

A ARQUITETURA VERNACULAR E AS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM BAMBU

Beatriz Emi Ueda¹, Celia Regina Moretti Meirelles²

1. Estudante da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie
2. Professora Doutora da Faculdade de Arquitetura da Universidade Presbiteriana Mackenzie - Orientador

Resumo

O objetivo desta pesquisa é analisar o potencial das técnicas em bambu na arquitetura contemporânea e seus rebatimentos nas comunidades tradicionais e avaliar como o projeto pode ampliar o ciclo de vida dos edifícios. O Centro Cultural Max Feffer de Leiko Motomura e o Modern Education Training School da arquiteta Anna Heringer foram selecionados devido ao seu reconhecimento no âmbito dos projetos sustentáveis, integrando a qualidade ambiental com técnicas vernaculares. Por meio da análise das obras e visitas, pode-se notar os paralelos entre a cultura e as técnicas construtivas, além de uma arquitetura que integra a sustentabilidade, aplicando procedimentos bioclimáticos e elementos que ampliam o ciclo de vida dos edifícios. Os experimentos permitiram, observar as qualidades deste material como a leveza, bem como as dificuldades de aplicar o bambu na construção civil, devido às irregularidades do diâmetro do colmo, e o comportamento das ligações realizadas nos projetos.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Técnicas Tradicionais; Materiais Naturais

Apoio financeiro: CNPq.

Trabalho selecionado para a JNIC: Universidade Presbiteriana Mackenzie

Introdução

A conferência RIO-92 na carta de intenções chamada de Agenda 21 considerou a aplicação de materiais renováveis na construção civil como um fator de grande relevância para o desenvolvimento sustentável. A partir desta convenção, o bambu passou a ser valorizado devido a rapidez do seu crescimento e a alta taxa de incorporação do CO₂(ONU, 1995). Se tratado e retirado na lua correta ele pode ser um material com diversas possibilidades plásticas criando diferentes percepções do espaço, além destes fatores apresenta uma ótima resistência a tração bem como uma boa resistência a compressão. Muitas culturas têm na gênese de sua arquitetura esse material, desenvolvendo inúmeras técnicas construtivas como estrutura, como elemento de vedação, telhas, ornamentos etc.

Pode-se mencionar o projeto Modern Education and Training Institute (METI) da arquiteta Anna Heringer de grande relevância no contexto dessa pesquisa devido à aplicação do bambu como um elemento vernacular. Neste projeto a arquiteta avaliou os materiais locais e o modo de vida da comunidade. Como resultado desta pesquisa a equipe resgata as técnicas integrando o bambu e o barro, permitindo o aumento do ciclo de vida do edifício. Em âmbito nacional, um trabalho relevante é o da arquiteta Leiko Motomura, em seu projeto para o Centro Cultural Max Feffer em Pardinihos, nesta obra os materiais escolhidos foram o bambu na cobertura em conjunto com pilares de eucaliptos, estes apóiam-se em um embasamento de concreto. Apesar dos incentivos da conferência RIO-92 no uso de materiais renováveis na construção civil brasileira, há muito o que se pesquisar para entender o potencial desse material em âmbito nacional.

O objetivo desta pesquisa é analisar o potencial das técnicas construtivas em bambu na arquitetura contemporânea avaliando como os conceitos vernaculares valorizam o uso de materiais naturais e como os elementos de projeto se articulam dentro da arquitetura para aumentar o ciclo de vida dos edifícios. Essa problemática será avaliada por meio do estudo do Modern Education and Trainig Institute (METI) de Anna Heringer e Centro Cultural Max Feffer de Leiko Motomura devido as relevâncias desses projetos em termos de sustentabilidade, processos construtivos e empoderamento social e coletivo.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos foram realizados nas seguintes etapas de trabalho:

Primeira etapa: Revisão da Literatura

A revisão da literatura foi realizada junto a fontes diversas como institutos, associações, internet, revistas periódicas, livros etc.

1. Estudou-se os conceitos de arquitetura vernacular e de projeto sustentável Segundo os autores de relevância na área entre estas, "Vivienda y Cultura" de RAPOPORT, Amos. (1972); "Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis" de Marian Keeler e Bill Burke (2010); "Arquitetura vernacular" de Rubenilson Brazão Teixeira (2017). "Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation". SHARMA et al (2016)
2. Estudou-se as características do bambu, como ele pode ser aplicado na estrutura, na vedação e nas coberturas. Entre elas, o comportamento das ligações em bambu com base em autores relevantes como "Bamboo as a Building material" de Klaus Dunkelberg (1992) "Manual de Construcción com Bambu" de Oscar Hidalgo Lopez (1981); "Bambu de Corpo e Alma" de Marco A. R. Pereira e Antônio Beraldo (2016).

Segunda etapa

A partir da seleção dos dois estudos de caso o Modern Education and Training Institute (METI) de Anna Heringer e Centro Cultural Max Feffer de Leiko Motomura, realizam-se os seguintes procedimentos:

1. Análise dos projetos; Informações relevantes sobre a obra; Projeto arquitetônico: plantas, cortes, elevações e demais desenhos; Implantação (relação com o terreno); fotos e desenhos da obra; Análise do Sistema estrutural; Forma da Cobertura; Encaixes e ligações utilizadas; e Tamanhos dos vãos e elemento estruturais.
2. Visita ao Centro Cultural Max Feffer de Leiko Motomura; Fotos; Medidas métricas com trena a laser da obra visitada e croquis dos detalhes
3. Foram realizados modelos em escala reduzida na marcenaria do Curso de Arquitetura da Universidade Presbiteriana Mackenzie arquitetura dos diferentes tipos de ligações de bambu no contexto das duas obras.
4. Após as experimentações foi realizada uma análise comparativa da cultura, conforto e técnica construtivas, em especial as ligações aplicadas nas duas obras.
5. Análise crítica das informações e organização do relatório final.

Resultados e Discussão

As obras Centro Cultural Max Feffer em Pardinhas e o Modern Education and Training Institute (METI) foram analisadas segundo a aplicação do bambu na arquitetura contemporânea associado à materiais vernaculares e como estes projeto ampliam o e o ciclo de vida do edifícios. Neste sentido ambas as construções aplicam conceitos que aumentam o ciclo de vida dos edifícios preservando os materiais naturais, entre eles um destaque são os grandes beirais que protegem as estruturas de bambu e o embasamento.

Outro aspecto considerado aplicação de técnicas Bioclimáticas que minimizam a necessidade de estratégias ativas. Ambos os projetos adotam um espaço aberto no pavimento superior, evitam fechamentos e divisões internas, criam espaços com outras possibilidades de uso e, conseqüentemente, possibilitam a circulação cruzada, amenizando temperaturas elevadas Neste sentido na escola METI a arquiteta adota grossas paredes de adobe para melhorar o conforto térmico das crianças que estudam no local. No Centro Cultural Max Feffer o problema é o inverso, o projeto faz uso de paredes trombe para aquecer o espaço.

Devido a relevância das soluções técnicas adotadas por Leiko Motomura e Anna Heringer, foram realizados, para o âmbito dessa pesquisa, dois modelos em escala 1:1 dos sistemas de ligações de bambu.

Na obra do Centro Cultural Max Feffer o detalhe selecionado para análise foi o de ligação entre os bambus da estrutura em V que suporta a cobertura como mostram as Figuras 1. A, B e C.

Figura 1: Centro Cultural Max Feffer. Figuras A, B e C



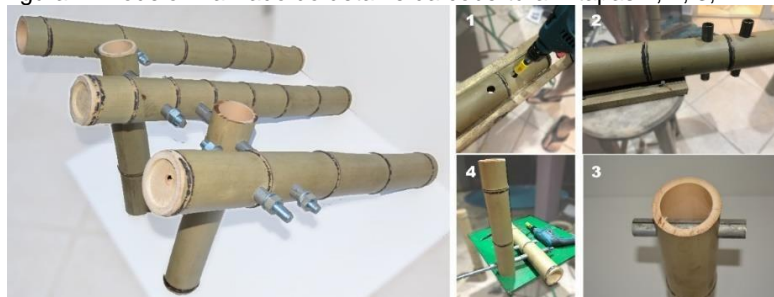
Fonte: autoral

Fonte: autoral

Fonte: autoral

Para realização do modelo em escala real das conexões do Centro Cultural Max Feffer foi realizada uma visita de campo e análise do memorial técnico da obra. O bambu utilizado neste experimento foi de espécie Mosso de 10 cm de diâmetro, barra roscada de 18 mm de diâmetro, cano metálico de 1", porca e rosca de 15 mm e serra-copo de 25 mm. Foi necessária uma adaptação metálica na serra-copo para não perder o alinhamento dos furos. A Figura 2 destaca as etapas de montagem e o modelo finalizado.

Figura 2: Modelo finalizado do detalhe da cobertura. Etapas 1, 2, 3, 4.



Fonte autoral

O primeiro passo para execução do modelo foi selecionar as varas de bambu com diâmetro mais regular, bem como a região ao longo da vara mais uniforme. A seguir, os bambus foram cortados com Serra tico-tico em dois tamanhos diferentes: as três varas de 90 cm (Grupo A), que representam a continuação das vigas de apoio das telhas; e o de duas varas de 50 cm (Grupo B), que simula o início do elemento estrutural em V no projeto Max Feffer. Depois dos preparos iniciais, as barras do Grupo A foram furadas com a Serra Fura-copos em dois lugares distintos como destaca a Figura 2. 1, que conectam dois diferentes bambus do Grupo B. e estas foram

furadas em apenas um local. No lugar destas aberturas foram colocados espaçadores metálicos com comprimento de 20 cm (Figura 2. 2 e 2. 3). Depois que todas as barras estavam preparadas com os espaçadores, foram introduzidas as barras roscadas e as porcas para conectar os bambus e fechar as ligações (Figura 2. 4).

Figura 3 A e B: Detalhes do modelo finalizado.



Fonte autoral

Fonte autoral

Conforme destaca as Figuras 3. A e 3. B os tubos metálicos individuais foram um recurso adotado por Leiko para facilitar o processo da obra. Devido a irregularidade dos colmos do bambu, esse recurso do espaçador visou facilitar a montagem do conjunto, pois permite deslocamento mínimo dos colmos para produzir a forma complexa da cobertura.

Já na obra da escola Modern Education and Training Institute (METI) o detalhe selecionado para análise foi o de ligação entre os bambus na estrutura do pórtico que suporta a estrutura do andar superior e da cobertura Figura 4. A, pois este detalhe se aproxima como a busca destacada nesta pesquisa entre o Bambu e o vernacular. Neste sentido Oscar Hidalgo Lopez (1981) destaca a relação entre as obras vernaculares em Bambu com as ligações amarradas com base na trama dos cestos e dos elementos de pesca.

Figura 4: Modelo finalizado do detalhe da cobertura. Figura A e B.



Fonte: Forgemind Webuse 2020 Fonte: Forgemind Webuse, 2020

Para realização do modelo em escala real das conexões do METI, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a escola e técnicas construtivas em bambu. Neste trabalho os experimentos foram realizados com a espécie Mosso de 10 cm de diâmetro, barra roscada de mm de diâmetro, porcas e roscas de 5 mm, serra-copo de 10 cm e corda de nylon de 4 mm.

Figura 5: Modelo finalizado do detalhe da cobertura. Etapas 1, 2, 3, 4, 5, 6



Fonte autoral.

Assim como no projeto do Centro Cultural, o primeiro passo foi a seleção das varas e o corte das mesmas no local mais adequado. Depois desse processo, as varas foram cortadas em 9 peças, que foram divididas em três grupos, e que representam diferentes partes na estrutura da escola: o primeiro grupo (Grupo A) é o das vigas na horizontal, que, no projeto original, estão engastadas nas paredes de terra; O Grupo B é o do tirante inclinado que funciona como mão francesa está apoia o beiral na cobertura; e por fim, o terceiro (Grupo C) que representam as vigas que suportam o primeiro andar. Para a conexão das varas verticais com as horizontais foi necessário realizar dois encaixes conhecidos como “boca de peixe”, mediante o uso de uma furadeira de bancada (Figura 5. 1) e uma serra fura-copo de 10 cm. Para o encaixe de bambu do pilar inclinado do foi necessário calcular o ângulo da inclinação correta e fazer dois furos com a serra em dois sentidos diferentes (Figura 5. 2) para o encaixe do pilar vertical foi necessário apenas um furo com a serra. A seguir os três componentes estruturais foram prensados com Sargento, garantindo o alinhamento dos bambus para fixação das barras roscadas (Figura 5. 3 e 4), sendo que, após a etapa ocorreu a união dos três elementos (Figura 5. 5) e a execução das amarrações com corda de nylon conforme destaca a Figura 5. 6). Dunkelberg (1992) também destacava as dificuldades de realizar o encaixe em boca peixe devido as diferenças dos diâmetros dos colmos bem como a necessidade de instrumentos para fazer o encaixe preciso, devido a inclinação.

Figura 6: Detalhes do modelo finalizado. Figura A e B



Fonte autoral.

Foram realizados dois tipos de amarração para o encaixe, sendo, conforme a Figura 6 A e 6 B, uma amarração para os bambus na perpendicular e outra para a fixação dos bambus na perpendicular e horizontal. Observa-se que Heringer aplicou uma ligação mista pois utilizou a barra rosca e as amarrações com cordas de nylon.

Conclusões

Em ambas as arquiteturas analisadas o projeto de arquitetura é alinhado a um pensamento sustentável que valoriza os materiais naturais e a comunidade local, bem como as técnicas vernaculares são alinhadas com estratégias bioclimáticas que melhoram o conforto térmico dos usuários, bem como elementos que aumentam o ciclo de vida dos edifícios.

Nos projetos das coberturas de bambu, as arquitetas além de destacar a beleza do material, protegem por meio dos grandes beirais o edifício das intempéries e incorporam técnicas que facilitam a execução em obra como os espaçadores metálicos nas ligações dos colmos na obra de Leiko Motomura e a incorporação de saberes locais na técnica aplicada de amarriços tradicionais no projeto de Anna Heringer. Outro aspecto a ser citado são as estratégias de conforto térmico em ambos os projetos, como a geotermia nas paredes de pedra do Centro Cultural e a parede de terra que controla a temperatura do térreo na escola primária.

As experimentações realizadas demonstram fatos destacados na literatura por diferentes autores entre estas, a dificuldade de construir em colmos de Bambu devido as variações do diâmetro ao longo do seu comprimento rebatendo, criando problemas de compatibilidade entre projeto e construção, bem como para se produzir um encaixe e ajustar a composição com os outros elementos estruturais. As experimentações comprovam a importância dos amarriços para travar as ligações associado ao conhecimento vernacular advindo dos artesanatos em bambu na construção do METI de Anna Heringer. Outro ponto de destaque foi a evolução determinada por uma articulação simples permitiu gerar a formas curvas complexa da cobertura do Centro Cultural Max e a regularidade construtiva alcançada devido aos espaçadores.

A relevância da aplicação de técnicas vernaculares e da utilização de materiais naturais é demonstrada na análise das obras do Centro Cultural Max Feffer e do Modern Education Training Institute (METI). As estratégias adotadas pelas arquitetas demonstram que uma arquitetura contemporânea pode incorporar aspectos sustentáveis e vernaculares sem deixar de lado sua qualidade e primor técnico.

Referências bibliográficas

BAWEJA, V. *A Pre-history of Green Architecture: Otto Koenigsberger and Tropical Architecture, from Princely Mysore to Post-colonial London*. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, The University Of Michigan, Michigan, 2008.

DUNKELBERG, Klaus. Bamboo as a building material, in: **IL31 Bambus**, Karl Krämer Verlag, Stuttgart, 1992.

ESPINHA, R. B; SANT'ANNA, M. **Resumo da Obra de RAPOPORT**: House, form and culture. *Arquitetura Popular: Espaços e Saberes*, UFBA. 2013. Disponível em <http://www.argpop.arq.ufba.br/tags/arquitetura-primitiva>. Acesso 10. mar. 2018.

FORGEMIND WEBUSE. **METI School in Rudrapur, Bangladesh**. Imagens licenciadas para uso não comercial desde que q citado a fonte por <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/2020>. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/eager/7371263742/in/photolist-cenDUb-cenDxo-cenDKw-262ekh1-cenDFo-8UThyS-bX1i2k-5kWivS-5JTMAR-KcYCx-6bpSEf-5JTNWp-28McWxp-27FLiSy-27pjg6v-U1GvKY-5JY3CA-27pjhuc-26JVQJ5-5JTPfF-5JTLbz-28McXKM-5JTN2p-27pjgPz-27FLn7Q-27pjg4B-27FLmYo-3f3Rg2-27pjgEX-28McY9n-LDrGWd-27pjiMH-27pjgVr-K8et18-27pjj5M-262ejeu-27FLmes-262ej87-28GPniE-262ejH5-28GPNrA-27pjj9V-28McXZz-27pjiy6-262ejB3-27pjhj2-27FLj83-28GPNw5-8SDVj8-28Md1nv>> Acesso em 8 mar 2020.

HERINGER, Anna. **Anna Heringer Architecture**. Disponível em: <<http://www.anna-heringer.com/>>. Acesso em 28 mar. 2018.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

LOPEZ, O. H. **Manual de Construcción com Bambu**. Cali: Estudios Tecnicos Colombianos, Universidad Nacional de Colombia y Centro de Investigación de Bambu y Madera CIBAM, 1981.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru: Canal 6, 2016. 2ª Ed.

RAPOPORT, Amos. **Vivienda y Cultura**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A., 1972.

SHARMA, Bhavna *et al.* **Nonconventional and Vernacular Construction Materials: Characterisation, Properties and Applications**. 2016.

TEIXEIRA, R. B. *Arquitetura vernacular*. **Arquitextos**, São Paulo, ano 17, n. 2017.