

GAZEBO ECOEFICIENTE NA UNIVERSIDADE

Germana Costa Rocha (grochaufpb@gmail.com); Giulan Antônio Rodrigues Vasconcelos (giulanvasconcelos@hotmail.com); Normando Perazzo Barbosa (nperazzob@yahoo.com.br); João Marcelo Dias Ferreira (ferreira@cear.ufpb.br)

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Arquitetura e Urbanismo (UFPB-DAU) - Brazil

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia de Materiais (UFPB-DEMAT) - Brazil

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia de Energias Renováveis (UFPB-DEER) - Brazil

Palavras chave: tectônica; bambu; projeto e construção; arquitetura ecoeficiente

Na busca por materiais e recursos tecnológicos renováveis para a minimização do impacto ambiental causado pelas construções edilícias, o bambu tem se mostrado excelente opção pelas suas qualidades técnicas e ecoeficientes. Por se tratar de um material renovável, de baixo custo energético, ecologicamente correto e economicamente viável, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, o bambu possui grande potencial expressivo podendo enaltecer o caráter tectônico da arquitetura.

Neste sentido, o objetivo principal deste artigo é relatar uma experiência de projeto e execução de um gazebo inserido em campus universitário, em que se deu ênfase ao estudo e aplicação do bambu como matéria expressiva e recurso renovável da arquitetura para o alcance de ecoeficiência e tectonicidade. O projeto e execução do gazebo correspondem ao experimento prático da pesquisa em desenvolvimento Tectônica e Sustentabilidade na Arquitetura, e contou com a participação de alunos e professores do curso de arquitetura, de engenharia civil e engenharia de energias renováveis, em uma ação multidisciplinar.

O trabalho aqui exposto apresenta a análise sob a ótica tectônica de obra referencial em bambu realizada na pesquisa em um de seus eixos de investigação, em seguida tece considerações sobre abordagem tectônica e projeto integrado no ateliê de ensino/aprendizagem em escolas de arquitetura, para na sequência apresentar o projeto e execução do gazebo. Conclui-se que a pesquisa e o experimento prático, além de aprofundar o conhecimento sobre o uso do bambu na arquitetura, podem colaborar para o desenvolvimento de uma consciência construtiva e para estimular a concepção de obras arquitetônicas expressivas, mais ambientalmente responsivas.

1. INTRODUÇÃO

Considerando o impacto ambiental causado pelas construções edilícias em nosso planeta, a busca por recursos materiais e tecnológicos que possam minimizá-lo tem sido objeto de estudo de pesquisadores no âmbito da arquitetura e engenharia, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, pesquisas recentes apontam para a importância do uso do bambu na construção por se tratar de um material renovável, de baixo custo energético, ecologicamente correto e economicamente viável, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Aliada a essas qualidades técnicas e ecoeficientes, a potencialidade expressiva do bambu pode enaltecer o caráter tectônico de obras arquitetônicas.

Na teoria contemporânea da arquitetura, tectônica se refere ao caráter quintessencial da arquitetura a partir do qual parte de sua expressividade é inseparável da maneira precisa de sua construção conforme define Frampton (2000). Parte-se da premissa da existência, em arquitetura, de um juízo estético inerente ao ato construtivo. Busca-se ressaltar que apesar

de inquestionável o lugar do estético e do simbólico para o alcance de significância dos espaços arquiteturais, o fazer arquitetônico é, também, procedente da cultura técnica e das condições materiais em tempos e lugares determinados (ROCHA, 2012).

Desse modo, levando em consideração esse diálogo indissociável que se estabelece na arquitetura entre materialidade e expressividade, de que modo ele pode ser alcançado sem perder de vista o desenvolvimento sustentável? Ou seja, como conciliar na arquitetura, a “poética da construção”- a tectônica - com a “poética da economia”, nesta sendo considerada não apenas a eficiência econômica, mas incluindo outros condicionantes da sustentabilidade, como a eficiência energética e a minimização do impacto ambiental através do uso de materiais e energias renováveis? Estas questões permeiam a pesquisa em desenvolvimento Tectônica e Sustentabilidade na Arquitetura, realizada a partir de dois eixos de investigação: E1-Tectônica enquanto categoria analítica e E2- Por uma abordagem tectônica e sustentável na projeção arquitetônica.

Este artigo se propõe a relatar uma experiência de projeto e execução de um gazebo inserido em campus universitário, como resultado prático do Eixo E-2 da referida pesquisa, em que se deu ênfase ao estudo e aplicação do bambu como matéria expressiva e recurso renovável para o alcance de ecoeficiência e tectonicidade na arquitetura. A meta principal do experimento consistiu em conceber e construir pequeno gazebo com estrutura de bambu, a fim de adquirir conhecimento prático e consolidar aqueles adquiridos na investigação da literatura realizada no Eixo E-1 da pesquisa, em particular, as análises realizadas sobre obras arquitetônicas referenciais construídas com bambu.

2. TECTÔNICA ENQUANTO CATEGORIA ANALÍTICA DA ARQUITETURA

Embora a arquitetura permita as mais variadas abordagens teóricas, há uma linha de pensamento que alimenta as reflexões sobre os nexos indissociáveis entre expressividade e materialidade do invólucro do espaço arquitetural, entendido como a sua dimensão ou caráter tectônico. O uso do termo no âmbito da arquitetura se origina na teoria moderna da arquitetura em sua abordagem racionalista e estrutural do século XIX, em particular a alemã, entretanto, a tectônica como categoria de análise da arquitetura é incrementada na teoria contemporânea no início do século XXI a partir da contribuição de Kenneth Frampton, principalmente, após a publicação de sua obra “*Studies in a tectonic culture*”, ainda em 1995.

A atenção às interações entre os aspectos estéticos e materiais da arquitetura permite a compreensão de que a sua dimensão artística não se dissocia das técnicas e materiais que a concretizam. A tectônica, enquanto síntese dessas interações essenciais à arquitetura, não prescinde de um fator extrínseco igualmente determinante de sua origem: o lugar, enquanto ambiente físico, cultural e econômico.

Assim, considerando a busca por materiais e recursos tecnológicos renováveis para a minimização do impacto ambiental causado pelas construções edilícias, importa conhecer os nexos entre as potencialidades expressivas desses materiais e as técnicas utilizadas em sua aplicação na arquitetura, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, esse eixo da pesquisa (E-1) investiga como arquitetos têm explorado o caráter tectônico da arquitetura a partir da utilização materiais e recursos renováveis como tijolo de terra crua, gesso, o bambu, energia solar, aproveitamento de águas de chuvas entre outros. A experiência ora relatada ressalta o uso do bambu como elemento da estrutura resistente e de vedação.

Dentre as obras arquitetônicas construídas com bambu e analisadas sob a ótica da tectônica, um exemplo interessante é o restaurante Bamboo Wing de autoria do escritório de arquitetura vietnamita Vo Trong Nghia Architects construído no ano de 2010, na cidade

de Hanói capital do Vietnã (Figura 1). A proposta arquitetônica, de cunho sustentável e ecológico teve como algumas de suas diretrizes, valorizar a cultura técnica do lugar, utilizando a mão de obra e a matéria prima local como a pedra e o bambu. Este foi utilizado pelos arquitetos primordialmente como elemento estrutural.

Na relação estrutura resistente/estrutura formal arquitetônica do salão principal do restaurante Bamboo Wing⁵⁵, considerando a classificação de Macdonald (2001), podemos dizer que trata-se de um exemplo de “structure as architecture”, uma vez que o elemento utilizado para criar a estrutura resistente, no caso o bambu, é o mesmo que gera sua estrutura formal. A concepção da estrutura resistente tem como elemento principal de suporte das cargas duas treliças arqueadas que se cruzam e formam um apoio único, com extremidades em balanço, alcançando de 12 metros de extensão. Esse elemento treliçado em forma de asas de pássaro, conforme argumenta os autores do projeto arquitetônico, é composto por feixes de bambu, ora encaixados ora amarrados e parafusados, sendo repetido ritmicamente numa distribuição radial para compor a forma semicircular do salão.

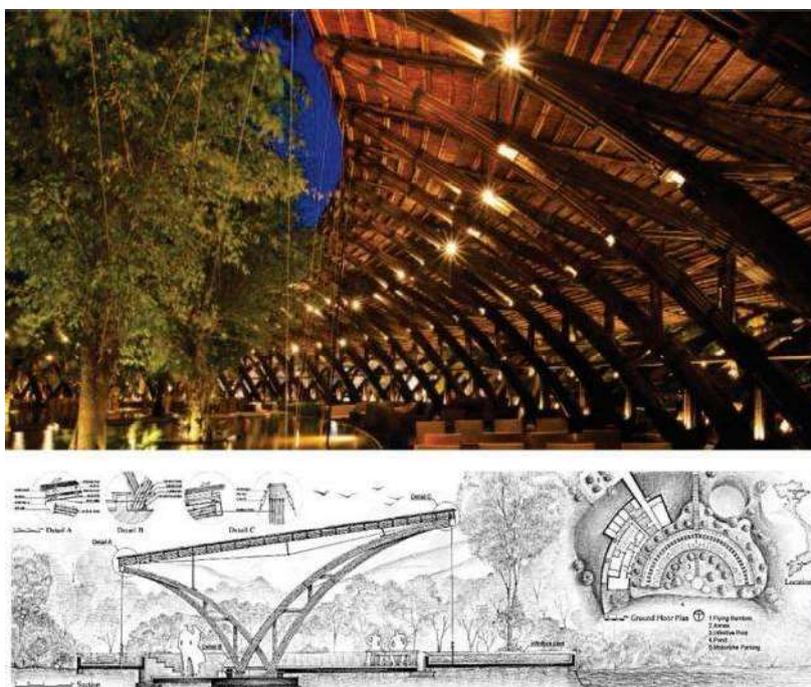


Figura 1. Restaurante Bamboo Wing, Hanói, Vietnã, Vo Trong Nghia Architects (2010)

Fonte: Disponível em <http://www.archdaily.com/219880/bamboo-wing-vo-trong-nghia> Acesso em: 28/04/2017, às 23:09h.

Além do bambu, o aço aparece na estrutura resistente através dos cabos utilizados nas extremidades das treliças arqueadas como elemento de contraventamento, assim como, nas vigas vagoão utilizadas na estrutura da cobertura. O concreto armado é utilizado apenas no embasamento, apoiando a estrutura principal em bambu.

Tanto nesta como nas demais obras analisadas pelo grupo, observa-se que, de um modo geral, ao optar-se pelo uso do bambu como matéria da arquitetura, a forte expressividade desse material aliado ao seu excelente desempenho mecânico e estrutural, o coloca na posição de protagonista da cena arquitetônica.

⁵⁵ Obra estudada por uma das pesquisadoras do grupo, a aluna Giovana Soares (2016).

3. POR UMA ABORDAGEM TECTÔNICA E SUSTENTÁVEL NA PROJETAÇÃO ARQUITETÔNICA

O eixo de investigação E-2 – Por uma abordagem tectônica e sustentável na projeção arquitetônica - tem como objetivo estudar a pertinência e desenvolvimento de uma cultura tectônica no âmbito da aprendizagem do projeto de arquitetura, dando suporte à apreensão da potencialidade da poética construtiva para a concepção arquitetônica, uma vez que a materialização da arquitetura é intrínseca à atividade do arquiteto.

Aliado ao desenvolvimento de uma consciência construtiva na ação projetual, objetiva-se introduzir os princípios da sustentabilidade nesse processo tendo em vista a inserção do projeto arquitetônico em um contexto eco-responsável, buscando respostas às questões sociais, ambientais e econômicas, considerando os recursos limitados do nosso planeta. Nessa linha de pesquisa são desenvolvidos projetos de arquitetura considerando materiais e energias renováveis (bambu, tijolo de terra crua, gesso, módulos fotovoltaicos, etc.) com vistas à execução de obras arquitetônicas mais ambientalmente responsivas, contudo, sem abrir mão de sua dimensão artística.

Projeto, execução e uso de uma construção, tanto na escala do edifício como do urbano, estão intimamente relacionados, cabendo aos projetistas, em particular os arquitetos e urbanistas, a responsabilidade das suas decisões no processo conceptivo, quando se incorpora, ou não, estratégias passivas e ecológicas com vistas à sustentabilidade. Como argumenta Jourda (2009), já existem muitos exemplos de construções de baixo impacto ecológico para o nosso planeta, uma vez que já se têm meios e soluções técnicas para isso. Uma cultura de projeto e ensino de projeto com vistas a preparar os estudantes, futuros projetistas, para responderem às questões ambientais, econômicas e sociais, vem emergindo, contudo, “fazer” e ensinar “como fazer”, constitui, ainda, uma necessidade. E o lugar em que esse processo deve ocorrer, como argumenta Kwok (2013,p.11), “...é no ateliê da escola de arquitetura, onde os alunos podem aprender, desenvolver habilidades, testar soluções...”.

Tendo em conta o caráter multifacetado do projeto, ele é simultaneamente técnico, programático, cultural, formal, e a ênfase em um ou outro aspecto é dada, geralmente, na definição do partido e afeta o resultado expressivo da arquitetura (KWOK, 2013). Assim, a decisão pelo foco no projeto ecológico e ecoeficiente deve ser tomada nas fases iniciais do processo projetual, uma vez que essa decisão tem repercussão na escolha do lugar, na orientação e forma da edificação, na sua inserção no lote. Dentre essas questões que compõem o conjunto buscado quando se deseja um bom desempenho ambiental, ressalta-se nesta pesquisa a necessidade também da escolha dos materiais e recursos renováveis, nesse momento dos estudos preliminares da projeção arquitetônica, e a importância de integrar as tecnologias usadas, o que leva ao projeto integrado.

O projeto integrado é um processo que implica as habilidades e os conhecimentos de diferentes disciplinas, bem como as interações de diferentes sistemas de edificação para produzir, com sinergia, uma edificação melhor, mais eficiente e mais responsável (...). Conhecimentos abundantes devem ser filtrados, retirando-se da mistura os princípios mais relevantes e aplicáveis. (KWOK, 2013, p. 18).

Contudo, aplicar uma prática de projeto integrado no ateliê da escola de arquitetura, ou mesmo de engenharia, não tem sido uma constante, sendo mais raro ainda, realizar a construção do objeto concebido, por razões óbvias. Considerando a importância de pesquisar sobre recursos e tecnologias renováveis em projeção integrada e seus resultados em exemplo prático, decidiu-se conceber e executar pequeno gazebo utilizando o bambu e o aproveitamento da energia solar como matéria e recurso renovável, de modo integrado desde a concepção à execução.

3.1. Projeto do Gazebo

Partindo da necessidade de fazer uma pequena obra no próprio campus universitário para se estudar a execução de uma estrutura em bambu, decidiu-se então aliar essa necessidade a algo que tivesse utilidade para os estudantes. Sendo assim, optou-se por fazer um pequeno gazebo e implantá-lo num pátio externo em frente a biblioteca setorial do Centro de Tecnologia (CT), em que os estudantes pudessem ler ou realizar alguma atividade de lazer, descansar, ouvir música, etc., em contato ao ambiente natural.

Adotou-se como diretrizes projetuais explorar a potencialidade expressiva do bambu como estrutura resistente e conceber um espaço aberto possuindo como fechamento apenas o plano da cobertura para proteção contra a forte insolação. Uma limitação que se impôs ao partido adotado foram as dimensões dos bambus disponíveis para a experiência, cujos comprimentos variavam de 3,0 a 3,60m apenas⁵⁶.

Outra premissa importante para o partido arquitetônico foi a escolha dos tipos de conexões tanto entre os colmos de bambus como aquelas que conectariam estes à fundação. Assim como a madeira, o bambu é um material que não deve ser aplicado diretamente no solo natural, devendo ser protegido de umidade e ataques de microrganismos, permitindo o prolongamento de sua vida útil. Recomenda-se para isso o uso de outros materiais para as fundações como a pedra, o concreto armado, o metal entre outros.

Assim, foram adotados como princípio estrutural pilares duplos dispostos em formato V, conectados entre si por pequenos colmos de bambu (cada par de pilares) intercaladas e distribuídos por sua extensão, para aumentar sua resistência, evitar a flambagem, garantir o equilíbrio da estrutura e receber a viga de alma cheia de bambu, para travamento da estrutura nas laterais e suporte das cargas da cobertura.

Desse modo, oito colmos de bambus compõem os dois pilares em V, formato este que necessita apenas de dois pontos de apoio ao solo. Esses apoios, as fundações na verdade, foram propostas com o objetivo de proteger a estrutura de bambu elevando-a do solo natural, sendo constituídas de concreto armado (Figura 2).

Foi proposta ainda, uma conexão metálica para ligar os colmos de bambu à fundação de concreto e aumentar o desempenho mecânico dos mesmos, uma vez os tubos metálicos penetram em seu interior em 30,0 cm. Essa conexão metálica é constituída de tubos de 2" soldados à chapas de ferro galvanizado fixadas à fundação de concreto por chumbadores de 8mm de diâmetro e 35cm de comprimento. O uso de peças metálicas para fazer as junções das varas de bambu ajuda a compensar a variabilidade das peças de bambu, permitindo um maior nível de precisão e facilidade na montagem.

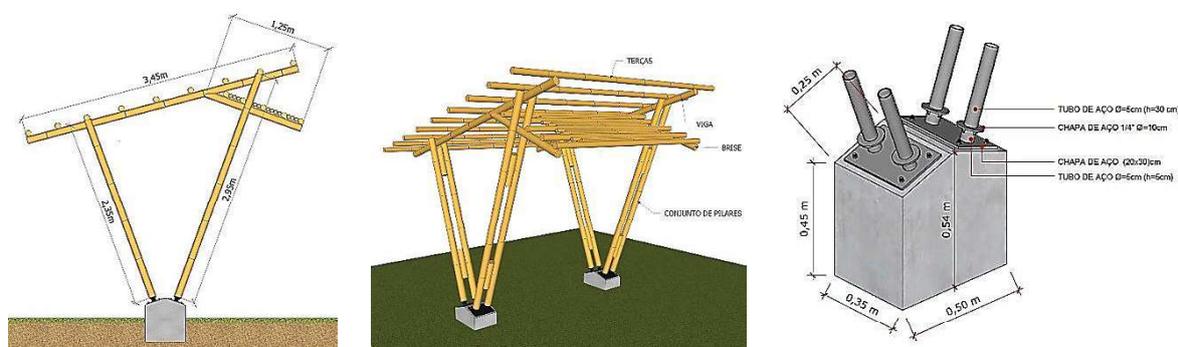


Figura 2. Proposta da estrutura do gazebo e detalhe da fundação

⁵⁶ Os bambus utilizados nos pilares, vigas e terças do gazebo foram os da espécie *Phyllostachys edulis*, conhecido popularmente como mossô.

Vale ressaltar que todas as decisões projetuais foram tomadas de modo integrado entre alunos e professores das três áreas de conhecimento acima citadas. Desse modo, os alunos puderam experimentar num exercício prático/investigativo, e na própria academia, a aplicação de projeto integrado fundado nos conceitos de tectônica e ecoeficiência, com vistas à sustentabilidade. O mais interessante estava por vir, a materialização do objeto concebido – a execução da obra.

3.2. A construção do Gazebo

Como se sabe, o bambu necessita de tratamento prévio antes de seu uso, tanto para construção de edificações como para execução de mobiliários, artesanato ou objetos industrializados. Tal tratamento visa diminuir a concentração do amido existentes no seu interior, tornando o bambu mais resistente aos ataques de organismos xilófagos, insetos que se alimentam da madeira, que comprometem suas características físico-mecânicas, além de prolongar sua vida útil. Para a construção do gazebo, este foi o primeiro passo, considerando que alguns bambus adquiridos não haviam sido tratados.

Optando-se pela eficiência dos procedimentos de preservação química, o método utilizado para a proteção dos colmos do gazebo foi o tratamento químico por imersão em sais de boro, que consiste na imersão dos bambus em uma solução de 2% de ácido bórico, 2% de bórax e 96% de água⁵⁷. Os bambus ficam imersos por sete dias, em seguida são retirados e postos para secar a sombra até atingir o índice de umidade desejado.

Após o tratamento e secagem, iniciamos a seleção dos colmos a serem usadas na construção a fim de descartar as peças defeituosas, com empenos e rachaduras que pudessem comprometer a construção. Esse processo de seleção consistiu também em definir a função estrutural de cada colmo, escolhendo e identificando as que ficariam juntas, lado a lado (no caso dos pilares) por similaridade de diâmetros. Após esta seleção, iniciaram-se os corte dos colmos ajustando-os às dimensões contidas no projeto.

Com as peças selecionadas e cortadas, partiu-se para ao processo de acabamento das mesmas, sendo este dividido em dois momentos: o primeiro consistiu no processo de lixamento das peças, que tem como finalidade retirar pequenas imperfeições existentes no bambu, corrigir falhas oriundas do corte das peças e retirar substâncias que ficam impregnadas nas paredes dos bambus, sobretudo nos nós. A segunda etapa consistiu na aplicação de um fundo preparador para madeiras, que tem como função penetrar nas fibras da madeira (em nosso caso do bambu) para auxiliar e ampliar a fixação do produto a ser aplicado para a proteção final da peça. Para isso foi utilizado o verniz extra-marítimo que tem como característica aumentar a resistência do bambu às intempéries (Figura 3).



Figura 3. Tratamento químico, lixamento e aplicação do fundo preparador no bambu.

Enquanto se aguardava o processo de cura das fundações de concreto armado, iniciou-se o processo de montagem da estrutura, também realizado em dois momentos. O primeiro consistiu numa pré-montagem dos pilares, e o segundo, na montagem da estrutura in loco.

⁵⁷ Sobre os métodos de preservação do bambu, tradicionais e químicos, ver PEREIRA & BERALDO 2016.

A pré-montagem dos pilares consistiu em encaixar as conexões metálicas da base nos colmos de bambus, introduzindo os tubos circulares metálicos no interior dos bambus fixando cada tubo a estes através de barras roscadas de 08 mm de diâmetro. Nessa etapa de pré-montagem dos pilares também foram instaladas as fiações elétricas por dentro dos bambus atribuindo aos pilares, além do suporte das cargas, função de eletrodutos. Ainda nessa fase, foram fixados os bambus que ligavam os pilares em pares.

Em seguida, partiu-se para a montagem da estrutura do Gazebo in loco, iniciando com a fixação dos pilares nas fundações, o que se deu através do encaixe da chapa metálica aos chumbadores concretados nas fundações. O passo seguinte foi a instalação das vigas, que foram fixadas através de encaixe entre os pilares e transpassadas por uma barra roscada de 8mm, e em seguida a instalação das terças, que foram fixadas às vigas através de barras roscadas de 6mm (Figura 4).



Figura 4. Pré-montagem dos elementos estruturais do Gazebo e montagem in loco.

Para a cobertura do gazebo, constituída de apenas uma água, optamos por utilizar as telhas ecológicas condizentes à proposta de uma construção ecoeficiente, mas também em função de suas dimensões – 2,00 x 0,95m – o que permite uma estrutura de telhado composta apenas por ripas e a utilização de poucas unidades por área, promovendo, assim, menores esforços à estrutura e maior leveza ao todo arquitetônico. Sobre as terças foram instaladas as telhas ecológicas fixadas com pregos roscados, disponibilizados pela própria fabricante das telhas e reforçados com a instalação de hastes de alumínio.

A fim de proteger sua fachada norte da insolação, decidimos fazer uso de um brise composto por bambus de menores diâmetros dispostos horizontalmente e conectados por barras roscadas e porcas entre os mesmos, aumentando assim a área sombreada para uma maior sensação de bem-estar dos futuros usuários, elemento este que conferiu maior expressividade à proposta arquitetônica. (Figura 05).



Figura 5. Processo de montagem e instalação do brise.

Para permitir o uso do gazebo pelos alunos dos cursos noturnos e o carregamento de celulares e notebooks, foram implantadas tomadas USB e lâmpadas tipo led fazendo uso de energia solar, a partir de módulos fotovoltaicos uma vez que os sistemas fotovoltaicos têm sido responsáveis pela maior parcela de utilização das fontes renováveis por meio da conversão direta de energia solar em energia elétrica. Assim, uma ação integrada de

investigação, projeto e execução, pode ser realizada reunindo professores e alunos dos cursos de arquitetura e urbanismo, engenharia civil e engenharia de recursos renováveis, em caráter multidisciplinar.



Figura 6. Instalação do módulo fotovoltaico

A adoção de tal sistema gerou dois desafios, solucionados a partir de discussões entre membros da equipe do projeto integrado. O primeiro desafio era proteger os equipamentos necessários à essa conversão – o inversor e uma bateria para o armazenamento da carga elétrica - bem como o próprio módulo fotovoltaico de certo vandalismo existente em instituições públicas em nosso país, em particular na nossa cidade, o que foi resolvido a partir da instalação da bateria e do inversor em caixa de passagem enterrada no solo natural (Figura 7). O segundo desafio, este de ordem estética, foi como conseguir uma maneira de ligar os pontos elétricos – luminárias e tomadas USB - sem que as fiações ficassem aparentes. Resolveu-se, então, tirar proveito das próprias características do bambu para resolver esse desafio. Ou seja, aproveitando que o bambu é uma peça oca, optamos por passar todas as fiações por dentro dos pilares de bambu, de forma que os mesmos adquiriram, também, a função de eletrodutos.



Figura 7. Instalação da bateria e controlador de carga e detalhe das instalações elétricas



Figura 8 – O Gazebo Ecoeficiente concluído.

Apesar da importância socioambiental e econômica do bambu, e suas qualidades mecânicas e estéticas, a ausência de tradição no seu emprego como matéria-prima, no Brasil, aliado à falta de conhecimento e tecnologias têm limitado a atividade econômica relacionada ao bambu, e em particular, sua aplicação na construção civil e na arquitetura. Frente a essa realidade o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) vem promovendo várias ações voltadas à produção do conhecimento sobre as espécies de bambu e suas aplicações (DRUMOND & WIEDMAN, 2017).

Desse modo, embora o grande número de pesquisas que vêm sendo realizado em algumas universidades brasileiras, o conhecimento sobre as potencialidades expressivas e ecoeficientes do bambu, aliado aos procedimentos técnicos para dar suporte à concepção de obras arquitetônicas que utilizem esse material, necessita ser mais desenvolvido no meio acadêmico, tanto por alunos da graduação como da pós-graduação, para posterior divulgação na sociedade, colaborando na ruptura de paradigmas da construção civil para a adoção desse material no nosso país.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática experimental na idealização e manufatura de pequenas obras, mesmo de protótipos ou instalações em escala real tem se mostrado uma ferramenta importante na prática pedagógica da arquitetura, principalmente em disciplinas da área de tecnologia e projeto. Entretanto, essa prática vem sendo pouco explorada pelos professores dessas disciplinas - em particular no CT de nosso campus. Isso decorre da decomposição de fundamentos, dentre eles a fragmentação da tríade vitruviana, forma-técnica-função, princípios inseparáveis em toda obra arquitetônica.

Essa fragmentação implica, entre outras questões, na separação entre projeto e tecnologia, entre estrutura formal arquitetônica e estrutura resistente, por fim entre a arquitetura e suas determinações construtivas. Considerando o caráter da tecnologia na prática e formação do arquiteto em sua teoria do projeto Hélio Pinõn (2006) ressalta que:

A construção é a condição da arquitetura e a tectonicidade um valor inequívoco dos seus produtos (...) a atenção à construção é uma condição básica do conceber (...) não há concepção sem técnica, nem projeto sem matéria (PIÑON, 2006, p.126)

Na abordagem tectônica adotada, conceber a forma a partir das interações entre a ordem estética e a ordem técnica, e materializá-la em escala real, possibilitando o processo integrado da concepção à materialização do objeto e a interação do sujeito, simula-se no ambiente acadêmico um ciclo mais aproximado à conjugação do ofício e do saber do arquiteto. Possibilita, ainda, ao estudante verificar o comportamento estrutural estudado, aproximando teoria e prática no ensino de estruturas e projeto, além de desenvolver a percepção, apreensão e vivência na espacialização da arquitetura, considerada a categoria arquitetônica essencial ao ato de projetar.

Acrescentando a essa apreensão da dialogia existente entre arquitetura e suas determinações construtivas a consideração aos princípios da sustentabilidade, como a ecoeficiência, permite o desenvolvimento de uma consciência construtiva sem abrir mão das qualidades da manifestação artística, inerente à arquitetura, mas numa postura projetual com responsabilidade ambiental. O projeto integrado e a ação conjunta entre professores e alunos de três áreas específicas do conhecimento (arquitetura, engenharia civil e engenharia de energias renováveis) mostraram-se determinantes para a abordagem tectônica e sustentável adotada.

A experiência prática de projetar e construir com bambu, mostrou sua potencialidade expressiva e de resistência mecânica como elemento estrutural para a arquitetura e construção. Mas, revelou a necessidade do estudo mais aprofundado de suas conexões,

ligações e comportamento do bambu – de suas espécies – perante o clima local. Tal estudo é fundamental para a continuidade da pesquisa, pois, possibilita o desenvolvimento de técnicas construtivas mais racionais e de fácil execução.

Apesar das pesquisas e experiências sobre construções com bambu terem sido incrementadas nos últimos, a cultura técnica desse material ainda não é uma realidade no Brasil. Este fato, acrescido da inexistência da cadeia produtiva que apoie a adoção de sistemas construtivos do bambu na região onde está sendo realizada nossa pesquisa, e à inexistência de normas técnicas referentes a essa gramínea como material de construção e estrutura e para a aprovação de projetos, constitui alguns dos desafios que estão sendo enfrentados. Com a aprovação da norma que transita pela ABNT hoje, acredita-se que esse cenário mudará radicalmente, viabilizando e facilitando a construção com bambu em contextos urbanos brasileiros – mesmo no meio rural - e, conseqüentemente, aumentando a adesão de arquitetos e engenheiros, da população de um modo geral.

O mesmo pode-se dizer com relação ao estudo e utilização de outros recursos renováveis na arquitetura, urbanismo e construção, como o uso de energia solar por meio dos sistemas fotovoltaicos, o aproveitamento de águas de chuva e reaproveitamento de águas cinza, entre outros, que precisam ser melhores investigados cientificamente, para gerar maior conhecimento e adesão ao seu uso, com vistas à sustentabilidade, e considerando a finitude do nosso planeta.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DRUMOND, Patrícia Maria; WIEDMAN, Guilherme (ORG.). *Bambus no Brasil – da biologia à tecnologia*. 1.ed.-Rio de Janeiro: ICH, 2017.
- FRAMPTON, K. *Seven points for the millennium: an untimely manifesto*. In: *The Journal of Architecture*, vol. 5, no 1, Printemps 2000, p. 21-33.
- _____, K. *Studies in tectonic culture*. 2ed. Massachusetts: Mit Press, 1995.
- JOURDA, Françoise-Hélène. *Pequeno Manual do Projeto Sustentável*. Barcelona, Espanha. Editora Gustavo Gili, SL. 2012.
- KWOK, Alison G. *Manual de Arquitetura Ecológica*. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. – 2d. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- MACDONALD, A. J. *Structure and Architecture*. Departament of Architecture, University of Edinburgh. Second Edition. Architectural Press, 2001.
- PEREIRA, Marcos A. R.; BERALDO, Antonio L. *Bambu de corpo e alma*. Bauru, São Paulo: Canal6, 2016.
- PIÑÓN, H. *Teoria do Projeto*. Traduzido por Edson Mahfuz. – Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.
- ROCHA, G.C (2012). *O Caráter Tectônico do Moderno Brasileiro: Bernardes e Campello na Paraíba (1970-1980)*. Tese Doutoral (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU/UFRN.