

5. Considerações finais

Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço
e comunicar ou anunciar a novidade
Paulo freire

Iniciamos os comentários finais desta tese retomando os propósitos norteadores para sua realização no campo do Design, uma vez que neste trabalho Design é entendido como método projetual e produtor de significados. Acreditamos que o campo do Design tem a propriedade natural de agregar conhecimentos de outros campos e, por isso, se mostra adequado para dar conta da complexidade do nosso objeto de estudo, reunindo os campos do Design e da Engenharia, numa visão multi e transdisciplinar. A complexidade à qual nos referimos apresenta dados de ordem técnica, cultural e espacial acarretados pela produção e uso das estruturas de bambu propostas.

Se por um lado os significados associados à lógica projetual destas estruturas de bambu remetem automaticamente à temática de educação ambiental /sustentabilidade, devido ao uso de materiais naturais com baixo processamento; e à lógica de autoconstrução artesanal, acessível, local e com baixo impacto ao ambiente, versus a produção industrial para distribuição nos territórios; por outro lado, estes significados apontam também um caminho possível para o desenvolvimento destes objetos e métodos não convencionais, no rumo de sua consolidação.

Como vimos nas experiências desenvolvidas na Califórnia e relatadas nesta tese, outros significados também são atribuídos ao processo e ao objeto, no caso das estruturas de bambu. Crianças ao produzirem um abrigo provisório de bambu, que pode ser utilizado em atividade de camping, reúnem o lúdico e o utilitário; ainda na Califórnia, na praia de Trestles, o arco de bambu se transforma numa alternativa à tradicional barraca de praia, sendo aqui atribuído ao objeto um caráter utilitário com potencial ecológico, por ser constituído de bambu, cordas e

lona de algodão e ser de simples fabricação local; ou ainda quando no laboratório de testes estruturais da UCI, este mesmo sistema estrutural de bambu (arco treliçado) é aceito como objeto de estudo, para a realização de testes, devido ao reconhecimento de suas qualidades de resistência estrutural, amplas possibilidades de uso, simplicidade de fabricação e montagem com baixo custo, ganhando um outro status como material construtivo.

Comentamos sobre os achados de pesquisa decorrentes das experiências vividas nos estudos de caso – Escola Parque, *The Ecology Center* e SETH-UCI – com foco no objeto de estudo da tese que é a interação dos indivíduos com as técnicas no espaço predeterminado para a experiência; e como isto acrescentou nas discussões sobre a importância do processo construtivo como produto e este como fundamento da educação ambiental / sustentabilidade, reunindo teorias que lidam com a natureza através das técnicas. Destacamos o resultado da atuação transdisciplinar do Design nestes diferentes contextos geográficos e o seu potencial associado aos saberes do campo da Engenharia de Estruturas. Esta abordagem se mostrou fundamental para o entendimento do funcionamento mecânico da estrutura de bambu (arco treliçado), que sofre alterações mediante o uso, seja pelas ações humanas ou pelas forças da natureza (ventos, chuvas, cargas, etc.). A ótica da Engenharia nos orientou sobre possibilidades de análise acerca do comportamento estrutural, da previsão na segurança, no uso e na manutenção, aspectos que se relacionam diretamente com o ciclo de vida do objeto. Estas informações dão suporte para se projetar estruturas preparadas para maior permanência no espaço. A iniciativa da engenharia em testar novos materiais demonstra uma flexibilidade atual na academia (e na sociedade) – que é a quebra de paradigmas tradicionais no campo como a ênfase nos materiais industriais modernos – e também o anseio da sociedade por novos sistemas construtivos.

Apresentamos, portanto, as conclusões gerais da tese a partir de uma reflexão sobre os estudos de caso da Escola Parque, no Brasil e do *The Ecology Center* e do Laboratório SETH-UCI nos Estados Unidos com foco na metodologia para a elaboração de estruturas adaptáveis de bambu, contribuindo com novos significados da educação ambiental/sustentabilidade.

As experiências vividas nos estudos de caso (EP, EC, UCI) nos mostram que o Design tem um grande potencial na conscientização sobre os problemas ambientais e o debate da sustentabilidade para indivíduos comuns. Este potencial se manifesta quando destacamos nossa ótica de Design onde o processo é o produto principal e este produto carrega signos como autonomia, inclusão de indivíduos e educação ambiental, inseridos no campo maior da sustentabilidade. Acreditamos que este aprendizado passa pela consciência de que o espaço citadino vem sendo reproduzido segundo a lógica de produção e consumo em massa consolidada no século XX, onde os sistemas de objetos proliferados no espaço são em grande parte caros, poluentes e rapidamente descartados pela sociedade que não está preparada para processá-los. Desde sempre os objetos destinados ao consumo são considerados descartáveis e não adaptáveis ou reutilizáveis, de maneira que quando se tornam obsoletos viram lixo, em outras palavras perdem seu significado inicial. Como resultado as cidades se encontram poluídas por objetos descartados e desperdiçam energia e material numa produção para a curta duração. O objeto dura menos tempo em uso do que o material que demora muito para se extinguir nos lixões das cidades. O foco deste produtivismo industrial é a fabricação, a comercialização e o consumo, as matrizes materiais de onde saem as matérias-primas no início da vida do objeto e os resíduos para onde vão os objetos descartados no final de sua vida, são deixados em segundo plano. Os campos do Design e da Engenharia são os maiores responsáveis pela produção de objetos domésticos até objetos arquitetônicos (carros, prédios, pontes, etc.), em contrapartida, estes são os campos que mais podem contribuir para a redução dos impactos na natureza. Para isso, é preciso se pensar em um novo paradigma de produção dos objetos a partir de seu ciclo de vida – concepção, construção, uso, manutenção e descarte.

Damos ênfase neste trabalho para a técnica como mediação entre o homem e a natureza na produção do espaço; por meio das técnicas, o homem estabelece a sua relação com o entorno natural e a partir dele cria o seu mundo fabricado. As técnicas construtivas com materiais naturais que permitem a autonomia e acessibilidade são tidas aqui como ferramentas educacionais de conscientização quando orientadas em um processo e também como ferramentas de execução local de um objeto arquitetônico. Neste potencial de construção local reside uma forma

menos nociva ao meio ambiente, que propõe uma outra relação do homem com a natureza, semelhante à relação dos povos pré-modernos com o seu entorno. Por meio das técnicas é possível conhecer melhor a natureza e os seus recursos disponíveis e também elaborar técnicas a partir das características físicas dos materiais utilizados.

No Problema Central da Tese afirmamos que era necessário definir qual era o contexto favorável para aplicação e experimentação das arquiteturas com bambu, que há vários anos vêm se desenvolvendo no LILD - PUC-Rio, a fim de que pudéssemos ter respostas sobre as vantagens de sua implementação, sobre o tipo de pessoas que poderiam contribuir e o potencial criador de autonomia para o espaço de inserção. Em nossa Questão Norteadora/ ou hipótese partimos do princípio de que o meio acadêmico é um contexto geográfico favorável para a autoconstrução com materiais não-convencionais, reunindo indivíduos voluntários, materiais e ferramental necessário; além destes fatores de ordem prática, concluímos também que o espaço de ensino (acadêmico) demanda por atividades criativas que abordem a temática ambiental / sustentabilidade. Portanto, nos resultados dos estudos de caso, buscamos apresentar os elementos centrais que nos levam a crer que o ambiente acadêmico é de fato favorável para receber tal pesquisa – a necessidade deste ambiente de uma didática criativa para provocar o debate acerca da sustentabilidade e a necessidade da pesquisa de atuar num ambiente relativamente controlado. Percebemos que a aprendizagem desta temática não deve ser realizada através do método tradicional em sala de aula com quadro negro e exposição oral do professor, mas deve ser vivenciada por meio de práticas materiais lúdicas. Através da pesquisa de cunho prático no meio acadêmico podemos projetar e executar arquiteturas de usos diversos sem compromissos de previsão de durabilidade, tempo veloz de execução da obra e orçamento preciso do custo geral da obra. A prioridade da pesquisa neste ambiente não é a produção em curto tempo, mas a aprendizagem durante o processo com suas interações, este sim é o nosso principal produto e objeto de análise.

A seguir demonstraremos que esta prática de pesquisa pode ser absorvida em diferentes realidades também de cunho acadêmico, como foi o caso da

experiência na Califórnia junto à UCI, na Escola de Engenharia Civil e na ONG *The Ecology Center*. Na UCI a escola se mostrou aberta a experimentações pioneiras com bambu, algo inédito neste local e no *The Ecology Center* foi demonstrado grande valor por nossos conhecimentos múltiplos como técnico-professor. Isto se comprova a partir dos convites que nos fizeram para realizar diversas oficinas e workshops junto da ONG.

5.1

Uma metodologia que enriquece o ensino escolar: a autoconstrução

A proposta pela autoconstrução da sala de aula na Escola Parque não foi a primeira proposta construtiva utilizando esta metodologia na escola. Anteriormente já havíamos feito um bicicletário que reuniu os alunos em torno da questão da mobilidade / transportes (RIPPER L.A., 2012).

Como vimos ao longo da tese, a aprendizagem é um tarefa que não pode ser transferida e deve ser realizada em conjunto entre o professor e os alunos que devem ser “instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes” (FREIRE, 1996). Nesta lógica, a persistência do aluno é o motor do seu aprendizado, ele escolhe o que quer aprender dentro da atividade proposta e também define como aprender de acordo com a sua postura ativa no processo.

Nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinando, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo. Só assim podemos falar realmente de saber ensinando, em que o objeto ensinado é aprendido na sua razão de ser e, portanto, aprendido pelos educandos. (FREIRE, 1996, 14)

“Porque não discutir com os alunos a realidade concreta a que se deva associar a disciplina cujo conteúdo se ensina?” Partindo desta pergunta de Freire nos baseamos para discutir educação ambiental / sustentabilidade com os alunos da Escola Parque. Seria a partir dos problemas e potenciais no campus da escola que iniciaríamos as nossas discussões acerca da temática. Como podemos reduzir a insustentabilidade no campus? Como estimular e comunicar este debate para toda a comunidade escolar? Partimos do princípio de que não cabe a nós apenas discutir os problemas ambientais globais ou da cidade e nos ater ao campo teórico

para atingir o conhecimento e aprendizagem. Partimos da ação que podemos empreender para modificar a dinâmica escolar e aí sim, atingirmos a teoria relativizando-a com nossa prática local.

Incluindo as ações ou práticas materiais na aprendizagem, é possível falar das teorias tendo a materialidade presente para dar a referência concreta. Para Freire (1996, p. 22) a prática docente crítica envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer, e o conhecimento só pode ser produzido em comunhão entre o educando e o educador. O método de design tem elementos que favorecem a prática e a reflexão sobre o concretizado; a concentração e a responsabilidade dos alunos, pois fazemos o planejamento em etapas, o levantamento de materiais, o cumprimento de metas, a execução do processo até a finalização do trabalho. Após uma experiência neste ciclo o aluno é capaz de ter uma noção da atividade projetual onde prática, teoria e reflexão se unem formando um projeto.

A primeira conclusão a que chegamos é a de que o encontro da atividade de pesquisa com a atividade de ensino foi frutífero.

Este estudo de caso na Escola Parque deu base para um aprofundamento em questões relacionadas a autoconstrução com grupos voluntários e acumulou mais uma nova aplicação para o princípio estrutural da unidade treliça de bambu, que foi a sala de aula não convencional. Esta sala de aula pode ser considerada não convencional em sua arquitetura, materiais e processo (auto)construtivo, mas também no seu uso. pois se trata de um espaço para aprendizagem da temática da sustentabilidade. Atividades como construção de objetos, reunião, armazenamento de materiais e ferramentas de uso dos alunos são algumas que já estão em andamento no local.



Figura 157: Desenho geral da sala de aula ilustrando o processo construtivo, 2012-2013.

A figura ilustra o processo construtivo realizado durante os anos de 2012-2013, e nos ajuda a visualizar a progressão do processo no espaço, aparentemente um processo simples nesta imagem, mas trabalhoso e longo. Um trabalho “dos homens lentos”, como alunos e professores costumavam brincar quando outros indivíduos da escola perguntavam se o trabalho não terminaria. Esta foi uma tônica no primeiro semestre de 2013, quando muitos nos perguntavam quando ficaria pronta de fato a obra. Uma pergunta difícil de se responder, porém ela era substituída rapidamente pela simples resposta: ficará pronta quando o trabalho terminar. Esta espécie de brincadeira com as palavras reflete um ensinamento aprendido: o mais importante nesta obra não foi o final, a conclusão, mas o processo. Era no processo que os aprendizados aconteciam e os demais integrantes da comunidade escolar observavam a iniciativa e apoiavam com vigor. Por isso o processo deveria ser lento, para que todos pudessem tomar conhecimento e os aprendizados não fossem atropelados por questões de prazo. Percebemos que o próprio processo da obra era uma grande aula, onde tirávamos lições de paciência, concentração, seriedade, dedicação e responsabilidade com um compromisso que havia sido firmado entre alunos e professores no início do ano.

De uma maneira geral foi uma oportunidade válida para o crescimento pessoal de todos os participantes. Do ponto de vista científico, também de grande valia.

As perguntas iniciais, sobre a capacidade dos alunos em seguirem até o fim em alto nível de envolvimento e dos professores em orientar um projeto de tanta responsabilidade, foram sendo respondidas aos poucos, ao longo do processo autoconstrutivo. Logicamente todos foram capazes, e a própria conclusão da obra se apresenta como uma prova.

Destacamos a acessibilidade do processo com aproximações sucessivas entre a aprendizagem das técnicas e a sua execução, técnicas que são acessíveis aos alunos independente de gênero. Notamos que as técnicas são diversas, assim como os indivíduos, e que a organização espontânea destes indivíduos entre si levava cada um a escolher a atividade a que mais se adaptava. Esta liberdade possibilitou a cada um aprender um pouco de cada técnica, ou como alguns preferiram, se manter nas atividades em que estavam sendo eficazes. A repetição das técnicas demonstrou a importância da prática como base dos aprendizados e fundamento para uma teorização.

Os processos colaborativos de grupos entre si e de rotação destes foi uma constante no processo. Os alunos do ensino médio se mostraram muito disponíveis para os trabalhos físicos, porém pouco pacientes. Tal inquietude pode ser amparada por esta rotação constante, pois hoje um aluno pegava terra, carregava o carrinho de mão, mas na próxima aula escolhia bambus para serem abertos em fitas que iriam compor as paredes de treliça. As múltiplas funções não permitiam que ninguém ficasse sem trabalho e nem fizesse o mesmo trabalho repetitivo por muitas aulas.

A maturidade dos professores no processo foi mostrando que o aluno tinha de ter a consciência de que na aula ele não ficaria sem trabalhar. Para isso tinham sempre trabalhos leves e trabalhos pesados, o aluno poderia realizar um trabalho leve, mas não poderia ficar sem fazer nada. Nisso estava envolvida a seriedade do projeto.

A questão principal do Estudo de Caso da autoconstrução da sala de aula foi respondida com o processo espontâneo de organização. O principal era que todos estivessem cientes das atividades como um todo e da importância das partes (atividades) neste todo. Do contrário os professores seriam “babás” dos alunos

lembrando um por um que eles precisavam terminar o trabalho para que a etapa seguinte pudesse ocorrer.

As seguintes perguntas guiavam o nosso estudo de caso:

Como os alunos voluntários vão se organizar para realizar as diversas atividades que compõem o processo construtivo? A metodologia orientada pelos professores neste contexto dá suporte à autoconstrução desta sala de aula?

As perguntas deveriam ser respondidas em partes. Os alunos se organizam entre si tendo consciência das tarefas gerais e específicas, e do que precisava ser concluído para se iniciar a nova atividade. Um tipo de auto-organização que acreditamos ser válido não só para este processo, mas como aprendizado de vida para cada um.

O cronograma se fazia importante, não tínhamos que “bater as metas”, mas sim nos guiar pela ordem proposta, que seguia uma orientação que ia além dos professores e incluía os orientadores externos, técnicos e interlocutores que também estavam envolvidos na pesquisa.

A metodologia pôde ser orientada pelos professores apenas devido à experiência de ambos na aplicação dela em outros contextos geográficos. Experimenta-la em diversos contextos fez com que as adversidades surgidas no processo fossem contornadas através do pensamento coletivo – incluindo professores, alunos, interlocutores, orientadores externos e técnicos. A ideia inicial de que o trabalho de professores e alunos teria contribuições de outros orientadores, sob outros pontos de vista, foi uma interpretação que não correspondeu exatamente com a realidade, pois mais do que contribuições, o trabalho foi realizado conjuntamente por todos os envolvidos, cada um na sua especialidade. Esta interpretação é mais condizente com a participação de cada um. Pelo que foi observado, a metodologia do LILD adaptada para este caso deu conta de realizar o objetivo proposto.

A proposição central estabelecida previa que,

As técnicas para autoconstrução desta estrutura com bambu são acessíveis e podem ser adaptadas para este contexto geográfico específico, porém para executa-las é necessário o empenho e vontade pessoal de cada um em realizar o trabalho coletivo.

De fato, concluímos que esta turma de 2013 teve um empenho extra nunca antes vivenciado. Para os professores, isso pôde ser notado nas presenças em mutirões e aulas-extras. no entanto surgia uma nova dúvida, sobre a que se deveu este empenho? De acordo com relatos dos alunos obtidos por meio de questionários, as respostas mais frequentes foram: a oportunidade de aprender e contribuir com o tema da sustentabilidade; aprender técnicas com bambu; realizar uma atividade fora da sala de aula convencional; trabalhar com a temática da sustentabilidade num processo construtivo não-convencional; e contribuir com a escola, dentre outras.

Nos chamou atenção respostas relacionadas com “participar de uma atividade não-convencional e fora da sala de aula convencional”. Diante disso, ficamos com a questão: como deve ser um espaço de aprendizagem? Curiosamente estávamos construindo uma sala de aula de uma maneira fora das convenções tradicionais da modernidade. Mas esta questão requer um outro grande estudo de caso acerca dos espaços de aprendizagem. Conscientemente ou não, criamos um espaço de aprendizagem temporário – o processo construtivo que teve começo, meio e fim – e a conclusão deste espaço gerou um outro – a própria sala de aula. Segundo Yin “uma pesquisa é sobre questões, não sobre respostas” (YIN, 2010, 96). Outras experiências desenvolvidas pelo LILD guardam similaridades com esse pensamento de Yin, como é o caso da autoconstrução de arquiteturas de bambu com grupos de voluntários, em que no estudo as perguntas são mais importantes que as respostas, na medida em que o foco das perguntas é obter respostas para a formulação de novas perguntas e desta maneira as lacunas da pesquisa poderem ser preenchidas e novas lacunas surgirem a partir das respostas destas.

A acessibilidade das técnicas se confirmou também na possibilidade de se treinar e executar as técnicas num curtíssimo espaço de tempo. Sempre acompanhados uns dos outros, os alunos testavam entre si a solução até a

realizarem de maneira satisfatória, para então partir para a aplicação. Vale destacar que um nó, mesmo não estando muito apertado, não compromete a estrutura como um todo, uma vez que vem acompanhado de muitos outros, o que é uma das características das estruturas leves de bambu.

Como dissemos ao longo do processo, a participação das meninas no processo construtivo se mostrou fundamental, pois talvez se fossem apenas meninos tudo ficasse mais trabalhoso, ao contrário do que pensaria qualquer um a respeito de atividades de obra, que para muitos não combinam com o sexo feminino. Acreditamos que a leveza desta tecnologia com bambu, associada às técnicas acessíveis permitem a liberdade das mulheres em qualquer função nas atividades. Portanto, a interação dos indivíduos entre si e deles com o objeto construído foi mediada pela metodologia que prevê a convivência dos indivíduos com as múltiplas técnicas ocorrendo simultaneamente. Durante o processo permitimos que os indivíduos mudassem de atividades e funções quando quisessem, até que se concentrassem numa atividade de escolha, mas nunca esquecendo a noção de que todas as atividades do processo deveriam ser contempladas. Aqui novamente o voluntarismo se faz necessário e indispensável para a sinergia do processo.

O interesse pessoal de cada um se confirmou como indispensável, assim como a acessibilidade das técnicas foi fundamental. No entanto nos perguntamos quais os requisitos necessários aos voluntários, além do interesse pessoal?

A participação das meninas no processo demonstrou que a acessibilidade das técnicas serve para ambos os gêneros. Uma primeira impressão comum é que este tipo de trabalho extremamente físico se direciona para homens, porém é um trabalho que não exige a força e sim jeito, e é neste sentido que as mulheres executaram algumas tarefas “de homem” melhor que os próprios homens. Portanto o **gênero** não impede a realização do trabalho, mas pode contribuir para a divisão das tarefas onde os trabalhos que exigem mais força podem ser executados por homens, e os trabalhos que exigem mais jeito e paciência podem ser executados com mais precisão por mulheres. No entanto, é importante frisar que esta afirmação não é uma regra fixa.

Tendo em vista o referencial exposto anteriormente, podemos considerar esta prática inovadora tanto para a pesquisa acadêmica, que coletou novos dados do processo construtivo de uma arquitetura resultante de uma nova combinação do jogo das formas, quanto para a aprendizagem de conceitos de sustentabilidade, mediante a prática projetual e construtiva.

Optamos por parafrasear Buarque de Holanda quando afirma que “o trabalhador é aquele que primeiro enxerga a dificuldade a vencer e não o triunfo a alcançar” (BUARQUE DE HOLANDA *apud* CUNHA, 2007), quando se refere aos povos sertanejos do Brasil no período colonial. O ímpeto do trabalho realizado na Escola Parque visava alcançar algo além da experiência de um trabalho não-convencional a partir de uma metodologia colaborativa num contexto geográfico favorável para esta realização.

Temos a crença de que a boa realização deste trabalho se deveu à parceria entre a pesquisa acadêmica e a escola por meio de uma concepção de design que inclui indivíduos de múltiplas características, formações, idades, gêneros e interesses em prol da contribuição em ações de cunho de sustentabilidade.

Para enriquecer mais este debate, nos perguntamos se devemos seguir no rumo de “aumentar a sustentabilidade ou reduzir a insustentabilidade?” (VEIGA, 2010).

Destacamos este método de design de um objeto arquitetônico como metodologia de aprendizagem sobre sustentabilidade tocando nos pontos de materiais e técnicas e autonomia produtiva. Neste estudo de caso, aprendemos o uso múltiplo desta metodologia de autoconstrução que ao mesmo tempo possui uma didática de aula atraente e diferenciada da convencional, e também se converte em uma metodologia acessível para uma construção autônoma com inclusão de voluntários sem capacitação. Isso quer dizer que podemos caminhar com a pesquisa da unidade de jogo treliça de bambu no sentido de múltiplas aplicações em ambientes que disponham de material e indivíduos interessados. É preciso o interesse próprio de cada indivíduo independentemente de gênero, configurando assim o voluntário. E estes voluntários, por estarem interessados, se

auto-organizam a partir da apresentação das atividades por parte dos orientadores (professores).

5.1.2

O potencial estrutural da treliça de bambu para usos múltiplos: a transdisciplinaridade do estudo

Levando em conta o resultado do estudo de caso 1 na Escola Parque - a acessibilidade na construção de uma arquitetura permanente a partir do sistema estrutural treliçado – não poderíamos deixar de investir no conhecimento acerca do comportamento estrutural deste objeto construído e de outras questões que poderiam aparecer neste processo investigativo.

No estágio na UCI as práticas com a estrutura de bambu escolhida (arco treliçado) não foram realizadas em grupo, configurando portanto um estudo que evidencia questões de caráter técnico e não social. Pudemos verificar que de fato, este tipo de estrutura vem sendo considerado relevante no campo da engenharia de estruturas. Vale aqui destacarmos a abertura para a transdisciplinaridade do estudo:

A transdisciplinaridade é complementar à abordagem disciplinar; ela faz emergir novos dados a partir da confrontação das disciplinas que os articulam entre si; oferece-nos uma nova visão da natureza da realidade. A transdisciplinaridade não procura a mestria de várias disciplinas, mas a abertura de todas as disciplinas ao que as une e as ultrapassa. (Charte de la Transdisciplinarité, redigida por Basarab Nicolescu, Edgard Morin e Lima de Freitas durante o Primeiro Congresso Mundial da Transdisciplinaridade, Portugal, 1994, artigo 3)

O fato de nossa proposta de estágio no laboratório SETH de engenharia civil, - propondo testes no arco treliçado de bambu com conexões amarradas, uma estrutura característica do design da PUC-Rio - ser aceita pelo prof. Ayman Mosallam, confirma essa disposição para a transdisciplinaridade. O estudo visava ampliar o conhecimento acerca do comportamento estrutural visto a partir da ótica da engenharia. Para Moreira (1998a, 262) vivemos em um novo estágio do desenvolvimento científico e tecnológico onde o intercâmbio entre as diversas áreas do conhecimento é fundamental.

A engenharia civil que sempre foi um campo conservador no uso dos materiais e técnicas convencionais tais como concreto e ferro, agora demonstrava flexibilidade de pensamento. Ao ver de perto as estruturas de bambu na PUC-Rio (Galpão da Bambutec) e na Escola Parque (sala de aula não convencional), o professor Mosallam, em sua visita à PUC-Rio em agosto de 2013, viu a possibilidade de fazer levantamentos numéricos por meio de testes estruturais e quantificar este tipo de estrutura.

Uma das propriedades que destacamos como vantagem destas estruturas de bambu é a sua leveza e autoportância estrutural, fazendo com que seja necessária pouca energia para estabilizá-la em relação às estruturas convencionais em concreto e aço. A propriedade de autoportância estrutural vem sendo disseminada em usos no meio urbano, associada a coberturas têxteis (CORREIA DE MELO; RIPPER J.L.M; MOREIRA; RIPPER L.A., 2013).

Com o recurso e manuseio de modelos reduzidos, percebemos que é possível chegar a conclusões preliminares por meio de testes mecânicos que não se utilizam de aparelhagem complexa da engenharia. Logicamente para ter os resultados numéricos exatos é necessária a aferição precisa da engenharia com instrumentos próprios para medição e definição dos limites de carga com precisão. Porém, como passo inicial, o manuseio de modelos foi determinante para estabelecer o tipo de análise desejada. Como o foco central da tese está na questão socioambiental de fabricação e no uso dos objetos, não focamos nos resultados numéricos ou em gráficos gerados pelos testes da engenharia. Esclarecemos, contudo, que até o presente momento (agosto / 2015) o arco treliçado permanece montado aguardando ser testado no laboratório SETH – UCI.

Concluimos, mais uma vez, que a mescla, entre o método de design com modelos reduzidos exercitado no LILD PUC-Rio e a análise estrutural por meio de testes da engenharia, contribui para uma concepção ampla das estruturas e para a definição dos métodos de teste.

A atividade lúdica com modelos, oriunda do design, nos informa de maneira preliminar o comportamento das formas, este é o primeiro passo para o

aprofundamento científico desejado. Assim, destacamos a necessidade da transdisciplinaridade no processo investigativo da obtenção da forma a ser testada.

Mesmo o pensamento mais humilde aparece como uma preparação para a teoria quando, através do registro da experiência, busca, no mundo científico uma verificação (SANTOS, 2008, 10).

No entanto, para Moreira & Ripper (2014), o Livre Desenho, como denominamos a metodologia de pesquisa do LILD (PUC-Rio) e do LASE (UFMG) para a conquista de um objeto utilitário, é um procedimento que vem na contramão do pensamento dominante de projeção que é baseado em recursos computacionais de desenhos e demais processadores de imagens. Neles a prática manual com modelos é deixada de lado ou tida como algo lúdico que não representa a realidade do objeto. Vale ressaltar que esta prática com modelos tem obtido bons resultados com este tipo específico de estruturas leves de bambu, mas não podemos dizer o mesmo sobre as tradicionais estruturas mais pesadas de concreto, da engenharia.

O protagonista do Livre Desenho é o modelo manufaturado, modelo que demonstra o funcionamento real do objeto, bem como antecipa técnicas de fabricação e montagem, surgindo simultaneamente a esquemas ou desenhos manuais e enunciados verbais das condições e princípios de funcionamento pretendidos. Em termos didáticos, deve-se insistir no modelo manufaturado, em todos os casos cabíveis, previamente ao uso de recursos computacionais que, muito provavelmente, irão reincidir sobre o modelo manufaturado, exigindo alterações para melhor (MOREIRA&RIPPER, 2014).

Seguindo nossa metodologia, os recursos computacionais podem auxiliar em uma segunda etapa após o modelo ser devidamente explorado no manuseio, se diferenciando dos métodos tradicionais da engenharia. Neste sentido, a verificação inicial se faz no modelo reduzido, onde determina-se a relevância do teste estrutural a partir do manuseio; a verificação numérica mais exata se faz no momento posterior quando já se determinou a estrutura básica do objeto-protótipo.

A transdisciplinaridade citada se dá como uma resultante das necessidades apresentadas, como a análise do processo construtivo e o teste estrutural. A natureza dos temas trabalhados nos leva a uma abordagem que permeia os campos de Design e Engenharia. Reunir estes saberes é um esforço já que vivemos num paradigma de fragmentação dos conhecimentos instituídos. Morin (1991) propõe

o pensamento complexo ou a complexidade para abordar as questões e Nicolescu (1999) afirma que a transdisciplinaridade é o método para superar esta fragmentação lançando mão de um olhar complexo.

A teoria da complexidade e da transdisciplinaridade sugerem a superação do modo de pensar dicotômico das dualidades que são provenientes da visão disseminada por Descartes (1973), estimulando um modo de pensar marcado pela articulação (AKIKO, 2008, 72).

Os princípios que fundamentam as organizações sociais, culturais, educacionais se apoiam, basicamente, na recomendação de Descartes, segundo a qual, quando um fenômeno é complexo, se deve dividir cada uma das dificuldades [...] em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem para resolve-la (AKIKO, 2008, 72).

Para Akiko (2008), o princípio da fragmentação norteou a organização da prática pedagógica e da pesquisa acadêmica a partir dos moldes da disjunção dos pares binários: simples-complexo, parte-todo, local-global, unidade-diversidade, particular-universal.

Em contrapartida, cristalizou-se o conhecimento em áreas, institutos e departamentos, cada qual delimitado pelas fronteiras epistemológicas. Cada instituto ou departamento organiza seus respectivos cursos por meio de listas de diferentes disciplinas. São as grades curriculares que, na prática, funcionam como esquemas mentais ao impedirem o fluxo de relações existentes entre as disciplinas e áreas do conhecimento. Por exemplo a didática, como disciplina, é tratada separadamente da disciplina filosofia. Vigorando o princípio da fragmentação, da divisão, da simplificação, da redução, tem-se como consequência a descontextualização do agir pedagógico, passando a didática a ser uma disciplina apenas técnica, por meio da qual se aprende o uso de técnicas didáticas (AKIKO, 2008, 72).

Entendemos que esta fragmentação contribuiu para a acumulação de conhecimentos pertencentes às respectivas áreas, e nesta tese os conhecimentos do Design e da Engenharia das estruturas de bambu se mesclam criando uma rede de

relações onde o foco central é a adaptabilidade destas estruturas em diferentes contextos.

Basicamente na complexidade e transdisciplinaridade o desafio é atuar em duas direções opostas: o contexto e a unidade simples, ou seja o todo e a parte estabelecendo assim a interligação dinâmica; as partes apenas podem ser compreendidas a partir de suas interrelações com a dinâmica do todo (AKIKO, 2008, 73).

Na transdisciplinaridade todos os saberes são igualmente importantes, todos contribuem com a resolução de determinado problema, este seria o objetivo final. De maneira geral a complexidade e a transdisciplinaridade nos levam ao sentido do conhecimento para a vida (AKIKO, 2008, 81).

No nosso caso, a auto-fabricação e o uso de estruturas de bambu é uma iniciativa não convencional que vem ganhando espaço rumo a sua consolidação de maneira que no futuro possa se tornar convencional na sociedade. Neste rumo acreditamos que é necessária a interlocução entre os campos explicitados aqui – design e engenharia – e também com outros.

A transdisciplinaridade como o prefixo “trans”, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento (NICOLESCU, 1999, 22).

A nossa pesquisa com materiais e técnicas não convencionais ligada à produção de objetos arquitetônicos faz parte de uma mudança de paradigma que rege o uso dos materiais modernos e dos processos industrializados. O retorno para estruturas compostas por materiais naturais e técnicas artesanais de construção coletiva ou em mutirão, à primeira vista pode parecer uma regressão aos métodos antigos, porém não se trata de abrir mão da modernidade e das tecnologias industriais, mas sim buscar uma confluência entre estas visões. A tradição e a ciência, a modernidade e a rusticidade, o antigo e o novo, são concepções disciplinares que não permitem o hibridismo ou a mescla de racionalidades diferentes ou opostas. Na visão da transdisciplinaridade (e também na complexidade) os opostos podem ser complementares e não divergentes.

De acordo com Nicolescu (1999, 23) a transdisciplinaridade alimenta-se da pesquisa disciplinar que, por sua vez, é iluminada de maneira nova e fecunda pelo conhecimento transdisciplinar. “Neste sentido, as pesquisas disciplinares e transdisciplinares não são antagonistas, mas complementares”.

O objetivo central deste estudo de caso foi promover um estudo em conjunto com a engenharia de estruturas para verificar a viabilidade de investigação de uma forma derivada de uma unidade de jogo oriunda da pesquisa do LILD PUC-Rio (uma treliça de bambu) para ser testada para consequentemente gerar dados numéricos acerca do comportamento estrutural.

A justificativa é de que este sistema treliçado vem demonstrando versatilidade de usos e de produção, resultando em uma forma eficaz e resistente, porém os dados científicos de resistência e características mecânicas ainda são pouco explorados. Este fato se dá pela dificuldade de se abordar o bambu, um material variável na ótica da engenharia, e também pelo estágio ainda embrionário desta iniciativa com materiais e técnicas não convencionais. Destacamos que não é usual da área de Engenharia Civil (com foco em estruturas) fazer experimentações com materiais não convencionais como é o caso do bambu. Atualmente esta atividade vem crescendo em nível mundial, a partir da temática da sustentabilidade.

Como principais resultados deste estudo de caso destacamos: a relevância de se estudar tal sistema construtivo, comprovada com o aceite do professor Mosallam em dedicar parte do laboratório SETH para as atividades propostas e utilizar os materiais e instrumentos disponíveis para abordar a questão; a adaptação da metodologia de pesquisa do estudo de caso neste novo contexto – elaboração de modelo reduzido, fabricação de modelo em escala, montagem e preparação para teste.

Podemos afirmar que a falta de tempo para testarmos o arco antes de voltar para o Brasil foi fator determinante para que este teste não tenha sido realizado até o momento. Acreditamos que por ser uma atitude inovadora e pioneira no SETH, há dificuldades para se dar continuidade à pesquisa, sem indivíduos que dominem o conhecimento e a técnica das estruturas de bambu – incluindo o professor Mosallam que demonstrou certo conhecimento mas não tem a experiência prática.

Entendemos que o bambu se apresenta como um material indicado para zonas de terremoto, como é o caso da Califórnia, e este seria mais um argumento favorável para se testar estruturas derivadas deste material.

Do ponto de vista técnico concluímos que o arco de bambu é promissor, pois pode ser utilizado em módulos formando um túnel de vão livre para multiuso; é de simples fabricação e econômico no uso de materiais empregados na estrutura; requer uma ancoragem leve por se tratar de uma estrutura também leve, portanto não exigindo outros requisitos para estabilização.

Recomendamos para a sequência desta pesquisa em ambiente situacional, fazer o teste de Carga x Deslocamento visando avaliar os limites de carga submetidos no arco. Em estudos futuros podemos pensar em elementos para a vedação, feitos com materiais e técnicas diversas porém também leves; na ancoragem é desejável se elevar o arco evitando o contato direto com o solo, isso pode ser feito por meio de sapatas de concreto ou outro material; a composição deste arco em módulos pode propiciar a criação de galpão com vão livre para usos múltiplos.

Recomendamos a elaboração de conexões onde possamos controlar a força empregada na fixação e o monitoramento do relaxamento pós esforço, para estruturas permanentes, de maneira a propiciar maior exatidão nos resultados de testes estruturais.

Pode-se pensar em dimensionamentos variados dos colmos de bambu, com diferentes comprimentos e diâmetros. É possível variar também na frequência ou intervalo das conexões, gerando losangos (ou diamantes) mais abertos e mais fechados.

Estas variações para testes podem servir como comparativos e a partir daí ser possível a definição de parâmetros para a construção.

Acreditamos que o maior desafio é a variabilidade dos colmos de bambu, que se diferenciam mesmo sendo retirados da mesma matriz, com a mesma idade e mesma dimensão. Atualmente esta é a dificuldade de se trabalhar com materiais naturais, a caracterização variada dos elementos e conseqüentemente a falta de critérios e normas para estabelecer os testes e análises posteriores.

5.1.3

Aproximações sucessivas e construção coletiva: a adaptabilidade da metodologia

Como resultados gostaríamos de saber como é a visão dos californianos em relação às atividades realizadas por nós – processos artesanais de construção com bambu para confecção de objetos simples (*shelters*) – e se chegaríamos a um objeto útil para o The Ecology Center e para uso no sul da Califórnia. Esse era o nosso desejo, de pesquisador. O **foco** da nossa observação participante nas atividades foi (1) pontual, no desempenho dos voluntários em cada oficina, e também (2) geral, identificando o objeto resultante das experiências realizadas.

A metodologia da pesquisa teve um bom desempenho neste novo contexto geográfico do *The Ecology Center*, pois focamos na apresentação de nossa concepção de design como um potencial para a autonomia de grupos na construção de seus próprios objetos de habitar, permitindo a acessibilidade na montagem e a experimentação por meio do uso no local. O manuseio, a fabricação e a montagem feitas na lógica do jogo demonstraram ser coerentes com os preceitos de ecologia e sustentabilidade sustentados pela ONG.

Com a continuidade das oficinas percebemos a grande importância dada ao Shelter, ou ao abrigo de simples execução, um objeto que tem um valor especial na região semiárida da Califórnia. O potencial de desmontagem e leveza das estruturas para o transporte se adequa à cultura local, que valoriza a itinerância e sofre com os abalos sísmicos.

A acessibilidade da metodologia e dos materiais aos diversos voluntários – crianças, meninos, meninas, professores, outros – reunidos em regime de trabalhos coletivos se adequou às premissas do *The Ecology Center* que tem a característica de reunir voluntários sem restrições de gênero, idade ou especialização.

O bambu foi um aliado para a acessibilidade, pois é um material que pode ser trabalhado sem uma especialização prévia, como pudemos notar nas experiências anteriores na Escola Parque.

Os membros da ONG e os voluntários das oficinas nos valorizaram por termos as características de possuir simultaneamente habilidades práticas e teóricas. Ao mesmo tempo que orientávamos a construção das estruturas, também explicávamos questões socioambientais relativas ao uso, a história e a composição tecnológica delas.

Novamente aqui nesta experiência o processo construtivo foi mais valorizado do que o objeto final, pois se trata de um centro educacional com ênfase na questão ambiental. Os voluntários do *The Ecology Center* pouco perguntavam para que serviam as estruturas leves de bambu feitas, se satisfaziam em praticá-las e, após montadas, sempre sugeriam possíveis usos como viveiro de plantas, suporte para trepadeiras, barracas de acampamento ou brinquedos para crianças.

Do ponto de vista do foco de pesquisa algumas atividades foram importantes para este pesquisador cumprir com a sua contribuição para a ONG, na qual éramos também voluntários. Tiveram algumas experiências de pouca expressão para a pesquisa, mas valiosas para gerar a credibilidade no nosso trabalho. As experiências mais significativas nos levaram aos testes culturais desejados, citamos as atividades do *The Earth Day* (a primeira) e do Campeonato de surfe *Hurley Pro* (a última) como mais relevantes e que nos revelaram dados valiosos para a experimentação da nossa metodologia de construção do objeto nesta cultura diferente.

Segundo Meg Hiesinger algumas das lições mais importantes que Lucas Ripper, este pesquisador, apresentou em seus trabalhos no *The Ecology Center* giravam em torno da sustentabilidade, da autossuficiência e do trabalho em equipe. De acordo com ela:

Lucas nos ensinou que podemos usar materiais naturais disponíveis localmente de maneira simples para construir um abrigo resistente, também nos ensinou que qualquer pessoa de qualquer idade pode fazer um abrigo funcional e também outros objetos úteis por si mesmos usando técnicas simples. Seus projetos reintroduzem o conceito de trabalho em equipe em uma sociedade onde os trabalhos colaborativos já não são a norma comum.

A professora Meg conseguiu assimilar os ensinamentos que estavam no centro da metodologia construtiva, com isso pudemos também concluir que estes

conceitos estão no centro da questão ambiental proposta pelo *The Ecology Center*, exaltando a confluência das tradições com a modernidade. Tanto a funcionalidade quanto os significados atribuídos à metodologia e aos objetos construídos neste período, apresentaram coerência com os preceitos de ecologia da ONG e com a cultura californiana que valorizam a autonomia dos indivíduos em relação à resolução de problemas locais.

No estudo de caso do *The Ecology Center* confirmamos a proposição central de que o nosso trabalho seria bem recebido e as múltiplas atividades de construção coletiva foram aproximações sucessivas em direção ao design de um objeto que pudesse ser utilitário para o contexto geográfico local. De fato todo o processo resultou na elaboração de um objeto final – a barraca de praia baseada no arco de bambu – que tivesse potencial de uso por parte dos indivíduos da ONG e voluntários. O resultado da participação dos voluntários se deu devido ao grande interesse por parte destes indivíduos que identificaram os preceitos de ecologia em nossa atividade de pesquisa. O resultado do objeto barraca de praia é consequência da cultura californiana de realizar atividades *outdoor* na praia, no parque, na montanha, onde é preciso ter uma infraestrutura desmontável para esta itinerância. A categoria estabelecida por eles em relação ao nosso trabalho foi a de *shelter*, a famosa temática local que diz respeito aos abrigos que podem ter um caráter temporário ou permanente, com capacidade de mobilidade, desmontabilidade limpa e acessível à maior parte de indivíduos.

Seguindo nossa metodologia prática, o nosso objetivo central era saber como os indivíduos locais consideram este tipo de trabalho que estamos propondo – construção coletiva de uma estrutura de bambu. Para este estudo de caso, levamos em conta um dos aspectos resultantes do primeiro estudo de caso, a autoconstrução na Escola Parque, onde verificamos que a acessibilidade do processo no que diz respeito ao gênero (homens ou mulheres) e ampliamos esta acessibilidade também para diferentes idades, desde crianças de 8 anos até adultos na faixa de 40 anos. Estes eram os voluntários nas atividades propostas por nós junto à ONG.

A interação da nossa pesquisa com as demandas da ONG foi frutífera: os indivíduos se voluntariaram para as práticas propostas e valorizaram as técnicas *handmade*, interpretadas em nossa cultura como método do “faça você mesmo”

(*do it yourself*) ampliando a sua autonomia. Esta autonomia pode ser conferida a indivíduos diversos como crianças ou adultos, homens ou mulheres, resultando em acessibilidade. A prática em si foi um atrativo para muitos voluntários. No desdobramento das atividades, uma barraca de praia foi gerada como protótipo resultante da interação da nossa pesquisa com a ONG e este objeto foi testado em campo cultural.

Concluimos que o processo construtivo proposto se adapta à cultura da Califórnia, é atraente por ser acessível e envolver o bambu como símbolo de ecologia e sustentabilidade, sendo denominado *ecofriendly techniques / materials* (técnicas e materiais “amigos da natureza” ou ecológicas). O objeto gerado ao final da pesquisa (barraca de praia) teve uma estética que foi bem vista pelos indivíduos locais. A leveza e a portabilidade da barraca são vantagens que destacam o objeto. Porém, uma das questões identificadas como problema é a falta de previsão sobre o uso desta barraca no futuro. Não sabemos se ela será utilizada pela ONG, servindo para outras atividades.

5.2 Conclusões

A sabedoria antiga associada à tecnologia moderna pode reduzir os gastos referentes ao uso de materiais industrializados na produção de objetos ou arquiteturas – sejam barracas temporárias ou moradias permanentes. No histórico de pesquisa do LILD, pudemos identificar muitas formas econômicas – do ponto de vista da quantidade de material empregada e de energia gasta no processo produtivo – oriundas de experiências construtivas de populações tradicionais ao redor do globo.

As estruturas adaptáveis de bambu apresentadas nesta tese demonstraram o potencial de aplicação para objetos permanentes sem perder as vantagens de objetos temporários. As características da leveza, da acessibilidade e da capacidade de desmontabilidade são alguns dos exemplos que comprovam esta afirmação.

A partir deste trabalho percebemos o grande potencial das estruturas adaptáveis de bambu para multiusos no meio urbano como solução para a produção de espaços temporários ou permanentes. Como dissemos anteriormente, recentemente começamos a dar os primeiros passos no sentido de prolongar a vida útil destas estruturas no espaço. Quando antes elas eram apenas utilizadas para usos temporários, hoje percebemos que é possível controlar o seu tempo de permanência devido à consciência adquirida acerca do ciclo de vida deste objeto e do conceito de adaptabilidade a ele atribuído – esta consciência se deve ao fato de ser um objeto autoconstruído, feito artesanalmente a partir dos recursos locais.

A adaptabilidade das estruturas vem de mãos dadas com a adaptabilidade da metodologia construtiva que almeja a autonomia dos grupos locais, a atividade produtiva associada à atividade de ensino é um dos caminhos encontrados pelo campo do design para dar novos significados.

Concluimos que o design tem naturalmente uma virtude para a abordagem transdisciplinar, pois lida com o meio técnico, o meio social e o espaço. O estudo de caso desenvolvido no SETH-UCI comprovou este potencial, quando mesclamos métodos de Design de concepção e elaboração de estruturas de bambu com os métodos e requisitos da engenharia de estruturas para testes, análises e quantificações.

A identidade do design é forjada com base em múltiplas racionalidades, das quais destacamos aqui a engenharia, a arquitetura e a geografia. Da engenharia um repertório vasto para a quantificação numérica e precisa da resistência dos materiais, elaboração de métodos de ensaios e testes; da geografia uma base para o estudo do espaço que é determinante para a definição dos objetos a serem inseridos nos diversos contextos; e da arquitetura o entendimento de objetos arquitetônicos.

O diálogo entre os saberes tradicionais e científicos, do passado e do presente, também enriquece a ótica do design em prol das necessidades humanas e das demandas por técnicas que potencializem a sustentabilidade e a autonomia produtiva de grupos.

Rompendo os mitos da modernidade, que preconizam a hegemonia do novo sobre o antigo, é possível ressignificar conhecimentos do passado, que são constantemente esquecidos e marginalizados em prol de um fundamentalismo do descarte, onde a vida do objeto se restringe a uma vida de curta duração e à substituição imediata pelo novo. Partindo de uma abordagem local, é possível descobrir formas de autofabricar objetos de utilidade por meio de métodos participativos, empoderando os indivíduos e reduzindo a sua dependência em relação às matrizes produtoras, levando consciência do ciclo de vida dos objetos a todos. A descentralização da produção, por meio da autonomia dos locais, pode resultar na redução dos impactos oriundos da exploração material intensiva e extensiva.

Com efeito, a (re)produção das sociedades a partir do advento da revolução industrial potencializou os danos à natureza, numa época em que se pensava que os recursos naturais eram infindáveis e os impactos causados por este modo de produção não tinham a capacidade de afetar o funcionamento dos ciclos naturais. Mais de 150 anos depois, percebemos que esta crença resultou no crescimento da população mundial, que multiplicou em muitas vezes o uso e exploração dos recursos, fazendo necessários, agora, novos métodos para continuar se reproduzindo, porém reduzindo os danos ambientais. É necessário adaptar o modo de vida e de produção para resultar na qualidade ambiental que é a própria qualidade de vida dos seres humanos na terra.

A força do lugar pode ser valorizada e potencializada a partir desta ótica de design que valoriza e prioriza a porção do espaço (local) em relação ao todo (global). O lugar perde forças quando deixa de olhar para si e recebe objetos, ações e novos significados a partir daquilo que vem de fora. Para valorizar o local é preciso que tenhamos métodos para acessá-lo e extrair dele os recursos para sua própria (re)produção. Como dissemos anteriormente, isto era feito no período pré-moderno por necessidade, já que a comunicação com o mundo era restrita, mas perdeu esta característica com o avanço das tecnologias de informação em ação no mundo atual. Para Santos (2012), vivemos a era da informação no chamado meio técnico-científico-informacional. A partir do modelo moderno de significação, os sistemas de objetos e ações formadores do espaço seguem as determinações dos

países centrais que ditam o modelo de desenvolvimento a ser adotado e disseminado.

As estruturas adaptáveis de bambu, a confluência entre as tradições pré-modernas e a ciência contemporânea e a autonomia do local em relação ao global são elementos que dão identidade a uma ótica em design singular, que se desenvolveu – e continua a se desenvolver – na PUC-Rio. Esta ótica de natureza transdisciplinar, que vem atuando nos níveis de ensino e pesquisa em contextos geográficos variados dentro e fora da universidade, dá suporte para uma temática mais ampla que prioriza a esfera do regional e do local em relação ao global. A temática do desenvolvimento regional é muito antiga no campo da Geografia e nos dias de hoje ganha mais força devido à grande disparidade entre regiões centrais e periféricas.

Neste debate nos perguntamos, qual o papel do local em relação ao global? O local está a serviço da demanda global e recebe suas determinações ou este local pode propor um outro modelo de desenvolvimento, onde os problemas e as soluções podem e devem ser resolvidos na esfera regional? A cada dia a cidade se torna mais complexa com a grande densidade populacional, a malha urbana se estende e o modelo centralizado das sociedades globais se torna mais problemático. A descentralização da informação, do conhecimento, da distribuição de recursos e da gestão dos territórios vem sendo discutida nas metrópoles. O Brasil é um país que, historicamente, depende de tecnologias dos países centrais e esta dependência inibe o desenvolvimento de tecnologias nacionais que potencializam a autonomia do país. O presente trabalho visa potencializar os recursos locais em prol desta autonomia.

5.2.1

Aprendizados: questões técnicas / funcionais das estruturas adaptáveis de bambu

Para a análise preliminar dos aprendizados dessas experiências de autoconstrução das estruturas adaptáveis de bambu, lançamos um olhar sobre o ciclo de vida dos objetos (obtenção da matéria-prima, beneficiamento, construção,

uso e manutenção, descarte e pós-uso) e sobre os contextos geográficos sejam em ambiente cultural ou situacional (indivíduos, espaço e objeto):

1. **Versatilidade da prática de autoconstrução do LILD:** pode ser verificada a partir da experimentação nos diferentes contextos, da acessibilidade a diferentes tipos de indivíduos voluntários (com alguma especialização ou nenhuma), da versatilidade das unidades de jogo.
2. **Bambu:** esse material leve é predominante nos objetos arquitetônicos, sendo utilizado com pouco beneficiamento. Após coletado, o bambu recebe tratamento de calor sem elementos químicos. É um material com potencial de sustentabilidade e adaptabilidade a múltiplas funções, com descarte limpo, se beneficiado dessa forma, e se for coletado e manejado segundo métodos ecológicos que permitam a conservação da planta. A sua versatilidade em usos diversos “se adequa” à demanda também diversa dos voluntários.
3. **Adaptabilidade:** estes objetos arquitetônicos demonstraram grande capacidade de adaptabilidade em espaços com diferentes conformações físicas (clima, relevo, solo).
4. **Experiências vividas (‘biblioteca’)** no meio cultural: elas se mostraram fundamentais para aumentar as possibilidades de combinação das unidades do jogo, enriquecendo a criatividade dos jogadores. Os dados colhidos, tanto no processo construtivo (possibilidades de combinação das unidades) quanto no uso da arquitetura combinada, permitiram um melhor conhecimento acerca do tema. Pudemos notar que as arquiteturas de uso provisório possibilitaram a experimentação em uso permanente; podemos considerar como aproximações sucessivas do uso temporário para um uso em tempo prolongado. Em suma, o enriquecimento da ‘biblioteca’, com experiências em variados contextos, viabiliza maior versatilidade e adaptabilidade das metodologias para futuras experimentações em variados contextos.
5. **Vantagens do sistema construtivo leve:** economia financeira, de energia e de materiais, acarretando a facilidade no transporte e na

montagem das arquiteturas; além da melhor acessibilidade para os voluntários, fornecida pela leveza, já que um sistema mais pesado acarretaria o fato de limitar a possibilidade de uso para esses indivíduos.

6. Leveza e modularidade estrutural: mesmo em se tratando de arquiteturas de uso permanente, o potencial de desmontabilidade da estrutura torna possível e acessível a sua desmontagem e a sua remontagem com um descarte limpo dos materiais. A estrutura modular permite a desmontagem em partes; a leveza estrutural fornece acessibilidade e aumenta a segurança contra acidentes. Acreditamos que, no cenário urbano atual, a desmontagem seja algo desejável, onde a malha do ambiente construído recobre a maior parte das cidades, sendo feita de uma matriz tecnológica que não possibilita uma desmontagem simples, econômica e ecológica.
7. Capacidade ecológico-econômica desses objetos arquitetônicos: Esta capacidade pode ser identificada a partir de uma observação sobre o ciclo de vida dessas arquiteturas, considerando-se a obtenção e beneficiamento do bambu por meio de processos ecológicos de baixo processamento; a construção ou montagem por meio de processos artesanais, sem geração de resíduos; o uso e manutenção da arquitetura com gastos mínimos de energia; o descarte limpo e pós-uso dos materiais preservados. A desmontagem limpa merece ser destacada, no exemplo da arquitetura de uso permanente da Capela de Andrelândia, em que parte dos materiais foi descartada de forma limpa, sendo os resíduos biodegradáveis (bambu, cipó e terra), que não acarretam prejuízos ao meio ambiente local; a outra parte preservada foi reaproveitada na reconstrução da estrutura. Essa desmontagem pode ser considerada como uma manutenção, apesar de a maioria dos materiais haverem sido substituídos.

Em relação ao Objetivo Central da tese, inicialmente desejávamos saber mais sobre aspectos técnicos e sociais que envolvem esta pesquisa quando

inserida em contextos geográficos variados e favoráveis, tendo como Questão Norteadora a afirmação de que acreditamos que O meio acadêmico é um contexto geográfico favorável para a autoconstrução das estruturas adaptáveis com bambu, por reunir indivíduos voluntários, materiais, ferramental necessário e demanda por pesquisa científica e experimentação, sobretudo com materiais/técnicas não convencionais que nos dias de hoje passam a simbolizar uma transição para a sustentabilidade. Após experiências em meios acadêmicos distintos, concluímos que este é um contexto favorável:

- (1) por necessitar de metodologias eficientes para abordar a educação ambiental / sustentabilidade,
- (2) por dispor de infraestrutura adequada – com alunos voluntários, ferramental simples, espaço disponível para atividades de ensino – e,
- (3) pela possibilidade de monitoramento do objeto em uso, de forma continuada e próxima.

Esta temática que é nova na agenda dos governos, é mais nova ainda no ambiente acadêmico que, até então, tem consciência do panorama ambiental geral mas carece de metodologias que abordem o tema de maneira eficaz, levando os alunos a compreender a complexidade da questão. Percebemos que a compreensão da questão exige metodologias que se utilizem da prática material associada à teoria. Partimos da proposição de que este tipo de conhecimento, quando gerado por meio de práticas materiais com voluntários interessados e da reflexão posterior acerca dessas práticas para elaboração de teorias, alcança bons resultados. Consideramos também que a natureza espacial das questões ambientais / sustentabilidade interferem em todos os campos do saber, nas vertentes científicas e filosóficas, bem como na (re)produção das sociedades que se baseiam no uso dos recursos disponíveis na natureza.

As experiências práticas dos estudos de caso em diferentes ambientes nos apresentaram o potencial educacional da pesquisa. Os dados sobre a autonomia na produção e no uso dos objetos gerados foram úteis para a evolução técnica e conceitual do objeto e para a validade do processo como metodologia de ensino. Os dados colhidos nestas experiências deram suporte para seguir no desenvolvimento técnico das estruturas, fazendo-nos conhecer melhor seu comportamento estrutural, as possibilidades de composição das unidades,

materiais, técnicas, conexões, dimensionamento, eficiência de produção e montagem. Desta forma, esses dados contribuem para que possamos projetar localmente para usos permanentes ou temporários com mais propriedade. A dinâmica das etapas de produção (o processo) e características do uso junto aos usuários são questões pertinentes à análise do campo do Design. Para obter uma aferição mais precisa e atingir a complexidade do processo, optamos desde o início por contar com a expertise do campo da Engenharia de Estruturas, que se atém ao comportamento das estruturas e seus componentes acionados por forças naturais (intempéries) e ações humanas.

5.2.2

Possibilidades futuras da pesquisa na PUC-Rio

Neste ano de 2015, o LILD completa 30 anos de existência reunindo diferentes campos do saber, múltiplos indivíduos e pesquisadores de formação diversa. Exaltamos a sua propriedade agregadora como um genuíno espaço transdisciplinar, abordando discussões acerca da sociedade, da natureza e das técnicas como mediadoras deste debate.

A pesquisa com estruturas adaptáveis de bambu na PUC-Rio segue o rumo da transdisciplinaridade estreitando relações com a engenharia civil da PUC e da UFMG, na concepção de normas técnicas para o uso das estruturas treliçadas derivadas de processos construtivos acessíveis. Esta iniciativa visa contribuir com a pesquisa nacional orientada pela Lei Federal do Bambu 12.484 de 8 de setembro de 2010 e também com a Rede Brasileira do Bambu, que vem organizando a rede nacional de pesquisa. O uso dos bambus brasileiros deve ser cada vez mais estimulado, para incorporação na cadeia produtiva nacional, e a extensão da pesquisa para a área da agronomia também é fundamental, no que diz respeito à investigação dos métodos de propagação das espécies nativas.

A infraestrutura da PUC-Rio vem sendo incrementada com a aprovação de projetos e com a disponibilidade do campus ambiental de Tinguá PUC-Rio para acolher futuras pesquisas.



Figura 158: Campus-Tinguá da PUC-Rio, o pesquisador Lucas A. Ripper averiguando possíveis áreas para o plantio e estudo de espécies de bambu.

O campus Tinguá se apresenta com potencial para a realização de novos estudos de caso envolvendo a reunião de áreas do saber em trabalhos transdisciplinares. A demanda do campus por estruturas de bambu para múltiplos usos é inquestionável. O aproveitamento dos materiais locais disponíveis, a capacitação dos funcionários do campus para operar tais recursos e produzir o espaço através do uso destes recursos – produção de objetos como caminhos na floresta, corrimão, escada, viveiros de plantas e outros são excelentes estímulos para a continuidade da pesquisa.

Na PUC-Rio atualmente se desenvolve o projeto BAMBU PARA UMA ENGENHARIA SUSTENTÁVEL (Chamada MCTI / Ação Transversal / CNPq nº 66/2013) com foco na análise microestrutural do colmo do bambu para elaborar métodos eficazes de tratamento por impregnação e previsão de plantio de espécies de bambu, no campus Tinguá PUC-Rio, para estudos de reprodução de mudas e propagação.