



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS –**  
**FATECS**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**ISADORA DE ROURE AGUIAR SANTANA**

**APLICAÇÃO DO BAMBU NA ARQUITETURA DE BRASÍLIA:  
OBTENDO A MAIOR EFICIÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DE UM  
PROJETO COM QUALIDADE CONSTRUTIVA E AMBIENTAL**

**BRASÍLIA-DF**  
**2016**



**ISADORA DE ROURE AGUIAR SANTANA**

**APLICAÇÃO DO BAMBU NA ARQUITETURA DE BRASÍLIA:  
OBTENDO A MAIOR EFICIÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DE UM  
PROJETO COM QUALIDADE CONSTRUTIVA E AMBIENTAL**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica  
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e  
Pesquisa pela Faculdade de Tecnologia e  
Ciências Sociais Aplicadas – FATECS

Orientação: Gustavo Cantuária

**BRASÍLIA-DF  
2016**

# **APLICAÇÃO DO BAMBU NA ARQUITETURA DE BRASÍLIA: OBTENDO A MAIOR EFICIÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DE UM PROJETO COM QUALIDADE CONSTRUTIVA E AMBIENTAL**

**Isadora de Roure Aguiar Santana – UniCEUB, PIC Institucional, aluno bolsista**  
*isadoraroure@gmail.com*

**Gustavo Cantuária – UniCEUB, professor orientador**  
*gcantuaria@hotmail.com*

O pensamento sustentável vem ganhando cada vez mais espaço na sociedade, tornando-se algo extremamente valioso para os profissionais da atualidade. No campo da arquitetura, um dos materiais de maior destaque no mundo “verde” é o bambu, planta que possui notórias qualidades, desde sua facilidade de plantio até a variedade em relações às opções de uso. Entretanto, ainda há poucos materiais de estudo sobre essa planta no Brasil, fato que dificulta sua aplicação na construção civil do país. A pesquisa em questão busca expandir os estudos sobre o bambu, fornecendo uma gama maior de conhecimento e incentivando os profissionais da área a usarem esse material, sobretudo na cidade de Brasília. Para a construção do trabalho em questão, foram realizadas pesquisas em diversos artigos e livros com o intuito coletar informações sobre a história do bambu no mundo, dados biológicos e físicos sobre a planta, as possibilidades de usos existentes para ela na construção civil, além de buscar as melhores formas de plantar, cultivar, cortar e tratar o material para que ele obtenha a máxima eficiência quando for utilizado. Também foram realizadas visitas nas obras arquitetônicas próximas a Brasília que utilizam o bambu em sua composição para observar como esse material reage às condições climáticas da cidade. Por último, de acordo com os dados coletados nas primeiras partes do trabalho, foi elaborado um projeto de uma habitação social aonde o bambu seria aplicado em áreas que funcionaria com maior eficácia. Ao final da pesquisa observou-se que apesar de o clima e solo de Brasília não ser ideais para a planta, com o devido tratamento ela se adapta facilmente à cidade. Entretanto, a escassez de normas para a regulamentação do seu uso e a ausência de profissionais capacitados para trabalhar com o bambu, somada a falta de regularização dos seus colmos, obstaculizam sua aplicação na construção civil. Apesar de ser um material de grande potencial, pode-se concluir que ainda há desinteresse por parte dos profissionais em aplica-lo em seus projetos devido aos impedimentos citados acima. Para a disseminação do seu uso é necessário um aprofundamento em estudos relacionados, proporcionando melhores formas de se trabalhar com ele, além da conscientização da população sobre a importância da sustentabilidade para o mundo.

## **Palavras-chave:**

Bambu; Arquitetura; Sustentabilidade; Brasília.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	02
<b>METODOLOGIA</b> .....	03
<b>1. LINHA DO TEMPO</b> .....	04
<b>2. ETAPAS DO BAMBU</b> .....	05
2.1. PLANTIO.....	05
2.2. CULTIVO.....	05
2.3. CORTE.....	06
2.4. ARMAZENAMENTO.....	07
2.5. TRATAMENTOS.....	08
<b>2.5.1. Secagem</b> .....	08
<b>2.5.2. Cura</b> .....	09
<b>2.5.3. Tratamentos químicos</b> .....	11
<b>3. O BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	14
3.1. PAINEL DE VEDAÇÃO VERTICAL.....	14
3.2. PILAR.....	14
3.3. VIGA E TRELIÇA.....	15
3.4. ESTRUTURA DE TELHADO.....	16
3.5. TELHA.....	17
3.6. ESCADA.....	17
3.7. ENCANAMENTO HIDRÁULICO DE BAMBU.....	18
3.8. DETALHES CONSTRUTIVOS.....	18
<b>4. PRÓS E CONTRAS</b> .....	19
<b>5. OBRAS ARQUITETÔNICAS DE BAMBU</b> .....	21
5.1 HABITAÇÃO UNIFAMILIAR DO CONDOMÍNIO VERDE.....	21

5.2. ESPAÇO CULTURAL DO PARQUE DA CIDADE.....	22
5.3. CASA DAS SEMENTES.....	24
5.4. SPA NATURAL BALSAMO.....	25
<b>6. PROJETO: HABITAÇÃO SOCIAL DE BAMBU.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## LISTA DE IMAGENS

**Imagem 01** - Corte do bambu (Fonte: <https://vypora.wordpress.com/2012/08/24/inverno-epoca-do-manejo-do-bambu/>)

**Imagem 02** - Armazenamento de bambu (Fonte: [http://pt.made-in-china.com/co\\_bamboooooimage\\_Yellow-Bamboo-Pole\\_hoeoeiiug\\_MZfQrOqcAGkm.html](http://pt.made-in-china.com/co_bamboooooimage_Yellow-Bamboo-Pole_hoeoeiiug_MZfQrOqcAGkm.html))

**Imagem 03** - Posicionamento do bambu para a secagem ao fogo (Fonte: LOPEZ, 2003, p. 03)

**Imagem 04** - Cura por banho quente e frio (Fonte: <http://coral.ufsm.br/righi/agenteeeficiente/bambu.php>)

**Imagem 05** - Tratamento por imersão (Fonte: [http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09\\_ida/idabanco4/cadastro/p\\_cadastro/material/orpo\\_centro\\_material\\_2.php?idMaterial=11](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/material/orpo_centro_material_2.php?idMaterial=11))

**Imagem 06** - Método Boucherie (Fonte: <http://apuama.org/2012/11/12/mestrado-fau-usp/>)

**Imagem 07** - Painéis de vedação vertical de bambu (Fonte: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/183/casa-de-bambu-no-parque-estadual-da-serra-da-tiririca-141736-1.aspx>)

**Imagem 08** - Pilares de bambu (Fonte: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/183/casa-de-bambu-no-parque-estadual-da-serra-da-tiririca-141736-1.aspx>)

**Imagem 09** - Treliça de bambu (Fonte: <http://www.clickhabitacao.com.br/meu-imovel/sustentabilidade/novos-materiais-colaboram-para-construcoes-ecologicamente-corretas/>)

**Imagem 10** - Viga de bambu (Fonte: <http://bambusa.es/portfolio-item/cerchas-de-bambu-grandes-cargas/>)

**Imagem 11** - Exemplo de estrutura do telhado de bambu (Fonte: <https://rasbambu.wordpress.com/loja-virtual/>)

**Imagem 12** - Telhas feitas de bambu (Fonte: <http://rucadaserra.blogspot.com.br/2014/08/telhas-de-bambu.html>)

**Imagem 13** - Exemplo de escada de bambu (Fonte: <http://noticias.uol.com.br/tabloide/ultimas-noticias/tabloideanas/2014/12/02/holandes-cria-montanha-russa-dentro-de-casa-para-atrair-compradores.htm>)

**Imagem 14** - Mureta feita com bambu (Fonte: <http://cursodebambu.blogspot.com.br/>)

**Imagem 15** - Sofá e poltronas compostas por bambu (Fonte: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/bamboo-sofa-105325659.html>)

**Imagem 16** - Habitação unifamiliar do Condomínio Verde (Fonte: própria)

**Imagem 17** - Abraçadeira metálica (Fonte: própria)

**Imagem 18** - Vara danificada (Fonte: própria)

**Imagem 19** - Sapata de bambucreto (Fonte: própria)

**Imagem 20** - Rachadura com abraçadeira (Fonte: própria)

**Imagem 21** - Casa das Sementes (Fonte: própria)

**Imagem 22** - Esquadria de bambu (Fonte: própria)

**Imagem 23** - Estrutura de bambu da Oca (Fonte: <http://www.bioestrutura.com.br/#!estruturas-em-bambu/c1qyd>)

**Imagem 24** - Teia de aranha na estrutura de bambu (Fonte: própria)

**Imagem 25** - Conexão com barra roscada com porca e arruela (Fonte: Uso do Bambu em Construção, 2011, p. 50)

**Imagem 26** - Exemplo de construção que utiliza bambu à pique (Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/404268504032089593/>)

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a necessidade de se adotar mudanças na forma de viver e construir torna-se mais evidente a cada ano que passa. Desde a Revolução Industrial que o principal objetivo do homem é garantir o maior lucro possível através da produção. Entretanto, começamos a perceber o impacto que isso tem causado para a natureza e, conseqüentemente, em nossas vidas, graças a produção que não leva em consideração os efeitos devastadores que se vê no meio Ambiente. Porém, a conscientização em relação a esse assunto tem se tornado algo quase que obrigatório para o ser humano ao longo dos anos. O pensamento “verde” vem ganhando cada vez mais espaço na sociedade, tornando-se algo extremamente valioso para os profissionais da atualidade.

Essa realidade não é diferente para o arquiteto, competente que vem precisando cada vez mais utilizar métodos para fazer proveito de recursos naturais renováveis, como o reaproveitamento de água ou a energia solar, além de empregar materiais sustentáveis em suas construções para diminuir o impacto ambiental causado por suas obras. Selos de eficiência energética, como Procel Edifica e Selo Casa Azul, comprovam essa realidade de que os benefícios do mundo contemporâneo são para aqueles que sabem reaproveitar e, conseqüentemente, economizar ao máximo.

Um dos materiais mais eficientes que contribuem para a arquitetura “verde” é, sem sombra de dúvidas, o bambu. A planta que surgiu no final do período Cretáceo é conhecida por sua grande resistência e pode ser utilizada como uma madeira sustentável, sendo reaproveitada após a demolição da obra. Segundo Souza (2002), o bambu é uma planta pertencente à subfamília *Bambusoideae*, vertente da família *Graminae*. Há 115 gêneros e mais de 1300 espécies dessa planta espalhadas pelo mundo e que se adaptam a diversos tipos de solos (sendo a área principal de crescimento os trópicos, especialmente no Sudoeste Asiático), climas e altitudes (se localizando no nível do mar até 3800 metros de altitude), podendo ser encontrado em quase todo o mundo. Dessas, há 300 espécies que se encontram no Brasil, sendo 232 nativas do país.

O trabalho em questão busca quantificar o quão harmonizável esse material é com Brasília e definir a sua melhor forma de plantio e colheita, além do seu tratamento para

o uso na construção civil. Ele também verificará a espécie de bambu que concilia com o clima, o solo e o estilo arquitetônico da capital do Brasil.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo Strong (1992, *apud* TEIXEIRA, 2006, p. 24), o tópico sustentabilidade foi primeiramente debatido por 113 países e várias organizações mundiais na Conferência das Nações Unidas sobre o ambiente humano, ocorrida na ópera de Estocolmo, Suécia, em 1972. Isso mostra o quão recente é esse tema na arquitetura, que antes era feita sem considerar as consequências que traria para o meio ambiente. Porém, com o passar dos anos começou a notar os malefícios causados pela poluição exagerada e atualmente cada vez mais valoriza-se a importância do emprego de materiais sustentáveis, não só na arquitetura, mas em vários outros ramos existentes.

Mesmo com a gritante necessidade de mudança, ainda há uma certa dificuldade de aceitação de novos materiais. Segundo Lima e Aranha (2009), desde o início da civilização até meados do séc. XIX que utilizavam-se materiais naturais nas composições arquitetônicas. Com o tempo, pelo valor capital e a desvalorização do trabalho artesanal e manual, esses materiais foram substituídos por aqueles que representavam a modernidade, os materiais industriais. Hoje em dia sabe-se que os materiais industrializados não são tão eficientes quanto se pensava anteriormente, pois eles movem muitos recursos financeiros, gastam muita energia em sua fabricação e lançam gás carbônico na atmosfera, além de necessitar de processos centralizados. Porém, a falta de confiabilidade das pessoas em relação aos materiais naturais impede que eles sejam utilizados em larga escala e isso, segundo Almeida (ALMEIDA, 2011, *apud* TEIXEIRA, 2013, p. 32), é o fator para os seguintes problemas:

- ✓ O desconhecimento de profissionais em relação ao potencial das matérias-primas na construção civil;
- ✓ A ausência de preparação e treinamento dos profissionais para a utilização correta dos materiais;
- ✓ A falta da inserção da parte teoria em relação ao detalhamento executivo de projetos de engenharia civil e arquitetura fazendo uso de materiais “verdes”, isto é, há pouquíssimas pesquisas científicas em nosso país que se dedicam a esse assunto;

- ✓ A carência de uma regulamentação técnica brasileira sobre a comercialização, pesquisa e aplicação em projetos como materiais de construção.

## **METODOLOGIA**

### **Introdução**

Segundo Souza (2002), o bambu é uma planta pertencente à subfamília *Bambusoideae*, vertente da família *Graminae*. Há 115 gêneros e mais de 1300 espécies dessa planta espalhadas pelo mundo e que se adaptam a diversos tipos de solos (sendo a área principal de crescimento os trópicos, especialmente no Sudoeste Asiático), climas e altitudes (se localizando no nível do mar até 3800 metros de altitude), podendo ser encontrado em quase todo o mundo. Dessas, há 300 espécies que se encontram no Brasil, sendo 232 nativas do país.

Essa planta tem como sua composição colmo, folhas e galhos em sua parte aérea e rizoma e raiz em sua parte subterrânea. Ela pode ser classificada em relação a sua raiz, dividindo-se em monopodial, simpodial e anfipodial. O bambu que dispõe a primeira raiz citada é do tipo alastrante, exigindo cuidados para seu cultivo, espalhando-se rapidamente pela área existente se sua plantação não for controlada. Já os simpodiais possuem rizomas que são grudados em outros rizomas, o que impede os bambuzais de se alastrarem por um espaço muito grande, nascendo ao redor dos colmos já existentes de forma concêntrica e formando touceiras. O terceiro tipo pode ser considerado uma mistura entre os dois tipos anteriores, o que acaba por resultar em várias touceiras próximas e interligadas umas às outras (MORAES, 2011).

De acordo com o mesmo autor citado acima, o elemento mais importante do bambu para construção civil é, sem dúvidas, o colmo. Nele há a presença do nó, entrenó e diafragma, todos sendo elementos importantes para o funcionamento do material. As fibras existentes na planta seguem o sentido da vara, o que acaba por aumentar à resistência à tração longitudinal, ocorrendo um pequeno desvio e, conseqüentemente, emaranhado na parte dos nós, fator que acaba por ajudar na fixação de conexões, pois esse emaranhado aumenta a resistência do colmo à divisão e à flambagem. A concentração das fibras varia, aumentando à medida que se

aproxima da parte externa do colmo. Pelo fato do bambu ser mais fino em sua parte mais alta, conseqüentemente a densidade de fibras é maior, o que torna essa a porção mais resistente do bambu.

## **1. Linha do tempo**

De acordo com Pereira (2004), o bambu sempre foi considerado um material de grande eficácia para o ser humano e por isso esteve presente em várias invenções importantes, como as pontes suspensas, as cúpulas dos templos, mausoléus e aparatos tão sofisticados como o avião, o motor de explosão e filamentos das primeiras lâmpadas, utilizados por Thomas Edson.

Sua importância para o homem é evidenciada desde a pré-história, sendo o primeiro material a ser usado na construção de cabanas e utensílios para ajudar em sua sobrevivência. Mais tarde, a partir do século XIX, essa planta passou a ser difundida no Oeste de Europa (Espanha, Portugal e Itália), na China e no Japão, tendo grande destaque no último país citado, tanto na aplicação em objetos mais simples quanto em edificações. Na América do Sul, há 5000 mil anos atrás os indígenas foram o primeiro povo a utilizar o bambu para a construção de habitações, sendo que as espécies que os beneficiavam eram de origem asiática (TEIXEIRA, 2006).

Já no Brasil, ainda segundo Teixeira (2006), o bambu começou a ser primeiramente usado pelos indígenas como vedação em casas de pau-a-pique e também em objetos feitos artesanalmente, como flautas, cestas, prendedores de cabelos, entre outros. Na época colonial essa planta continuou a ser usada, agora nas cúpulas e estruturas das igrejas, porém sua utilização foi se minimizando a medida que os colonizadores portugueses difundiam o uso de outros materiais, como a alvenaria e pedra. Atualmente, o bambu continua a fazer parte da vida dos brasileiros na produção de papéis e na indústria moveleira, porém seus maiores usos se concentram na fabricação de produtos artesanais e na jardinagem, sobretudo como objetos para a decoração e o embelezamento.

Entretanto, essa realidade vem mudando. O apelo pela substituição de materiais tradicionais por materiais sustentáveis na construção civil vem aumentando graças a necessidade do homem em se adaptar às condições atuais. O bambu ressurge como uma solução extremamente eficiente, já que o Brasil é o país com a maior diversidade dessa planta, reunindo 81% dos gêneros (TEIXEIRA, 2006). Além disso, esse material

é barato e pode ser facilmente plantado por causa de sua capacidade em se adaptar à diversos solos, temperaturas e altitudes. Por essas e outras razões há a grande possibilidade do bambu se popularizar na arquitetura e engenharia nos próximos anos.

Para que as possibilidades de utilização do bambu sejam expandidas é necessário que haja grande cuidado em sua plantação, colheita e nos processos de secagem e tratamento para sua imunização em relação a fungos, carunchos e secagem excessiva. Assim, sua resistência será aumentada, podendo ser usado em diversos formatos e tendo várias utilidades na arquitetura e engenharia (TEIXEIRA, 2006).

## **2. Etapas do bambu**

### **2.1. Plantio**

Antes de tudo, achar um local ideal para a plantação é de extrema importância para garantir a máxima eficiência do bambu. O clima deve ser estável, evitando secas extensas e de preferência com alta temperatura, entre 8 e 36°C. Agrônomos sugerem que a plantação seja realizada em épocas chuvosas e mais frescas, pois a umidade é muito importante para seu desenvolvimento, sendo essa sugestão aplicada para todas as plantas que formam touceiras (SOUZA, 2002; TEIXEIRA, 2006).

Um das características que facilitam sua existência em diversas partes do mundo é que essa planta não é sensível em relação aos solos, se adaptando a diversos tipos de terra. Porém, ainda de acordo com Teixeira (2006) seu solo ideal é aquele que possui grande profundidade, é arenoso e leve, com boa drenagem e fértil. Solos alcalinos e ácidos não são aconselháveis para abrigar uma plantação de bambuzais.

### **2.2. Cultivo**

A disseminação do bambu, segundo PADOVAN (2010), pode ser realizada de duas formas: sexuada e assexuada. Porém, o primeiro tipo é menos utilizado por apresentar florescimentos com intervalos muito longos, o que acarreta na obtenção quase que escassa de sementes, variando entre 4 e 120 anos, dependendo da

espécie (TEIXEIRA, 2006). Dentre as maneiras na reprodução assexuada, as mais populares são: divisão de touceiras e corte e arranchamento de rizomas.

Ainda segundo Teixeira (2006), o primeiro método é considerado o mais efetivo, pois ele aumenta a rapidez com que o bambu cresce, além de ser de fácil execução. Nele, a planta é retirada parcialmente ou totalmente do solo, seu caule é cortado acima do segundo ou terceiro nó e a parte retirada é replantada, gerando mudas de três a cinco hastes iniciais.

Já o segundo é mais indicado para quando há a necessidade de deslocamento das mudas. Assim que os brotos encontrados na touceira-mãe começam a aparecer fora do solo, arranca-se com cuidado o broto com o rizoma e quantidade mínima de raízes, tornando esse conjunto numa muda (TEIXEIRA, 2006).

Além dos dois métodos mais conhecidos, há também o enraizamento de estacas. Pedacões com comprimento entre 60 e 120 centímetros, ou que possuam dois ou mais nós com gemas, são retirados do bambu e replantados no solo, de forma deitada ou oblíqua. É preferível que a parte superior do caule seja pega, já que a inferior sofre maiores complicações em se reproduzir, além de possuir uma menor quantidade de gemas (TEIXEIRA, 2006).

### **2.3. Corte**

Segundo Lengen (2014) e Souza (2002), para que o bambu possa ser utilizado com segurança na construção civil, ele deve ser cortado entre 3 e 6 anos, dependendo do seu tipo, pois é nesse período em que ele atinge a maturidade e conseqüentemente sua resistência máxima. De acordo com Moraes (2011), a idade dessa planta pode ser vista através do som da cana (varas mais maduras possuem sons mais agudos) e também da sua aparência na superfície, pois colmos maduros possuem líquens em sua superfície. Não é um método 100% preciso, porém tem sido eficiente nos bambuzais existentes.

De acordo com os mesmos autores citados acima, a época ideal para sua retirada é nos meses mais secos, visto que há menor taxa de umidade e amido nos caules, o que diminui a incidência de fungos e insetos, e também no inverno, pois é nessa estação que ocorre a época de hibernação dos insetos. Outra recomendação é que a retirada seja feita em dias de lua minguante, já que esse é considerado o período de menor retenção de líquidos.

Para evitar a hospedagem de insetos e o acúmulo de água e, com isso, o apodrecimento da raiz, SOUZA (2002) e PADOVAN (2010) indicam que o corte seja feito há 20 ou 30 centímetros do solo, na altura do segundo nó. São usadas ferramentas como machado, serra elétrica ou facão, dando preferência para a serra, pois este instrumento danifica minimamente a planta. Logo após o corte também é recomendado que aplique inseticida com o borrifador antes da secagem, principalmente em suas extremidades, prevenindo os colmos dos ataques de insetos durante o tratamento (MORAES, 2011).



Imagem 01 – Corte do bambu (Fonte: <https://vypora.wordpress.com/2012/08/24/inverno-epoca-do-manejo-do-bambu/>)

A colheita para evitar o excesso de colmos e ampliar a potência do bambuzal deve ser feita de um em um ano, retirando aqueles que serão utilizados (pois já estão maduros o suficiente) e também outros que não poderão ser aproveitados, pois são defeituosos, velhos ou estão começando a secar na moita graças ao manejo inadequado ou à presença de pragas. Para o transporte seja feito da melhor forma, o comprimento ideal para o corte é entre 4 e 6 metros (TEIXEIRA, 2006; SOUZA, 2002).

#### **2.4. Armazenamento**

O armazenamento do bambu é uma etapa importante que, se não for corretamente executado, há grandes possibilidades dessa planta ser tomada por fungos e insetos.

Para que ela seja eficaz é preferível que o bambu seja armazenado em um local coberto, resguardando as varas da secagem rápida graças a exposição ao sol, e da chuva. Sua armazenagem deve acontecer a uma certa distância do solo, com um espaçamento de pelo menos 15 centímetros, para proteger a planta da umidade que há na terra. As varas devem ser postas horizontalmente, tendo um certo espaçamento para a circulação do vento entre elas. É importante sempre observar se há a ocorrência de brocas e fungos. Se ocorrerem alguma das varas é recomendado que ela seja retirada do local para que possa ser submetida ao tratamento novamente e não acabe por prejudicar as outras peças (TEIXEIRA, 2006; MORAES, 2011).



Imagem 02 – Armazenamento de bambu (Fonte: [http://pt.made-in-china.com/co\\_bamboooooimage\\_Yellow-Bamboo-Pole\\_hoeoeiiug\\_MZfQrOqcAGkm.html](http://pt.made-in-china.com/co_bamboooooimage_Yellow-Bamboo-Pole_hoeoeiiug_MZfQrOqcAGkm.html))

## **2.5. Tratamentos**

### **2.5.1. Secagem**

Para o bambu, a secagem é de extrema importância, pois traz diversos benefícios, dentre eles a estabilidade dimensional, a diminuição do risco de deformações, o aumento da resistência mecânica e a redução do peso, sendo este último o responsável por minimizar o preço do transporte (MORAES, 2011). Nesse procedimento retira-se a água de impregnação, secando a vara até chegar numa porcentagem entre 12% e 25%, ou seja, alcançar o teor de umidade requisitado para utilizar a planta em construções.

A secagem de 70% a 30% do teor de água do colmo é rápida e ocorre de forma natural, porém a dificuldade encontra-se na secagem de 30% a 12%, pois esta é a etapa que sucede de forma demasiadamente lenta. Porém, se o colmo consegue secar durante tempo suficiente para chegar ao teor de 12%, é bem provável que o

mesmo não rache (MORAES, 2011). Um cuidado importante a ser tomado durante o processo é atentar-se quanto ao tempo e as condições que se seguem, pois há certas espécies de bambu que podem não resistir a uma secagem feita em um curto período de tempo. (SOUZA, 2002; LOPEZ, 2003; MORAES, 2011).

Há três diferentes tipos de secagem. Uma delas é a secagem feita ao ar livre. Nela, as varas de bambu são colocadas de pé, ainda dentro da touceira, por cima de uma pedra para que não entrem em contato direto com o solo. É recomendado que os galhos e as folhagens sejam mantidos durante o processo para que a probabilidade de um ataque de microrganismos seja reduzida e também para que o procedimento ocorra mais rápido graças a transpiração das folhas. É considerado o método mais econômico, porém não é tão eficaz por gastar um tempo muito longo para que os colmos sejam secos totalmente (TEIXEIRA, 2006; MORAES, 2011).

A secagem ao fogo é geralmente indicada para quando há dias nublados e as varas precisam ser secas rapidamente. Os bambus são posicionados 50 centímetros acima do fogo acendido e são virados de tempos em tempos para secarem uniformemente, até atingirem a cor café claro. Para que o calor seja preservado, recomenda-se que tijolos sejam colocados no solo e nas arestas. Esse método aumenta a resistência dos troncos contra os insetos, porém deve-se ter prudência com ele para que as varas não fiquem com rachaduras ou sejam deformadas (LENGEN, 2014).

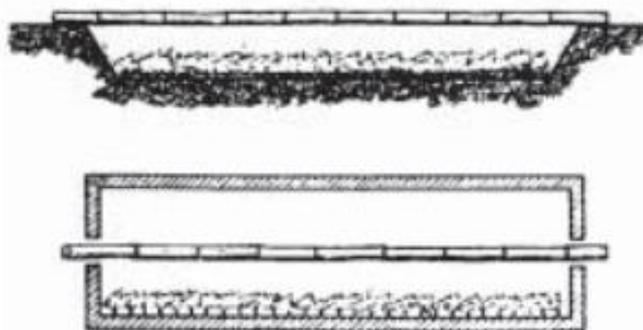


Imagem 03 - Posicionamento do bambu para a secagem ao fogo (Fonte: LOPEZ, 2003, p. 03)

Já o terceiro e último método, chamado de secagem em estufa, é o mais indicado por ser eficiente e preciso, já que através dele é capaz de se controlar a umidade, temperatura e a velocidade do ar que entra em contato com o bambu. É recomendável que as varas sequem até que pelo menos se atinja uma umidade um pouco abaixo da

umidade de equilíbrio do ar externo. O único contraponto é seu preço, já que destoa dos outros por ser bem mais elevado (TEIXEIRA, 2006).

### **2.5.2. Cura**

A cura é um tratamento que diminui a quantidade de seiva existente dentro do bambu, reduzindo o risco de ocorrer ataques de insetos. Além disso, a probabilidade de haver rachaduras e fendas de dilatação e compressão também são minimizados e, conseqüentemente, estende a vida útil dessa planta em até 25 anos. São quatro os tratamentos mais populares: cura por imersão, na mata, por banho quente e frio e por aquecimento (TEIXEIRA, 2006; SOUZA, 2002).

Segundo Lopez (2010), na cura por imersão as varas recém cortadas são imersas na água, podendo ser realizada em um tanque ou rio, sendo preferível optar por mergulha-las em água corrente. Lá elas ficam durante um período entre 4 e 12 semanas, dependendo da maturidade das plantas. Com isso, o amido e o açúcar são reduzidos e até mesmo eliminados por meio da fermentação biológica anaeróbia, ou ausência de ar. É uma das técnicas mais utilizadas, porém é muito arriscada, pois pode provocar manchas e rachaduras nas varas, diminuindo suas resistências.

Ainda de acordo com Lopez (2010), a cura na mata é o método até agora mais indicado, pois faz com que o bambu conserve sua cor e não sejam manchados. Nela, as varas recém cortadas são posicionadas de forma mais vertical possível, recostando-se nas que ainda estão plantadas. O contato com o solo é evitado, colocando-as em cima de pedras. Lá elas permanecem por um período de 4 a 8 semanas, fazendo com que a seiva possa escorrer naturalmente. Após isso, seus ramos e folhas são cortados e as varas são deixadas em um local coberto e bem ventilado para eventualmente secarem.

Já na cura por banho quente e frio as varas de bambu recém cortadas são colocadas em um tanque contendo água aquecida a 90°C. Lá permanecem por 30 minutos e depois são colocados em outro reservatório que possui água fria para resfria-los (TEIXEIRA, 2006).



Imagem 04 - Cura por banho quente e frio (Fonte: <http://coral.ufsm.br/righi/agenteeficiente/bambu.php>)

Há também, conforme Lopez (2010), Padovan (2010) e Dunkelberg (1992), a cura por aquecimento. Nela, as varas de bambu são postas acima do fogo, que encontra-se numa escavação entre 30 e 40 centímetros de profundidade, e são aquecidas, sendo constantemente giradas para que não sejam queimadas. Com este método os insetos são exterminados, a água é extraída e o amido é mudado quimicamente. Além disso, suas paredes se tornam mais resistentes e há uma diminuição no tempo de secagem, porém suas varas mudam para uma coloração marrom. Esse tratamento também é realizado em bambus torcidos que precisam ser endireitados. Esse método é considerado muito efetivo, no entanto há o risco do bambu adquirir rachaduras graças a alta temperatura que é submetido.

### **2.5.3. Tratamentos químicos**

A proteção para as peças de bambu que irão sofrer grandes exposições deve ser feita com a ajuda de conservantes, pois esta é a forma mais eficaz de preservar o material de fungos e insetos, além de estender sua vida útil. Dentre os tratamentos que podem ser feitos utilizando a substância química, há dois que são mais comuns: o tratamento por imersão e o método de Boucherie (LOPEZ, 2010).

O tratamento por imersão, segundo Lopez (2010) é indicado para o bambu que entrará em contato com a umidade, sendo muito importante para aquele que será usado na construção civil. Nele, as varas são colocadas de forma horizontal ou vertical em um tanque contendo preservativos, deixando-os por um tempo de 12 horas. A

qualidade do tratamento dependerá de quanto tempo as varas ficarão submersas. Para o caso de não haver um tanque, pode-se criar um sistema provisório para os colmos escavando uma vala no solo e cobrindo-a com uma lona resistente.



Imagem 05 – Tratamento por imersão (Fonte:

[http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09\\_ida/idabanco4/cadastro/p\\_cadastro/material/Corpo\\_centro\\_material\\_2.php?idMaterial=11](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/material/Corpo_centro_material_2.php?idMaterial=11))

Há também o método de Boucherie, sendo este designado para as varas que acabaram de ser cortadas. Ele consiste em expulsar a seiva das varas através de uma pressão hidrostática exercida por um conservante, que se encontra dentro de um tanque hermético (totalmente fechado). As folhas e os ramos do bambu são retirados antes do procedimento ser feito e o tanque é ligado ao colmo através de uma câmara de ar ou um tubo de borracha que é encaixado em sua extremidade. Este é o método mais indicado atualmente (LOPEZ, 2010; TEIXEIRA, 2006).



Imagem 06 – Método Boucherie (Fonte: <http://apuama.org/2012/11/12/mestrado-fau-usp/>)

Esses tratamentos podem ser realizados por conservantes que sejam a base óleo ou sais minerais. O primeiro pode ser aplicado facilmente e é indicado para o bambu que entrará em contato com água por ser insolúvel. Entretanto, essa substância é inflamável e apresenta odor forte, além de complicar a pintura do material por possuir uma coloração escura. Já o segundo não possui cheiro desagradável e não apresenta problemas em relação à pintura. Sua relevância vem aumentando gradualmente graças a escassez de petróleo (TEIXEIRA, 2006).

Ainda de acordo com Teixeira (2006), é necessário que se tome algumas precauções com a escolha da substância química que será empregada no tratamento. Para que a absorção da vara seja completada em todas as suas partes é recomendado que use o conservante no estado líquido. O cheiro não pode ser muito forte de modo que torne sua utilização incomoda, bem como o conservante não pode alterar as características químicas e físicas do bambu, pois isso acarretará na redução da eficiência do material. Deve-se evitar também substâncias que alterem a cor do bambu, pois isso irá prejudicar a estética do projeto.

### 3. O bambu na construção civil

#### 3.1. Paineis de vedação vertical

Os painéis de vedação feitos com bambu são formados por ripas inseridas em molduras que geralmente são de madeira ou de bambu, dependendo da utilização e da preferência, podendo ser posteriormente preenchidos com barro ou com argamassa. Suas vantagens são a facilidade de execução que ele apresenta, sua flexibilidade e a possibilidade de ampliação caso seja necessário (TEIXEIRA, 2006).

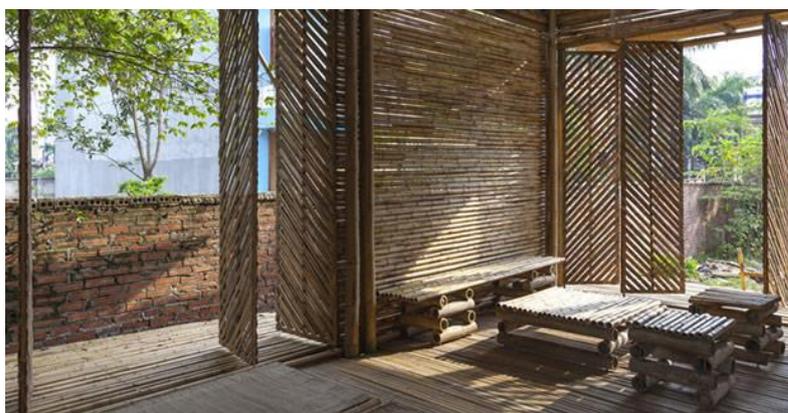


Imagem 07 - Paineis de vedação vertical de bambu (Fonte: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/183/casa-de-bambu-no-parque-estadual-da-serra-da-tiririca-141736-1.aspx>)

#### 3.2. Pilar

Segundo Teixeira (2006), os pilares de bambu são peças altamente resistentes, podendo ser usadas em construções que possuem vários andares, permitindo que essas edificações tenham uma longa vida útil. Além disso, esse tipo de pilar é capaz de absorver uma grande quantidade de energia, sendo ideal para lugares onde há abalos sísmicos. Entretanto, para que sua durabilidade não seja afetada, é primordial que as peças de bambu não tenham contato direto com o solo, sendo necessária a construção de blocos de concreto ou de outro material para manter o pilar afastado, resguardando-o da umidade encontrada nos solos.

Como essa peça é importante para a estabilidade de uma obra arquitetônica, apanha-se as partes mais importantes dos colmos de bambu, sendo, segundo a autora citada acima, essas a parte média e inferior da planta, pois a existência de nós ao longo delas aumenta consideravelmente a resistência da peça.



Imagem 08 – Pilares de bambu (Fonte: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/183/casa-de-bambu-no-parque-estadual-da-serra-da-tiririca-141736-1.aspx>)

### **3.3. Viga e treliça**

As vigas e as treliças feitas com bambu são consideradas peças altamente resistentes, tendo grande resistência mecânica e espacial. É indicado que, para a composição dessa peça, sejam usadas varas com 3 metros cada como modo de evitar deflexões em relação à sua altura. Assim como nos pilares, esses elementos são indicados principalmente para regiões que têm abalos sísmicos, pela mesma justificativa citada acima. Caso seja usado o bambu laminado, é possível fabricar todos os arcos feitos em madeira, podendo produzir diversos tipos de vigas (TEIXEIRA, 2006).



Imagem 09 – Treliça de bambu (Fonte: <http://www.clickhabitacao.com.br/meu-imovel/sustentabilidade/novos-materiais-colaboram-para-construcoes-ecologicamente-corretas/>)



Imagem 10 – Viga de bambu (Fonte: <http://bambusa.es/portfolio-item/cerchas-de-bambu-grandes-cargas/>)

### **3.4. Estrutura de telhado**

As estruturas de telhado, segundo Teixeira (2006), podem vir a se tornarem um elemento não só estrutural, mas também um elemento estético da arquitetura, dependendo das formas que o bambu compõe, podendo ser elas arcos, triângulos entre outras. Assim, torna-se possível juntar o belo ao útil graças ao material utilizado.



Imagem 11 – Exemplo de estrutura do telhado de bambu (Fonte: <https://rasbambu.wordpress.com/loja-virtual/>)

### 3.5. Telha

Apesar de não ser o material mais recomendável para compor telhas, é possível utilizar o bambu com esse intuito cortando os colmos pela metade e ligando-os de forma invertida em relação ao outro. Porém, segundo Teixeira (2006) é necessário que as peças sejam amarradas umas as outra com arame galvanizado para que o vento não as desloquem. Entretanto, o bambu não é indicado para esse uso já que é um material que precisa de constante manutenção caso fique em contato com direto a água.



Imagem 12 – Telhas feitas de bambu (Fonte: <http://rucadaserra.blogspot.com.br/2014/08/telhas-de-bambu.html>)

### 3.6. Escada

Uma escada composta por bambu garante facilidade em sua execução e acaba por ser esteticamente agradável aos olhos de quem a vê, além de ser altamente resistente e proporcionar segurança para aqueles que a usam. Porém, para que essa

circulação vertical não tenha um rápido apodrecimento, é fundamental evitar que o bambu não entre em contato com a umidade e, para isso, outros materiais são utilizados para compor sua estrutura. Para que a escada seja melhor estruturada, é recomendável que sejam usadas fibras naturais, materiais metálicos, entre outros, dependendo do seu uso e também do gosto da pessoa (TEIXEIRA, 2006).



Imagem 13 – Exemplo de escada de bambu (Fonte:

<http://noticias.uol.com.br/tabloide/ultimas-noticias/tabloideanas/2014/12/02/holandes-cria-montanha-russa-dentro-de-casa-para-atrair-compradores.htm>)

### **3.7. Encanamento hidráulico de bambu**

Há países que utilizam o bambu também como uma alternativa para encanamento hidráulico, substituindo, por exemplo, o PVC. Esse material pode durar mais tempo sem necessitar de reparo quando tratado, porém sua vida útil é curta se comparada a de outros materiais para o mesmo uso. Por isso, seu uso somente é recomendado quando se procura uma solução mais barata para o projeto, entretanto não é a mais recomendada.

### **3.8. Detalhes construtivos**

Além de todos os usos citados anteriormente, de acordo com Teixeira (2006), o bambu ainda pode ser usado em diversos componentes de edificações, como guarda-corpos, portões, mobiliários, marquises, varandas, decks, dentre outros. Caso seja utilizado em guarda-corpos, por exemplo, é necessário manter o material afastado do solo para evitar seu contato com a umidade. Há também como mesclar

materiais em sua composição usando concreto, madeira, tijolo aparente, ou outro material que se adeque ao bambu.

A marquise é outro elemento arquitetônico que pode ser realizado com esse material eclético, podendo ser mais simples ou elaboradas.



Imagem 14 – Mureta feita com bambu (Fonte: <http://cursodebambu.blogspot.com.br/>)



Imagem 15 - Sofá e poltronas compostas por bambu (Fonte: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/bamboo-sofa-105325659.html>)

#### **4. Prós e contras**

Não há dúvidas de que de o bambu é um dos materiais mais indicados para uma construção sustentável. Seu plantio é descomplicado, podendo ser realizado por qualquer pessoa que tenha o mínimo de conhecimento com plantações, e seu crescimento é ágil, atingindo sua altura final com apenas um ano de cultivo, crescendo somente em largura depois desse tempo. Além do mais essa planta não é útil somente após sua retirada, mas também enquanto está plantada, pois suas raízes colaboram

na contenção do terreno, evitando que ocorra erosões naquele local (SOUZA, 2002; MORAES, 2011).

Outro fator que motiva as pessoas à utilizarem essa planta é em relação ao custo da colheita e do tratamento, etapa necessária para melhorar o desempenho da planta, sendo bem mais em conta se comparado a de outros materiais, tornando essa uma opção para aqueles que querem diminuir o orçamento da obra. Seu transporte também é facilitado graças ao seu peso, porém, para que o preço da transportaçã seja realmente menor é necessário que a plantação se localize próximo à obra, pois essa etapa é responsável por encarecer a parte orçamentária caso tenha que percorrer um longo caminho. Além disso, o tratamento dessa planta acaba por ser menos poluidor que os demais, já não necessita de um grande consumo de energia e oxigênio (SOUZA, 2002).

Em relação a capacidade de resistir às forças existentes em edificações na construção civil, o bambu é um material muito resistente, podendo ser comparado ao aço. A relação entre a tração e o peso específico é inclusive maior quando se trata do bambu. Outro ponto positivo é que essa planta possui elasticidade, uma característica interessante para obras arquitetônicas com arcos e abóbadas, ajudando também a suportar melhor às cargas impostas na construção, além de, devido a essa característica, adequar-se perfeitamente em lugares que a ocorrência de terremoto é regular. Entretanto, o fato de cada bambu ter um colmo diferente dificulta o uso dessa planta em sua forma natural, tornando o processo de construção um pouco mais demorado do que quando se aplica um material padronizado (DUNKELBERG, 2002; TEIXEIRA, 2006).

O fato de que o bambu atrai grande número de insetos por conter amido em seu interior é uma grande desvantagem para sua utilização na construção civil. Entretanto, esse empecilho é amenizado pela vantagem de o colmo ter uma grande vida útil, graças a ausência de tecidos em suas camadas internas, o que acaba por torna-lo menos suscetível à ataque de insetos se comparado à madeira, apesar de ainda ser esse um problema que pode causar problemas futuros graves e que, por isso, deve ser feito o tratamento das varas antes de a utilizarem (MORAES, 2011; TEIXEIRA, 2006).

## 5. Obras arquitetônicas de bambu

### 5.1. Habitação unifamiliar do Condomínio Verde

Um das obras que fazem uso do bambu em sua construção é a habitação unifamiliar encontrada no Condomínio Verde, no Jardim Botânico de Brasília. Esse material é utilizado em toda a sua estrutura, além do tijolo e do concreto aparentes na vedação. A cobertura é composta por telhas cerâmicas e estrutura do telhado é de madeira e também de bambu.

Durante a avaliação da obra em questão, notou-se algumas rachaduras existentes nas varas provocadas pela mudança de umidade, porém nenhuma delas era suficientemente grave para comprometer a eficiência do material. Além disso, abraçadeiras metálicas foram usadas para impedir que certas rachaduras aumentassem. Houve também algumas varas que foram atacadas por fungo devido à falta de vedação em sua extremidade que tem contato com o lado externo à casa. Havia também uma vara danificada, não sabendo ao certo se o dano foi causado pela árvore que se situava logo a frente ou se ocorreu devido a outro fator.

De modo geral as varas de bambu se encontram em ótimo estado de conservação devido ao fato do material se encontrar adequadamente tratado e não estar em contato direto com o solo, como o indicado numa construção.



Imagem 16 – Habitação unifamiliar do Condomínio Verde (Fonte: própria)



Imagem 17 – Abraçadeira metálica (Fonte: própria)



Imagem 18 – Vara danificada (Fonte: própria)

## 5.2. Espaço cultural

O espaço de cem metros quadrados foi construído por alunos de Oficina de Construção com Bambu da Bioestrutura Engenharia e encontra-se na Escola da Natureza, no portão número cinco do parque da cidade. Sua estrutura é composta em sua totalidade por bambu com conexões de barras rosqueadas e chapas metálicas. Sua cobertura é formada por telhas criadas a partir da reciclagem de tubos de pasta de dente.

Assim como o recomendado, as varas de bambu encontram-se apoiadas em sapatas de bambucreto de aproximadamente trinta centímetros de altura. Os colmos foram devidamente tratados, garantindo sua máxima eficiência e seu aspecto conservado, apesar de poder notar algumas manchas provocadas pelo tempo e pela exposição da peça. Foram observadas rachaduras não estruturais em algumas das varas. Entretanto, abraçadeiras situadas nos locais em questão impedem que as rachaduras aumentem e venham posteriormente se tornar um problema estrutural.



Imagem 19 – Sapata de bambucreto (Fonte: própria)



Imagem 20 – Rachadura com abraçadeira (Fonte: própria)

### 5.3. Casa das Sementes

Outra construção sustentável igualmente localizada na Escola da Natureza é Casa das Sementes, uma habitação de porte pequeno construída em 2011, também pelos alunos do curso de construção em bambu. A edificação é formada por tijolos de adobe em sua vedação, estrutura em bambu e cobertura constituída de telha de fibra vegetal. Suas esquadrias são compostas por varas de bambu em seu preenchimento, assim como sua estrutura, e madeira.

Em razão do material ter sido tratado de forma correta, a construção citada apresenta excelente estado de conservação. Após cinco anos, as varas de bambu que compõem a estrutura não apresentam sinais de desgaste estrutural, apesar de exibir pequenas fissuras em alguns pontos.

Devido à exposição do material, alguns bambus exibem manchas ao longo dos seus colmos, circunstância que pode ser igualmente verificada nas ripas que integram as esquadrias. Em função dessas manchas, a casa das Sementes acaba por adquirir um aspecto desgastado, fator que afeta sua aparência.

Apesar da construção conter falhas em sua estética por efeito do tempo sobre ela, essa obra pode ser considerada eficaz de acordo com seu uso, devido a preservação do material e qualidade das peças.



Imagem 21 – Casa das Sementes (Fonte: própria)



Imagem 22 – Esquadria de bambu (Fonte: própria)

#### **5.4. Oca**

Localizada na chácara do professor da SINPRO DF, em Brazlândia, é um lugar para portar eventos e cursos com até cem pessoas. Sua estrutura é mista, sendo formada por pilares de madeira Eucalipto e fundação de concreto armado. Sua cobertura possui uma estrutura de bambu que se destaca pela sua complexidade. Para se integrar com perfeição ao projeto devido a sua rusticidade, a telha escolhida foi a telha em cavaco de madeira sob ripa com manta foil.

Apesar das conexões utilizadas serem as ideais para o material, houve a aparição de algumas rachaduras, que foram contidas através de abraçadeiras metálicas. Além disso, por ser uma obra de grande porte, algumas partes da obra acabam sendo de difícil acesso para limpeza, ocasionando poeira acumulada e teias de aranha.

No geral, os problemas encontrados na obra em questão são superficiais, o que leva a constatação de que a obra vem funcionando de forma apropriada ao longo dos anos.

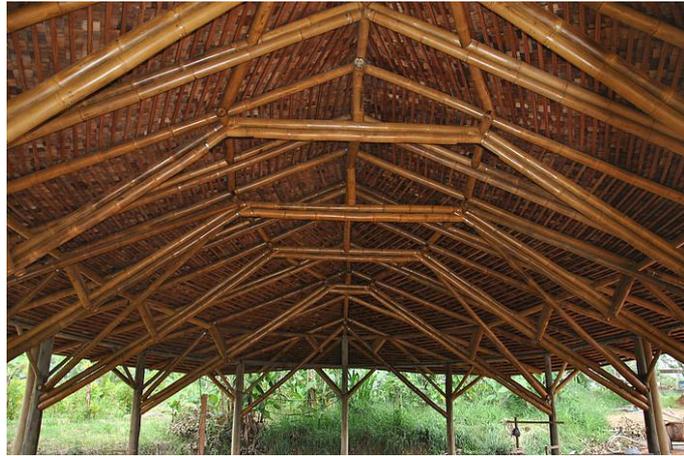


Imagem 23 – Estrutura de bambu da Oca (Fonte: <http://www.bioestrutura.com.br/#!estruturas-em-bambu/c1qyd>)



Imagem 24 – Teia de aranha na estrutura de bambu (Fonte: própria)

## **6. Projeto: habitação social de bambu**

Para mostrar a eficiência do material estudado nessa pesquisa e para mostrar como funciona uma estrutura de bambu, um projeto de uma habitação social unifamiliar que possui em torno de cinquenta e sete metros quadrados foi elaborado, de modo que o bambu mostrasse seu máximo potencial.

A primeira providência a ser tomada foi a elaboração de uma plataforma de concreto para evitar que o bambu entrasse em contato com o solo. Dessa forma, o material seria preservado e sua vida útil seria aumentada. Para interligá-lo com o solo, foram criadas estacas, que se conectariam aos pilares através de um vergalhão metálico. Para fixá-lo dentro da peça faz-se um preenchimento de concreto através de um pequeno buraco criado por uma serra copo logo acima do vergalhão.

Sua estrutura foi pensada para ser formada por varas de bambu da espécie *Dendrocalamus asper*, conhecida popularmente como bambu gigante, uma planta considerada de grande porte que se adaptou com excelência ao Brasil, mesmo no cerrado, região onde se localiza Brasília (MORAES, 2011). A estrutura será do tipo viga-pilar, composta por varas com diâmetro em torno de vinte centímetros. Para preveni-la da humidade e dos insetos, as varas com a bocas voltadas para o exterior da habitação serão vedadas com peças de madeira. As conexões dos elementos estruturais serão realizadas através de barras roscadas com porcas e arruelas de metal, pois esse tipo é o que proporciona maior resistência à construção.

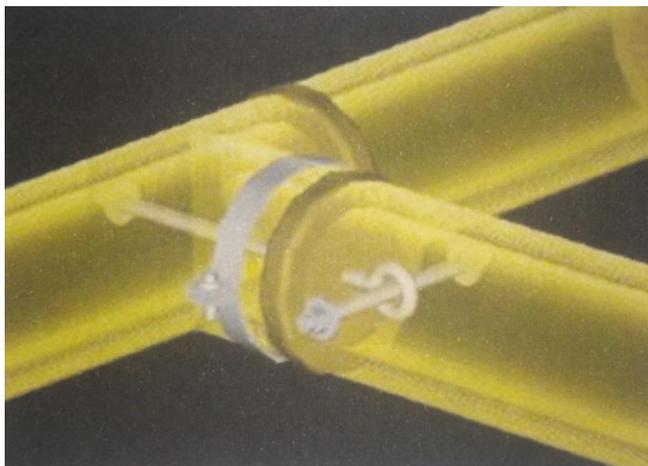


Imagem 25 – Conexão com barra roscada com porca e arruela (Fonte: Uso do Bambu em Construção, 2011, p. 50)

De acordo com a pesquisa realizada, chegou-se à conclusão que a vedação de bambu à pique, técnica cujos principais elementos são o bambu e o barro, seria a que mais se adequaria ao projeto. Ela foi adotada por fazer uso do material estudado sem, contudo, deixá-lo exposto ao meio externo, fato que diminuiria a vida útil do material. Além disso, essa é considerada uma técnica sustentável e possui um custo acessível para pessoas com menores condições econômicas.

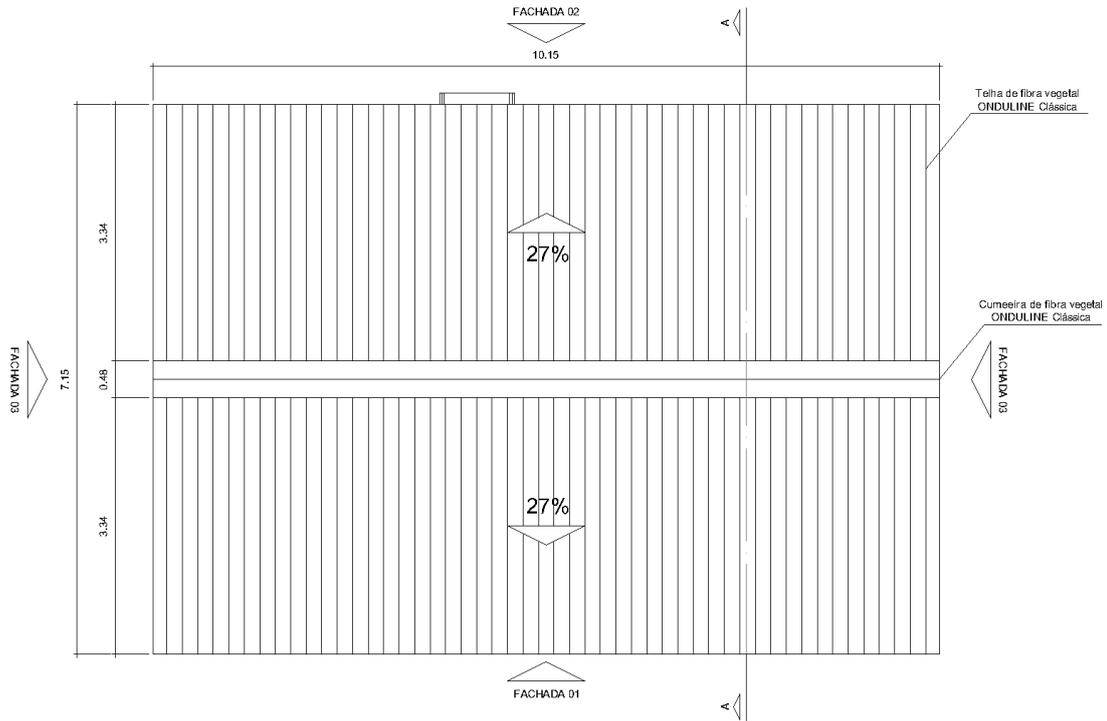


Imagem 26 – Exemplo de construção que utiliza bambu à pique (Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/404268504032089593/>)

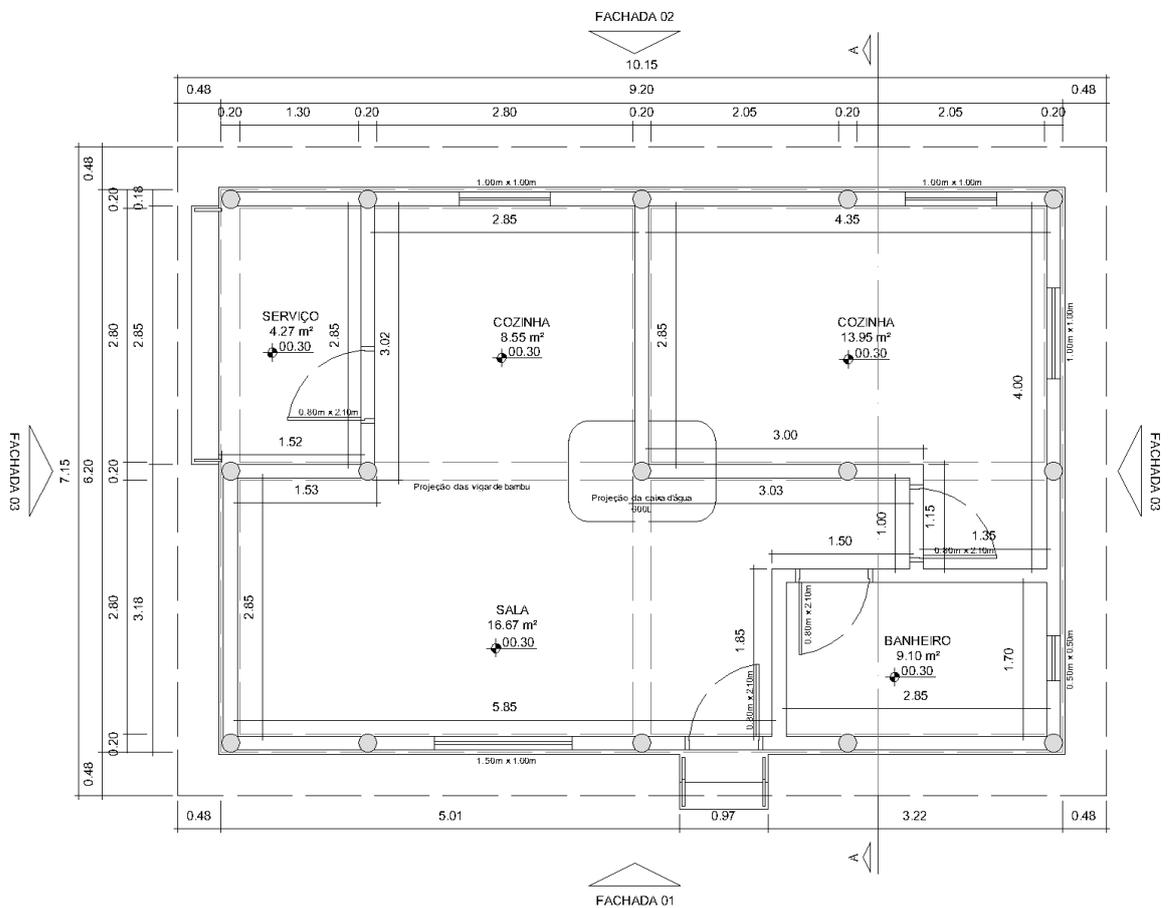
Já a cobertura será sustentada por uma estrutura mista, constituída por caibros de bambu gigante e terças de madeira. A telha determinada para o projeto será a telha de fibra vegetal Onduline Clássica, na cor vermelha. A planta em questão pode ser utilizada também como telha, porém sua exposição à umidade seria alta, o que acarretaria em sua constante manutenção.

A planta baixa foi pensada para ser pequena sem, contudo, prejudicar a qualidade do espaço. Os ambientes da habitação foram projetados de forma que futuramente, caso seja necessário, possa ser realizada uma ampliação sem grandes complicações. A ventilação cruzada é avistada em todos cômodos através de janelas, da mesma forma que a iluminação natural é garantida, proporcionando conforto ambiental para os habitantes. O acesso a casa se dá através de escadas com corrimãos de madeira.

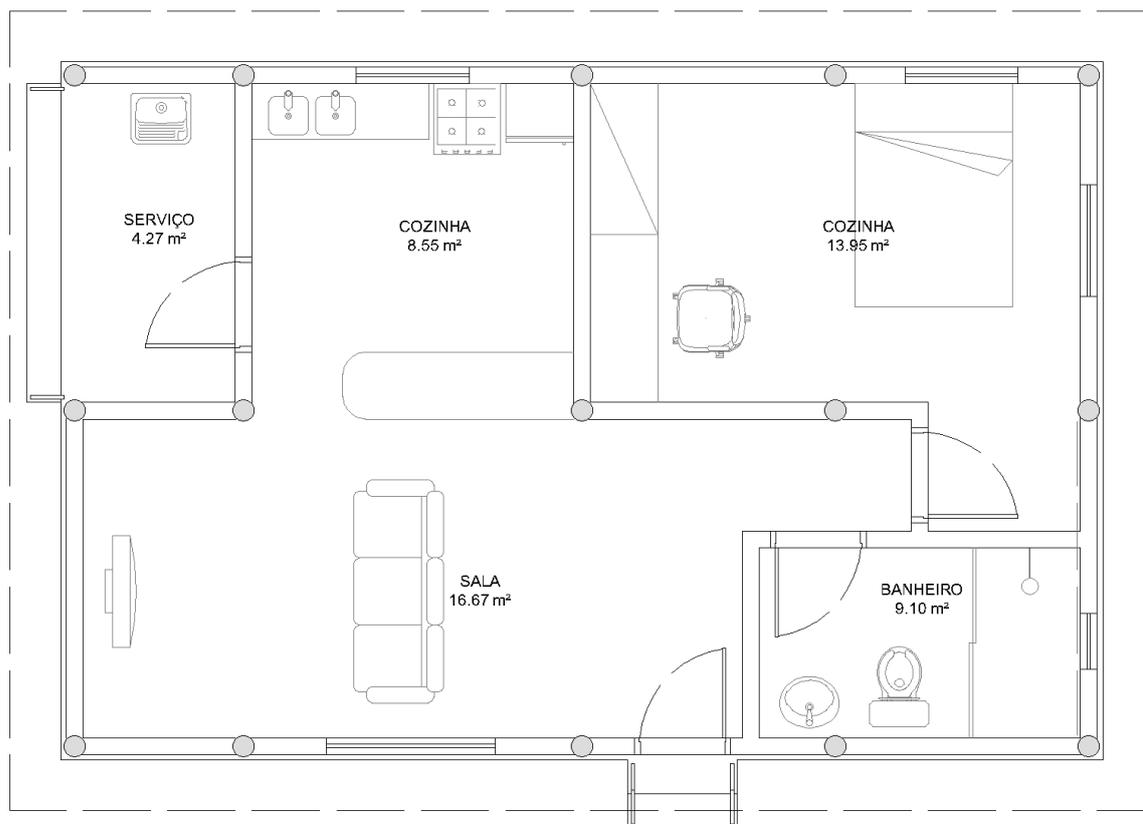
## Planta de cobertura



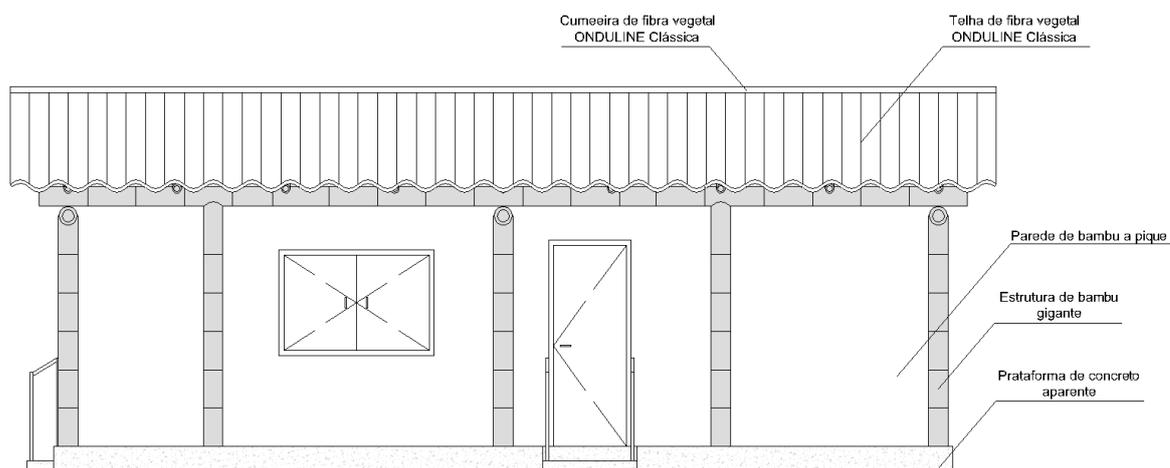
## Planta baixa



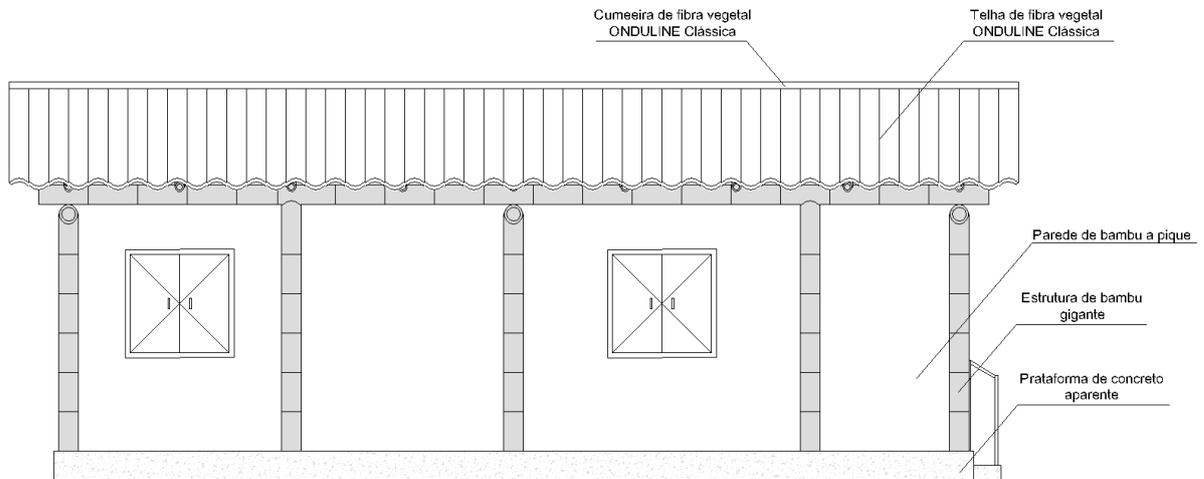
## Planta de layout



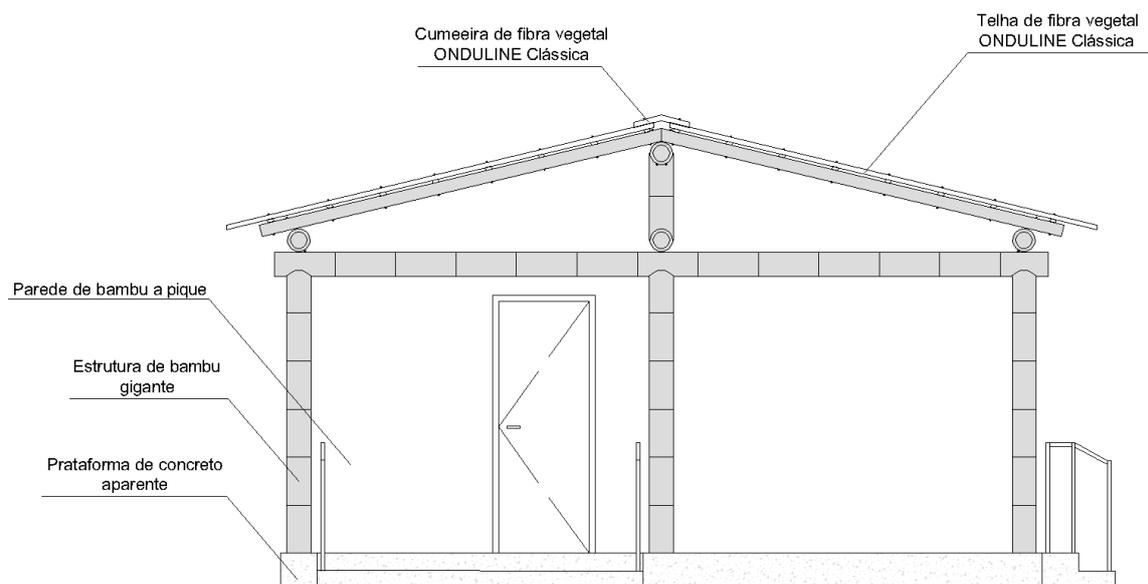
## Fachada 01



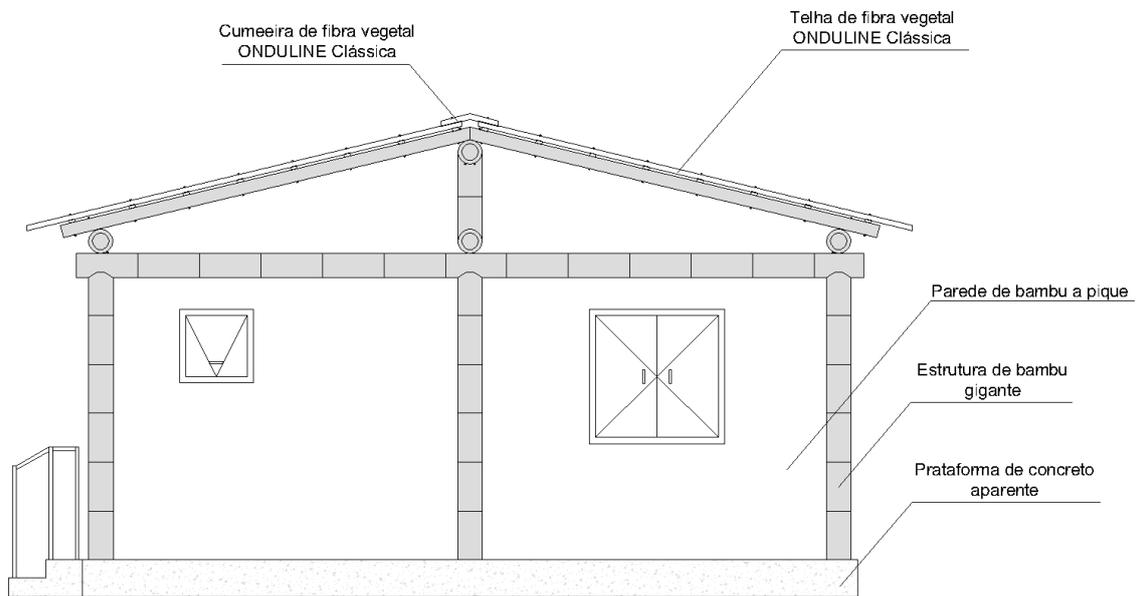
## Fachada 02



## Fachada 03

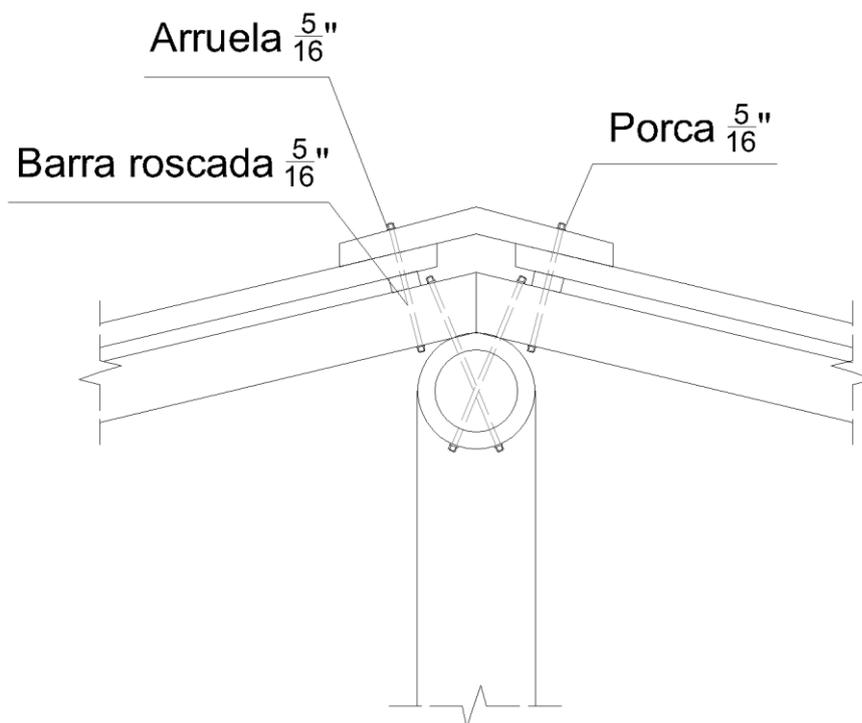


## Fachada 04

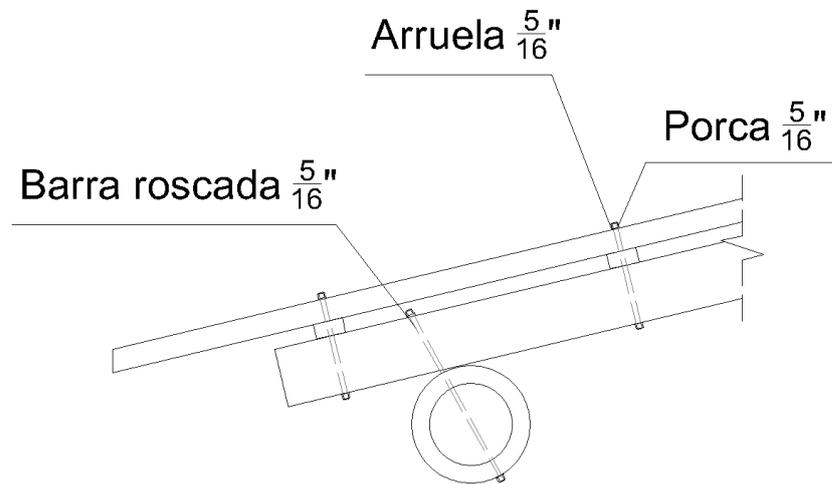


### Detalhamento das conexões

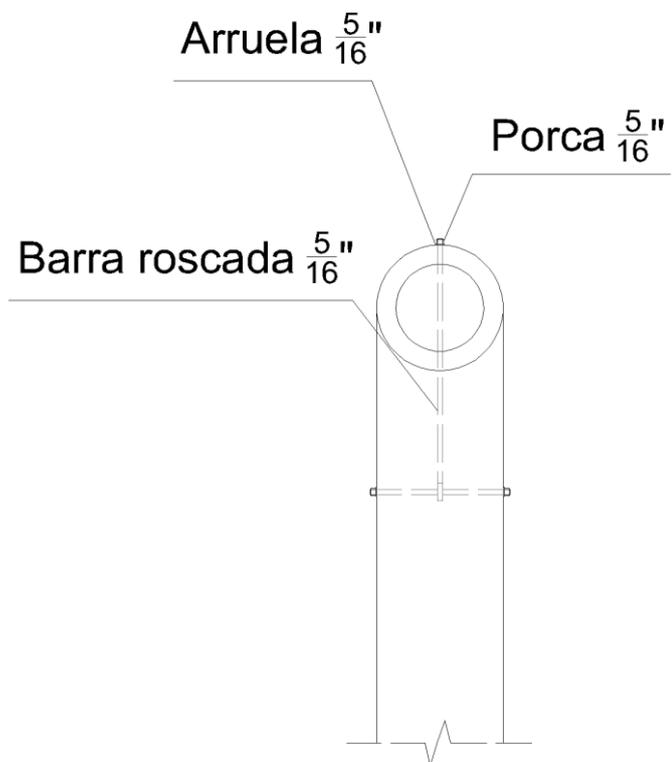
- Conexão da cumeeira com o telhado, a terça e a empena



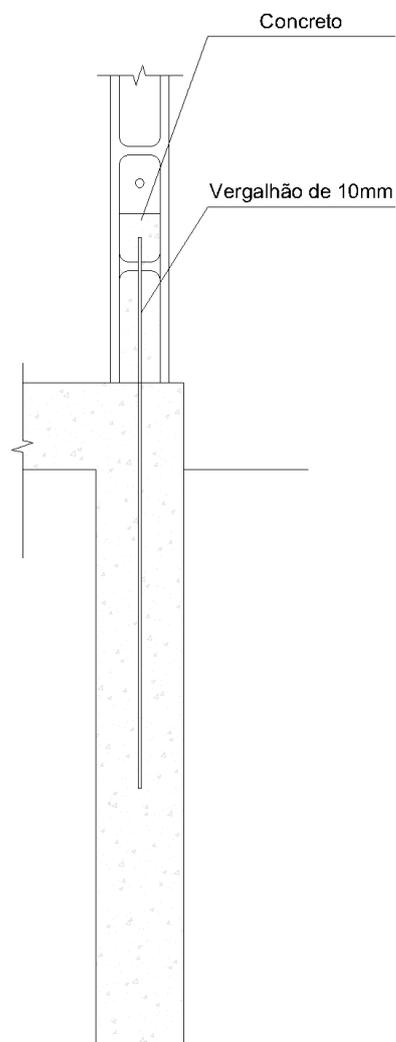
- Conexão da telha com a terça e a empena; conexão da empena com a viga



- Conexão da viga com o apoio da tesoura



- Conexão do pilar com a fundação



## 7. Considerações finais

A pesquisa realizada buscou analisar o comportamento de uma arquitetura que utiliza bambu em sua composição no contexto da capital do país, Brasília, e qual seria a espécie de bambu que melhor reagiria às condições climáticas da cidade em questão.

Para que fosse completa, a pesquisa foi dividida em **sete** etapas. Na primeira foi averiguada a história do bambu e quais são os países que mais o utiliza na construção

civil. Já na segunda etapa foram estudados como o plantio, o cultivo e corte são executados, e as melhores formas de tratamento para conservar essa planta e dessa forma aproveitá-la ao máximo. Após o estudo de sua preparação, foram averiguados os componentes arquitetônicos em que esse material pode ser utilizado na pesquisa. Seguidamente às etapas posteriores, foi efetuada uma análise sobre seus pontos negativos e positivos. Estes foram comparados para certificar que o bambu é apropriado para garantir um projeto sustentável de qualidade. Algumas obras foram visitadas na penúltima etapa para a verificação do material em atividade e as técnicas construtivas utilizadas nas estruturas. Por último, após reunir todas as informações anteriores, foi elaborado um projeto de uma habitação social que utilizasse a planta examinada para colocar em prática os dados coletados.

De acordo com a pesquisa executada, verificou-se que o bambu possui um excelente desempenho na construção civil, sendo um material que irá se destacar futuramente, principalmente pelo tema de sustentabilidade ganhar mais importância a cada dia que passa. Além disso, o material em questão é de fácil acesso a população brasileira, pois tem um custo reduzido se comparado aos outros materiais e se adapta facilmente à diversos tipos de solos a climas. Seu rápido crescimento aumenta sua produtividade e seu design diferenciado acaba por embelezar as obras, tornando-as pontos de referência nos locais em que se localizam. Entretanto, o bambu ainda necessita de uma maior atenção, pois atualmente existem poucos estudos e, conseqüentemente, normas que padronizem as construções que o utilizam, o que acaba por dificultar seu uso. Além disso, o fato de ser um material natural dificulta a execução da obra, sendo utilizado somente de arquiteturas alternativas.

Apesar de seus fatores negativos, concluiu-se que o bambu acaba por ser uma excelente preferência na arquitetura, trazendo múltiplos benefícios não só a quem irá fazer uso da construção que possui esse material, mas para todo o mundo. Concluiu-se também que, dentre as espécies estudadas, a que melhor se adapta à Brasília é a *Dendrocalamus asper*, ou bambu gigante, pois esta é a espécie que melhor se adapta ao clima Tropical e ao latossolo ácido de Brasília.

## REFERÊNCIAS

SOUZA, Adriene Pereira Cobra Costa. *Bambu na habitação de interesse social no Brasil*. 2002. 15 f. Trabalho de graduação – PUC Minas. 2002.

TEIXEIRA, Anelizabeth Alves. *Painéis de bambu para habitações econômicas: avaliação de painéis revestidos com argamassa*. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. 2006

TEIXEIRA, Anelizabeth Alves. *Desempenho de painéis de bambu argamassados para habitações econômicas: aplicação na arquitetura e ensaios de durabilidade*. 2013. 137 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília. 2013.

FONTOURA, Raul de Oliveira. *Arquitetura na encruzilhada da sustentabilidade: considerações à literatura e a experiências existentes*. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. 2007.

LIMA e ARANHA, Francisco e Edoardo. *O uso de materiais naturais na arquitetura*. 2010. 24 f. Dissertação (Mestrado) – universidade desconhecida. 2010

PADOVAN, Roberval Bráz. *O bambu na Arquitetura: design de conexões estruturais*. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. 2010.

LOPES, Oscar H. *Manual de construcción com bambu*. 1ª ed. Colômbia: Estúdios Técnicos Colombianos Ltda, 1981.

DUNKELBERG, Klaus. *Bamboo as a building material*. Disponível em: <<http://bambus.rwth-aachen.de/>>. Acesso em: 21 Ago. 2016.

MORAES, J.; UCHÔA, E. *Usos do bambu em construções*. 2ª ed. Brasília: Bioestrutura Engenharia Ltda, 2011.