. As montagens de estruturas de bambu atraíam o interesse do presidente da ONG, pois era raro algum especialista neste tema ali, provocando a reflexão acerca das técnicas e materiais construtivos. Para os voluntários, a prática era atraente por ser única naquela região, uma vez que a grande maioria nunca havia manuseado bambus para a montagem de uma estrutura simples. Esses indivíduos estavam interessados em uma experiência nova, ligada a ecologia, com atividades práticas manuais, e que tivesse começo e fim no mesmo dia, ou seja, uma experiência pontual. Para nós, com foco na pesquisa, não bastava apenas confirmar a acessibilidade das técnicas, era preciso saber se os objetos gerados tinham potencial para serem eficientes e úteis aos indivíduos inseridos na cultura californiana.

#### **4.1.3**

##### **As Oficinas no *The Ecology Center***

Veremos a seguir um resumo das oficinas promovidas no *The Ecology Center*. Pudemos confirmar o interesse e a valorização do nosso trabalho pela

ONG devido à continuidade das oficinas ao longo do processo. Isso porque as oficinas eram marcadas uma de cada vez, considerando a realização de uma e a avaliação dos resultados alcançados. A ONG possuía um cronograma de atividades e eventos, porém, a inclusão de nossas atividades não seguiu este cronograma previamente agendado. Ao final de cada oficina realizada, os membros da ONG – a partir da palavra final de Evan Marks – nos convidavam para uma nova intervenção. Ao final da primeira oficina intitulada *The Earth Day*, em abril, fomos convidados para participar do 5º aniversário do *Center for Living Peace*, na Universidade da Califórnia – Irvine. Após este outro evento, nos convidaram para participar do *Switchfoot BRO-AM*, na praia de *Encinitas*, em *San Diego*; *Field Trip High School*; *Bamboo Course for volunteers*; *Bamboo Lesson for High School Teachers from San Diego*; e *Hurley Pro at Trestles*. Concluímos que, cada experiência realizada era avaliada positivamente e, assim, surgia o convite para uma próxima investida.

Os membros do EC que estiveram mais próximos das oficinas foram: Evan Marks (Presidente-fundador), Meg Hiesinger (programas educacionais) e Jeff Davies (relações públicas). Porém, era o Evan que vislumbrava sempre uma nova oportunidade para alguma intervenção, ele era quem dava a direção dos trabalhos do EC e definia as metas.

No total foram sete oficinas em atividades junto ao *The Ecology Center*. A seguir descreveremos brevemente as oficinas realizadas e no Apêndice 3 as experiências estão descritas em detalhes: *The Earth Day*, dia 5/4/2014; *5th Birthday of the Center for Living Peace*, dia 14/05/2014; *Switchfoot BRO-AM*, dia 12/07/2014; *Field Trip High School*, dia 20/07/2014; *Bamboo Course for volunteers*, dia 16/08/2014; *Bamboo Lesson for High School Teachers from San Diego*, dia 21/08/2014;

#### 4.1.4

#### **The Earth Day (O Dia do Meio Ambiente): o início das atividades no The Ecology Center**

O *The Ecology Center* promoveu uma grande comemoração em sua sede, no dia 5 de abril de 2014, Dia do Meio Ambiente (*The Earth Day*). Este dia é equivalente ao Dia do Meio Ambiente aqui no Brasil e é quando a comunidade do sul da Califórnia se reúne para atividades em homenagem à causa da conservação da natureza. Uma grande festa gratuita é promovida pela ONG, que convida toda a comunidade para esta celebração. Pais e filhos se envolvem em atividades tais como: música ao vivo, comidas naturais, coleta de frutas nas árvores frutíferas, oficinas com materiais construtivos ecológicos, tratamentos com remédios naturais obtidos na horta orgânica, plantio de sementes de árvores, coleta de água do lençol freático. Este é um dos dias mais importantes para a causa da conservação da natureza no sul da Califórnia.

Nesta primeira ocasião, fui convidado para coordenar a oficina denominada *Shelter*, que se propunha a reunir voluntários para a construção de estruturas com materiais simples para serem utilizadas na festa como um abrigo temporário para as crianças. Nesta oficina foram disponibilizados bambus e cordas para a construção da estrutura por crianças e seus pais.

Tendo em vista o bom desempenho do sistema estrutural da treliça de bambu com conexões amarradas no estudo de campo de construção da sala de aula na Escola Parque, optamos por trabalhar com esse sistema, que já havia provado ser acessível quando executado por indivíduos sem capacitação. Portanto optamos por experimentá-lo agora nesse novo contexto, observando qual objeto seria formado a partir desta unidade do jogo das formas. A ideia inicial foi a de construir a treliça sem propor qual seria o tipo de uso para ela e aguardar para ouvir as propostas dos participantes após verem a estrutura pronta.

A oficina se iniciou com cinco participantes, três com idades entre 10 e 15 anos, além da mãe de um deles. A ordem do trabalho era: escolher os colmos de bambu que tinham o mesmo tamanho, marcá-los com lápis no ponto onde seriam amarradas as conexões, aprender o nó fiel (conhecido como *Clove Hitch*) e por fim amarrá-los. Após a conclusão desta simples construção, a proposta era ouvir

os comentários dos participantes e incentiva-los a pensar sobre como transformá-la num abrigo temporário, ou *shelter*.



Figura 67: Marcação dos colmos de bambu para a amarração da treliça, *The Ecology Center*, 2014.



Figura 68: Aprendizagem do nó fiel (*Clove Hitch*) e amarração das conexões da treliça, *The Ecology Center*, 2014.





Figura 69: Treliça em fase final de fabricação.



Figura 70, 71, 72 e 73: Descobrimo o princípio pantográfico da treliça a partir da ação de abrir e fechar a estrutura.

Após a conclusão do processo de fabricação, os participantes manusearam a treliça, abrindo-a e fechando-a, como pode ser visto nas figuras acima, e



definiram uma maneira de estabilizá-la e cobri-la. Nesse momento, permaneci como observador, apenas explicando as características da estrutura e sem propor uma forma final. Rapidamente os participantes posicionaram a treliça em formato de “meia-lua”, posicionaram bambus no eixo central do diâmetro de sua semicircunferência e amarraram-nos, utilizando o mesmo nó fiel e cobriram-na com panos de algodão disponíveis.



Figura 74: Posicionando colmos de bambu no eixo central da semicircunferência para estabilizar a cobertura de tecido de algodão.



Figura 75: Forma final do *shelter* com cobertura de tecido de algodão.





Figura 76: Forma final do *shelter* com cobertura de tecido de algodão.

Após a conclusão do *shelter* de treliça, outros voluntários solicitaram ajuda para construir o tradicional abrigo dos índios norte-americanos, o Tipi. Nesta experiência, eu solicitei que os pais o construíssem com os filhos, usando o nó fiel (clove hitch); novamente a atividade envolveu os voluntários num trabalho coletivo.



Figura 77: Crianças montando o tipi.



Figura 78: Crianças brincando nos tipis.

Os membros do EC disseram que, a cada ano, o único modelo de *shelter* montado é o Tipi, pois, de acordo com os membros do EC, esse é o tipo de estrutura que eles costumam montar junto com os voluntários por sua facilidade e acessibilidade de montagem, além de sua relação com os povos tradicionais indígenas que habitavam aquele espaço no período pré-moderno. Montar o Tipi representa entrar em contato com esta tradição, valorizando sua cultura material. Novamente confirmamos a hipótese de que não havia um indivíduo no EC que tratasse das questões relativas à arquitetura e à habitabilidade não convencionais, associadas aos preceitos da ecologia e da sustentabilidade.

Concluimos esta atividade com sucesso, recebendo elogios dos participantes; muitas das pessoas que não haviam participado da construção mencionaram que desejavam aprender a construir a sua própria. O presidente da ONG, Evan Marks, falou que este modelo serviria como uma *beach shade* ou *beach tent*, ou seja, uma barraca de praia. Sendo leve, fácil de transportar e montar, seria uma boa ideia que nos agradou e, assim, ficamos ansiosos para fazer este teste de uso. Um novo convite foi feito para participarmos do próximo evento com o The Ecology Center que seria a comemoração do 5º aniversário do Center for Living Peace (Centro de Paz pela Vida).



A ideia de Evan, que consistia no abrigo (*shelter*) feito do arco de treliça ser adaptado ao uso como barraca de praia (*beach tent*), nos interessou pois poderia ser o objeto que faríamos como desdobramento desta parceria e resultado das experiências propostas. Então, no evento realizado na praia de Encinitas, em San Diego (*Switchfoot BRO-AM*) fomos novamente convidados a participar e propusemos um primeiro teste desta barraca de praia. Montamos com um tecido de canga de praia improvisado, notem que como o tecido era curto, a sombra ficou reduzida. Concluímos que para obter uma área de sombra maior, era necessário um tecido maior.



Figura 79: barraca de praia montada no evento Switchfoot BROA-AM, em Encinitas, San Diego.

Neste evento percebemos o potencial do objeto, ao avaliarmos sua leveza para o transporte, sua simplicidade na montagem e sua aparência interessante e diferente do modelo não convencional de barraca feita de bambu.

Dando continuidade à ideia, aproveitamos o curso de bambu (*Bamboo Course for Volunteers*) para refazer uma treliça para ser utilizada no nosso último evento junto ao EC, que aconteceria durante a etapa californiana do campeonato mundial de surfe profissional, onde a ONG tinha um estande próprio.



Figura 80 : amarração da treliça com o nó fiel (clove hitch)



Figura 81: arco montado com um tecido de algodão na sede do The Ecology Center.

Esta nova confecção da treliça com tecido nos convenceu de que estávamos preparados para apresenta-la em um evento com público. Contudo, o

tecido improvisado ainda precisaria de certos ajustes e acabamentos. Assim, a nossa última experiência foi realizada no *Hurley Pro at Trestles*, a etapa californiana do campeonato mundial de surfe, ocorrida entre os dias 09 e 20 de setembro de 2014. Esta foi uma das mais importantes atividades junto com a primeira (*The Earth Day*). Podemos ver na descrição a seguir que, tivemos um rico desfecho das oficinas nesta montagem da barraca de praia não convencional (*beach tent* ou *beach shade*) no tradicional evento do sul da Califórnia.

#### 4.1.5 Hurley Pro na praia de Trestles

Entre os dias 09 e 20 de setembro de 2014, realizamos a montagem da barraca de praia de bambu junto ao estande do *The Ecology Center*, na 8ª Etapa da primeira divisão do circuito mundial de surfe profissional, na praia de *Lower Trestles, San Onofre Beach Park, Orange County*. Esta seria a conclusão do processo que se iniciou no *The Earth Day* com a montagem da treliça para ser utilizada como *shelter*, passando pelas experiências de montagem desta barraca no evento na praia de *Encinitas (Switchfoot BRO-AM)*, pela fabricação da treliça, detalhando o passo a passo no curso (*Bamboo Course for volunteers*), até esta oportunidade de inseri-la com um uso específico, ao expô-la para diversas pessoas nesse evento.

A preparação da barraca incluía basicamente a preparação da cobertura, pois o arco de treliça já estava pronto desde o curso, quando detalhamos o passo a passo da fabricação dessa estrutura. Para a preparação da cobertura, teríamos de colocar ilhoses nos pontos em que o tecido de algodão seria ancorado no arco e adicionar cordas para a amarração. Como este era um material que havia sido reaproveitado do EC, precisamos pintá-lo, já que estava cheio de manchas devido aos diversos usos anteriores. Escolhemos pintar algumas partes que se encontravam mais manchadas e incluir a marca do principal patrocinador do campeonato e do EC. Após a pintura, o material estaria pronto para ser compactado e transportado, a fim de ser montado junto ao estande do EC.



O primeiro passo para a preparação da barraca foi a medição da treliça aberta para a colocação dos tecidos e a marcação dos pontos onde seriam inseridos ilhoses; através deles passariam as cordas que serviriam para a ancoragem no arco. Dois tecidos foram combinados para cobrir essa área, chegando a um tamanho total de 5m x 1,40m. Foram inseridos nove ilhoses em cada lateral e três na base, ficando a treliça no total com 20 ilhoses, portanto, 20 pontos de amarração para a ancoragem.

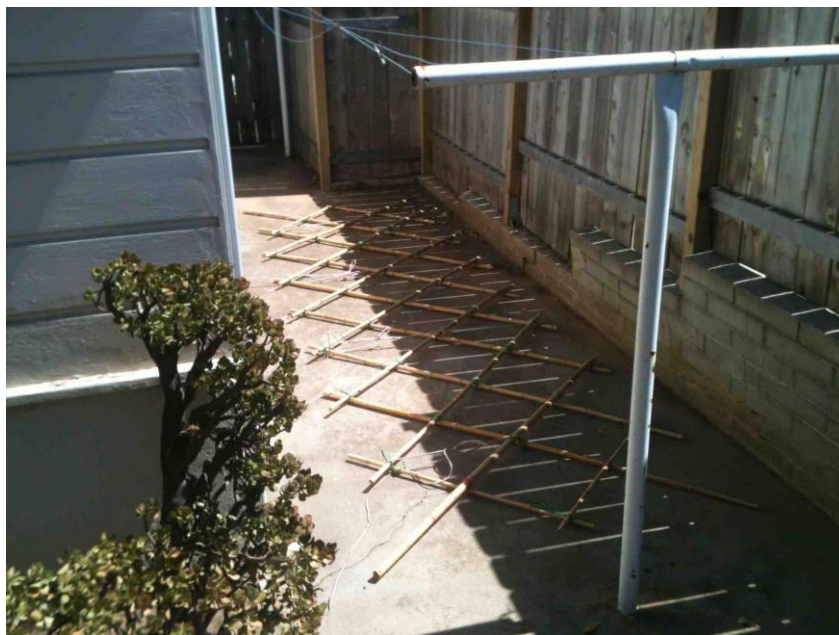


Figura 82: Abertura da treliça para a medição do tecido.



Figura 83: Colocação dos tecidos e medição dos pontos de amarração.



Figura 84: Ilhós situado na junta da treliça para a ancoragem no arco.

Após a adição de ilhoses para ancoragem, inserimos as cordas, ancoramos o tecido na treliça e passamos os cabos transversais de suporte do arco. Em seguida, abrimos o arco para testar a sua estabilidade.



Figura 85: Colocação dos cabos transversais de suporte para a estabilização da treliça em arco.



Figura 86: Armação do arco para verificação inicial da sua estabilidade.

Confirmando a estabilidade da estrutura em arco, pudemos passar para o próximo passo que seria o da pintura. Identificamos os pontos onde o tecido estava mais manchado e pintamos nesses locais. Optamos por utilizar a técnica do *stencil* aplicada com um rolinho em uma máscara feita de um papel plastificado de gramatura grossa, para não encharcar com a tinta; usamos a cor azul, que é uma das cores da identidade visual do EC. O desenho escolhido foi a logomarca da empresa que patrocinava o campeonato de surfe, que é também um dos patrocinadores da ONG.





Figura 87: Pintura do tecido com rolinho.



Figura 88: Finalização da pintura nos pontos mais manchados.



Figura 89: Fechamento e compactação da barraca para o transporte.

A preparação da barraca foi finalizada com a pintura e, depois, a compactação dela para o transporte até a praia de *Lower Trestles*, para o evento no Parque Estadual de *San Onofre*, que ocorreria em uma semana. Montamos a barraca alguns dias antes do início da competição, junto ao estande do EC que, nesse ano, tinha como arquitetura uma estrutura geodésica metálica.

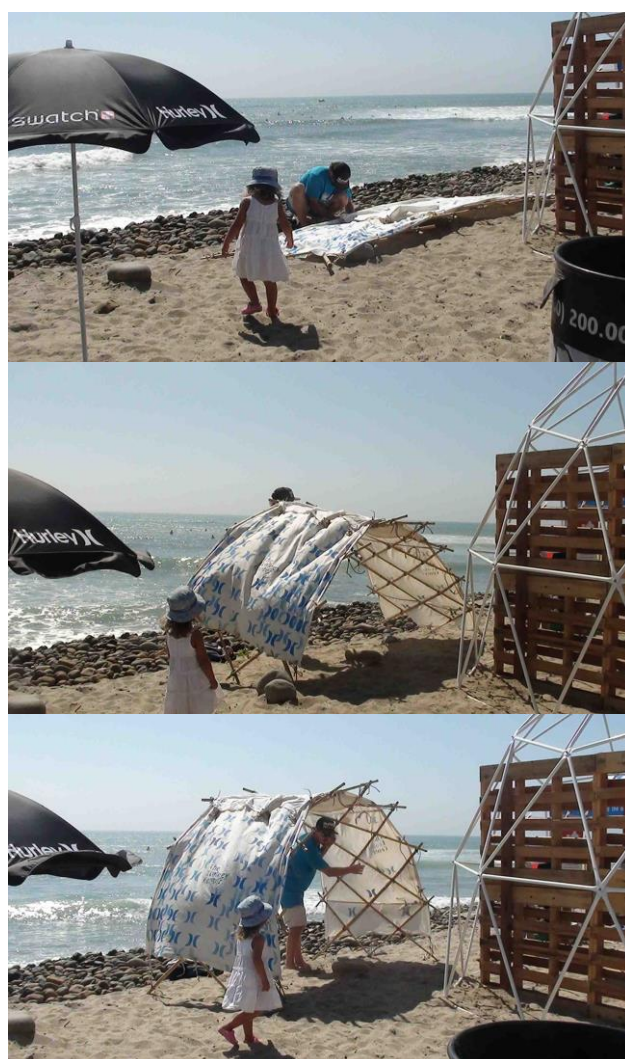


Figura 90: Chegada ao campeonato com a barraca de praia.





Figura 91: Início da montagem da barraca de praia.



Figuras 92, 93 e 94: Montagem do arco e estabilização



Figura 95: Barraca de praia posicionada junto do estande do *The Ecology Center*.

Com a praia vazia, pudemos escolher um bom local para a montagem da barraca. A ideia era associar essa iniciativa aos preceitos ecológicos do EC, na apresentação aos visitantes que vinham ver o estande. Quanto ao uso da barraca, estabelecemos que ela ficaria disponível para quem quisesse utilizá-la; nós ficaríamos observando quem eram esses indivíduos e por que estavam ali; esse seria o nosso teste de uso, ou teste cultural.

No dia da inauguração do evento fomos conferir como a barraca estava sendo utilizada em meio a muitos espectadores. Conhecemos Bob Smith, um fotógrafo que esteve presente a todos os outros dias do evento e sempre posicionado na barraca. Bob deixava seus equipamentos protegidos na sombra, enquanto tirava as fotos do lado de fora; no intervalo da competição, quando não havia atletas na água, ele descansava na sombra do interior da barraca.





Figuras 96 e 97: Situação das barracas e dos indivíduos compartilhando o espaço da praia.



Figuras 98 e 99: O fotógrafo Bob posicionado para tirar fotos e outros indivíduos compartilhando a barraca.

Bob nos disse que, para garantir o seu espaço na sombra da barraca, ele precisava chegar às 6:00h da manhã, sendo que a competição começava somente às 8:00h. Era comum que ele compartilhasse a barraca com outras pessoas, como podemos ver nas figuras acima. Este é mais um aspecto comum na cultura californiana, em que o espaço público é sempre compartilhado com muita ordem. Nesse caso o objetivo era que todos estivessem confortáveis para aproveitar o evento. Perguntamos ao fotógrafo Bob sobre o porquê de ele escolher essa barraca para se posicionar em todos os dias da competição. Bob disse que essa barraca tinha uma boa área protegida do sol e não voava facilmente, como as tradicionais *umbrellas*; além disso, estava bem posicionada em relação à localização dos



atletas dentro d'água. Outra característica era a de que os espectadores que estavam atrás dela conseguiam ver a competição que ocorria do outro lado. O fotógrafo também elogiou a estética do arco feito de bambu, tornando-a “uma barraca diferente e portanto, atraente”, gerando uma curiosidade em relação ao seu funcionamento. Bob ainda nos perguntou se a estávamos vendendo, pois nesse caso ele estava interessado em adquirir uma. As diferentes pessoas que haviam estado no evento em todos os dias e que haviam utilizado a barraca, também foram questionadas sobre o porquê de a estarem utilizando e, de maneira geral, todos responderam que a haviam utilizado devido à sombra e à estética atraente e diferenciada; notamos que a curiosidade e o encantamento moveu esses indivíduos a experimentarem a barraca. Concluimos também que, como o evento estava cheio e o sol muito quente (pois era verão), a disponibilidade da sombra da barraca também havia atraído as pessoas. Ao final de nossa conversa, Bob nos perguntou se, no ano seguinte, haveria mais barracas como essa no evento, o que nos fez pensar que ele gostaria se houvesse.

A seguir, descreveremos como foi a experiência científica, no campo situacional no SETH – UCI. Lembramos a importância de prosseguirmos com a pesquisa paralelamente nos campos situacional e cultural. No situacional, com olhares da Engenharia Estrutural e do Design, observando a resistência a esforços e o desempenho de conexões amarradas, pouco conhecidas pela engenharia civil. Conhecer os limites de cargas sobre a estrutura era uma questão, sempre visando o monitoramento para a segurança de uso e para a previsão de manutenção, potencializando a ampliação do conhecimento técnico para controle e previsibilidade de comportamento do objeto. No campo cultural, pudemos observar como se dá a relação do objeto com o uso proposto num espaço determinado, a relação com os usuários, o desempenho da função especificada. De maneira geral, verificamos que a investigação das formas constituídas com materiais e técnicas não convencionais, que reduzem os impactos ambientais, têm grande potencial de disseminação na Califórnia, dados esses obtido na experiência com os voluntários no *The Ecology Center*.

#### 4.2.

#### **O estudo de caso 3 em campo situacional: a treliça de bambu no Laboratório de Testes de Engenharia Estrutural da Universidade da Califórnia – Irvine (SETH-UCI): fabricação, montagem e preparação para testes.**

No atual estágio de pesquisa sobre bambu no Brasil, identificamos a potencialidade da convergência de áreas afins em prol do desenvolvimento científico desta planta, que sendo uma espécie natural da faixa tropical do planeta Terra tem ótimas condições de propagação. Julgamos que convergir áreas como Design, Engenharia, Arquitetura e Geografia, em prol do uso do bambu na sociedade, seria uma atitude desafiadora mas necessária, para se poder compreender e explorar o potencial do bambu de uma maneira ampla. Por outro lado, esta convergência não é comum sob o ponto de vista da pesquisa, uma vez que as áreas se acostumaram a trabalhar separadamente com objetivos próprios. Um ponto inicial para a convergência das abordagens é a criação de um objetivo em comum. Um objetivo que seja abordado pelas diferentes áreas que contribuem com suas ‘expertises’ e, inevitavelmente, adentram com suas questões em outras áreas parceiras. Este movimento coletivo acrescenta conhecimento para a causa em comum – no nosso caso, o uso estrutural do bambu – e também para as outras áreas, que retornam às suas práticas próprias com um conhecimento enriquecido pelas áreas parceiras.

É importante frisar que a reunião dos diferentes campos do saber é intrínseca na abordagem metodológica desta tese e já vem sendo disseminada na sociedade por meio de produtos e serviços. Resume-se a uma atitude de se convergir áreas do saber e de se realizar práticas em comum. Nesta atitude, reside a essência do trabalho de pesquisa do LILD, que almeja sempre a busca de novos contextos geográficos favoráveis para o progresso da pesquisa científica.

Na abordagem metodológica para o desenvolvimento da pesquisa no SETH-UCI, entendemos que a área do Design de Produto, representado por nós, teria uma contribuição com conhecimentos relativos ao bambu, às estruturas e seu comportamento estrutural básico. A Engenharia, por sua vez, representada pelo

professor Ayman Mosallam, nos daria um suporte para compreender melhor acerca do comportamento estrutural de alguma estrutura do Jogo das Formas.

A oportunidade de realizar um estudo de caso na Califórnia, junto ao Departamento de Engenharia Civil da UCI, com a orientação do professor Ayman Mosallam, foi bem recebida pelos coordenadores desta pesquisa, que viram a possibilidade de geração de conhecimento válido tanto para a Califórnia quanto para o Brasil. Boa parte dos avanços desta pesquisa, que resulta em estruturas mais inteligentes dos pontos de vista ambiental, estrutural e de usabilidade, deve-se à parceria entre essas áreas. Nesse sentido, buscamos estender esta experiência para a Califórnia, um dos centros tecnológicos de excelência que possui afinidades com a proposta pelo uso dos materiais e tecnologias não convencionais, também chamados por lá de *ecofriendly techniques /structures* (técnicas/estruturas ecológicas e amigáveis em relação ao meio ambiente).



Figura 100: O professor Ayman Mosallam e a professora Luiza Novaes na Escola Parque

A proposta para o Plano de Estudos que seria realizado no Laboratório SETH da UCI em 2013 e 2014, iniciou-se com a visita do professor Ayman Mosallam à PUC-Rio e à Escola Parque em agosto de 2013. Nesta visita, pudemos mostrar a nossa linha de pesquisa, as estruturas de bambu construídas no campus da PUC-Rio e também a estrutura construída pelos alunos na Escola Parque. A partir daí, pudemos expor o nosso interesse por testes de engenharia que pudessem nos dar informações sobre o comportamento estrutural dessas

estruturas leves de bambu desenvolvidas na PUC-Rio. O professor Mosallam, que demonstrou conhecimento em relação a materiais naturais como o bambu, fibras naturais e terra crua, interessou-se por fazer este estudo precursor na UCI, já que no SETH nunca haviam feito testes com colmos de bambu ou estruturas inteiras.

Este encontro possibilitou a definição do Plano de Estudos intitulado ‘Aspectos Transdisciplinares do Design das Estruturas Leves de Bambu’, que foi encaminhado à CAPES com uma solicitação de bolsa sanduíche para um período de estudos no exterior – para acesso ao Plano de Estudos aprovado ver **Apêndice 4**.

A aprovação do Plano de Estudos por parte da CAPES viabilizou o estágio que seria realizado por um ano na UCI. A concordância e autorização do professor Mosallam, para a realização do estudo no SETH, demonstraram que, atualmente, as pesquisas científicas dão apoio a iniciativas de cunho socioambiental, e os limites das áreas do saber – no caso Design e Engenharia – não se configuram como barreiras para a realização de pesquisas em parceria entre áreas afins.

#### **4.2.1**

##### **Início do Estudo de Caso 3 em campo situacional: o estágio na UCI**

O objetivo central deste estudo de caso foi promover um estudo em conjunto com a engenharia de estruturas, e verificar a viabilidade da pesquisa, pois não é usual nesta área se fazer experimentações com materiais não convencionais, como é o caso do bambu. O estudo buscou levantar dados técnicos acerca do comportamento estrutural de determinada unidade de jogo característica da nossa pesquisa.

A metodologia para este Estudo de Caso 3 seguiu as diretrizes do Plano de Estudos aprovado pela CAPES e foi detalhada a partir do nosso primeiro encontro com o professor Mosallam no laboratório SETH. Primeiramente (1) compreender



a ótica da Engenharia de estruturas por meio da capacitação para trabalhar no laboratório, incluindo uso de máquinas, instrumentos e ferramentas; (2) dar assistência aos alunos de pós-graduação da Engenharia Civil nos testes estruturais realizados no laboratório; (3) propor uma unidade de jogo em bambu para ser fabricada e testada; (4) elaborar um estudo em modelo reduzido representando o modelo em escala real; (5) fabricar o modelo em escala real, montar e preparar para o teste; (6) testar; (7) analisar os resultados e refletir sobre os próximos passos a serem seguidos em pesquisas futuras.

No mês seguinte à visita do professor Mosallam à PUC-Rio, fomos para a Califórnia, para iniciar o estágio no laboratório SETH-UCI. Em setembro de 2013 iniciou-se o estágio. Havíamos acertado com o orientador estrangeiro que primeiramente faríamos o treinamento para uso do laboratório e desenvolveríamos uma proposta para a estrutura de bambu que seria construída e testada. O treinamento se resumia ao cumprimento dos cursos de capacitação para operação dos instrumentos/ferramental, cursos de segurança do trabalho e a assistência aos alunos Naif Ghabban (Doutorado) e Brian Botello (Mestrado). Por cinco meses participamos de assistência a 27 testes em experimentos relativos às pesquisas de Ghabban e Botello. Ghabban finalizou seu Doutorado em dezembro de 2014 e Botello finalizou o seu mestrado em março de 2014.

No período de treinamento, entre setembro de 2013 e março de 2014, ocorreu a capacitação para realização de testes em estruturas de concreto e ferro. Este período foi propício para a elaboração de uma proposta coerente com a infraestrutura disponível de materiais, instrumentos, tempo e espaço. A proposta deveria prever uma estrutura de bambu para ser testada no SETH, como fonte de informações relativas ao seu comportamento estrutural.



Figuras 101, 102, 103, 104, 105, 106: Alguns dos testes de estruturas realizados na assistência aos alunos de pós-graduação: transporte dos espécimes, preparação para o teste, descarte dos espécimes.

O processo criativo foi estimulado pelo exercício dado pelo professor Mosallam, que correspondia a elaboração de uma habitação para o Rio de Janeiro, que estivesse em acordo com a disponibilidade de matéria-prima local, com o clima e com demais características geográficas do local de inserção desse objeto. O professor cedeu um *software* para auxiliar na análise do ciclo de vida do objeto (ou *LCA – Life Cycle Assessment*), chamado *CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency)*, além de alguns artigos científicos com foco em materiais e técnicas não convencionais.

O exercício para elaborar esta habitação foi um pontapé inicial para pensarmos na estrutura ou unidade de jogo, que poderíamos testar mais adiante. O

estudo partiu do princípio estrutural da treliça amarrada de bambu, na mesma escala daquela construída no estudo de caso da Escola Parque. Aos poucos avançávamos com o conhecimento aprofundado do *software* CASBEE, com a produção de modelos em escala reduzida e com a representação dos modelos no *software* AUTOCAD. O sistema da treliça de bambu sempre havia sido utilizado em diferentes composições de Jogo, portanto, para elaborar uma habitação, precisávamos reorganizar essa forma para que apresentasse uma composição adequada para os padrões convencionais de uma moradia – paredes retas, planta quadrada.



Figura 107: Modelo reduzido de habitação, elaborada no exercício.

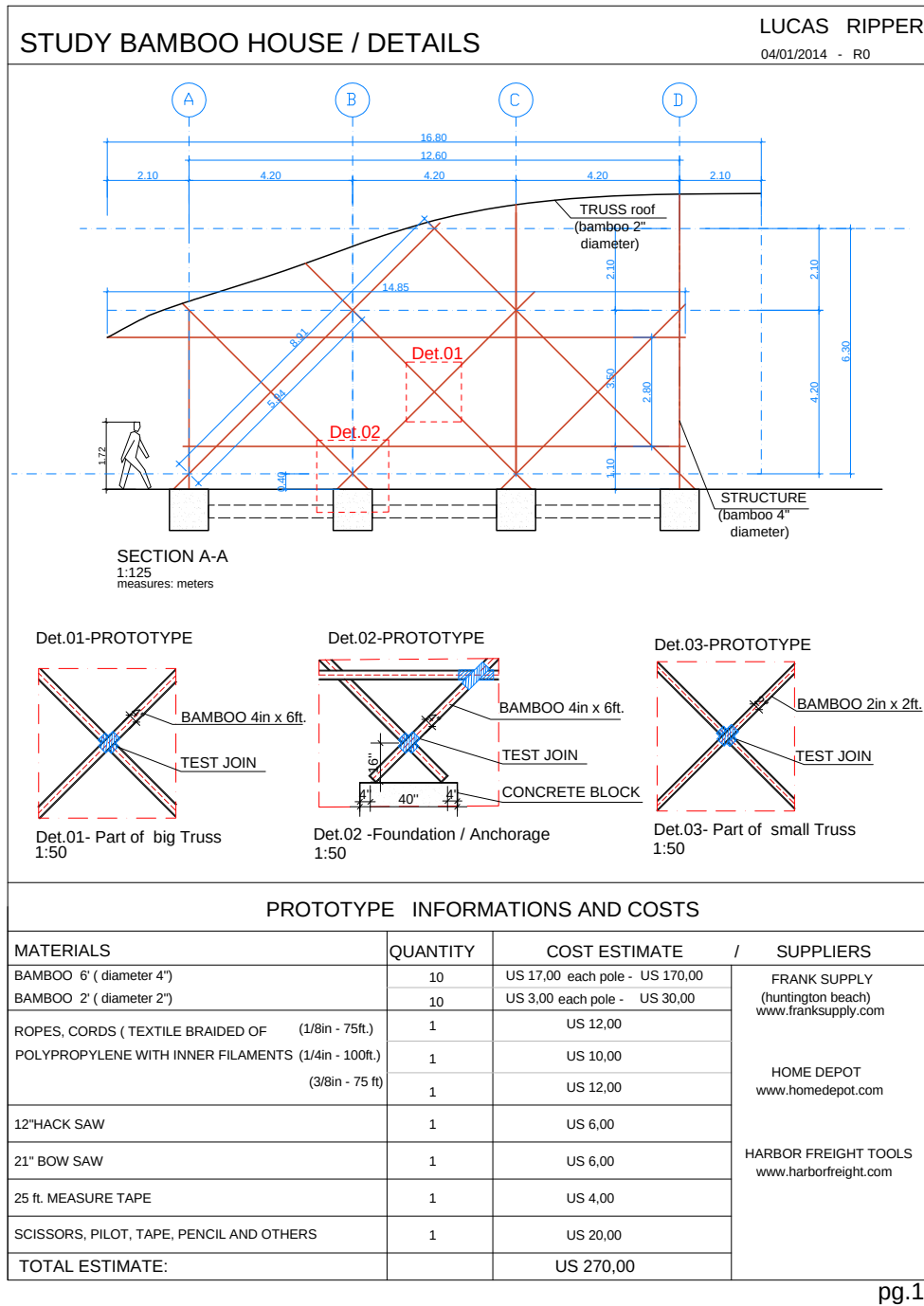


Figura 108: Vista lateral da estrutura da habitação e estimativa de custo de fabricação do protótipo



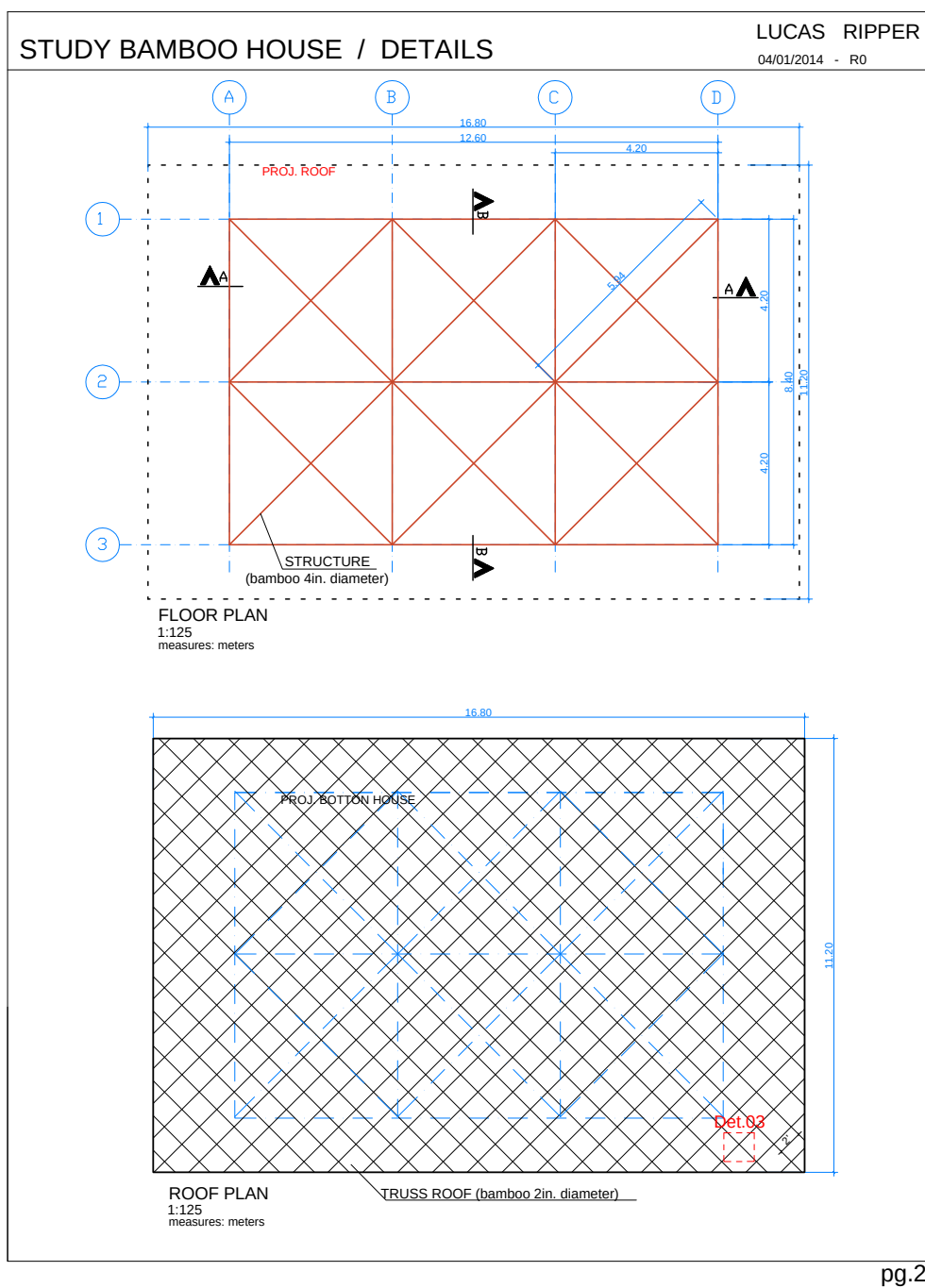


Figura 109: Planta da estrutura de cobertura.

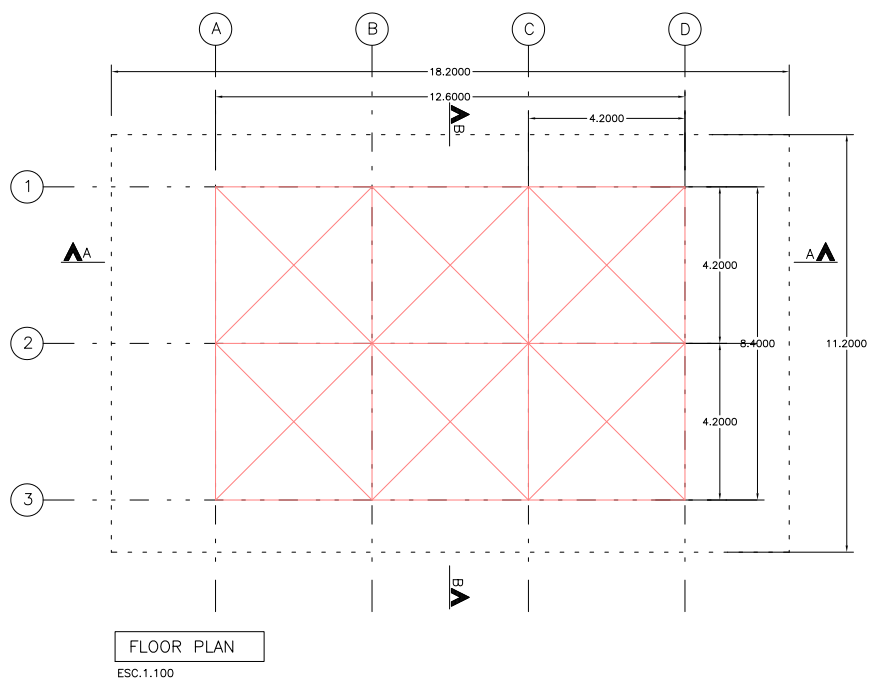


Figura 110: Estrutura do piso da habitação.

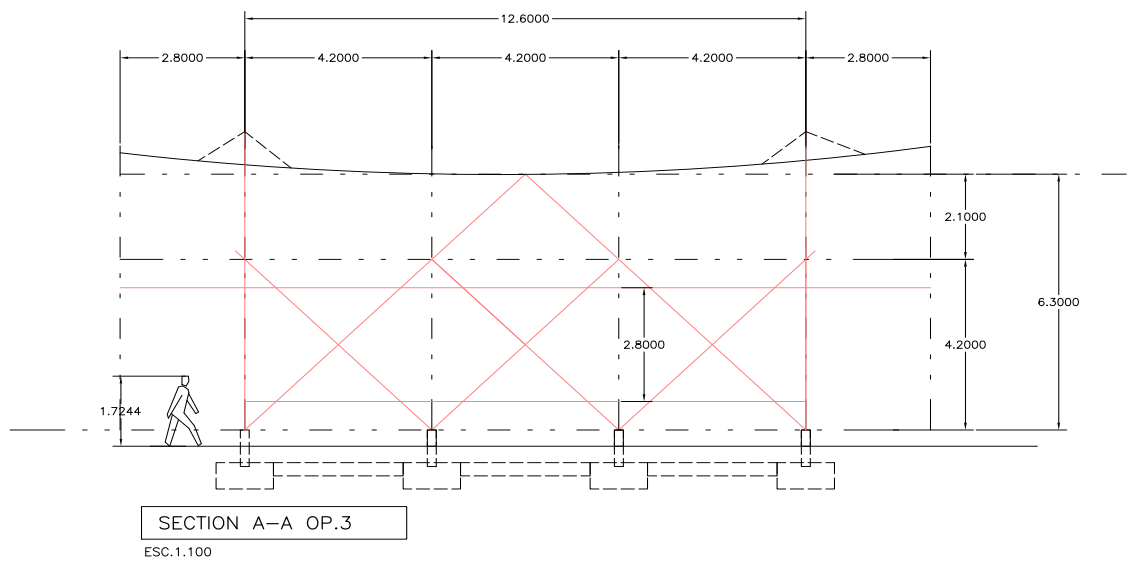


Figura 111: Opção de cobertura.

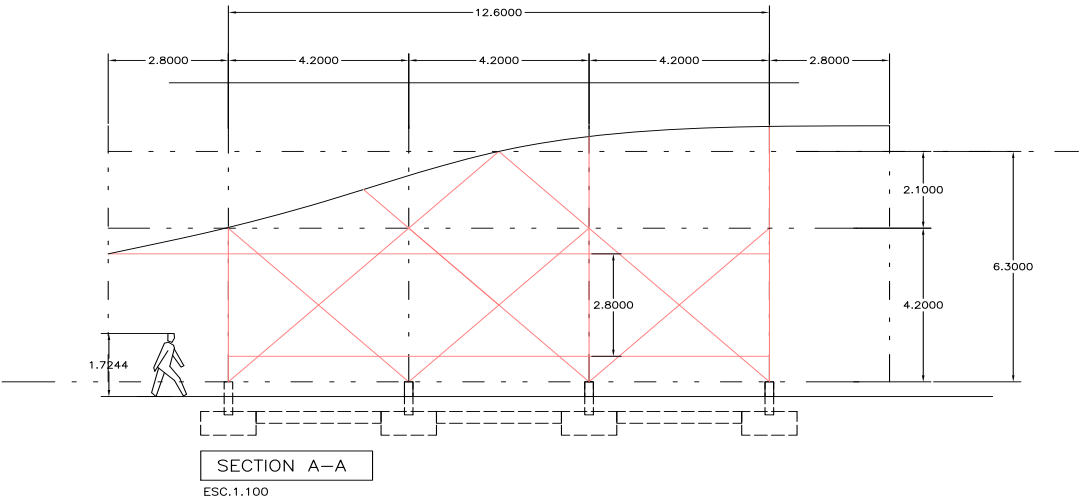


Figura 112: opção de cobertura.

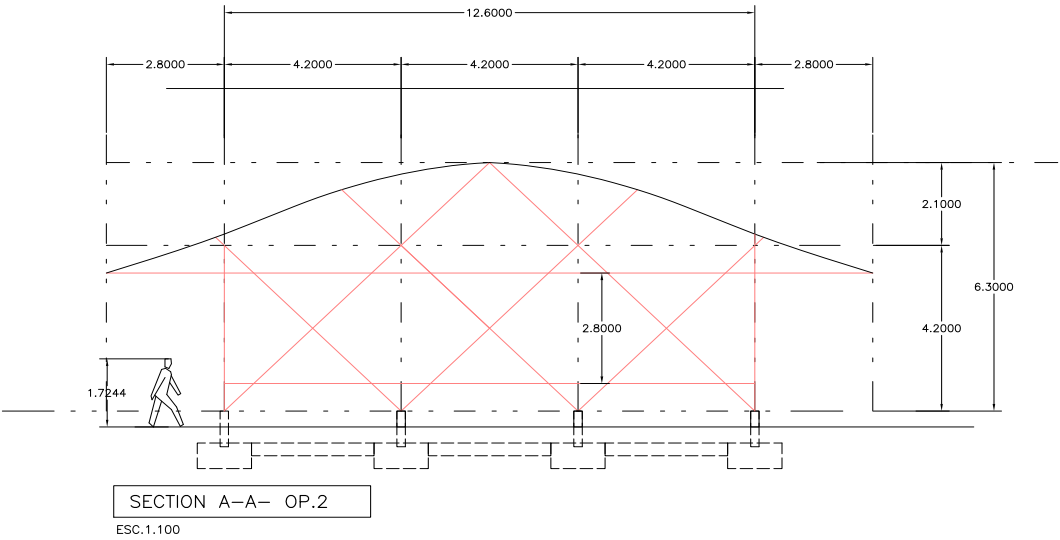


Figura 113: Opção de cobertura.

As conversas com Brian Botello foram muito esclarecedoras, levantando questões do ponto de vista da engenharia para a análise de estruturas. Segundo Botello, não precisávamos testar uma estrutura completa para entender seu comportamento; tratando-se de uma treliça, poderíamos fazer o teste em uma parte e aplicar para o todo. No caso, seria o teste de uma conexão amarrada com dois colmos; a sua análise e os dados gerados poderiam ser aplicados para uma treliça completa.

Ao mesmo tempo em que o modelo da habitação vinha sendo elaborado na UCI, também estávamos em atividades no *The Ecology Center*, experimentando a treliça e a forma de arco. Além disso, tínhamos a experiência passada do uso do arco no Brasil. O sucesso do uso do arco treliçado levou-nos a pensar na possibilidade de recorrer a esse tipo de forma para ser testado no SETH.

No entanto, a forma do arco não se adequava à forma convencional de uma casa, moradia. Por outro lado, se retornássemos aquela denominação de “objetos de habitação” ou “objetos de habitar”, dada anteriormente no trabalho de campo na Escola Parque, poderíamos ampliar a possibilidade de utilização do arco, uma estrutura oriunda do sistema treliçado. Esta unidade de jogo poderia ser conformada de diferentes formas e também utilizada para muitos usos, inclusive como habitação, saindo das convenções modernas determinadas pelos materiais e pelas formas – concreto, ferro, cimento, paredes retas, planta quadrada.

Do ponto de vista prático, o arco seria de fácil fabricação dentro do espaço disponível no SETH; a estrutura seria fácil de ser estabilizada e erguida. Para o teste, não precisaríamos de instrumentos complexos e pesados. A estrutura do arco tem a vantagem de cumprir, ao mesmo tempo, as funções da parede e da cobertura, reduzindo os elementos construtivos da estrutura e facilitando a montagem.

A concepção do arco foi bem absorvida pelo professor Mosallam, que autorizou a fabricação de um modelo em escala real para testes. Do ponto de vista industrial, essa estrutura poderia ser concebida para alcançar grandes vãos e ser feita de diversos materiais; era, portanto, uma tipologia estrutural interessante para



ser estudada. Tínhamos a experiência necessária para fabricar e montar o arco, que já havia sido montado em experiências anteriores no Brasil.

#### **4.2.2**

##### **Fabricação do modelo do arco treliçado em escala reduzida**

O modelo reduzido seria o primeiro passo para conhecermos o comportamento do arco e propormos um ponto de vista para análise. A fabricação do modelo reduzido começou com a aquisição dos materiais; uma parte havia sido trazida do Brasil (palitos de bambu e corda de algodão) e outra parte adquirida no SETH (base de madeira, pregos, arame, pesos, martelo, etc.). Assim como previsto na nossa metodologia para este estudo de caso, iniciamos com a fabricação do modelo reduzido para ser manuseado e observado com o objetivo de definirmos qual seria a análise desejada para essa estrutura.

Para a composição da treliça – em modelo reduzido e escala real – utilizamos as conexões amarradas tradicionalmente utilizadas nas estruturas elaboradas no LILD. De acordo com Moreira (1998) a resistência do bambu ao cisalhamento é um dos pontos fracos do bambu. Esta concepção para definição das conexões parte do princípio de que o bambu é um material de alta resistência estrutural mas ao mesmo tempo sensível a certas intervenções e esforços como é o caso das conexões aparafusadas. Este conhecimento acerca das características mecânicas do bambu vem de experiências empíricas de uso do material e científicas a partir dos estudos de Moreira & Ghavami (2013a) e Moreira & Gaspar (2013b). Nos estudos este pesquisador demonstra a fragilidade dos colmos de bambu quando aplicadas conexões aparafusadas (com parafusos ou pinos) que criam furos, causando fissuras longitudinais que podem evoluir em cisalhamento comprometendo a segurança e integridade da estrutura. Partindo deste princípio buscamos sempre elaborar conexões que preservem a superfície dos colmos fazendo com que o material tenha um melhor desempenho estrutural.

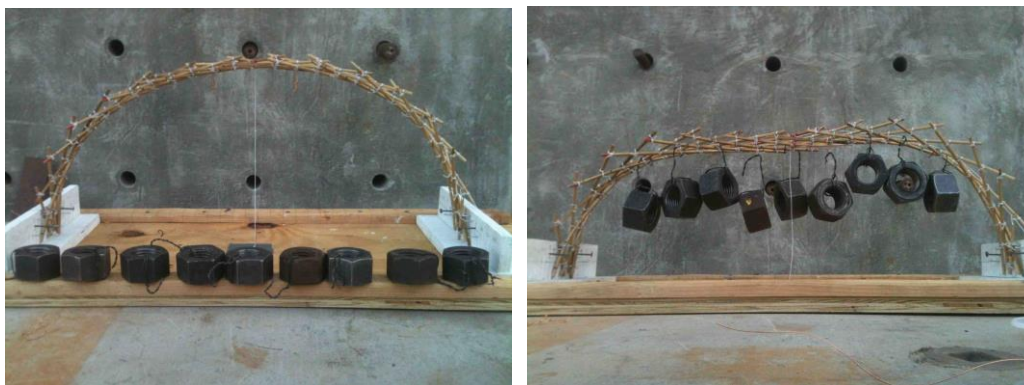
Esta baixa resistência ao cisalhamento é apontada como uma desvantagem quanto ao uso estrutural do bambu. Isto porque as conexões dos elementos sempre se correlacionariam com furos nas paredes dos bambus, os quais introduziriam

cisalhamento paralelo e tração normal das fibras no contato pino-furo (MOREIRA, 1998b, 34).

Para Moreira, as publicações relativas ao cisalhamento paralelo mediante o uso de parafusos e pinos não são abundantes, acrescentamos que opções para as conexões que furam o colmo dos bambus também são escassas. Um exemplo de conexão eficiente foi demonstrado por Alberto Santos Dumont na construção do avião *Demoiselle*, composto por uma estrutura de bambu conjugada com cabos de aço que passavam por dentro do colmo, resistindo aos esforços de tração (MOREIRA, 1998, 197). De maneira geral, predominam as iniciativas dos pesquisadores em controlar o cisalhamento provocado pelos pinos ao invés de modificar os furos por bandagens ou outras alternativas que preservem esta superfície dos colmos. Moreira ainda afirma que os pinos metálicos que perfuram a parede dos colmos, transmitindo os esforços axiais, resultam em conexões pouco eficientes gerando três tipos de rupturas possíveis no bambu:

[...] esmagamento progressivo das fibras do furo, fendilhamento do bambu segundo uma linha diametral do furo ou cisalhamento do bambu, que consiste do corte de um segmento de largura próxima ao diâmetro do furo (MOREIRA 1998a, 35).

Levando em conta estas considerações, produzimos a treliça em escala reduzida e fizemos várias composições, diferentes desse modelo inicial de habitação de base quadrada (mostrada nas figuras anteriores). A composição de arcos chegou até o arco simples, formado por uma única unidade. De acordo com o professor Mosallam, a treliça em arco é bastante complexa e pode ser analisada de diferentes maneiras, dependendo sempre do tipo de uso e da forma escolhida, pois trata-se de uma unidade de jogo que pode constituir diferentes formas em diferentes escalas. Notamos que, no jogo, é possível a formação de arcos compostos, paredes curvas com cobertura em arco e paredes circulares formando um círculo completo.



Figuras 114 e 115: modelo do arco de treliça de bambu em escala reduzida, arco com corda marcando a altura sem carga (207) e arco com carga total (208).

No apêndice 4, apresentamos os testes com o modelo da treliça em arco em escala reduzida, incluindo a exploração da forma, e a confecção do arco e da base de madeira para pequenos testes em escala reduzida. Os resultados encontrados neste teste, as características estruturais observadas e os métodos para estabilização da forma, todas estas informações foram levadas em conta no modelo em escala real, na etapa seguinte.

De maneira geral, concluímos que a forma da treliça em arco seria interessante de ser estudada em testes de carga x deslocamento, onde aplicamos carga na estrutura e verificamos o seu deslocamento em direção ao solo. Este teste também seria simples de ser realizado pois não precisaríamos gastar muito material ou energia no processo, sendo assim acessível. Nos testes em modelo reduzido o arco havia se mostrado resistente, porém precisaríamos adicionar cabos de suporte no sentido transversal à treliça, como um reforço para estabilização do arco.



Figura 116: detalhe dos cabos de suporte transversais à treliça.



Figuras 117 e 118: arco com carga máxima e 7 cabos de suporte (117), arco com carga máxima e sem cabos de suporte para estabilização (118).

Na figura 117 podemos notar a eficiência dos cabos de suporte para a estabilização do arco; na figura 118, o efeito da carga aplicada no arco sem os cabos de suporte. Esta experiência também serviu para entendermos o tipo de ancoragem que precisaríamos providenciar para a produção do modelo em escala real. O modelo reduzido foi feito em palitos de bambu e amarrado com cabos de algodão.



Figura 119 e 120: base do arco estabilizada na parede de madeira com arame ancorando (119) e com pregos limitando a abertura da treliça (120).

Tendo compreendido o sistema de ancoragem e de estabilização do arco no modelo reduzido, pudemos passar para o projeto do teste no modelo em escala real.

#### 4.2.3

#### **Projeto, fabricação e preparação para o teste no *SETH* do arco de bambu em escala real**

Os testes no modelo em escala reduzida ocorreram no mês de junho. Em julho iniciamos a preparação do modelo em escala real, com previsão para realizar os testes no mês de agosto, o último mês de nossa pesquisa na UCI.

A partir das conclusões nos testes realizados no modelo em escala reduzida, pudemos definir as proporções e o posicionamento do modelo em escala real. O processo seria iniciado com o projeto do arco. Isso incluiria a compra do material necessário, a preparação do espaço dentro do laboratório SETH e a composição de um plano de testes (Apêndice 6) para ser encaminhado para o Departamento de Engenharia Civil com previsão dos requisitos necessários para a sua aprovação.

Compramos bambus de um fornecedor local (*Butler Bamboo*), na quantidade de 36 colmos com 3,60m x 5cm; cordas trançadas de polipropileno de 3mm para a amarração das conexões e as mesmas cordas com 10mm para serem utilizadas como cabos de suporte. Para a construção da treliça, utilizaríamos 26



colmos com 3,18m (G), 4 com 2,22m (M) e 4 com 1,26m (P). A treliça ficaria com dimensões de 8m x 2,30m.



Figura 121: chegada dos bambus para a montagem do arco.



Figura 122: marcação do local das amarrações.

Após cortar os colmos nos tamanhos P, M e G, marcamos com lápis o local das amarrações e percebemos que era necessário criar uma superfície de alta aderência para a corda. A superfície lisa do bambu facilita que a corda deslize e

saia da marcação determinada, perdendo a precisão. Para aumentar a aderência da corda, fizemos uma espécie de rasura com o arco-de-serra (figuras 123 e 124). Assim, a superfície do colmo ganhou mais atrito em contato com a corda. Depois, tornamos a marcar com lápis.



Figuras 123 e 124: Detalhe da rasura feita na superfície do colmo do bambu, com a marcação do lápis em cima.



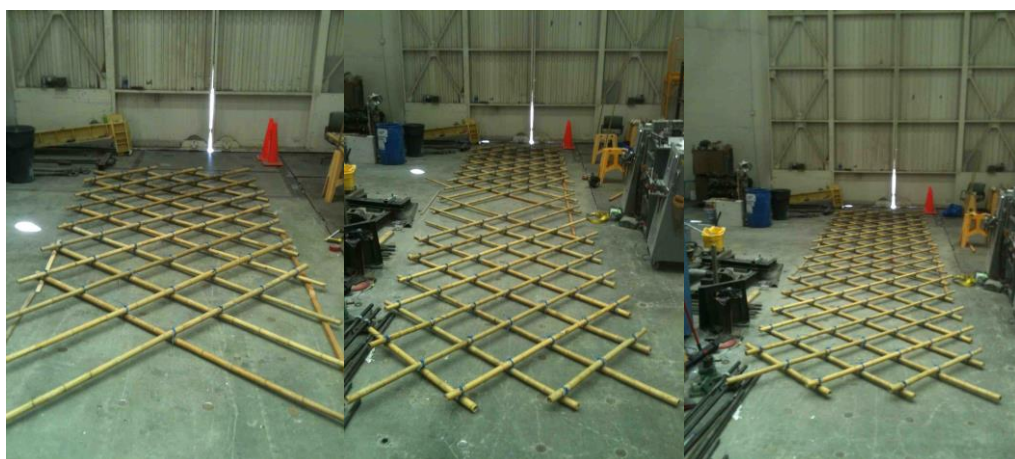
Figuras 125, 126, 127 e 128: Passo a passo do nó fiel (*Clove Hitch*).

O nó fiel (*Clove hitch*) foi feito sobre as marcações e correspondeu bem ao alto atrito resultante da rasura na superfície do bambu. No total, a treliça teve 105 amarrações.



Figuras 129, 130 e 131: Movimento retrátil permitido pelo nó fiel (*clove hitch*).

Para facilitar a fabricação, montagem e manuseio do arco, optamos por separar em duas metades e depois juntar as partes.



Figuras 132, 133 e 134: Uma metade da treliça, as duas metades da treliça e a treliça inteira amarrada.

Após a finalização da fabricação do arco, propusemos um ensaio de soerguimento para verificar o seu comportamento. Para manter o arco de pé precisávamos de traçar cabos de suporte no sentido transversal da treliça – esta necessidade havia sido averiguada nos testes com o modelo em escala reduzida (para informações adicionais ver Apêndice 5). Erguemos a treliça com apenas oito cabos de suporte, quatro no centro e dois em cada base, como podemos ver nas figuras 135, 136 e 137.





Figuras 135, 136 e 137: lateral do arco com cabos de suporte (135), soerguimento da treliça com guindaste formando o arco (136 e 137).

Ao soerguer a estrutura, notamos que seria necessária a colocação de mais cabos de suporte localizados no sentido transversal da treliça (figura 133). Então, preferimos colocar cabos em todos os vértices. Adicionamos mais 6 totalizando 14 cabos de suporte distribuídos nos 14 vértices (figuras 134 e 135). Para estabilizar, provisoriamente utilizamos os blocos de concreto (figura 133), para evitar o deslizamento da base do arco na superfície lisa do chão. Calculamos que esta “barreira” representada pelos blocos não poderia estar apenas no nível do chão, mas na altura da cintura de uma pessoa.



Figuras 138 e 139: colocação dos 14 cabos de suporte.

Após o ensaio de soerguimento, descemos o arco e separamos a treliça em duas partes novamente, para facilitar o armazenamento (figuras 140 e 141) e colocamos em local seguro para liberar a passagem na via central do SETH.



Figuras 140 e 141: Treliças separadas para compartimentação.

No final de julho, com a treliça pronta, encaminhamos o Plano de Teste (Apêndice 6) para o departamento de Engenharia Civil, que precisava tomar conhecimento da proposta e avaliá-la.



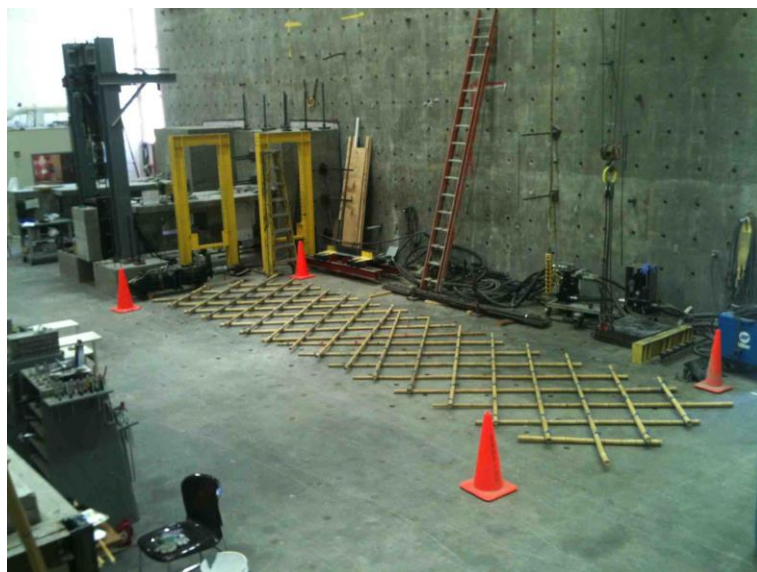


Figura 142: Posicionamento da treliça na área do teste.

Na próxima etapa, posicionamos a treliça para a demarcação da área especificada para o teste (figura 142). Como previsto no teste do modelo em escala reduzida, precisaríamos de uma barra horizontal como uma barreira na altura da cintura, para estabilizar a base do arco (figura 143).

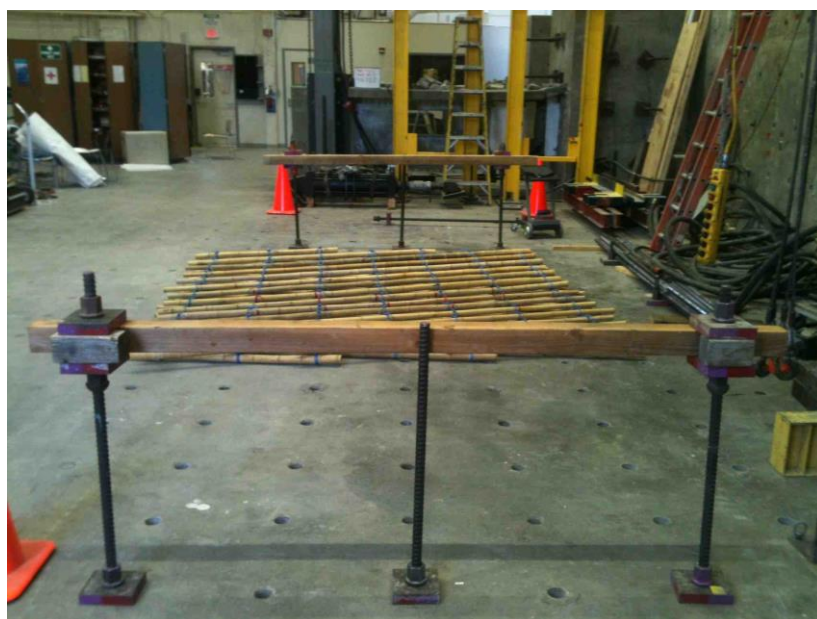


Figura 143: Colocação da barra horizontal de madeira, fixada em barras metálicas para estabilizar a base do arco.

Com a barra horizontal pronta, passamos para a montagem definitiva do arco. Para isso posicionamos os cabos de suporte em todos os vértices (figura 144).

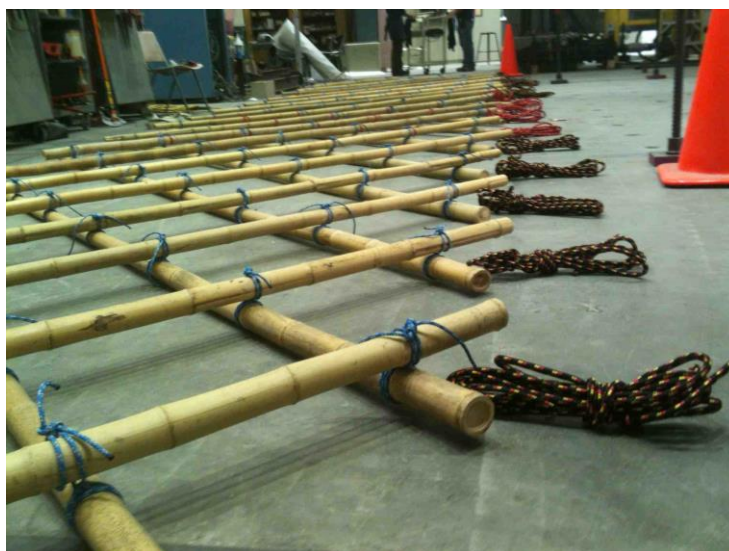
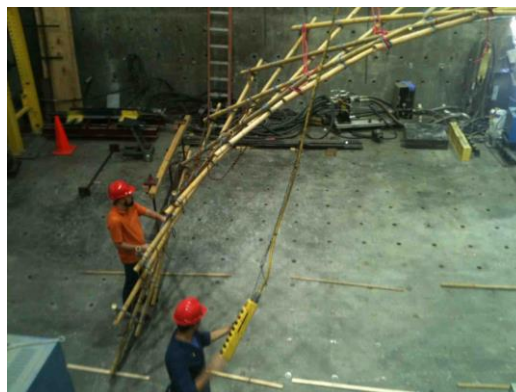
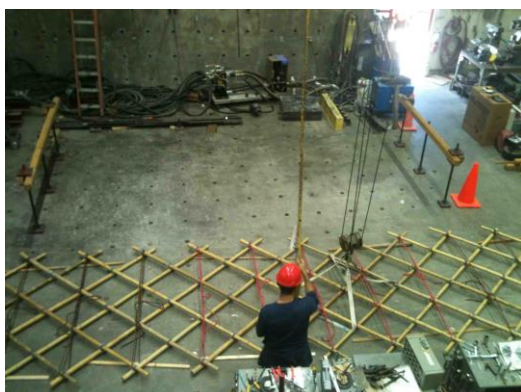


Figura 144: Posicionando os cabos de suporte nos 14 vértices da treliça.

Após a amarração dos cabos de suporte (figuras 145 e 146), erguemos a treliça com o guindaste e a ajuda de dois funcionários.



Figuras 145 e 146: Soerguimento da treliça com guindaste.



Figura 147: Arco pré-estabilizado, ainda com o guindaste dando suporte a ele.

O arco ficou estabilizado com a ajuda do guindaste; nesse momento, preparamos o chão com uma base de madeira e cordas, ancorando o arco nas barras metálicas da barreira para, então, retirar a alça do guindaste e testar a estabilização.



Figura 148: Base de madeira sob o arco.



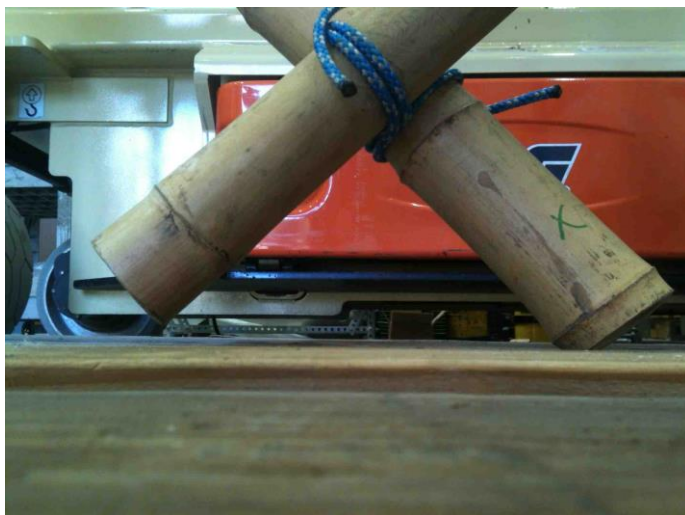


Figura 149: Base dos colmos de bambu tocando o chão.

De acordo com o professor Mosallam, a base dos colmos de bambu precisaria pousar no chão por inteiro para distribuir o peso e o esforço por igual. Para isso, seria necessário o corte horizontal, fazendo a base do colmo ficar paralela ao chão. Com os colmos cortados na horizontal, ancoramos a base do arco com cordas, tensionando a estrutura e puxando-a para as barras metálicas.



Figuras 150 e 151: Corte horizontal da base dos colmos de bambu.





Figura 152: Ancoragem da base do arco com cordas tensionadas.

Com a estrutura estabilizada, passamos para a etapa de inserir o equipamento que receberia a carga aplicada no arco. Assim como no modelo reduzido, a carga ficaria pendurada em uma caixa de madeira onde os pesos seriam colocados. Fabricamos a caixa de madeira com materiais descartados no SETH. Para segurar a caixa, utilizamos alças feitas com correntes, mosquetões e borracha, a fim de proteger o contato com os colmos de bambu e as próprias correntes esticadas até a caixa. Essas correntes deveriam estar esticadas, formando um ângulo de  $90^\circ$  em relação ao chão. O arco ficou com as dimensões previstas de 2,30m de largura x 3,70m de altura x 5,50m de abertura do arco.



Figuras 153 e 154: Alças com mosquetões e correntes esticadas até a caixa de madeira.

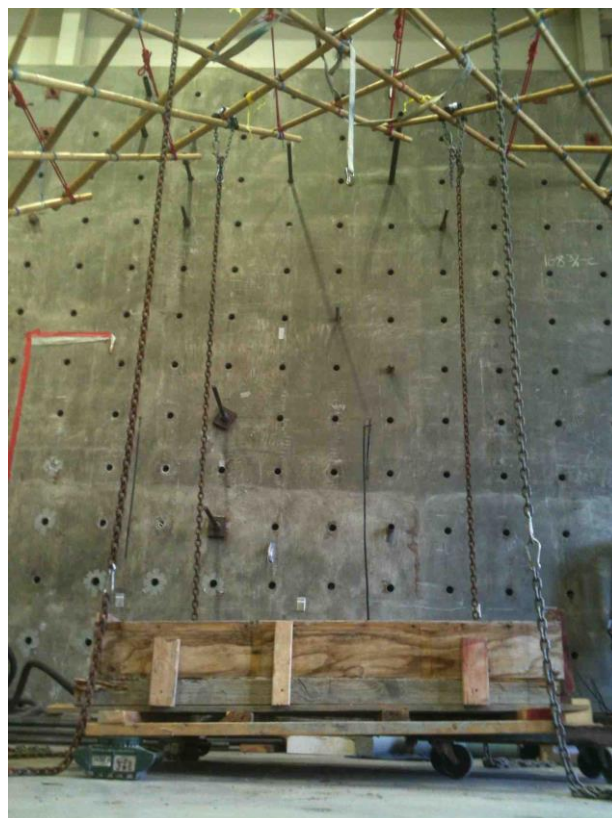


Figura 155: Correntes esticadas do topo do arco até a caixa de madeira.



Figura 156: Arco com a caixa centralizada para receber a carga.

Ao final do mês de agosto, ainda não tínhamos a resposta do Departamento confirmando a autorização para a realização do teste. Tendo em vista que terminaríamos nossas atividades no final do mês, definimos que era necessário treinar um aluno da UCI para realizar os testes junto ao professor Mosallam na nossa ausência. O aluno Joaquin Márquez seria este aluno que daria

continuidade ao teste no arco. Como o arco estava pronto do ponto de vista estrutural, faltava apenas a inserção de instrumentos medidores do deslocamento quando a carga fosse aplicada.

Na última semana do estágio, Joaquin foi treinado acerca dos princípios e conceitos que norteavam a fabricação e o manuseio da treliça pantográfica. Para isso, ele aprendeu a montar uma treliça em escala reduzida. O professor Mosallam instruiu-o a como proceder com os testes.

No mês de janeiro de 2015, o professor Mosallam nos informou que o teste ainda não havia sido realizado no SETH devido a problemas técnicos do espaço. A autorização já fora concedida pelo Departamento. No final de janeiro de 2015, Joaquin termina o seu curso de capacitação para poder ter acesso ao SETH e realizar o teste com a supervisão do professor Mosallam.

Mesmo ainda não tendo o resultado do comportamento estrutural do arco em teste, essa experiência serviu para legitimar a relevância do uso do bambu como material construtivo nessa região sísmica da Califórnia, por meio da aprovação do professor Mosallam em relação ao meu estágio e da autorização do Departamento de Engenharia Civil para a realização do teste estrutural. A proposta foi pioneira no SETH-UCI, pois nunca haviam proposto o uso estrutural do bambu nesse laboratório de Engenharia Civil. Acreditamos que, futuramente, as portas estarão abertas para novas propostas envolvendo o material.

Podemos, contudo, apontar alguns problemas que devem ser abordados nas próximas pesquisas. Dentre eles, destacamos a falta de controle nas conexões amarradas e dos cabos de suporte, onde não podemos dizer com precisão qual a força empregada em cada amarração. No entanto, como não encontramos referências de outros ensaios realizados sobre esse tipo de arco treliçado de bambu com conexões amarradas, este poderá provavelmente servir de referência para o embasamento e aprofundamento dos próximos testes.