

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LUARA PORTO DA SILVA MONTEIRO  
PEDRO COELHO DAMACENA**

**PAU A PIQUE: O RESGATE DE UM MODAL CONSTRUTIVO**

**VOLTA REDONDA  
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PAU A PIQUE: O RESGATE DE UM MODAL CONSTRUTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Alunos:

Luara Porto da Silva Monteiro

Pedro Coelho Damacena

Orientador:

Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina Callegario Pereira

Coorientadores:

Prof<sup>o</sup>. Me. Sergio Luiz Taranto de Reis

Prof<sup>a</sup>. Me. Shane Aparecida Soares Goulart

**VOLTA REDONDA**

**2017**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Alunos:  
Luara Porto da Silva Monteiro  
Pedro Coelho Damacena

Pau a Pique: O Resgate de um Modal Construtivo

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina Callegario Pereira

Banca Examinadora:

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais que nos incentivaram a não desistir e tiveram paciência durante todo este processo. Aos nossos professores orientadores, que mergulharam conosco no universo da construção em pau a pique, também àqueles que de alguma forma nos auxiliaram na concretização deste projeto e a todos os bioconstrutores, que trabalham de forma consciente utilizando materiais renováveis e não prejudiciais ao meio ambiente.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, pois sem sua Bondade e sua Graça, dando-nos força diariamente nada teríamos a agradecer. Agradecemos aos nossos familiares pelo apoio e todo o investimento realizado. Agradecemos aos nossos amigos, os que acreditaram no projeto, e também aos que não acreditaram. Aos nossos orientadores que deram voto de confiança em dois alunos querendo mostrar a comunidade, que a construção em pau a pique, é sim Engenharia Civil. O nosso muito obrigado aos professores: Prof<sup>a</sup>. Shane Aparecida Soares Goulart, Prof<sup>o</sup>. Sérgio Luiz Taranto de Reis, Prof<sup>a</sup>. Ana Carolina Callegario Pereira, Prof<sup>o</sup>. José Marcos Rodrigues Filho, Prof<sup>o</sup> Mario Arthur de Souza Fontes, Prof<sup>a</sup>. Ana Paula Casassola, Prof<sup>o</sup>, Luis Cláudio Belmonte dos Santos e Prof.<sup>a</sup> Izabel de Oliveira Mota; aos Arquitetos Michel Habib Ghattas e Oswaldo Flaviano Mello. Vocês foram de suma importância para a concretização deste trabalho científico.

*“Um homem pode acomodar-se em uma casa de bambu sob um teto de bambu, em uma cadeira de bambu a uma mesa de bambu, com um chapéu de bambu em sua cabeça e sandálias de bambu em seus pés. Ele pode, ao mesmo tempo, ter em uma das mãos uma tigela de bambu, na outra mão pauzinhos de bambu, e comer brotos de bambu. Quando ele terminar sua refeição, que foi cozida em fogo de bambu, a mesa pode ser lavada com um tecido de bambu, e ele pode abanar-se a si próprio com um leque de bambu, tirar uma siesta em uma cama de bambu, deitado sobre uma esteira de bambu, com sua cabeça repousando sobre um travesseiro de bambu. Seu filho pode repousar num berço de bambu, brincando com um brinquedo de bambu. Ao levantar-se ele fumaria um cachimbo de bambu e, com uma caneta de bambu, escreveria em papel de bambu, ou transportaria suas coisas numa cesta de bambu suspensa por uma vara de bambu, com um guarda-chuva de bambu sobre sua cabeça. Ele pode então fazer uma caminhada sobre uma ponte suspensa de bambu, beber água de uma concha de bambu, e coçar-se com uma raspadeira de bambu.”*

(William Edgar Geil, “A Yankee on the Yangtze”)

## RESUMO

A taipa de mão, comumente chamada de pau a pique, representou a técnica construtiva mais utilizada no período colonial brasileiro. Encontrava-se na casa grande das fazendas, nas moradias, comércios e em diversas igrejas do séc. XVII, sendo também utilizado na cultura construtiva quilombola, indígena e caiçara. Objetivou-se neste trabalho resgatar resultados satisfatórios em estudos realizados sobre a técnica do pau a pique, com base em visitas técnicas às comunidades caiçaras na região costeira de Paraty, fundamentação teórica a partir de periódicos, *websites*, livros e artigos dentro dos assuntos pertinentes às construções sustentáveis em terra e participação em curso de bioconstrução. Desta forma, serão apresentadas as vantagens e desvantagens da proposta de uma construção com o referido método construtivo, assim como dos elementos por ela utilizados, e ainda, será apresentado um projeto construtivo, que poderá servir de base para futuras construções com a técnica descrita no trabalho.

**Palavras chave:** barro; bambu; construção; sustentabilidade; técnica mista.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
1.2 Objetivos .....	12
1.2.1 Geral.....	12
1.2.2 Específicos .....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Histórico das Construções Sustentáveis em Terra.....	13
2.2 As Casas Caiçaras na Região de Paraty – RJ.....	17
3 O MÉTODO CONSTRUTIVO EM PAU A PIQUE.....	22
3.1 O Barro.....	23
3.1.1 Vantagens da Utilização do barro em Construções .....	23
3.1.2 Desvantagens da Utilização do Barro em Construções .....	24
3.2 O Bambu .....	25
3.2.1 Vantagens da Utilização do Bambu em Construções.....	26
3.2.2 Desvantagens da Utilização do Bambu em Construções.....	26
3.2.3 Tratamentos para a Preservação dos Colmos do Bambu.....	27
3.2.4 Bambus Utilizados para a Construção Civil.....	29
3.2.4.1 <i>Dendrocalamus giganteus</i> .....	30
3.2.4.2 <i>Guadua angustifolia</i> .....	31
3.3 Disseminação de Doenças x Casas de Pau a Pique .....	32
4 METODOLOGIA.....	35
4.1 Projeto Arquitetônico de um Centro Social de Convivência .....	36
4.1.1 Projeto Estrutural.....	36
4.1.2 Fundações.....	38
4.1.3 Paredes – Pau a Pique.....	39
4.1.4 Conexões .....	41
4.1.5 Cobertura – Viga Recíproca .....	45

5 ESTIMATIVAS DE MATERIAIS .....	47
5.1 Fundação e Cintamento .....	47
5.2 Pilares .....	48
5.3 Paredes .....	48
5.4 Cobertura .....	49
5.5 Estimativas totais .....	50
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	51
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trecho em Taipa de Pilão da Muralha da China – China.....	15
Figura 2: Casa em Cob na Região de Devon – Inglaterra.....	15
Figura 3: Torre em Adobe do Museu de Poeh – Novo México.....	16
Figura 4: Casa em Pau a Pique Saco do Mamanguá– Paraty .....	16
Figura 5: Casa de pau a pique caiçara – Praia do Sono – Paraty.....	18
Figura 6: Casa típica africana.....	18
Figura 7 e 8: Moradias indígenas.....	18
Figura 9 e 10: Casas de alvenaria – Ponta Negra e Praia do Sono .....	19
Figura 11: Vista chegada a Ponta Negra – Bar e Restaurante.....	21
Figura 12: Detalhe das camadas de barreamento .....	23
Figura 13 e 14: Broca ( <i>Dinoderus minutus</i> ) e bambu atacado pela broca. ....	27
Figura 15 e 16: <i>Dendrocalamus Giganteus</i> , Bambu Gigante .....	30
Figura 17 e 18: <i>Guadua angustifolia</i> , Bambu Guadua .....	31
Figura 19: Barbeiros – Triatomíneos. ....	34
Figura 20: Planta baixa – Centro de Convivência. ....	36
Figura 21: Preparação da fundação com proteção de garrafa PET .....	38
Figura 22: Modelo esquemático de fundação em bambu/concreto .....	39
Figura 23: Técnicas das tramas: comum, chouriço e esterilha.....	40
Figura 24: Hidratação do Barro .....	41
Figura 25: Amassamento e mistura do barro com água, terra e palha.....	41
Figura 26: Detalhes de Ligações, união com encaixe metálico.....	42
Figura 27: Conexões com utilização de presilhas em Aço. ....	43
Figura 28: Conexões em alumínio e aço inox. ....	43
Figura 29: Ligações entre pilares e vigas em bambu .....	43
Figura 30: Detalhes de encaixes Boca de Lobo. A – Isometria e B – Vistas.....	44
Figura 31: Conexões realizadas com cordas. ....	44
Figura 32: Exemplo de vigas recíprocas em estrutura de madeira. ....	45
Figura 33: Exemplo de vigas recíprocas em estrutura de bambu .....	46

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Características físicas do Bambu Gigante.....	30
Tabela 2: Características físicas do Bambu Guadua .....	31
Tabela 3: Frequência do Triatomíneo por Tipo de Casa .....	34
Tabela 4: Materiais utilizados na Fundação .....	47
Tabela 5: Materiais utilizados nos Pilares .....	48
Tabela 6: Materiais utilizados nas Paredes .....	49
Tabela 7: Materiais utilizados na Cobertura .....	49
Tabela 8: Total de Material Utilizado .....	50

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – Projetos – Centro Social de Convivência.....	60
APÊNDICE B – Fotos 3D – Centro Social de Convivência .....	65
APÊNDICE C – Fotos de Construções em Pau a Pique em Paraty .....	69

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A – Fotos de Construções em Pau a Pique Contemporâneas.....	70
---	----

## 1 INTRODUÇÃO

Neste século, XXI, a escassez de materiais não renováveis como petróleo e gás natural, discussões sobre aquecimento global, poluição, e a preocupação com o meio ambiente tem feito parte do cotidiano de diversos eixos da sociedade e do planeta.

O Engenheiro Civil, responsável por projetar e construir, se vê diante destes desafios. Sua função técnica e qualificação devem ser margeadas através de uma ética sustentável, um pensamento holístico e criatividade, assim como a responsabilidade social e sustentável, viabilizando a renovação do meio ambiente. Tais práticas já são salientadas há quase cem anos, como se pode ver na definição de Engenharia a seguir, por S.E. Lindsay, Engenheira norte americana.

“Engenharia é a prática da aplicação segura e econômica das leis científicas que governam as forças e materiais da Natureza, através da organização, design e construção, para o benefício da humanidade”. (S.E. LINDSAY, 1920)

As primeiras formas de construir utilizavam diferentes tipos de materiais provenientes do meio ambiente. Tais materiais não eram processados e não possuíam em suas composições agentes químicos, que de alguma forma melhorassem seu desempenho estrutural. A terra e o barro, a madeira e o bambu utilizados de forma consciente, eram os principais aliados às primeiras construções.

Tais técnicas construtivas remontam o desenvolvimento histórico e cultural, e podem ser apreciadas em diversas partes do mundo, como: adobe, cob, taipa de pilão e taipa de mão, conhecido popularmente como, pau a pique, objeto de estudo deste trabalho.

A redução do uso da técnica construtiva em pau a pique, é atribuída à relação estabelecida pela sociedade entre este método e a pobreza, sua associação à doença de Chagas e devido à difusão do concreto como matéria prima mais viável para uma construção. Dessa forma, as construções em pau a pique foram quase

que extintas, só resistindo em locais onde os moradores possuem por ela uma estreita ligação cultural.

Baseando-se nestes conceitos propõe-se o resgate e a reapresentação do pau a pique, que é uma técnica construtiva sustentável, se faz presente em quase todas as regiões brasileiras além de fazer parte da construção da história do Brasil.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Propor o resgate da técnica construtiva em pau a pique, como construção eficiente, segura e sustentável.

### **1.2.2 Específicos**

- I) Contribuir para o aprimoramento de técnicas construtivas mais sustentáveis;
- II) Apresentar um projeto construtivo embasado na técnica do pau a pique;
- III) Utilizar o projeto proposto para criar um centro de convivência.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Histórico das Construções Sustentáveis em Terra

Para se ter o entendimento do que sejam construções sustentáveis, deve-se primeiramente compreender a ideia de sustentabilidade. Os preceitos para a concepção do conceito de sustentabilidade surgiu pela primeira vez em 1972 na Conferência de Estocolmo, onde foram contemplados os princípios e os critérios fundamentais que ofereçam as populações de todos os países um guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano. De acordo com a Declaração de Johannesburgo, Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável realizada em 2002, a sustentabilidade está baseada em três pilares: o econômico, o social e o ambiental. (MMA, 1972 e 2002)

**Econômico** – para Pereira J. (2009) *apud* Sachs (1993) pressupõe mudanças pontuais no lucro das empresas, com a intenção de estimular o desenvolvimento humano sem causar danos ao meio ambiente. Dentro deste aspecto encontram-se os causas e efeitos que as decisões econômicas, no meio empresarial, possam causar diretamente ou indiretamente ao meio ambiente. (PENSAMENTO VERDE, 2014)

**Social** – este pilar está relacionado ao ser humano, em que uma sociedade sustentável esteja bem cuidada e saudável. Sendo este a criação de mecanismos para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, tanto na saúde, como na educação, segurança e lazer. De acordo com Pereira J. (2009) também engloba o processo de distribuição de renda, para que seja repartida de forma igualitária.

**Ambiental** – finalmente a preservação do meio ambiente, procurando minimizar o desperdício de materiais e também dos recursos naturais. Local onde se estudam as melhores maneiras para o desenvolvimento de projetos a fim de encontrar alternativas que sejam práticas e saudáveis para cada região, com o menor impacto ambiental possível. (PENSAMENTO VERDE, 2014)

De acordo com a Agenda 21 do Ministério do Meio Ambiente – MMA, para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, são encontrados diversos desafios na área de edificações, que estão inseridos nos três pilares da sustentabilidade, são eles:

- A adequação do projeto ao clima local, mitigando o consumo de energia e aprimorando as condições de aquecimento natural, iluminação e ventilação;
- Preocupação quanto à acessibilidade, adequando ao projeto para pessoas com mobilidade reduzida, ou podendo haver adaptações futuras;
- Utilização da energia e iluminação solar no projeto construtivo;
- Utilização de coberturas verdes.

Para atender aos pressupostos, a Construção Civil detém um papel fundamental, podendo o Engenheiro Civil explorar novas alternativas, buscando minimizar os impactos provocados pela construção usual, alvenaria, e desta forma evitar o consumo inconsciente de materiais nocivos.

Para que as construções civis estejam inseridas dentro da sustentabilidade o olhar deve estar voltado aos materiais que possuem baixo impacto ambiental. Sendo utilizados em toda ou parte do projeto a ser realizado. A substituição do aço, pela madeira de reflorestamento, ou o bambu; a substituição do concreto por paredes em terra; a utilização de tetos verdes, um sistema de fossa por evapotranspiração e a troca das lâmpadas comuns por mais econômicas, são algumas mudanças importantes para o cumprimento destas metas.

Para facilitar esta busca, pode-se voltar às construções em terra, que são encontradas por todo o mundo e estão presentes no desenvolvimento da história da humanidade (LANGEN, 2001). São elas:

**I) Taipa de Pilão:** estrutura confeccionada através do amassamento do barro com um pilão entre tábuas de madeira, um exemplo conhecido é a Muralha da China, construída há mais de 2.000 anos, onde pode ser visto até hoje partes com esta técnica construtiva. (Figura 1). (PISANI, 2007)



Figura 1: Trecho em Taipa de Pilão da Muralha da China – China  
Fonte: CRAterre – 2012

**II) Cob:** massa plástica de solo estabilizado usada para a construção direta da estrutura. Grande exemplo desta técnica é encontrado por toda a região de Devon na Inglaterra (Figura 2), onde as construções são tradicionalmente em Cob. (RAMOS, 2013)



Figura 2: Casa em Cob na Região de Devon – Inglaterra  
Fonte: LIBNAM, s.d.

**III) Adobe:** massa plástica de solo estabilizada moldada e seca à sombra. O Templo do Sol (Huecas del Sol), a cidade inca Tambo Colorado, a cidade de Chan Chan no Peru e a torre do Museu de Poeh (Figura 3), a mais alta estrutura de adobe do Novo México, são exemplos da referida técnica. (RAMOS *op. cit.*)



Figura 3: Torre em Adobe do Museu de Poeh – Novo México  
Fonte: Poeh Cultural Center – 2013

**IV) Taipa de mão, pau a pique:** técnica denominada mista, pois utiliza o barro como elemento de preenchimento e o suporte da estrutura pode ser realizado com outro tipo de material, geralmente bambu ou madeira. Exemplo desta técnica pode ser encontrado nos casarões antigos das vilas coloniais brasileiras, assim como nas construções em comunidades quilombolas, indígenas e caiçaras (Figura 4). (RAMOS, 2013 e PISANI, 2007)



Figura 4: Casa em Pau a Pique Saco do Mamangá– Paraty  
Fonte: Autores – 2016

De acordo com Bussoloti (2008), as construções em terra correspondem à maior quantidade das habitações, principalmente nos locais onde são encontradas as populações mais carentes. Este tipo de construção denominada vernacular por essência, assim qualificada por utilizar materiais e técnicas existentes no local onde

foram construídas, utilizam pouca energia e são intituladas sustentáveis por manterem respeito ao meio ambiente.

## **2.2 As Casas Caiçaras na Região de Paraty – RJ**

A população caiçara é formada por moradores de comunidades que habitam o litoral do Sul e Sudeste do país. O caiçara é a representação da mescla das heranças étnico-culturais indígenas, dos colonizadores portugueses e em menor grau, dos escravos africanos. Sua vida é baseada na cultura da pesca, a prática agrícola, extrativismo vegetal e artesanato. (DIEGUES, 2004)

Faz parte da cultura caiçara a transmissão de geração para geração, dos fazeres e saberes, o conhecimento dos avós, dos pais, dos filhos e finalmente dos netos, vai sendo tecido por essa rede de relações geracionais e fica naturalizado dessa forma. Hoje em dia, muitos indivíduos desta comunidade, os mais velhos, mesmo os que já frequentaram a escola, se agarram mais ao que aprenderam com os pais e avós e isso também ocorre com a construção das moradias e demais edificações das comunidades. Já os mais novos não se atentam a essa cultura transmitida pelos seus ancestrais, qualificando, muitas das vezes uma falta de identidade cultural.

Dentre os hábitos herdados, da pesca, do cultivo de plantas, fabricação de canoas e etc., encontra-se a maneira de construir, onde as heranças étnico-culturais podem ser visualizadas nas casas caiçaras (Figura 5) que possuem traços das construções típicas africanas (Figura 6) e das construções indígenas (Figura 7 e 8).



Figura 5: Casa de pau a pique caiçara – Praia do Sono – Paraty  
Fonte: Autores – 2016

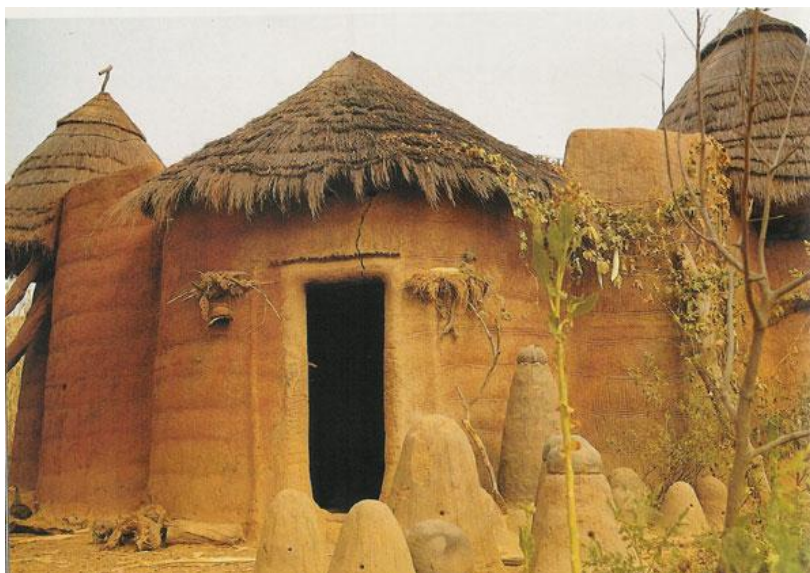


Figura 6: Casa típica africana  
Fonte: História da África – 2013



Figura 7 e 8: Moradias indígenas  
Fonte: Terra Brasileira, s.d. e Virgínia Valadão, s.d.

A construção convencional não se aplicava ao estilo de vida dos moradores das comunidades caiçaras e as dificuldades no transporte dos materiais levaram os moradores a buscarem sua matéria prima diretamente da mata, desenvolvendo-se assim o pau a pique, a forma mais propícia de moradia. Essa arquitetura tradicional foi concebida de acordo com o clima e com o ambiente natural, garantindo moradias mais agradáveis. De acordo com os próprios moradores a casa em pau a pique é sempre “mais fresca no verão e mais quente no inverno”, esta informação condiz com as propriedades existentes no barro, que serão posteriormente salientadas neste trabalho.

Com o passar do tempo é nítido ver a descaracterização das construções na zona costeira das comunidades caiçaras na cidade de Paraty (Figuras 9 e 10). Sendo identificado o desuso do que foi a mais tradicional técnica utilizada, o pau a pique.



Figura 9 e 10: Casas de alvenaria – Ponta Negra e Praia do Sono

Fonte: Teteco Ponta Negra, s.d. e Praia do Sono.com, s.d.

Essa forma de construir foi perdendo força, não somente com a introdução da técnica convencional, a alvenaria, como também por ser considerada muitas vezes pela própria comunidade caiçara como: casa de “pobre”, “ruim” ou “frágil”.

A globalização, a influência do turismo e as dificuldades impostas pelas leis ambientais fizeram que parte dessa população parasse de construir e desenvolver ainda mais a técnica, a comparação com casa de pobre e frágil auxilia para que ela perca sua força e comece a entrar em extinção.

Em muitos lugares, somente as gerações mais antigas detêm o conhecimento desta técnica tradicional de construção, gerando a necessidade do resgate desta cultura construtiva.

A cultura caiçara em geral, tem a percepção da evolução da sociedade como algo benéfico para eles, por um lado a tecnologia trouxe para este povo novidades do mundo moderno, facilitando muitos serviços e na melhoria da própria vida, o que é direito deles, mas por outro lado esta influência, leva ao esquecimento de antigas práticas que com o tempo vão se perdendo. Os costumes que ali imperavam culturalmente estão se perdendo, os mutirões, embalados por cantigas tradicionais, que eram realizados para levantar as paredes em pau a pique, barreamento, não existem com a frequência dos tempos passados, agora dão vez a pedreiros e serventes contratados para a construção em alvenaria, a troca de informações e materiais pelos vizinhos e amigos da comunidade, uns dos pontos fortes de sua cultura, são cada vez menos vistos.

Para LANGEN (2006) existe a necessidade de encontrar, ou melhor, reencontrar a harmonia entre técnica, homem e natureza, para que se possa aprender com as populações tradicionais, levando em consideração as diversidades locais. Isso faz parte da busca de um novo modelo ambiental, de uma investigação do que foi feito antes e por quê. O autor reafirma que não se deve construir por construir, devendo haver a ligação entre pilares da sustentabilidade sociedade - ambiente - economia.

Ainda assim, para desmistificar a caracterização do pau a pique como sendo uma estrutura frágil, são encontradas algumas construções na região costeira de Paraty, levantadas há anos, usadas como moradia, locais para guardar material de pesca e canoas, e outras dão lugar ao comércio (Figura 11).



Figura 11: Vista chegada a Ponta Negra – Bar e Restaurante  
Fonte: Teteco Ponta Negra, s.d.

### 3 O MÉTODO CONSTRUTIVO EM PAU A PIQUE

Mello (2012) define o pau a pique, como sendo, peças de madeira ou bambu, que são colocadas “a pique” sobre um baldrame, vigas. Esta técnica está presente em todo o Brasil, pois representa um processo construtivo antigo e fácil de ser executado.

As paredes são feitas a partir de uma trama de bambu ou madeira, e amarradas com cordas, linhas ou cipós, após a trama, é a vez do barreamento da estrutura, que é realizado culturalmente utilizando as mãos e através de mutirões, muitas das vezes as marcas dos dedos ficam impressos na estrutura, batizando com um nome técnico a Taipa de Mão. (SILVA, 2000)

Para Silva *op. cit.* o barreamento consiste em três camadas:

A **Primeira** camada: é responsável por cobrir os vãos da trama feita com os bambus. Esta primeira etapa deixa à mostra algumas partes do bambu. Muitas construções que utilizam esta técnica consideram a casa já pronta nesta primeira etapa. Considerando a necessidade de proteção contra insetos, assim como a necessidade de aumentar a resistência da construção e evitar as fissuras, se faz necessária a aplicação de outras camadas. (Figura 12 - ①)

A **Segunda** camada: cobre todo o ripamento aparente, deixando parede com superfície inteiriça, sem divisões. Protegendo o madeiramento. (Figura 12 - ②)

A **Terceira** camada: considerada de extrema importância, é pouco usada nas casas de pau a pique encontradas no Brasil. É responsável por proteger a estrutura da ação das chuvas, dar maior resistência às paredes e proteger contra as ações dos insetos. Consiste em misturar o barro com um elemento estabilizador, podendo ser quaisquer tipos de fibras vegetais secas, cal ou o cimento. Esse revestimento também confere a casa uma aparência mais convencional. (Figura 12 - ③)

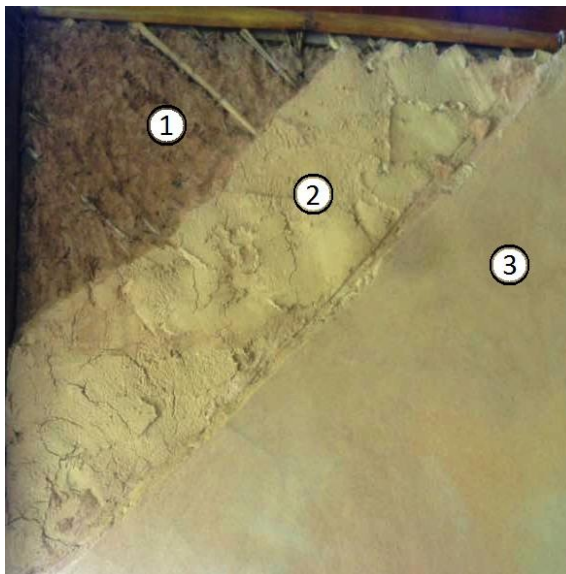


Figura 12: Detalhe das camadas de barreamento  
Fonte: Autores – 2016

A técnica construtiva do pau a pique consiste basicamente na aplicação de massa plástica de barro estabilizado, aplicado como preenchimento em uma estrutura secundária de madeira e/ou bambu, que por sua vez é fixada na estrutura principal da edificação, tendo o barro, a madeira e o bambu como materiais predominantes. O uso destes possui seus prós e contras na Construção Civil.

### **3.1 O Barro**

Desde os tempos mais remotos, os seres humanos buscam a proteção contra frio, às chuvas, os animais e etc. As cavernas foram os primeiros abrigos utilizados. Com o tempo foram desenvolvendo técnicas com materiais disponíveis no local. O barro por ser um material de fácil manuseio e fácil de ser encontrado, foi então o mais apropriado para a construção de tais abrigos. (SILVA, 2000)

#### **3.1.1 Vantagens da Utilização do barro em Construções**

##### **a) Reutilizável e maleável**

O barro é um material maleável e reutilizável, já que quando não está cozido pode ser triturado e umedecido para voltar ao seu estado original, o que gera uma grande facilidade para sua utilização na construção. (MELLO, 2012)

## **b) Conforto térmico e acústico**

O barro além de ser um material de fácil manuseio, também, proporciona um ótimo conforto térmico e acústico.

As casas construídas, ou as que têm apenas revestimento das paredes de barro, apresentam maior conforto térmico em países mais quentes. O barro por ser um material poroso, apresenta uma capacidade de perda e absorção de umidade maior do que outros materiais de construção. Uma casa que tenha o piso ou as paredes, revestidas de barro ou feita de tijolo cru, tem a capacidade de absorver os ruídos do local, tornando-o mais agradável acusticamente. (SILVA, 2000)

### **3.1.2 Desvantagens da Utilização do Barro em Construções**

#### **a) Não padronizado**

A construção com barro também possui suas desvantagens. Como não é um material padronizado, pode possuir, dependendo do local que é extraído, variação considerável na quantidade e tipo dos agregados nele encontrado.

Para fazer o uso adequado do barro é preciso conhecer sua composição específica, níveis de agregado e tipo de argila, e se é preciso adicionar algum aditivo, para que haja um melhor aproveitamento possível. (PISANI, 2007)

#### **b) Permeabilidade**

Segundo Pisani (2007), o barro deve ser protegido da ação das chuvas, pois quando em contato com a água, pode modificar as suas características, prejudicando sua forma atribuída. Existem algumas formas de proteção como: construir alpendres ou fazer o beiral da casa um pouco maior de modo a evitar o contato do barro com a água da chuva, ou ainda, proteger as paredes com alguns tipos de tintas ou impermeabilizações.

### **c) Fissuras ou trincas**

No processo de secagem do barro podem aparecer fissuras ou trincas. Para minimizar o problema, basta utilizar uma quantidade menor de água e de argila. (PISANI, 2007)

## **3.2 O Bambu**

Segundo López (2003), o bambu possui propriedades mecânicas ótimas que são diretamente ligadas ao seu teor de umidade. Tais propriedades associadas com a idade, densidade e a quantidade de fibras encontradas em cada espécie, são os responsáveis pela sua alta resistência. Cada planta apresenta essas características de forma bem peculiar, pois elas podem variar de acordo com as condições ambientais, clima, topografia, tipo de solo e época de corte. A origem do bambu está entre o final do Período Cretáceo e início do Período Terciário, cerca de 65 milhões de anos atrás na Ásia. Existem mais de 1300 espécies espalhadas ao redor do mundo. Segundo Pereira (2008), no Brasil podem ser encontrados 34 gêneros e 232 espécies de bambus nativos.

O bambu tem uma alta produtividade, possuindo também uma alta resistência mecânica. Sua forma tubular apresenta uma baixa massa específica, o que resulta em baixo custo da produção e grande facilidade de transporte. (GHAVAMI, 1989, 1992; MOREIRA e GHAVAMI, 1995)

O material é uma ótima alternativa para um desenvolvimento mais sustentável, podendo ser plantado em solos com baixa fertilidade, haja vista que sua estrutura é forte, permitindo flexibilidade durante terremotos.

Segundo Ghavami (1989), as características mecânicas do bambu são dependentes dos fatores: espécie, idade, tipo de solo, condições climáticas, épocas da colheita, teor de umidade, presença ou ausência de nós e o tipo de teste realizado.

### 3.2.1 Vantagens da Utilização do Bambu em Construções

#### a) Compressão

Para a medição da compressão nos colmos é normalmente realizado ensaio com o uso de uma vara de bambu, baseado na distância entre os nós do colmo. (BERALDO, 2003).

Segundo López (1974), a resistência à compressão está na faixa de 20 MPa a 120 MPa, e o módulo de elasticidade varia entre 2,6 GPa e 20 GPa.

#### b) Tração

Segundo Schniewind (1989) apud Pereira *et al.* (2008), a resistência à tração de um bambu é de 2,5 a 3,5 vezes em relação àquela obtida em ensaios a compressão. Pode atingir 260 Mpa. (ONU, 1972)

As antigas pontes asiáticas foram construídas com tecidos das camadas externas de colmos de bambus. Estas pontes são exemplos de uma junção de leveza e excelente resistência mecânica a tração. (LOPEZ, 1974)

### 3.2.2 Desvantagens da Utilização do Bambu em Construções

#### a) Não padronizado

É um material com falta de normatização, o que ocasiona na ausência de valores de referência para os resultados obtidos nos testes, trazendo assim uma dificuldade de trabalho para os projetistas e construtores.

#### b) Tratamento adequado

O material deve passar por um tratamento adequado para manter sua durabilidade e resistência ao ataque de insetos e é muito susceptível ao fogo.

### 3.2.3 Tratamentos para a Preservação dos Colmos do Bambu

Segundo alguns autores, Marçal (2008) e Pereira *et al.* (2008) a vida útil do bambu está diretamente ligada à forma com que é realizado seu tratamento, podendo durar de um a três anos quando não tratados, e de dez a quinze anos ou até mais quando for tratado corretamente. Além do tratamento para sua durabilidade, o bambu sofre com ataques de insetos, como os carunchos e gorgulho do bambu, broca, (*Dinoderus minutus*) (Figura 13), que o atacam devido à presença do amido. (Figura 14).



Figura 13 e 14: Broca (*Dinoderus minutus*) e bambu atacado pela broca.  
Fonte: Bug Guide. 2008 e Bambucraft.net. 2000

Para o tratamento do bambu existem métodos tradicionais e químicos. Os tradicionais subdividem-se em: maturação ou cura no local da colheita; imersão em água; ação do fogo e por fumaça. Já os métodos químicos são subdivididos em: oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis (AZZINI, 2011; BERALDO, 2001).

#### I) Métodos tradicionais

Métodos nos quais não são utilizadas proteção químicas. Embora sejam de baixo custo, não são muito eficientes, pois não estão ligados a durabilidade do bambu, e sim baseados na extração do amido (BERALDO, 2008; PEREIRA, 2008). Dentre eles podem ser destacados:

### **I. a) Cura ou maturação na mata**

Os colmos são cortados e colocados na posição vertical, com ramos e folhas, para que o processo de assimilação da seiva continue. Tendo assim o teor de amido reduzido. (PEREIRA, 2008; BERALDO, 2008)

### **I. b) Imersão em água**

Tratamento que pode variar de quatro a sete semanas, onde os colmos são amarrados em feixes, aos quais se prende uma pedra, para forçar sua submersão, visando assim à redução ou eliminação do amido, por meio da fermentação biológica anaeróbica. (PEREIRA, 2008; BERALDO, 2008)

### **I. c) Ação do fogo**

Submetem-se os colmos de bambu ao aquecimento em fogo direto, eliminando a seiva por transpiração, causando a degradação química do amido, tornando-o menos atrativo ao caruncho. (PEREIRA 2008; BERALDO, 2008)

### **I. d) Ação da fumaça**

Os colmos de bambu são expostos a ação da fumaça, assim prolongando sua vida útil e tornando-se menos atrativos para os insetos. (PEREIRA, 2008; BERALDO, 2008)

## **II) Métodos químicos**

De acordo com Pereira *et al.* (2008), os métodos químicos são os mais eficientes, quando bem conduzidos protegem os colmos do bambu de ataques dos carunchos, além de aumentar sua durabilidade, porém aplicação de tais métodos deve ser conduzida utilizando as concentrações ideais, a fim de garantir que sejam tóxicas aos insetos, sem prejudicar a saúde do homem, dos outros animais e que todo o excesso dos produtos utilizados deve ser recuperado, obrigatoriamente, para

não agredir o meio ambiente. Considerando estes pressupostos, os métodos podem ser classificados em:

### **II. a) Produtos oleosos**

O tratamento mais utilizado, à base de produtos oleosos, é o banho quente/frio onde são utilizados 60 litros do óleo creosoto para tratar 100 peças com comprimento de 2,50 m e diâmetro de 12 cm, que são postas em banho no óleo quente (90°C). Após 2 a 3 horas, as mesmas são postas em banho, no mesmo produto só que em temperatura ambiente, durando mais 4 horas. (BERALDO, 2008; PEREIRA, 2008).

### **II. b) Produtos oleossolúveis**

Tratamento que requer que os colmos de bambu estejam bem secos, deixando-os completamente submersos na solução de pentaclorofenol (produto oleossolúvel mais comum) diluído em óleo diesel ou óleo queimado, durante um período de sete dias sob temperatura ambiente.

### **II. c) Produtos hidrossolúveis**

Os colmos são imersos a soluções aquosas com vários tipos de sais, cujas soluções penetram nos elementos anatômicos do bambu e reagem com a lignina, tornando assim os colmos tóxicos aos insetos.

Os sais mais utilizados são: sulfato de cobre ou zinco; dicromato de sódio ou potássio, ácido bórico ou crômico.

## **3.2.4 Bambus Utilizados para a Construção Civil**

Dentre os gêneros de bambus utilizados na Construção Civil, dois deles se destacam: o *Dendrocalamus*, introduzido no Brasil e o *Guadua*, espécie já vista nas regiões brasileiras (MARÇAL, 2008). Hoje é possível encontrar para a compra bambus tratados e cortados em varas 3,00 a 4,00 m.

### 3.2.4.1 *Dendrocalamus giganteus*

Descrição: (Tabela 1) Espécie de bambu gigante entouceirante, de grande porte, predominante em regiões tropicais úmidas e subtropicais, usado para construção e para a confecção de laminado colado (Figura 15 e 16).

Tabela 1: Características físicas do Bambu Gigante

<i>Dendrocalamus giganteus</i>	
Altura dos colmos	24 a 40 m
Diâmetro dos colmos	10 a 20 cm
Espessura da parede	1 a 3 cm
Cor	marrom aveludado
Folhas	largas de coloração verde escura
Distribuição natural	Ásia

Fonte: PEREIRA *et al.*, 2009 e Sítio da Mata, s.d. – Adaptada pelos autores



Figura 15 e 16: *Dendrocalamus Giganteus*, Bambu Gigante

Fonte: Sítio da Mata, s.d.

### 3.2.4.2 *Guadua angustifolia*

Descrição: (Tabela 2) Espécie de bambu gigante, entouceirante, possui excelentes propriedades mecânicas e com durabilidade excelente. Predominante em clima tropical, muito utilizado para construções de casas (Figura 17 e 18).

Tabela 2: Características físicas do Bambu *Guadua*

<i>Guadua angustifolia</i>	
Altura dos colmos	até 30 m
Diâmetro dos colmos	até 20 cm
Espessura da parede	1 a 3 cm
Cor	coloração verde com nós brancos
Folhas	verde com hastes verdes
Distribuição natural	América do sul

PEREIRA *et al.*, 2009 e Sítio da Mata, s.d. – Adaptada pelos autores



Figura 17 e 18: *Guadua angustifolia*, Bambu *Guadua*  
 Fonte: Sítio da Mata, s.d.

### 3.3 Disseminação de Doenças x Casas de Pau a Pique

Segundo Pasternak (2016), os seres humanos passam cerca de 80% a 90% do dia em casa ou dentro de quaisquer construções e as condições físicas desses locais interferem diretamente para a transmissão de doenças, podendo ser transmitidas por animais, pelo ar, bactérias e vírus.

A técnica aplicada à habitação pode dizer muito sobre as possíveis doenças adquiridas. Nematelmintos, escorpiões, pulgas, baratas, formigas e barbeiros podem estar presentes no chão, na parede de barro ou em qualquer local que possua gretas ou fissuras.

Não somente as condições da estrutura da habitação estão ligadas as doenças, mas também as condições de higiene do local habitado, lixo e água parada, atraem animais e bactérias.

Em relação às construções em pau a pique, é comum encontrar referências incentivando à demolição ou mudança para uma habitação em alvenaria, sob o argumento da erradicação do Triatomíneo, conhecido como barbeiro, o transmissor da doença de Chagas Aguda, através do protozoário *Tripanossoma Cruzi*. (FUNASA 2006).

Existem cinco formas de transmissão do *Tripanossoma Cruzi* para os seres humanos (MISODOR, 2009 e PINHEIRO, 2016):

**a) A transfusional:** com a transfusão de sangue ou órgãos infectados a pessoas sadias;

**b) A vertical ou congênita:** passada da mãe para os filhos no parto ou durante a gestação;

**c) A acidental:** pelo contato pelas mucosas ou pele ferida com materiais infectados (excretas de triatomíneos, animais contaminados e sangue);

**d) A oral:** ingestão de alimentos contaminados.

**e) A vetorial:** ocorre diretamente pelos triatomíneos, “barbeiros” ou “chupões”. Após picarem, em geral defecam e este material infectado entra na

corrente sanguínea através do orifício da picada devido ao ato de coçar, ou pela penetração em mucosas como olhos e bocas.

Na década de 70, calculou-se que cerca de cinco milhões de habitantes foram infectados, cerca de 36% da população brasileira da época, em mais de 2450 Municípios, estendendo-se do Maranhão ao Rio Grande do Sul, sendo: Bahia, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande Sul, os estados com o maior número de casos. Sendo a transmissão vetorial como principal responsável e as áreas rurais o principal foco. (MISODOR, 2009)

Vale salientar que a doença não é transmitida somente pelo barbeiro, e que antes de afetar o homem era uma enzootia, afetava somente os mamíferos silvestres com: tatus, gambás, macacos e roedores, e os domésticos: cães e gatos, e posteriormente transmitida para triatomíneos igualmente silvestres.

O habitat natural do triatomíneo são as copas de árvores, folhas de palmeiras, ninhos e tocas de outros animais, casca ou tronco de árvores, pilhas de lenha, buracos no solo, vegetação dos bosques, cerrados e embaixo de pedras. (REY, 2001)

Segundo Neves (2011) *et al.* o triatomíneo, devido ao avanço desordenado das populações, a colonização das áreas nativas e o início da construção de casas rudimentares, aliada as condições precárias e a pobreza, a doença tornou-se uma zoonose, tornando-se protagonista na disseminação da doença de Chagas, pois o homem invadiu, de certa forma, o ecossistema silvestre e em contrapartida os triatomíneos adaptaram-se e colonizaram as habitações humanas. Os insetos começaram a viver nas frestas do pau a pique, nos tetos das casas, colchões e camas, ou em qualquer local que apresente alimento e abrigo.

De acordo com a Tabela 3, resultado obtido do estudo de diversos tipos de casas nos Municípios de São Paulo, segundo Neves (2009) *apud* Fonseca (1952), as casas de alvenaria podem ser refúgio para o barbeiro, já que a incidência do mesmo também reflete no próprio comportamento humano, higiene da habitação e a incidência de brechas.

Tabela 3: Frequência do Triatomíneo por Tipo de Casa

Tipo de Casa	Nº de Casas Pesquisadas	Nº de Casas com Barbeiro	Porcentagem de Casas com Barbeiro
Tijolo com Reboco	4.786	177	3.69
Tijolo sem Reboco	1.324	62	4.68
Madeira	4.301	782	17.48
Pau a Pique e Barro	3.491	979	28.04

Fonte: Neves *et al.* (2011) *apud* Fonseca (1952) Parasitologia Humana, pag. 110

A grande questão quanto ao aparecimento de animais (insetos e vetores) em construções em pau a pique está na qualidade e na melhoria da técnica a ser executada. A solução mais adequada a ser adotada é a aplicação de revestimento interno e externo das paredes, impossibilitando a aparecimento de frestas nas quais podem surgir ninhos do triatomíneo e realizar a construção de piso adequado. (Figura 19)



Figura 19: Barbeiros – Triatomíneos.  
Fonte: Gazeta do Povo – 2015

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa a metodologia adotada classifica-se quanto sua abordagem, objetivo e procedimento.

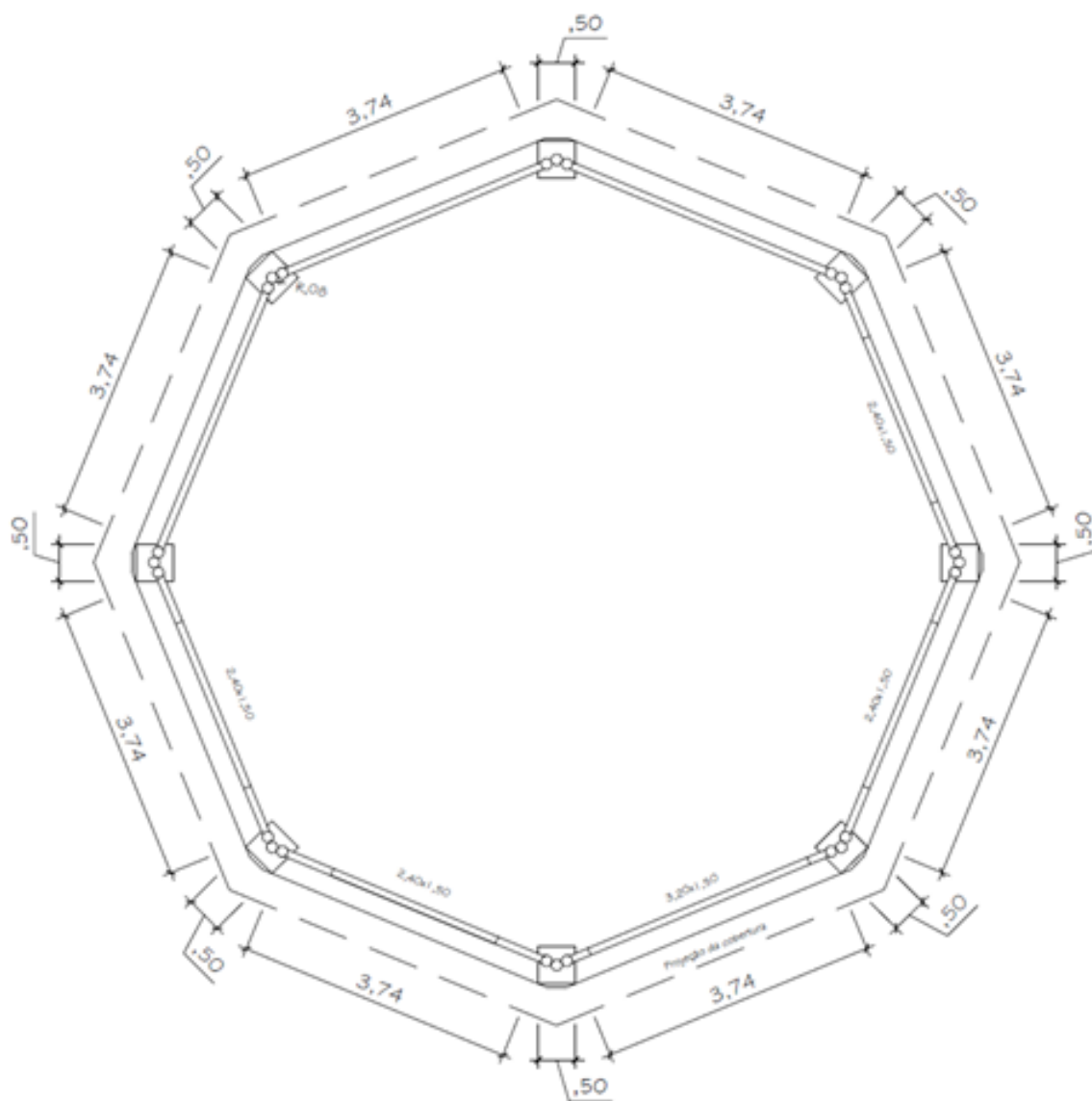
I) Sua abordagem caracteriza-se como combinada, quantitativa e qualitativa haja vista, que foram levantados dados sobre os motivos e opiniões, dos moradores das comunidades caiçaras na zona costeira em Paraty que ainda detém essa cultura construtiva, e as razões que levaram ao desinteresse pela construção em pau a pique.

II) No quesito objetivo a mesma enquadra-se como de cunho exploratório-descritivo, onde foram realizadas visitas técnicas nas comunidades caiçaras locais, da Ilha do Araújo, Mamanguá, Praia do Sono e Ponta Negra, na cidade de Paraty, fazendo registro das principais técnicas construtivas existentes.

III) Os procedimentos que subsidiaram esta pesquisa foram: levantamento de campo e pesquisa bibliográfica a partir de periódicos, *websites*, livros e artigos dentro dos assuntos pertinentes às construções sustentáveis em terra para a fundamentação do uso da construção em pau a pique, e como ela passou de única forma construtiva à técnica esquecida nos dias atuais. Confecção dos projetos: arquitetônico e estrutural, do projeto construtivo de um Centro Social de Convivência, onde sua viabilidade foi avaliada quanto ao acesso aos materiais, resistência, durabilidade, manutenção e outros. Por fim, em posse dos dados foi proposto um modelo construtivo utilizando ferramentas construtivas contemporâneas.

#### 4.1 Projetos Arquitetônicos de um Centro Social de Convivência

O projeto arquitetônico foi concebido com intuito de comportar 115 pessoas de sentadas, considerando o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio de Janeiro, seu formato octogonal, regular, propõe uma maior relação entre os usuários, partindo do conceito que os indivíduos estarão posicionados sempre frente a frente, trazendo a união e a integração entre eles. Este local servirá para a ocorrência de reuniões, palestras, encontros e exposições (Figura 20).



Esc.: sem escala

Área: 80,84 m<sup>2</sup>

Figura 20: Planta baixa – Centro de Convivência.

Fonte: Autores – 2017

#### 4.1.1 Projeto Estrutural

De acordo com o salientado no item Revisão de Literatura, as duas espécies de bambus mais utilizadas para a Construção Civil são: *Dendrocalamus giganteus* e *Guadua angustifolia*. A espécie determinada para este trabalho foi a *Guadua angustifolia*, conhecido comumente como Bambu Guadua.

Sua escolha foi idealizada em virtude, sua exploração vem crescendo e que o mesmo é encontrado em diversos locais no Brasil. Hoje já se pode comprar o Guadua tratado e em tamanhos de 3 a 4 metros, ideais para o uso na construção.

Segundo Ghavami (2005), a resistência do bambu é a função entre a espessura da parede e o diâmetro do colmo. Essa resistência é maior na parte central do colmo, descartando a extremidade do bambu, que é sempre mais fina.

A variação entre a parede do bambu e distância dos nós é responsável pela resistência final da estrutura, mas tais valores não interferem no resultado final, já que qualquer projeto em bambu deve ser pensando a fim de garantir que suporte quatro vezes a carga real de solicitação do projeto. Segundo Marçal (2008), em obras convencionais, esse fator não ultrapassa 1.5.

Considerando o exposto, o bambu utilizado para a construção terá cerca de 15 cm de diâmetro, e suas ligações serão feitas com concreto e parafusos de aço, respeitando a condição de que os furos devem ser feitos próximos aos nós, onde a resistência é maior.

Na construção de uma estrutura em pau a pique, devem-se considerar duas partes importantíssimas para que a estrutura tenha uma durabilidade maior, deve ter um “bom chapéu e uma boa bota” (Arq. Michel Habib - TIBÁ). Uma fundação com uma melhor impermeabilização para evitar que a umidade chegue à construção por capilaridade, protegendo a estrutura de bambu e o as paredes de barro da umidade do solo e uma cobertura que o projeta das chuvas.

#### 4.1.2 Fundações

Segundo Hidalgo Lopes (2003), as fundações realizadas com bambus devem ser protegidas da umidade, a fim de protegê-las contra o aparecimento de fungos que danificam o bambu e evitando umidade dentro do colmo diminuindo sua resistência.

De acordo com Marçal (2008), uma distância comprovada como segura seria em torno de 50 cm de elevação e ser adotado diversos tipos de apoio, como bases de concreto ou com garrafas pet (Figura 21), preenchidas com concreto (Figura 22) e conexões em aço. Pode-se impermeabilizar todo o pavimento ou somente o bambu utilizado, mas estas técnicas são destinadas a construções que não sejam de longa duração.

A ligação entre a fundação e o bambu deve ser realizada através de uma vara de ferro, chumbada com 30 cm de ferro na fundação e mais 30 cm colmo adentro, observando se existe uma aderência entre a barra de ferro e o concreto.



Figura 21: Preparação da fundação com proteção de garrafa PET  
Fonte: Autores – 2016

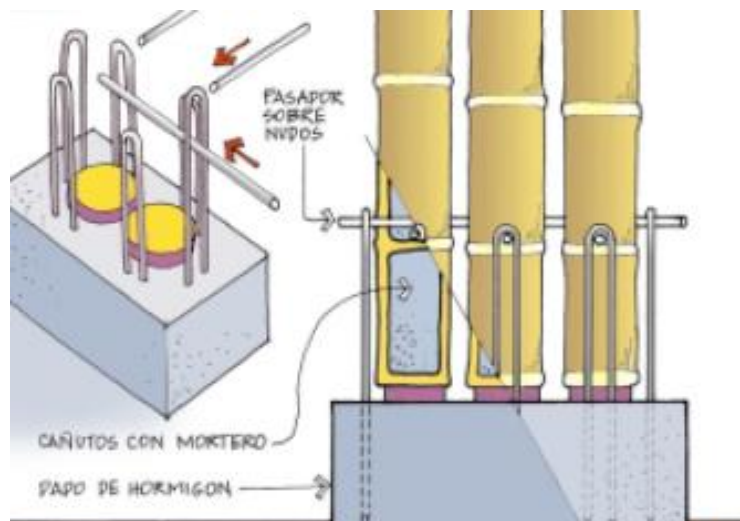


Figura 22: Modelo esquemático de fundação em bambu/concreto

Fonte: Manual de Construcción Sismo Resistente de Vivendas em Bahareque Encementado – 2001

#### 4.1.3 Paredes – Pau a Pique

Antes do barreamento, preenchimento das paredes com o barro, faz-se necessário a confecção da trama de bambu. Esta etapa pode realizada de diversas formas, porém as mais comuns são:

- **Técnica Comum:** Esta trama é mais conhecida e utilizada. As tramas realizadas na parede com bambu, ou madeira, podem medir cerca de 20x20 cm, para que a área barreada não seja muito maior que a palma de uma mão, facilitando o barreamento. (Figura 22 - ①)

- **Técnica do Chouriço:** Consiste em colocar os bambus somente na horizontal, cerca de 20 a 30 cm de distância, a fim de utilizar esta trama como um varal e unir estas varas com a palha seca besuntada de barro, como estender de roupas. (Figura 22 - ②)

- **Técnica da Esterilha:** Consiste em abrir o bambu fazendo uma esterilha, prendê-los a parede, com arame ou cordas firmes, a fim de ter uma parede fechada em bambu, após pronto submetê-lo a uma camada mais fina de barro. Com esta técnica consegue-se uma parede mais leve e com o interior oco. (Figura 22 - ③)



Figura 23: Técnicas das tramas: comum, chouriço e esterilha  
 Fonte: Autores – 2016

Para a etapa do barreamento, o barro deve ter atenção devida, pois para cada uma das técnicas existe uma consistência própria. Deve-se dosar a quantidade de água para não se produzir uma massa muito mole ou muito rígida, assim como a quantidade de material ligante, palha.

- **Técnica da do Chouriço:** palhas longas (para vencer os vãos) + barro maleável (teor de água maior).

- **Técnica da Esterilha:** palhas pequenas (somente para fazer a capa da parede) + barro firme (não seco).

- **Técnica Comum:** palhas médias + barro mais firme.

O ideal é que o barro esteja livre de materiais orgânicos (plantas, bichos e etc.) e pedras. Uma porcentagem de areia fina deve ser hidratada com água horas antes do barreamento (Figura 24), e bem misturada no momento do barreamento, (Figura 25), para que haja a ligação entre o barro e a palha.



Figura 24: Hidratação do Barro  
Fonte: Autores – 2016



Figura 25: Amassamento e mistura do barro com água, terra e palha  
Fonte: Autores – 2016

Após o barreamento completo, e a secagem da parede em pau a pique, deve-se lembrar que ainda necessita de um revestimento, podendo ser realizado com o próprio barro.

#### 4.1.4 Conexões

As ligações a serem aplicadas em um projeto de construção em bambu, devem ser verificadas e bem realizadas para evitar problemas futuros.

No Brasil não são encontradas normas técnicas relacionadas às construções com bambu, que poderiam ser usadas como parâmetro construtivo para toda a estruturação do projeto, então, mesmo de uma forma empírica, necessita-se garantir de todas as maneiras possíveis à segurança da estrutura.

É de responsabilidade do Engenheiro Civil, responsável pela construção, observar como os colmos de bambu estão reagindo às solicitações da estrutura em geral e se houve alguma modificação devida a intempéries, caso seja necessário, segundo Marçal (2008), deve-se controlar o aparecimento de fissuras, com a aplicação de mais uma camada de verniz ou até substituir as peças, considerando que este é um dos pontos fortes de uma estrutura bem projetada, pois se pode trocar a peça danificada sem necessidade de desmontar toda a estrutura, simplesmente apoiando os pontos próximos da peça em questão.

Ainda segundo o autor, o bambu detém excelente desempenho associado ao uso de ligações metálicas, parafusos (Figuras 26, 27 e 28), o uso de prego não é recomendado, pois desestrutura as fibras do bambu, treliças e encaixes próprios boca de lobo, boca de pescado, cordas e etc. (Figuras 29, 30 e 31), que reforçam a estrutura.

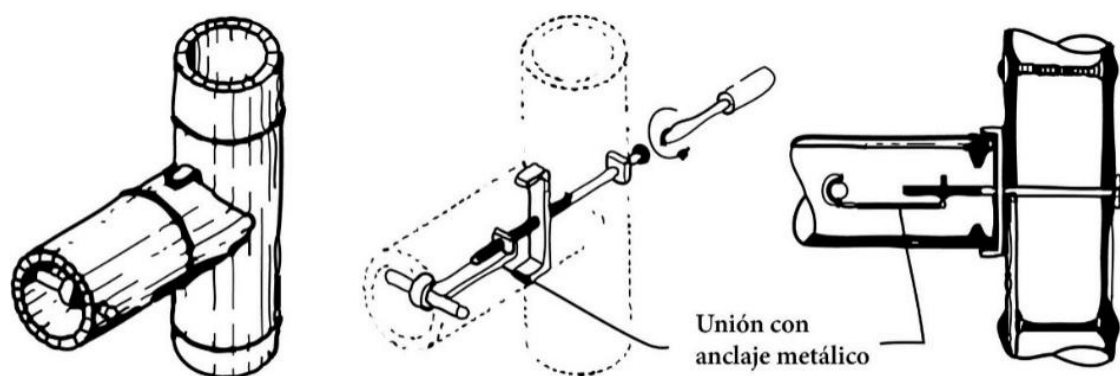


Figura 26: Detalhes de Ligações, união com encaixe metálico  
Fonte: Bamboo -The Gift of the Gods– 2003



Figura 27: Conexões com utilização de presilhas em Aço.  
Fonte: UFMG – 2002



Figura 28: Conexões em alumínio e aço inox.  
Fonte: Ecotenda – 2014

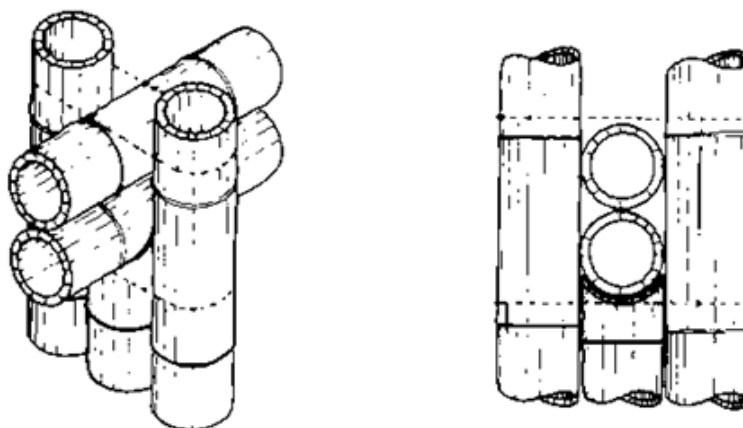


Figura 29: Ligações entre pilares e vigas em bambu  
Fonte: Bamboo – The Gift of the Gods - 2003

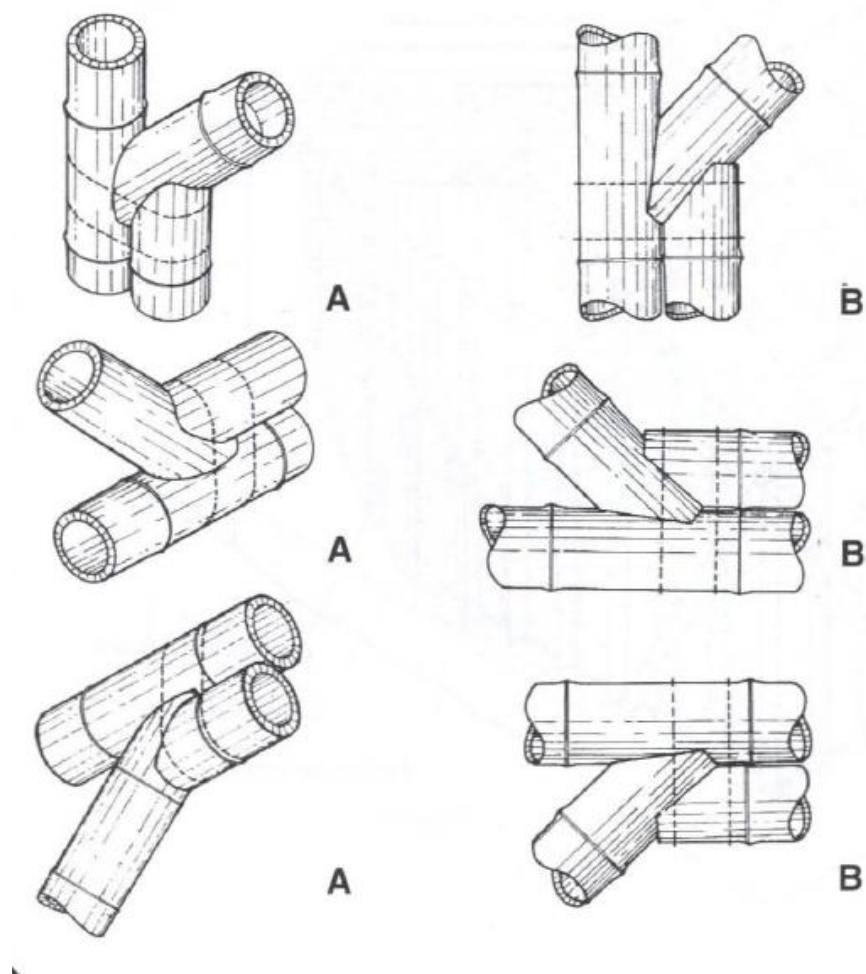


Figura 30: Detalhes de encaixes Boca de Lobo. A – Isometria e B – Vistas  
 Fonte: Bamboo -The Gift of the Gods - 2003



Figura 31: Conexões realizadas com cordas.  
 Fonte: Hypheness – 2017

#### 4.1.5 Cobertura – Viga Recíproca

A cobertura do projeto será realizada em uma estrutura recíproca, onde o entrosamento entre as vigas que compõem o telhado é o principal responsável por sua resistência (Figura 31).



Figura 32: Exemplo de vigas recíprocas em estrutura de madeira.  
Fonte: Carpinteria – Blog estruturas em madeira

Segundo Dias (2010), a estrutura recíproca é formada por grelhas tridimensionais, geralmente usadas em coberturas e telhados, elas são inclinadas e apóiam-se umas nas outras e são dispostas em um circuito fechado. Na parte central, cada viga serve de apoio e se sustenta em outra viga, formando formas circulares ou polígonos, nas extremidades elas são apoiadas nas colunas ou paredes externas.

De acordo com Larsen (2008), uma estrutura em reciprocidade deve conter os seguintes itens:

- a) A presença mínima de elementos que forcem a relação entre vigas;
- b) Cada elemento que constitui a estrutura deve ser apoiado e apoiar no outro elemento;

c) O elemento de apoio deve manter o apoio ao longo de sua extensão e não somente no encontro entre eles.

A união das vigas pode ser feita de diversas formas, podendo ser realizadas com amarração ou fazer encaixes entre as vigas, nos respectivos pontos de contato. (LARSEN, 2008).

A escolha desta forma de cobertura deu-se devido ao menor custo, não só financeiro, como também energético, sua facilidade na execução, por dispensar o uso de máquinas e serras além de ficar esteticamente bonito. Deve-se considerar que seus pontos de equilíbrio (encontros das vigas) devem estar muito bem arranjados, para que não ocorra o escorregamento (Figura 32).



Figura 33: Exemplo de vigas recíprocas em estrutura de bambu  
Fonte: Espaço Naturalmente

## 5 ESTIMATIVAS DE MATERIAIS

A estimativa dos materiais utilizados foi realizada baseada nos itens mais utilizados para a construção do Centro Social de Convivência e o item bambu deve

### 5.1 Fundação e Cintamento

- As fundação será realizada com blocos de concreto com dimensões de 0,50x0,50x1,00 m. Elas serão ligadas a cada um dos colmos de bambu que fazem o pilar da construção, essa ligação será realizada com chumbadores, varas de 80 cm de ferragem com 12,5 mm de espessura, sendo que 40 cm estão adentro do bambu e os outros 40 cm estão dentro do bloco. Os bambus estarão sobre o bloco da fundação, que estará com proteção na superfície para evitar que a umidade passe do bloco para os bambus.

- Cintas terão as dimensões de 0,20x0,30x3,75 m. Serão conectadas aos blocos de fundação.

Tabela 4: Materiais utilizados na Fundação

<b>FUNDAÇÃO</b>			
Vergalhões de 1/2"			
<b>ITEM</b>	<b>Qta.</b>	<b>Unid.</b>	<b>TOTAL</b>
Chumbadores	27 unid.	1,00 m	27,00 m
Concreto			
<b>ITEM</b>	<b>Vol.</b>	<b>Unid.</b>	<b>TOTAL</b>
Fundação	0,25 m <sup>3</sup>	9,00 unid.	2,25 m <sup>3</sup>
Cintas	0,23 m <sup>3</sup>	8,00 unid.	1,84 m <sup>3</sup>
Aço			
<b>ITEM</b>	<b>Vol.</b>	<b>Unid.</b>	<b>TOTAL</b>
Fundação	2,25 m <sup>3</sup>	40,00 unid.	90,00 kg
Cintas	1,84 m <sup>3</sup>	100,00 unid.	184,00 kg

Fonte: Autores – 2017

Obs.: A ferragem está sendo baseado em: 40 kgf de aço para cada m<sup>3</sup> de concreto de fundação e 100kgf de aço para cada m<sup>3</sup> de cintamento. (BOTELHO, 2004)

## 5.2 Pilares

- Serão utilizados três colmos de bambu para fazer um pilar. Sendo estes os responsáveis por receber as cargas de toda a cobertura e transferi-las às fundações. Os pilares também serão conectados, uns aos outros, por barras rosqueadas que ultrapassem a sessão dos dois colmos, cerca de 35 cm e travados com porcas e ruelas.

Tabela 5: Materiais utilizados nos Pilares

<b>PILARES</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Qta.</b>	<b>Unid.</b>	<b>TOTAL</b>
Varas de Bambu (Ø150,00 mm)	27,00 unid.	3,00 m	81,00 m
Parafusos (Ø8,00mm)	90,00 unid.	0,35 m	31,50 m
Porcas	90,00 unid.	2,00 unid.	180,00 unid.
Arruelas	90,00 unid.	2,00 unid.	180,00 unid.
<b>Mão francesa</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Qta.</b>	<b>Unid.</b>	<b>TOTAL</b>
Varas de Bambu (Ø150,00 mm)	9,00 unid.	3,10 m	27,90 m
Parafusos (Ø8,00mm)	9,00 unid.	6,00 unid.	54,00 unid.
Porcas	9,00 unid.	2,00 unid.	18,00 unid.
Arruelas	9,00 unid.	2,00 unid.	18,00 unid.

Fonte: Autores – 2017

## 5.3 Paredes

- As paredes serão feitas com 15 cm de espessura, tamanho de uma parede de alvenaria, sendo suas dimensões 3,74x3,00x0,15 m, não serão considerados os volumes dos bambus utilizados para a confecção da trama e nem as áreas dos vãos livres, portas e janelas, para calcular o volume utilizado de barro. Sendo o barro um material natural, pode-se trabalhar com uma margem de perda maior.

- Trama de bambu, será realizada com bambus mais finos, considerando um diâmetro de no mínimo 7,00 cm cortados ao meio.

Tabela 6: Materiais utilizados nas Paredes

PAREDES					
Estrutura					
ITEM	Horizontal	m	Vertical	m	TOTAL
Varas de Bambu ( $\varnothing$ 7,00 cm)	68 unid.	3,75	80 unid.	3,00	495,00 m
Preenchimento					
ITEM	Alt.	Comp.	Espessura	Unid.	TOTAL
Barro	3,00 m	3,74 m	0,15 m	8,00 unid.	13,46 m <sup>3</sup>

Fonte: Autores – 2017

#### 5.4 Cobertura

- Serão utilizados dois colmos de bambu para fazer uma viga da cobertura, elas serão ligadas com barras rosqueadas que ultrapassem a sessão dos dois colmos, cerca de 35 cm de comprimento, 8,00 mm de espessura, travadas com porcas e ruelas. Os colmos de bambu terão cerca de 7,30 m de comprimento, nesse caso será necessário unir duas varas para alcançar este comprimento.

- Para o telhado verde, será contemplada uma área de 110,13 m<sup>2</sup> que devem ser totalmente coberta com compensado e posteriormente lona impermeável de alta densidade. Compensado: dimensões 2,20x1,40 m, área de 3,08 m<sup>2</sup>, serão utilizados cerca de 37 unid. de compensado. Lona de alta densidade: 110,13 m<sup>2</sup>. Para a cobertura translúcida serão utilizadas telhas de 43 x 23 cm, seguindo a seguinte regra cerca de 12 unid. por m<sup>2</sup>, sendo utilizadas cerca de 153 telhas.

Tabela 7: Materiais utilizados na Cobertura

COBERTURA			
ITEM	Qta.	Unid.	TOTAL
Varas de Bambu ( $\varnothing$ 150,00 mm)	18,00 unid.	7,30 m	131,40 m
Parafusos ( $\varnothing$ 8,00mm)	198,00 unid.	0,35 m	69,30 m
Porcas	198,00 unid.	2,00 unid.	396,00 unid.
Arruelas	198,00 unid.	2,00 unid.	396,00 unid.
Lona de alta densidade	1,00 unid.	110,13 m <sup>2</sup>	110,13 m <sup>2</sup>
Compensado (2,20 x 1,40 m)	37,00 unid.	3,08 m <sup>2</sup>	113,96 m <sup>2</sup>
Telha translúcida	12,70 m <sup>2</sup>	12 unid. / m <sup>2</sup>	153,00 unid.

Fonte: Autores – 2017

## 5.5 Estimativas totais

Tabela 8: Total de Material Utilizado

TOTAL GERAL	
Varas de Bambu (Ø15,00 cm)	212,40 m
Varas de Bambu (Ø7,00 cm)	495,00 m
Barro	13,46 m <sup>3</sup>
Parafusos	154,80 m
Porcas	594,00 unid.
Arruelas	594,00 unid.
Concreto	4,09 m <sup>3</sup>
Chumbadores	27,00 m
Aço	274,00 kg
Lona de alta densidade	110,13 m <sup>2</sup>
Compensado (2,20 x 1,40 m)	113,96 m <sup>2</sup>
Telha translúcida (43 x 23 cm)	153,00 unid.

Fonte: Autores – 2017

## 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o desenvolvimento deste projeto, vale salientar que muitos assuntos foram iniciados, assuntos que merecem uma pesquisa mais aprofundada e uma atenção especial, seguem algumas sugestões:

- Fossa de evapotranspiração;
- Sistema de rede elétrica baseada em lâmpadas de Led;
- Telhado verde;
- Estruturas com vigas recíprocas;
- Massa para calefação (utilizando pó de bambu);
- Técnicas para uso de revestimentos naturais;
- Pinturas com pigmentos naturais;
- Rede de distribuição de água com bambu.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do pau a pique como técnica construtiva, já está sendo utilizada por construtores no Brasil. Porém sua aplicabilidade está reduzida pela falta de informações, não só sobre as construções em terra em geral como também o bambu, havendo necessidade de novos estudos, não só por parte do corpo discente como também das organizações governamentais. Necessita-se do incentivo através de normas técnicas ou cartilhas (leia-se Cartilhas Técnicas), que permeiem tais métodos construtivos.

No Brasil já é possível encontrar Universidades que possuem um Departamento específico para o estudo do bambu, tais como: UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), UnB (Universidade de Brasília), Unicamp (Universidade de Campinas) e PUC-RJ (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro). Mas considerando, o número de Universidades existentes em todo o país, esse número indica a falta de conhecimento e interesse, do que pode tornar-se uma forte aliada aos problemas de moradia, não só na zona rural e como também urbana.

Pode-se concluir, contudo, que a metodologia construtiva apresentada (o pau a pique), está enquadrada na Engenharia Civil, representando uma forma de construção sustentável.

Considerando ainda, que o tempo de existência das construções encontradas na região de Paraty, mesmo sem um olhar técnico sobre elas, percebe-se que o barro e o bambu já detêm uma relevante durabilidade. Fazendo-se uso da técnica construtiva apresentada neste trabalho, com adequação das camadas para o barreamento, com a massa plástica (argila, areia, água e palha), evitando assim o aparecimento de possíveis fissuras, os cuidados quanto sua estruturação, fundação e a manutenção, entende-se que haverá um aumento considerável na durabilidade da construção.

Realizado um pré-projeto adequado e associado às necessidades do cliente, o pau a pique torna-se um elemento construtivo viável.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZZINI, A.; BERALDO, A. L. **Métodos práticos de tratamento do bambu**. Gráfica da Unicamp, Campinas, Sp, 14 p. 2001

Bambucraft.net. Bamboo Arts and Craft Network, 2000. Disponível em: <<http://www.bamboocraft.net/forums/attachment.php?attachmentid=753&d=1167509452>>. Acesso em: 12 de abr. 2017.

BERALDO, A. L.; ABBADE, L. R. **Bambu Laminado Colado (BLC)**. Floresta e Ambiente. V. 10, n. 2, p. 36-46, 2003.

BOTELHO, M. H. C. **Concreto armado, eu te amo**. v.II, São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

Bug Guide. 2008. Disponível em: <http://bugguide.net/node/view/242023>>. Acesso em 12 de abr. 2017.

BUSSOLOTI, F. "**HowStuffWorks - Como funcionam as construções com terra e Adobe**". Publicado em 27 de Fevereiro de 2008 (atualizado em 17 de novembro de 2008). Disponível em <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/Adobe.htm>>. Acesso em: 15 de mar. 2017.

COLIN. S. **Técnicas construtivas do período colonial – I**.Webblog: Coisas da Arquitetura. Publicado em: 06 de set. 2010. Disponível em: <<https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/tecnicas-construtivas-do-periodo-colonial-i/>>. Acesso em: 14 set. 2016.

CRATERRE. **Construção da muralha da China**. Disponível em: <<http://craterre.org/diffusion/>>. Acesso em: 15 set. 2016.

DIAS, A. BLOG ESTRUTURAS DE MADEIRA – **Estruturas Recíprocas em Madeira**. Publicado em 02 de julho de 2010. Disponível em:

<<http://estruturasdemadeira.blogspot.com.br/2010/07/estruturas-reciprocas-em-madeira.html>>. Acesso em: 15 de mar. de 2017.

DIEGUES, A. C. **Enciclopédia Caiçara. V.1** – São Paulo: HUCITEC: NUPAUB: CEC/USP, 2004.

Ecoeficientes - Informação sobre técnicas para a Construção Sustentável. Disponível em: <http://ecoficientes.com.br/guia-de-empresas/ecotenda/>>. Acesso em: 17 de mar. de 2017.

Espaço Naturalmente – Blog Naturalmente bambuzeria e bioconstrução e soluções sustentáveis. Disponível em:<[http://espaconaturalmente.blogspot.com.br/p/bioconstrucao\\_3697.html](http://espaconaturalmente.blogspot.com.br/p/bioconstrucao_3697.html)> Acesso em: 16 de mar. 2017.

FILGUEIRAS, T.S., GONÇALVES, A.P.S. **A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil**. Bamboo Science and Culture; The Journal of the American Bamboo Society (2004).

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual para elaboração de projeto de melhoria habitacional para o controle da doença de Chagas**. 1ª reimpressão — Brasília: Funasa, 2006. 54 p. 1. Habitação — normas. 2. Habitação Popular. 3. Doença de Chagas — Prevenção e Controle. I. Título.

Gazeta do Povo – Saúde. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/saude/cientistas-sequenciam-o-genoma-do-inseto-barbeiro-6c6rckavuv72ukuimwxrm1pdd>>. Acesso em: 12 de abr. de 2017.

GHAVAMI, K. **Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering**. Third CIB-RILEM Symposium on Material for Low Income Housing. Cidade do México, México. p.526-536.f.1989

\_\_\_\_\_. **Bambu: Madeira ecológica para habitações de baixo custo.** 1. ed. Brasília: UnB – seminário nacional de bambu: estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento. 111-126 f. 2006.

\_\_\_\_\_. **Bambu: um material alternativo na engenharia.** In: Engenharia, v.492, p.23-27 f. 1992.

GHAVAMI, K; MARINHO, A. B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v9, n.1, p.107-114, 2005.

\_\_\_\_\_. **Propriedades Geométricas e Mecânicas de Colmos dos Bambus para Aplicação em Construções**– Vol. 23. 3. ed. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola. 415-424 f. 2003.

História da África - Blogspot. **Família e vida cotidiana, casas e curiosidades.** Postado em: 12 de abril de 2013. Disponível em: <<http://historiaafricana8a.blogspot.com.br/2013/04/familia-e-vida-cotidiana-casas-e.html>> Cesso em: 03 de abr. 2017.

HYPENESS. **Inovação e criatividade para todos.** A casa inovadora e sustentável de bambu que flutua em caso de inundações. 2014. Disponível em: <<http://www.hypeness.com.br/2014/01/casa-de-bambu-em-bangladesh-flutua-em-caso-de-inundacoes/>>. Acesso em: 11 de abr. de 2017.

LANGEN, J. V. **Arquitetura dos Índios da Amazônia.** Rio de Janeiro: Editora B4, 2006.

\_\_\_\_\_. **Manual do Arquiteto Descalço.** Rio de Janeiro: Livraria do Arquiteto, 2001.

LARSEN, O. P. **Reciprocal Frame Architecture.** 1.ed. Architectural Press, 2008.

LÓPEZ, **Bambú - seucultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construccion**, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía. Estudios Tecnicos Colombianos L., Colombia, 318p., 1974.

LÓPEZ, O. H. **Bamboo - The gift of the gods**. 1 .ed. Bogotá: Oscar Hidalgo-López Editor, 2003.

MAIA, C. L. **Uso do bambu como material de construção** 2012 79 f. Monografia (Especialização). – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2012.

AIS – Asociación Colombiana Sísmica. **Manual de Construcción Sismo Resistente de Vivendas em Bahareque Encementado**. P.69. Febrero de 2001.

MARÇAL, V. H. S.O **Uso do Bambu na Construção Civil**. Monografia. Universidade de Brasília. 2008.

\_\_\_\_\_. **Bambu pode suportar carga superior à do próprio aço**. Revista Digital: AECweb. Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bambu-pode-suportar-carga-superior-a-do-proprio-aco\\_9455\\_0\\_1](http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/bambu-pode-suportar-carga-superior-a-do-proprio-aco_9455_0_1)>. Acesso em: 8 de mar. 2017.

MELLO, J. K. V. **Técnicas de construção em barro**. 2012 43 f. Monografia (Especialização). – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2012.

MISODOR. **Doença de Chagas**. - SITE DE ESTUDO E TREINAMENTO PARA PROVAS DA ÁREA MÉDICALA 09 07 2009. Disponível em: <<http://www.misodor.com/CHAGAS.php>>. Acesso em: 13 de abr. 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Aceso em: 13 de set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Declaração de Johanesburgo sobre Desenvolvimento Sustentável**. África do Sul, 2-4 de setembro de 2002. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/joanesburgo.doc](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/joanesburgo.doc)>. Acesso em: 13 de mar. 2017.

\_\_\_\_\_. **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano**. Estocolmo, 5-16 de junho de 1972, tradução livre. Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/2012/07/doenca-de-chagas.html>>. Acesso em: 13 de mar. 2017.

MOREIRA, L. E.; GHAVAMI, K. **Os méritos do bambu**. Informador das construções, pesquisa e prospecção. Belo Horizonte, MG, p. 22-23, 1995.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 12. Ed. São Paulo: Editora Atheneu. 108 a 112 p.2011.

ONU. **The use of bamboo and reeds in building constructions**. United Nations Department of Economic and Social Affairs, 95 p. 1972.

PASTERNAK, S. **Habitação e Saúde**. Estud. av. vol.30 no.86 São Paulo Jan./Apr. 2016

PENSAMENTO VERDE. **As vantagens e desvantagens do tijolo de adobe**. Publicado em: 22 de nov. de 2013. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/vantagens-desvantagens-tijolo-adobe/>>. Acesso em: 2 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Você conhece os três pilares da sustentabilidade?** Publicado em: 13 de fev. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/voce-conhece-os-tres-pilares-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 13 de mar. 2017.

PEREIRA, J.V.I. **Sustentabilidade: diferentes perspectivas, um objectivo comum**. Economia Global e Gestão v.14 n.1 Lisboa abr. 2009 versão impressa ISSN 0873-7444.

PEREIRA, M. A. R., ANTONIO L. B. **Bambu de Corpo e Alma**. 2. ed. Bauru: Canal 6. 240 f. ISBN 978-85-99728-28-4.2008.

PINHEIRO, P. **Doenças de Chagas – Transmissão, Sintomas e Tratamento**. 15 de ago. de 2016. MD. SAÚDE. Disponível em:<<http://www.mdsaude.com/2012/07/doenca-de-chagas.html>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

PISANI, M. A. J. **Taipas: A arquitetura de terra**. Lisboa, (Terra em seminário 2007), ISBN 978-972-8479-49-7, 1ª edição, 2007.

POEH CULTURAL CENTER. México, 2013. Disponível em: [http://poehcenter.org/wp-content/uploads/2013/04/198961\\_466766833398230\\_299433054\\_n.jpg](http://poehcenter.org/wp-content/uploads/2013/04/198961_466766833398230_299433054_n.jpg)>. Acesso em: 15 de set. 2016.

Praia do Sono.com. Aluguel de Casas e Chalés na Praia do Sono. Disponível em:<<http://praiadosono.com/sono/property/casa-da-lindalva/>> Acesso em: 15 de mar. de 2017.

RAMOS. L. **Bioconstrução: construindo com a TERRA!**MILENAR: construindo um novo amanhã. 10 de abr. 2013. Disponível em: <<https://milenaar.org/2013/04/19/bioconstrucao-construindo-com-a-terra/>>. Acesso em: 14 set. 2016.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 897, de 21 de setembro de 1976. Dispõe sobre a segurança contra incêndio e pânico. CBMERJ. Cap. XII, Seção I, Art. 92. p. 61.

REY, L. **Parasitologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856 p.

SCHNIEWIND, A. P. **Bamboo**. In: **Concise Encyclopedia of wood & wood-based materials**. Ed. Pergamon Press, London, UK, v.2, p. 19-27, 1989.

SILVA, C. G. T. da. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Cua**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública/ Fundação Oswaldo Cruz. 2000.

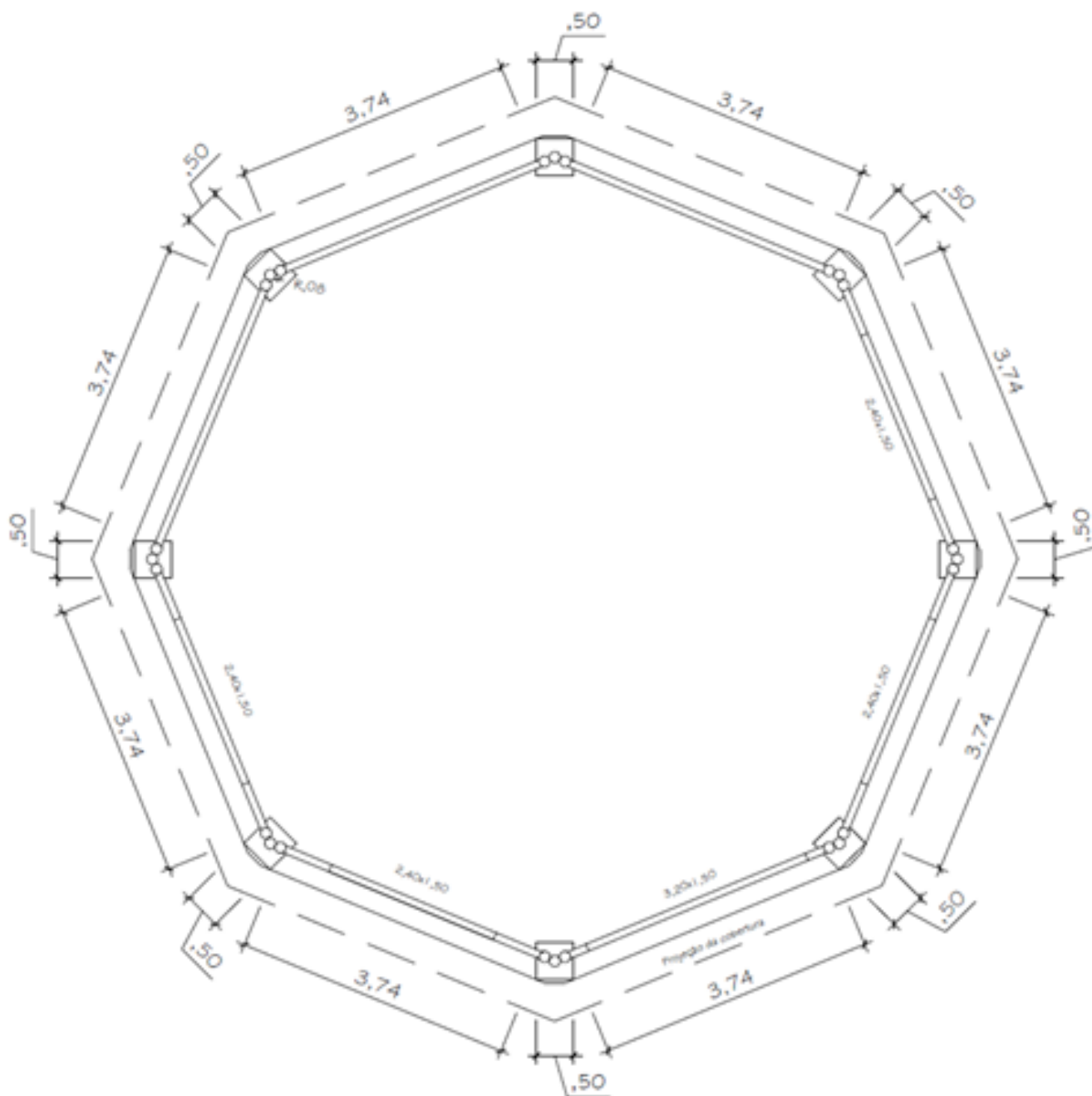
Sítio da Mata – Bambus. Disponível em: <http://www.sitiodamata.com.br/>>. Acesso em: 3 de abr. 2017.

Terra Brasileira. **Habitação Indígena: A Casa**. Disponível em: <<http://www.terrabrasileira.com.br/indigena/cotidiano/412casa.html>> Acesso em: 16 de mar. 2017.

Teteco Ponta Negra. Casas e Chalés para alugar em Ponta Negra. Disponível em: <<http://tetecopontanegra.blogspot.com.br/>> Acesso em: 15 de mar. de 2017.

UFMG. **As múltiplas conexões do bambu**. Boletim Nº 1351, Ano 28, 30 de maio de 2002. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/boletim/bol1351/oitava.shtml>> Acesso em: 16 de mar. 2017.

## APÊNDICE A – Projetos – Centro Social de Convivência

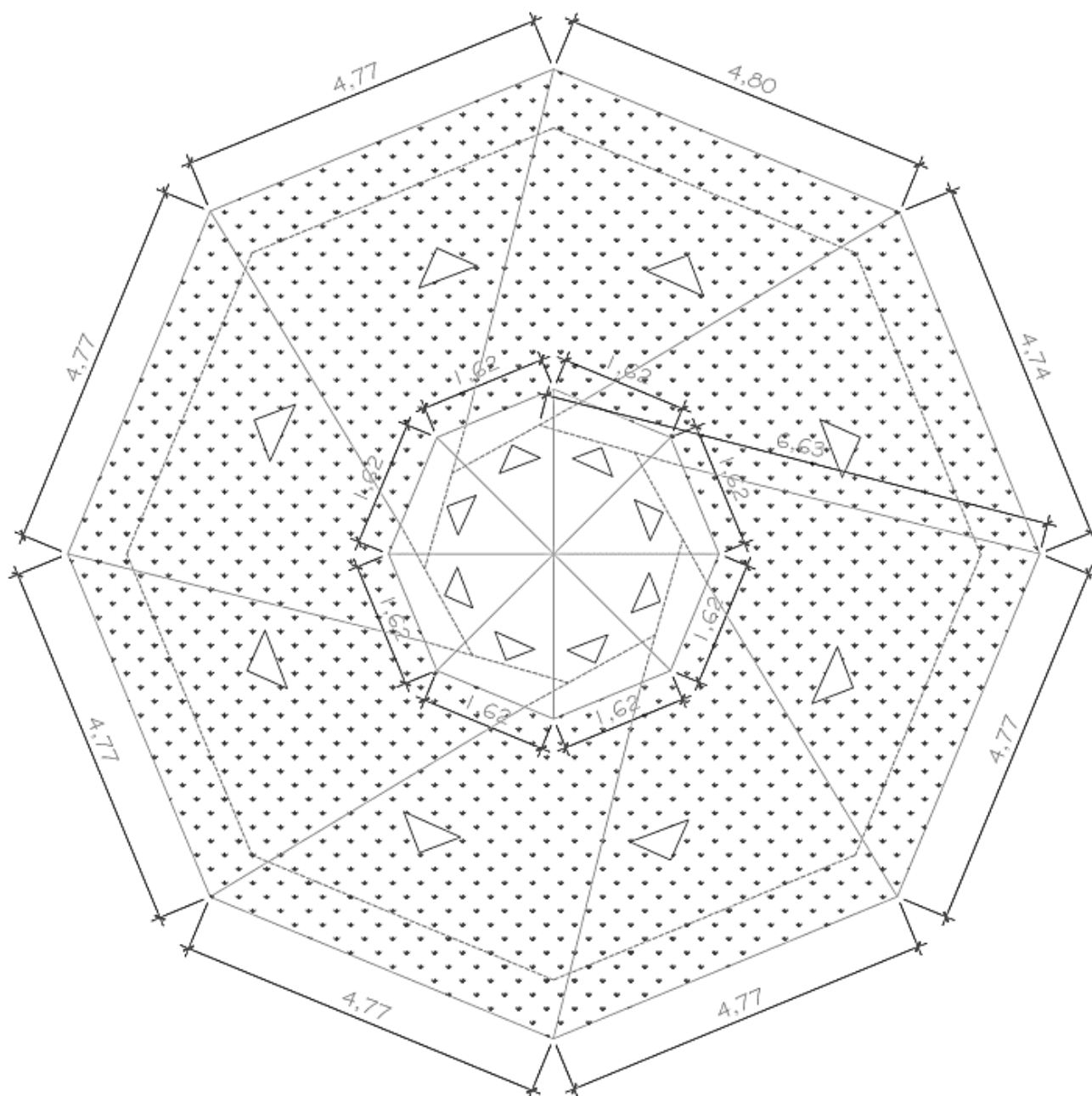


PLANTA BAIXA – Centro Social de Convivência

Área: 80,84 m<sup>2</sup>

Esc.: Sem Escala

Fonte: Autores – 2017

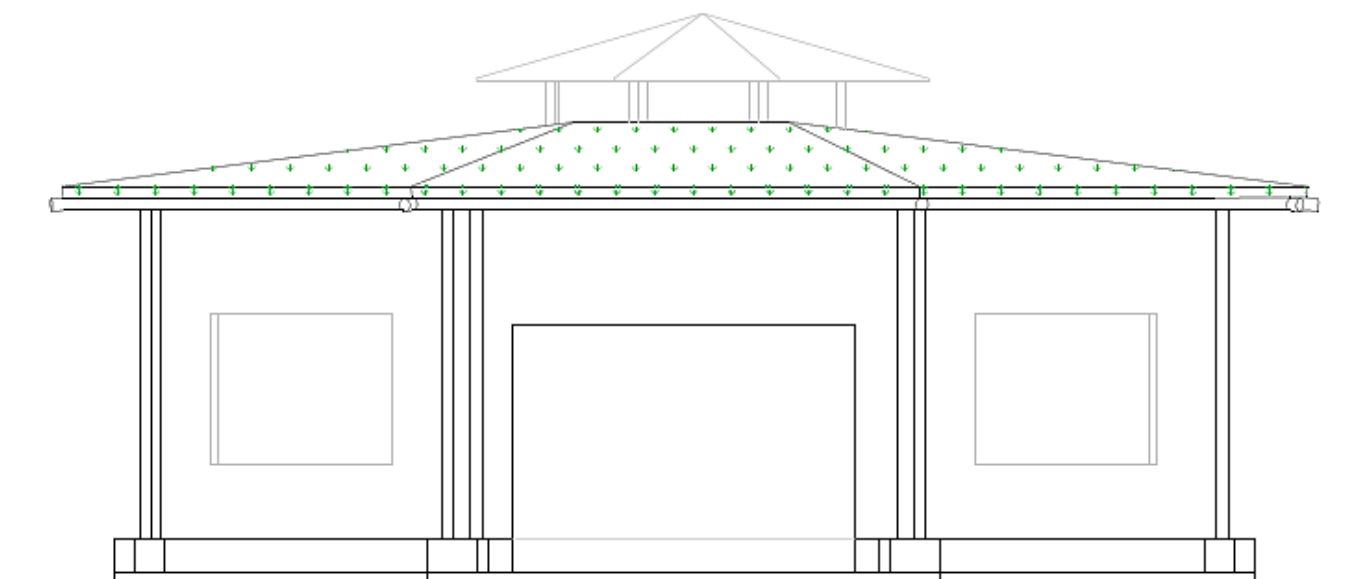


PLANTA DE COBERTURA – Centro Social de Convivência

Área: 110,13 m<sup>2</sup>

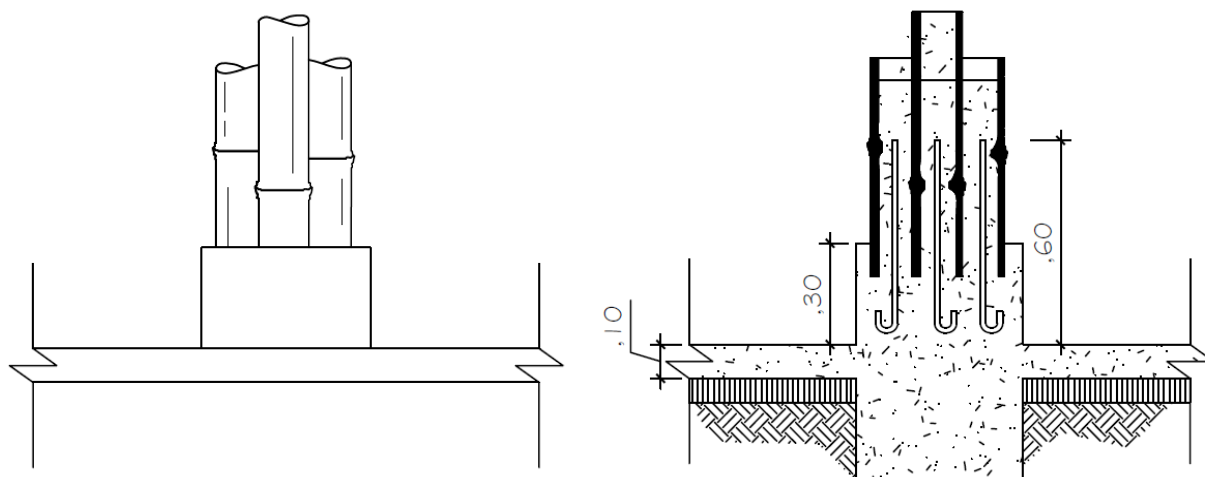
Esc.: Sem Escala

Fonte: Autores – 2017



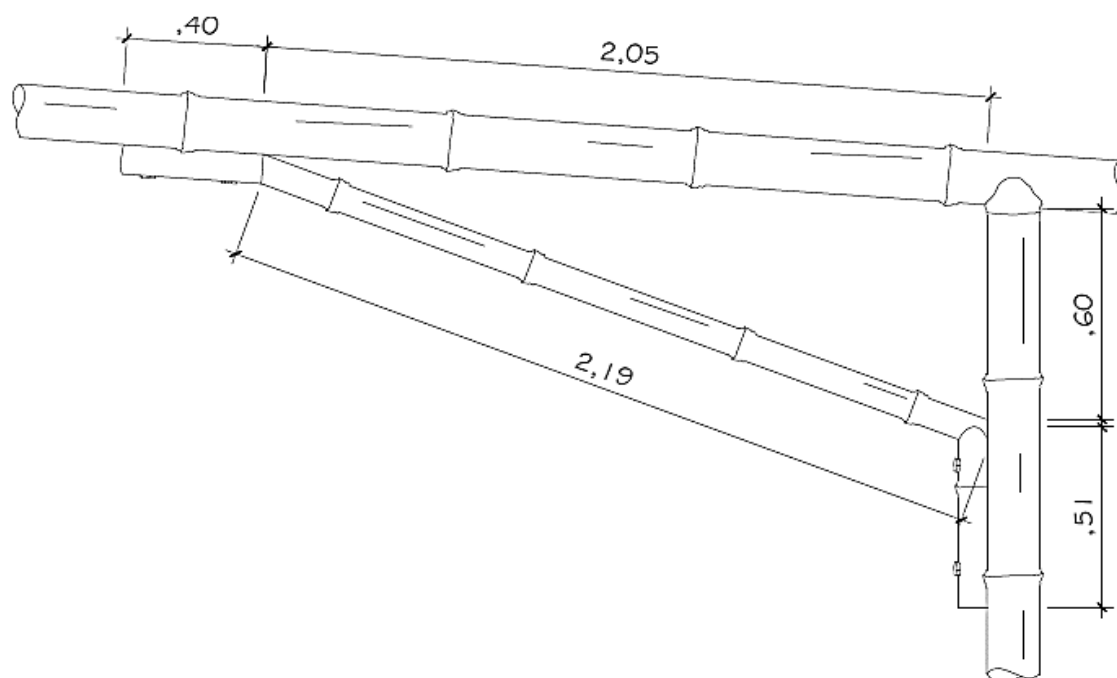
### FACHADA – Centro Social de Convivência

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017



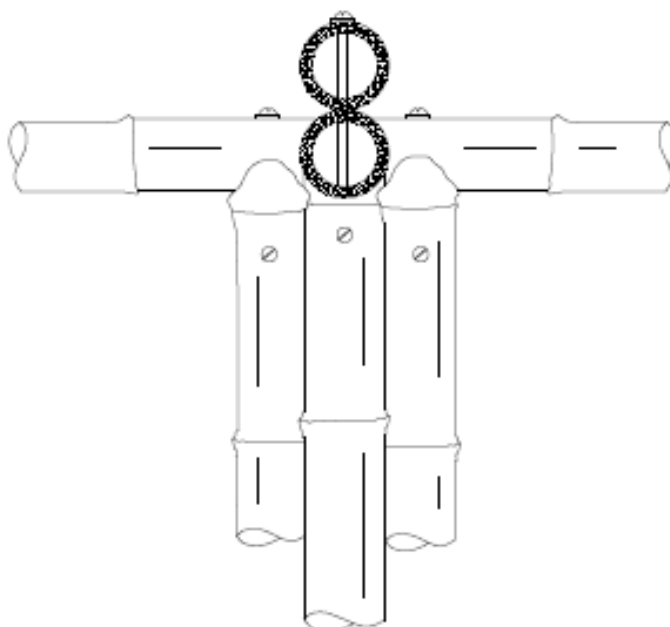
### DETALHE CONSTRUTIVO – Fundação

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017



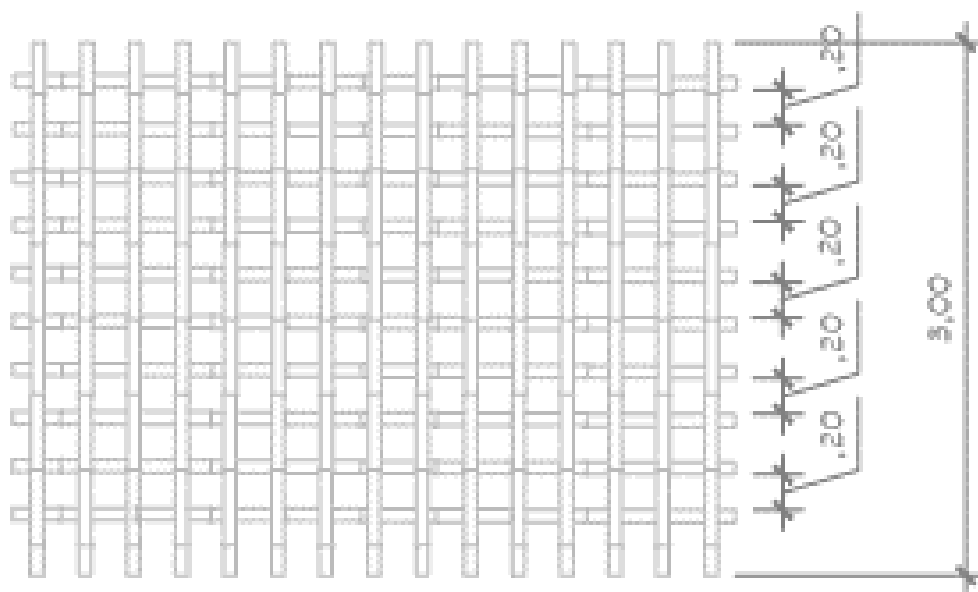
DETALHE CONSTRUTIVO – Mão Francesa

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017



DETALHE CONSTRUTIVO – União dos pilares junto à viga da cobertura

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017



DETALHE CONSTRUTIVO – Paredes – Trama de Bambu

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017

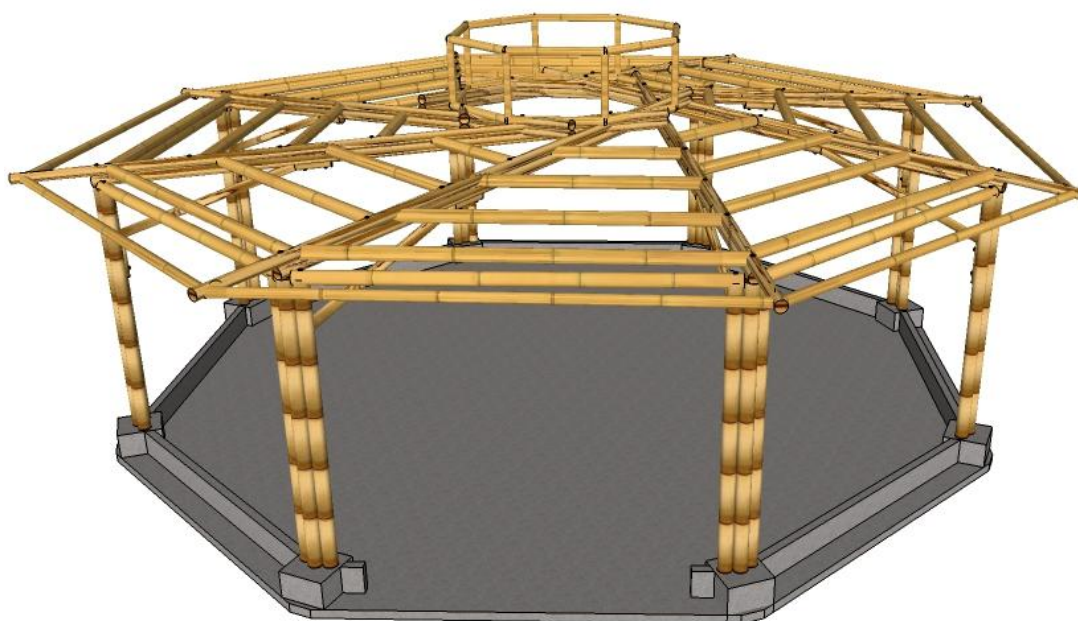
**APÊNDICE B – Fotos 3D – Centro Social de Convivência**

Figura 1: Estrutura da Construção

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017

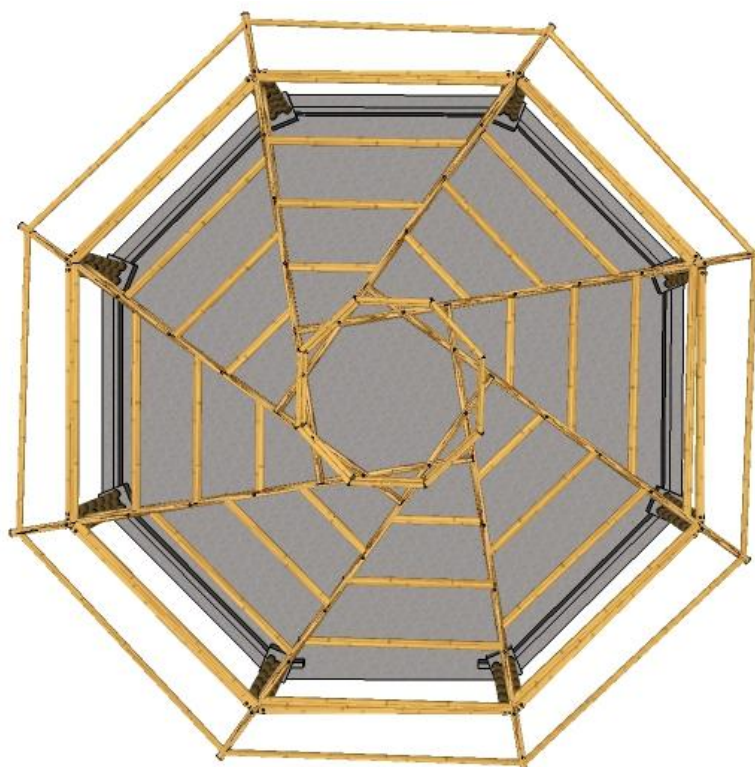


Figura 2: Estrutura do Telhado

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017



Figura 3: Elevação Frontal

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017

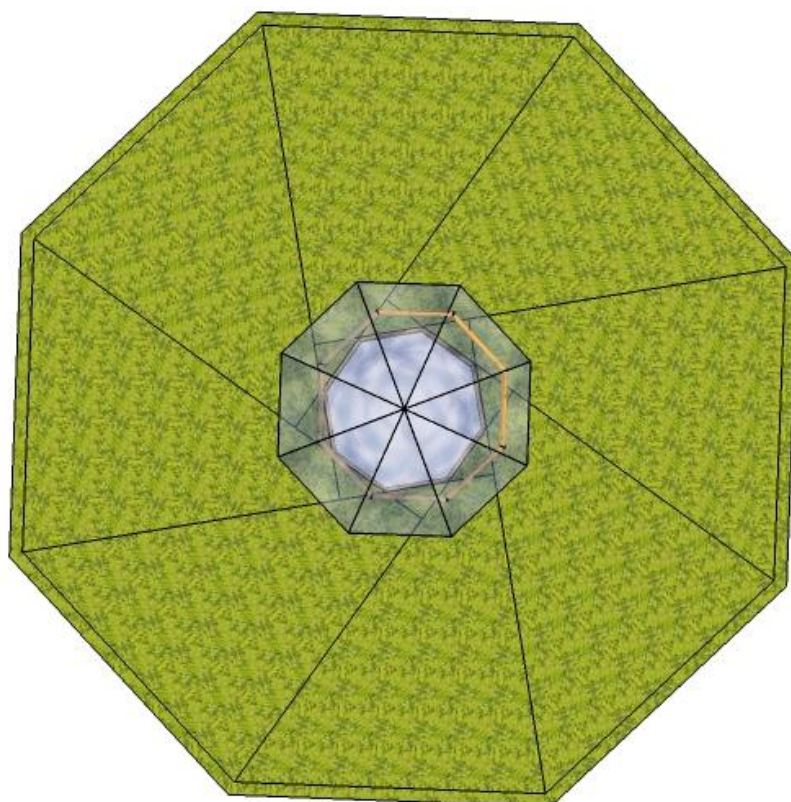


Figura 4: Cobertura

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017

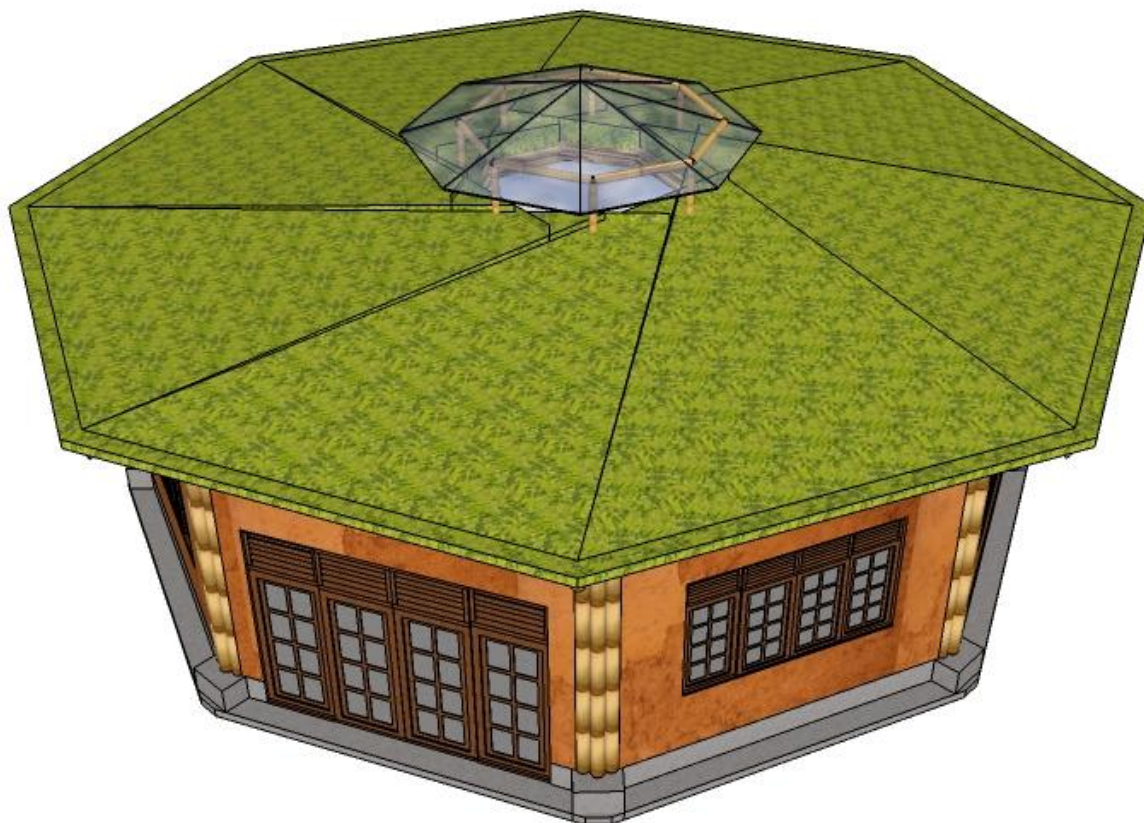


Figura 5: Perspectiva

Esc.: Sem Escala  
Fonte: Autores – 2017

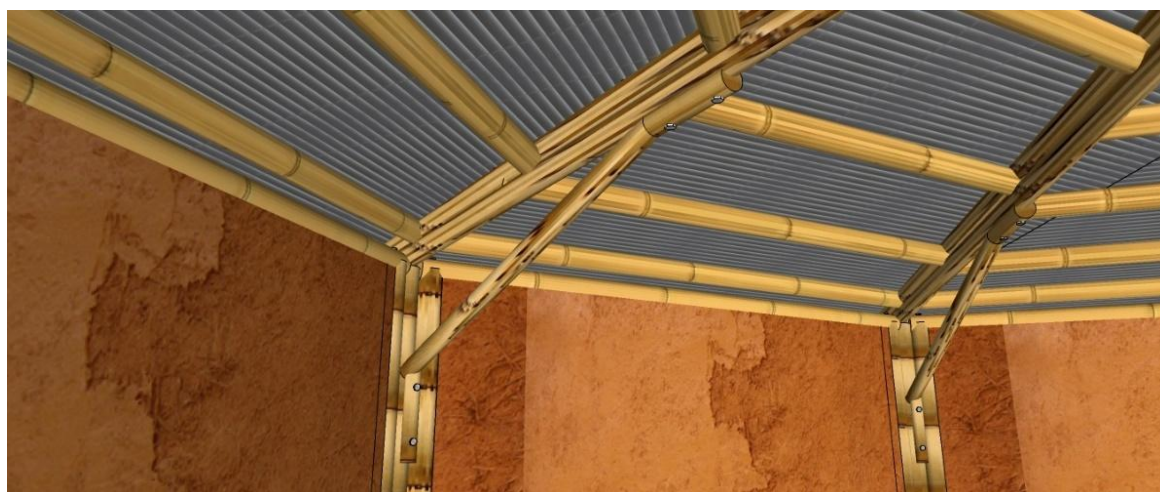


Figura 6: Vista interna – Detalhe de fixação com parafusos

Fonte: Autores – 2017

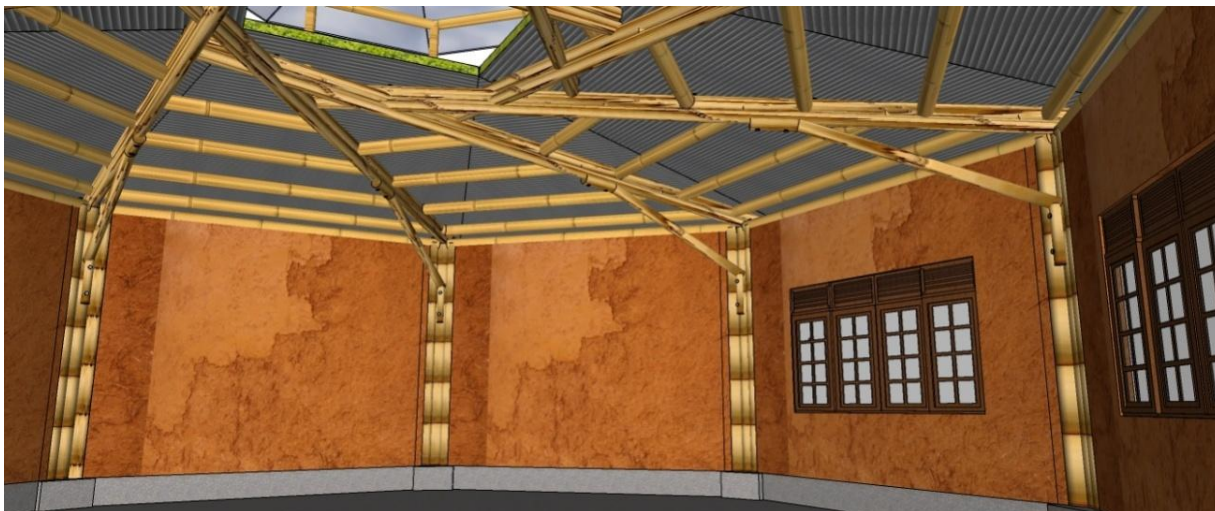


Figura 7: Vista interna

Fonte: Autores – 2017

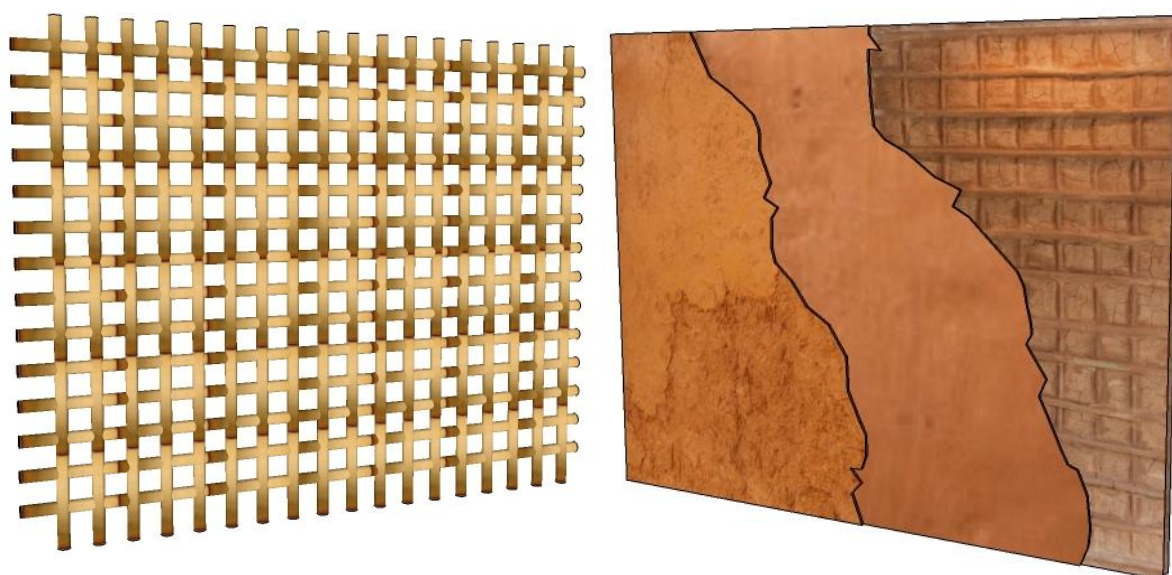
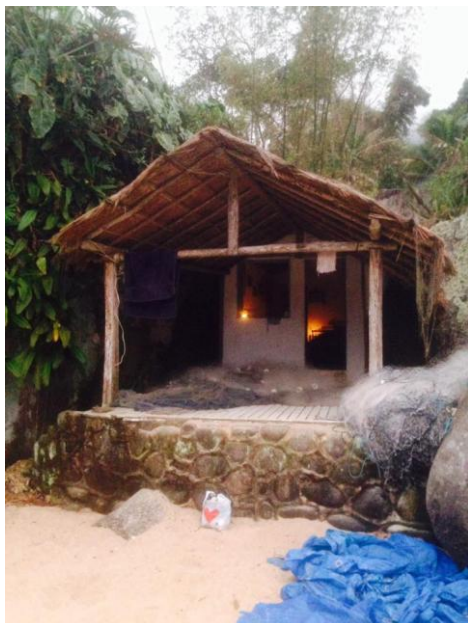


Figura 8: Etapas da Parede em Pau a Pique

Fonte: Autores – 2017

**APÊNDICE C – Fotos de Construções em Pau a Pique em Paraty**

Casa de Barqueiro  
Ponta Negra – Paraty  
Fonte: Autores – 2016



Bar e Restaurante  
Praia do Sono – Paraty  
Fonte: Autores – 2016



Casa de Veraneio  
Mamanguá – Paraty  
Fonte: Autores – 2016

## ANEXO A – Fotos de Construções em Pau a Pique Contemporâneas



Casa em pau a pique – Arq. José Ricardo de Carvalho

Fonte: <http://casa.abril.com.br/casas-apartamentos/um-refugio-de-pau-a-pique/> Fotógrafo: Carlos Piratininga



Casa de luxo em pau a pique

Fonte: <http://arqrodriguedes.blogspot.com.br/2016/02/arquitetura-sustentavel-casas-de-pau.html>