

CENTRO PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA PROFESSOR MASSUYUKI KAWANO
TÉCNICO EM DESENHO E CONSTRUÇÃO CIVIL

JULIANA MARCHERT SANTANA
ROSE MARY KAMADA

BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
Projeto para alojamento dos professores da ETEC MassuyukiKawano

Tupã - SP
2015

CENTRO PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA PROFESSOR MASSUYUKI KAWANO
TÉCNICO EM DESENHO E CONSTRUÇÃO CIVIL

JULIANA MARCHERT SANTANA
ROSE MARY KAMADA

BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
Projeto para alojamento dos professores da ETEC MassuyukiKawano

Trabalhode Conclusãode
Cursoapresentado à ETEC Prof.
MassuyukiKawano, como
requisito parcial paraobtenção do
título de Técnico em Desenho em
Construção Civil.Orientadores:
Juliana Demarchi Polidoro e
Roberto Luiz GuillaumonRossler

TUPÃ - SP
2015

ETEC PROF. MASSUYUKI KAWANO
TÉCNICO EM DESENHO E CONSTRUÇÃO CIVIL

JULIANA MARCHERT SANTANA
ROSE MARY KAMADA

BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
Projeto para alojamento dos professores da ETEC MassuyukiKawano

Dissertação para obtenção do título

BANCA EXAMINADORA:

Prof. (a). Orientador(a)

Prof. (a). Avaliador (a)

Prof. (a). Avaliador (a)

Tupã, 30 de Novembro de 2015.

É de inteira responsabilidade o conteúdo do trabalho apresentado pelas alunas Juliana Marchert Santana e Rose Mary Kamada. A Professora Orientadores Juliana Demarchi Polidoro e Roberto Luiz Guillaumon Rossler de Validação e a Instituição não são responsáveis e nem endossam as ideias e o conteúdo do mesmo.

Dedicamos aos nossos familiares, que nos apoiaram durante toda a trajetória que, levou a tão sonhada conquista.

A ETEC Prof. Massuyuki Kawano por propiciar o ambiente necessário para nossa aprendizagem e conseqüentemente por nosso desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos Docentes do Curso Técnico de Desenho e Construção Civil pela generosidade depositada em todos os momentos de compartilhamento de seus conhecimentos profissionais e humanos.

A coisa mais indispensável ao homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento.

Platão

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas, nos auxiliam muito.

Chico Xavier

Eu gostaria de lhe agradecer pelas inúmeras vezes que você me enxergou melhor do que eu sou. Pela sua capacidade de me olhar devagar, já que nessa vida muita gente já me olhou depressa demais.

Padre Fábio de Melo

Resumo

Bambu na construção civil: Projeto para alojamento dos professores da ETEC Prof. Massuyuki Kawano

Autores: Juliana Marchert Santana; Rose Mary Kamada

Orientadores: Juliana Demarchi Polidoro; Roberto Luiz Guillaumon Rossler

Introdução: Bambu é o nome dado a todas as plantas da sub-família *Bambusoideae*. Esta sub-família faz parte da família das gramíneas (*Poaceae* ou *Gramínea*), ou seja, é da mesma família que a grama, o trigo e o arroz. No mundo existe mais de 1200 espécies espalhadas pela Ásia, Oceania, África e Américas. O único continente onde o bambu não ocorre naturalmente é o europeu. Depois da Ásia, a América do Sul é o continente com maior número de espécies nativas (cerca de 450). No Brasil já foram identificadas cerca de 200 espécies nativas de bambu, que ocorrem no norte e sul do país. A utilização do bambu como material de construção, substituindo integral ou parcialmente os materiais convencionais, como a madeira, pode contribuir para a diminuição dos desmatamentos de florestas nativas. O incremento no número de espécies de plantio para uso industrial, com inserção da cultura do plantio de bambu, pode diminuir o atual sistema da monocultura no país. **Objetivo:** Utilizar o bambu como o principal material de construção, realizando divulgação do material na nossa região e projetar um local de descanso para os professores proporcionando tranquilidade, sossego e privacidade. **Desenvolvimento:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica através de sites pela internet e alguns livros, depois foi realizado um questionário com os professores da ETEC para levantar dados do que eles achavam que precisaria no projeto, foi observado que faltava uma área de descanso para os professores que fosse longe da sala dos professores para proporcionar tranquilidade, sossego e um local de descanso tendo assim um pouco de privacidade, foi realizado um levantamento de um local que não fosse utilizado pelos alunos no três períodos onde chegou-se ao local ao lado da cantina, do lado esquerdo, onde podemos dizer que é um “lugar morto”, o espaço é de aproximadamente 9m por 23m e com ele seria desenvolvido uma construção em bambu, com isso, estaríamos apresentando uma construção diferenciada com um novo material que não é utilizado em nossa região. Com esses dados conseguimos elaborar um projeto. **Conclusão:** O projeto do alojamento dos professores seria inviável devido ao fato do custo ser muito alto, entretanto o projeto trás para a nossa região uma inovação de material, que vem ganhando seu espaço nas construções civis, por causa do seu plantio fácil e amadurecimento mais rápido que muitas espécies de madeira, além de ser mais leve e seu desempenho de tração é comparado com o aço.

Palavras chaves: bambu, sustentabilidade, alojamento

Sumário

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivo Específico	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 Bambu	16
4.2 Madeira.....	18
4.3 Aço	18
4.4 Diferença da resistência do bambu com o aço	18
4.5 Vantagens do bambu	19
4.6 Desvantagens do bambu.....	19
4.7 Usos do bambu na construção civil.....	19
4.8 Preservação	20
4.9 Idade para o corte	21
4.10 Cura na mata	23
4.11 Tipos de tratamento para o bambu	23
4.11.1 Tratamento por imersão	23
4.11.2 Tratamento pelo fogo	24
4.11.3 Tratamento por fumaça	25
4.11.4 Químico	26
4.11.4.1 Oleosos	26
4.11.4.2 Oleosolúveis	27
4.11.4.3 Hidrossolúveis	28
4.11.5 Imersão em solução de sais hidrossolúveis.....	29
4.11.6 Substituição de seiva por hidrossolúveis	29
4.11.7 Tratamento sob pressão	30
4.11.8 Bou Boucherie	31
4.12 Uso do bambu como material de construção.....	32

4.13	Propriedades e aplicações do bambu	33
4.14	Características mecânicas do bambu.....	35
4.15	Bambu nos dias atuais	36
4.16	Valor do bambu e seus múltiplos usos	40
4.14	Manutenção.....	44
4.15	Ambiente interno	45
4.16	Ambiente externo	45
4.17	Drywall.....	45
4.18	As vantagens do drywall.....	46
4.19	As desvantagens do drywall	47
4.20	Tipos de placas	48
4.21	Placas especiais	49
4.22	Elementos Estruturais	51
5.	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	52
6.	MEMORIAL DESCRITIVO.....	55
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
8.	REFERÊNCIAS	70
9.	APÊNDICES.....	73

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas para desenvolvimento tecnológico de materiais e processos de construções sustentáveis receberam nas últimas décadas investimentos crescentes, estimulados por agências governamentais, instituições de pesquisa e pelo setor privado de diversos países, como estratégia para minimização do uso de recursos não renováveis, economia de energia e redução de perdas, visto que a indústria da construção civil – particularmente construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente (INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDINGS AND THE ENVIRONMENT, 1997).

De acordo com Sobral et al. (2002), mais de 50% da madeira produzida na Amazônia, destinada para a construção civil no Brasil, é utilizada exclusivamente em estruturas de cobertura – principalmente nas construções horizontais, ou seja, casas e pequenas edificações – e a outra metade para os demais usos, como em formas para concreto, andaimes e escoramentos (33%), portas, janelas, forros e pisos (13%) e nas casas pré-fabricadas (4%).

Durante décadas, para atender a demanda nas estruturas de madeira para coberturas, os principais centros de madeira serrada, localizados nas Regiões Sul e Sudeste, forneceram o pinho-do-paraná e a peroba-rosa, explorados nas florestas nativas dessas regiões. Com a exaustão dessas florestas, o suprimento de madeiras nativas passou a ser realizado, em parte, por países limítrofes, como o Paraguai, porém, de forma mais significativa, pela Região Amazônica (FERREIRA, 2003).

A atividade madeireira ilegal e predatória, assim como as queimadas e o desmatamento ilegal, tem provocado a destruição da Amazônia. Em menos de 50 anos, quase 20% da cobertura florestal da região já desapareceu. Até 2008, mais de 720.000 km² da Amazônia já tinham sido desmatados, uma área equivalente a quase três vezes o tamanho do Estado de São Paulo. O desmatamento da Amazônia, além de colocar em risco sua sobrevivência, contribui para fazer do país o quarto maior emissor de gases de efeito estufa do planeta, já que 75% das emissões são provenientes do uso do solo e do desmatamento de florestas brasileiras.

A utilização do bambu como material de construção, substituindo integral ou parcialmente os materiais convencionais, como a madeira, pode contribuir para a diminuição dos desmatamentos de florestas nativas. O incremento no número de espécies de plantio para uso industrial, com inserção da cultura do plantio de bambu, pode diminuir o atual sistema da monocultura no país.

O plantio do bambu possui ainda grandes potencialidades, com ciclo mais curto do que o da madeira; alta produtividade por hectare; rapidez de crescimento; baixo custo de plantio; facilidade de cultivo, com utilização de ferramentas simples para seu manuseio; e pode ainda auxiliar na revitalização de áreas degradadas e incrementar o sistema de reflorestamentos no Brasil, país que reúne grande quantidade de espécies desta planta e clima propício para seu pleno desenvolvimento.

Tradicionalmente, os países asiáticos são ligados à ampla cultura de utilização do bambu, com belos exemplos de edificações vernaculares, utilizando o material em sua forma natural. Mais recentemente, na América Latina, em países como a Colômbia, Costa Rica e Equador, observam-se projetos bem sucedidos – desde habitações populares com fins de interesse social, até prédios de grande porte como pavilhões de exposições, hotéis e edifícios verticais multifamiliares.

O objetivo brasileiro para redução da emissão dos gases do efeito estufa, oficializado no encontro de Copenhague, em dezembro de 2009, é o de reduzir entre 36,1% e 38,9% dos 2,7 bilhões de toneladas de gás carbônico que o país lançaria na atmosfera até em 2020, caso não se tomasse nenhuma medida de redução nas emissões durante o período. Essa proposta deixa claro que atitudes devem ser tomadas, não somente pelo governo, mas por toda sociedade organizada, na qual se inserem as universidades e seus pesquisadores.

O desenvolvimento de tecnologias para construções sustentáveis, pela inserção de materiais renováveis, pode colaborar com a redução dos gases do efeito estufa, diminuindo a utilização de recursos que prejudiquem o meio ambiente, como as matas nativas e todo o ecossistema nelas envolvido. O caminho para a sustentabilidade ambiental é um objetivo a ser atingido – e não como hoje é muitas vezes entendido, uma direção a ser seguida (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Segundo pesquisas realizadas na Costa Rica, onde 75% das habitações econômicas foram construídas com emprego do bambu, 98% dos moradores das casas do Projeto Nacional de Bambu relatam que suas casas construídas com 18 bambu são de igual ou melhor qualidade, em comparação com aquelas construídas com outros materiais (ADAMSON; LÓPEZ, 2001).

De acordo com Cardoso Jr. (2000), Hidalgo-López (2003) e Obermann e Laude (2008), uma das maiores dificuldades do pleno emprego do bambu, em sua forma natural, como material de construção, é a ligação entre seus elementos.

Atualmente, existem vários novos ensaios e técnicas de conexões estruturais com bambu, todavia, em grande escala, nenhuma delas se estabeleceu como padrão de referência em eficiência, de modo a aproveitar plenamente toda capacidade de resistência mecânica do bambu.

2. JUSTIFICATIVA

O uso do bambu na construção civil não surgiu com a "onda da sustentabilidade". Mas no Brasil a história não é bem assim. é necessário primeiro difundir a cultura e tirar esse preconceito com que os brasileiros possuem sobre a planta, e depois criar um material didático para as técnicas de utilização do bambu e treinar a mão-de-obra para saber utilizá-la de forma correta e eficiente.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Utilizar o bambu como o principal material de construção, realizando divulgação do material na nossa região.

3.2 Objetivo Especifico

Projetar um local de descanso para os professores proporcionando tranquilidade, sossego e privacidade.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Bambu

Bambu é o nome que dá a todas as plantas da subfamília Bambusoidae. Esta sub-família faz parte da família das gramíneas (Poaceae ou Gramínea), ou seja, é da mesma família que a grama, o trigo e o arroz.

No mundo existe mais de 1200 espécies espalhadas pela Ásia, Oceania, África e Américas. O único continente onde o bambu não ocorre naturalmente é o europeu. Depois da Ásia, a América do Sul é o continente com maior número de espécies nativas (cerca de 450). No Brasil já foram identificadas cerca de 200 espécies nativas de bambu, que ocorrem no norte e sul do país.

O bambu, também chamado de taquara, ou taboca pelos índios brasileiros, é uma das plantas mais conhecidas do planeta, por sua beleza e multiplicidade de usos, sendo encontrada em climas tropicais e subtropicais. É uma planta lenhosa, monocotiledônea e angiosperma, que forma maciços florestais, mas é uma gramínea e não uma árvore. As muitas variedades somam um total de 1.250 espécies de bambu, agrupadas em 50 gêneros da tribo Bambusae, que por sua vez pertence à família Graminae. As espécies tem tamanhos que variam desde as plantas ornamentais, que enfeitam jardins e cabem em vasos, até os gigantes de 30 cm de diâmetro e altura equivalente a um prédio de 10 andares. Quanto à origem das espécies, 62% são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania. Nenhuma espécie é nativa da Europa. Embora 75% das espécies sejam aproveitáveis, apenas 50 delas têm uso comercial já desenvolvido, sendo que 19 são prioritárias para fins econômicos.

Pesquisador desse recurso há cerca de 30 anos, o professor Khosrow Ghavami, do Departamento de Engenharia Civil da PUC-RJ, não tem dúvidas sobre seu potencial. "Estudei 14 espécies e três delas, em especial, tem mais de 10 cm de diâmetro e são excelentes para a construção", diz ele, referindo-se ao guadua (*Guadua angustifolia*), ao bambu-gigante (*Dendrocalamus giganteus*) e ao bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*). Todos são encontrados no Brasil, onde existem grandes florestas inexploradas de várias espécies.

As principais características comuns às diversas espécies são:

- As plantas são formadas por colmos, na parte aérea e por rizomas e raízes na parte subterrânea.
- Os colmos são cilíndricos, em geral ocos, muito resistentes e flexíveis, formados por nós e entre-nós de material lenhoso, com superfície externa lisa e sem casca.
- Os galhos e as folhas formam-se no terço superior dos colmos e representam uma fração pequena do peso total dos mesmos.
- O crescimento é muito rápido, atingindo a altura máxima em seis meses e a maturidade em três anos. O diâmetro não sofre incremento durante o crescimento. O rendimento florestal é excelente e chega a 40 ton/ha.ano, semelhante ao eucalipto.
- A propagação é espontânea, através de novos brotos e dispensa plantio por mais de 100 anos na mesma área. Novas mudas são fáceis de obter também a partir da brotação de colmos enterrados, pois formam-se gemas nos diversos nós de cada colmo.
- Os teores de celulose e de lignina dos colmos são semelhantes aos de outras madeiras, já os teores de sílica e de amido são mais elevados. O amido dos colmos atrai insetos como o caruncho e o cupim, além de muitos tipos de fungos. O ataque de insetos e fungos só ocorre depois do corte dos colmos e pode ser evitado pelo tratamento com tanino (produto natural), ou outros inseticidas/fungicidas usados para tratar madeiras em geral.
- As fibras de celulose representam 50% do peso seco dos colmos e suas dimensões variam bastante ao longo de um mesmo colmo, mas pouco entre as diversas espécies. Suas dimensões médias são: comprimento de 1,5 a 4,0 mm; diâmetro de 0,013 a 0,020 mm e espessura da parede de 0,004 a 0,006 mm.
- Os colmos recém cortados tem muita seiva e a umidade é maior do que das outras madeiras. A secagem natural é lenta e a secagem forçada exige cuidados para evitar rachaduras.
- O bambu em geral é pouco exigente em relação aos tipos de solo e só não tolera terrenos, que têm alguma das seguintes características: alagado, compactado, argiloso, muito ácido e muito alcalino.

- Quanto ao clima, pode ser plantado em diversas altitudes até um limite de 3.000 metros, dependendo da espécie. Chuvas regulares, com totais anuais entre 1.200 e 1.800 mm são ideais para uma produtividade elevada.

4.2 Madeira

A madeira é um produto do tecido xilemático dos vegetais superiores, localizado em geral no tronco e galhos das árvores, com células especializadas na sustentação e condução de seiva. Do ponto de vista comercial, a madeira somente é encontrada em árvores com altura superior a 6 metros.

O xilema é um tecido estruturalmente complexo composto por um conjunto de células com forma e função diferenciadas e é o principal tecido condutor de água nas plantas vasculares. Possui ainda as propriedades de ser condutor de sais minerais, armazenar substâncias e sustentar o vegetal. É importante lembrar que o xilema é encontrado em várias regiões dos vegetais, não só no caule, como raiz e ramos.

4.3 Aço

O aço é uma liga metálica composta por aproximadamente 98,5% de Fe (ferro), 0,5 a 1,7% de C (carbono) e traços de Si (silício), S (enxofre) e P (fósforo). Portanto, o seu componente principal é o metal ferro, que, conforme mostrado no texto “Ferro”, é obtido em siderúrgicas por meio do seu principal mineral, a hematita, Fe_2O_3 . A palavra “siderurgia”, que vem do grego, significa “trabalho feito sobre o ferro” e trata-se, em geral, de um campo específico da metalurgia que transforma o ferro em aço.

4.4 Diferença da resistência do bambu com o aço

Ghavami é professor titular do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio e vem desenvolvendo pesquisas sobre a substituição do aço pelo bambu na fabricação de estruturas de concreto. Segundo ele, o material tem resistência suficiente para ser utilizado na fabricação das estruturas. Nos ensaios realizados

na universidade, o bambu apresentou resistência à tração de 200 MPa, índice próximo aos 240 MPa apresentados por uma chapa de aço.

4.5 Vantagens do bambu

- O bambu é relativamente forte e rígido
- O bambu pode ser cortado com ferramentas simples.
- A superfície do bambu é dura e limpa
- O bambu pode ser cultivado em pequena escala
- O retorno do capital é mais rápido do que se fosse usada madeira.
- As estruturas de bambu são flexíveis durante tormentas e terremotos
- O bambu pode ser usado com sucesso para reforçar um terreno deficiente, como por exemplo evitar desabamentos de terra ou para reforçar um caminho.

4.6 Desvantagens do bambu

- O bambu tem uma durabilidade natural baixa e necessita de tratamento
- O fogo representa um grande risco
- Os talos do bambu não são totalmente retos, são estreitos. As emendas estão a distâncias diferentes e podem ser importunas quando se trabalha o material.
- A normalização é praticamente impossível devido à variação dos tamanhos.

4.7 Usos do bambu na construção civil

Por ser uma planta flexível e durável, a variedade de usos do bambu impressiona. Ela pode ser utilizada em áreas externas para sombreamento, quebra vento, proteção contra a erosão e drenagem. Em áreas internas ela geralmente é usada na decoração, seja com revestimento de paredes ou artesanatos. Mas o bambu também pode servir como estruturas para pilares, vigas e telhados. Entretanto, para isso, é preciso que antes passe por um

tratamento específico que o esterilize contra pragas, confira durabilidade e fácil manutenção.



Figura 01 - Bambu utilizado na estrutura de uma residência.

Fonte: <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/tire-suas-duvidas-sobre-o-uso-do-bambu-na>

4.8 Preservação

A maioria das espécies de bambu apresenta baixa durabilidade natural ao ataque de organismos xilófagos. Devido à presença do amido nas células parenquimáticas o bambu é alvo do ataque do caruncho (*Dinoderus minutus*). Além disso, quando exposto às intempéries e quando em permanente contato com a umidade do solo, o bambu torna-se alvo do ataque de fungos. Desse modo, independentemente da espécie de bambu utilizada, o primeiro cuidado a ser tomado chama-se “proteção por projeto”. Ou seja, deve-se conceber a utilização do bambu em um ambiente em que ele se encontre naturalmente protegido do ataque desses organismos xilófagos, evitando-se, ao menos, sua exposição às intempéries.



Figura 02 – Colmos de bambu infestados de caruncho

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

No meio rural, acredita-se que a fase da lua, por ocasião da colheita, influi na durabilidade natural dos colmos, principalmente quanto à resistência ao ataque do caruncho. De acordo com essa crença, a época da fase minguante é a mais indicada para efetuar a colheita dos colmos de bambu. Porém, com relação ao ataque do caruncho, trabalhos de pesquisa desenvolvidos por Simão (1957) e Kirkpatrick & Simonds (1958) concluíram que a escolha das fases da lua não evita o ataque do caruncho.

Embora não seja um procedimento usual quando se pensa na utilização do bambu em larga escala, o mais lógico seria cortar os colmos poucas semanas após o início das brotações anuais. Nesse caso, os colmos adultos estariam com baixo teor de amido, destinado, basicamente, à nutrição dos colmos jovens. No entanto, é grande o risco de que, ao cortar os colmos adultos, também sejam danificados os brotos.

Vários procedimentos podem ser adotados visando prolongar a vida útil do bambu, dividindo-se os distintos tratamentos em naturais e químicos.

4.9 Idade para o corte



Figura 03 – Imagem de um colmo de bambu

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Esse é o procedimento mais simples de ser efetuado. Os colmos maduros geralmente são mais resistentes aos ataques de fungos e de insetos, além de apresentarem melhor desempenho mecânico, até certa idade. O maior problema refere-se ao desconhecimento da idade dos colmos, visto que raramente se efetua um tipo de marcação anual nos colmos.



Figura 04 – Marcação de um colmo de bambu

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

A maturação dos colmos, ou a idade mais adequada por ocasião de se efetuar a sua colheita, é um importante fator biológico que deve ser levado em consideração, principalmente quando da utilização do bambu como um material estrutural para colunas, vigas, tesouras e pontaletes. Devem ser utilizados apenas colmos maduros e que estejam completamente lignificados. A idade

mais adequada para efetuar a colheita dos colmos depende de seu ciclo vegetativo, o qual pode ser curto (em torno de 7 anos) ou longo (em torno de 14 anos). Para as espécies de ciclo curto, tais como, o bambu comum (*Bambusa vulgaris*), o bambu fino (*Bambusa tuldoidea*) e o bambu imperial (*B. vulgaris* var. *vittata*), os colmos devem ser colhidos quando apresentarem idade superior a 3 anos. Para as espécies de ciclo longo, tais como, o bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) e guadua (*Guadua angustifolia*), a idade mais indicada para o corte é em torno de 6 anos.

4.10 Cura na mata



Figura 05 – Plantação de bambu

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Os colmos de bambu devem ser cortados e deixados a secar na própria touceira, geralmente apoiando-se a base inferior do colmo em uma pedra ou em outros colmos da mesma touceira. Quando as folhas secarem e caírem o colmo poderá ser utilizado. Nessa técnica, denominada de “avinagrado” na Colômbia, ocorre a degradação (fermentação) do amido e da seiva presentes no colmo, geralmente aumentando a sua durabilidade, pois o bambu se torna implantável aos insetos. Porém, os resultados não são tão eficientes quando os colmos ficarem em contato com o solo. Em uma área pública, o maior risco é o de, quando os colmos estiverem secos, serem retirados por terceiros.

4.11 Tipos de tratamento para o bambu

4.11.1 Tratamento por imersão

Os colmos podem ser imersos em água (parada ou corrente). Em alguns casos os colmos devem ser recém cortados; em outros, pode-se utilizar colmos secos ao ar.

Logo após a colheita, os colmos de bambu devem ser submersos em água corrente (riachos) ou estagnada (lagoa), visando-se reduzir ou eliminar o teor de amido existente nos colmos, por meio da fermentação biológica anaeróbica (ausência de ar). A duração do tratamento pode variar de 4 a 7 semanas. Com a redução ou a eliminação do amido, provocado pela fermentação, procura-se minimizar ou evitar o ataque do caruncho. Os colmos de bambu são relativamente leves e tendem a flutuar quando são colocados na água. Desse modo, os colmos devem ser amarrados em feixes, nos quais se prende um peso para forçar sua submersão. De acordo com Sulthoni (1981), a imersão do bambu em água estagnada é um tratamento mais eficiente do que deixá-lo em água corrente. A explicação para tal fato é que a degradação enzimática do amido é mais intensa do que sua extração, realizada pela ação da água corrente. Cabe ressaltar, no entanto, que alguns cuidados devem ser tomados nesse processo. Um longo tempo de permanência em água estagnada tende a provocar manchas nos colmos, além de ocorrer o risco do desenvolvimento de larvas de insetos. O odor resultante da degradação biológica é também desagradável, devendo os colmos, ao final do processo, serem limpos em água corrente.

4.11.2 Tratamento pelo fogo



Figura 06 – Forno para aquecer os colmos de bambu

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Consiste em submeter os colmos recém cortados ao aquecimento em fogo direto, visando eliminar a seiva por exsudação. Com o aquecimento procura-se alterar (degradar) quimicamente o amido tornando-o menos atraente ao caruncho. Esse tratamento é muito utilizado para colmos de bambu pertencentes ao gênero *Phyllostachys*, tais como, o *P. aurea* (cana-da-Índia) e o *P. edulis* (mosô). Durante o tratamento ao fogo ocorre o derretimento de um tipo de cera natural presente na casca do bambu, e a fricção constante dos colmos por um tecido seco, ou impregnado com óleo diesel, provoca o surgimento de uma coloração parda brilhante, realçada quando o aquecimento é mais intenso na região dos nós, característica extremamente desejável em móveis e varas-de-pescar.

Para aplicações em escala comercial devem ser projetadas instalações específicas para esse fim (de preferência com recuperação dos produtos químicos eliminados – ácido pirolenhoso). No entanto, espécies de bambu do tipo entouceirante, tais como, o bambu gigante e o bambu imperial, não adquirem tal coloração e nem tal brilho característico. Para o bambu guadua, pode-se obter uma qualidade de superfície intermediária, impregnando-se os colmos com cera artificial incolor.

4.11.3 Tratamento por fumaça

Os colmos, logo após o corte, são submetidos à ação direta da fumaça, a qual os torna enegrecidos. Trata-se de um processo semelhante ao da defumação de alimentos. Devido à ação do calor e da fumaça, provavelmente se formem

produtos tóxicos na superfície externa dos colmos, além da degradação do amido pela temperatura, culminando por tornar os colmos menos atraentes ao caruncho. No Japão, o tratamento com fumaça é realizado durante 20 minutos, com temperatura variando de 120 a 150 °C, conforme descreveu Liese (1980). O principal inconveniente observado nesse tipo de tratamento é a grande ocorrência de rachaduras nos colmos, devido à expansão do ar neles contido, quando se tenta acelerar o processo.

4.11.4 Químico

Os métodos químicos para o tratamento dos colmos de bambu são mais eficientes do que os métodos tradicionais. O tratamento químico, quando bem conduzido, protege os colmos contra o ataque do caruncho, além de aumentar sua durabilidade quando são colocados em contato com o solo.

Os produtos químicos preservantes, quando utilizados em concentrações adequadas, devem ser tóxicos aos organismos xilófagos, sem que, no entanto, sejam tóxicos ao homem e aos animais. Durante o tratamento químico, tais produtos devem penetrar profundamente no material a ser tratado, não devendo evaporar e nem serem eliminados pelas águas pluviais ou devido à ação da umidade do solo. Além disso, devem manter uma boa relação custo/benefício.

Os produtos químicos utilizados na preservação da madeira ou de colmos de bambu podem ser classificados em oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis.

O tratamento, realizado por especialistas, consiste em mergulhar as toras em uma mistura de CCB (cromo, cobre e boro) por quatro a cinco dias, como ensina o professor da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, Antônio Beraldo. O acadêmico não aconselha uma construção desse tipo sem ajuda profissional: "Como todo material, o bambu tem um ponto frágil, que deve ser observado com cuidado" - a ligação. Algumas das alternativas são realizadas são amarrações e o preenchimento da área oca da planta.

4.11.4.1 Oleosos

O creosoto é o produto oleoso mais utilizado no tratamento preservativo da madeira. Esse produto pode ser de origem vegetal ou mineral. De acordo com

Paes et al. (1998), o creosoto mineral, obtido a partir da destilação da hulha (carvão mineral), é mais eficiente no tratamento da madeira, principalmente contra o ataque de insetos. O creosoto vegetal é um subproduto da carbonização da madeira, sendo obtido a partir da destilação do alcatrão. O método de tratamento mais utilizado, à base de produtos oleosos, é o banho quente – frio. Trata-se de um método bem eficiente contra o ataque do caruncho e de microorganismos presentes no solo. É um tratamento indicado para peças que virão a desempenhar funções estruturais, tais como, esteios, pilares, moirões. Nesse tipo de tratamento os colmos deverão estar secos. No tratamento requer-se os seguintes materiais;

- quatro tambores metálicos (200 L);
- termômetro;
- produto preservativo (creosoto).

Para o tratamento a quente (90 °C), três tambores metálicos podem ser cortados ao meio longitudinalmente e soldados, de maneira a se obter um tipo de cocho, no qual se efetua o aquecimento na região inferior. O banho quente tem duração de 2 a 3 h, utilizando-se cerca de 60 L de creosoto para tratar 100 peças com comprimento de 2,50 m de diâmetro de 12 cm. Isso corresponde a cerca de 21 L de creosoto por volume aparente de bambu, em metros cúbicos (ou seja, considera-se o bambu como se fosse maciço). Tal razão depende da geometria do colmo, e sobretudo da espessura da parede do mesmo.

Após o tratamento a quente deve-se proceder imediatamente ao tratamento a frio (mesmo produto em temperatura ambiente), o qual poderá ser feito em um tambor disposto na posição vertical. O tempo de tratamento será de, aproximadamente, 4 h. Após o banho frio, as peças devem permanecer armazenadas durante alguns dias, para que escorra o excesso de solução preservativa, após o qual estarão aptas para serem utilizadas.

4.11.4.2 Oleosolúveis

O pentaclorofenol* (pó-da-China) é o produto oleosolúvel mais comum para o tratamento de madeiras, podendo também ser utilizado no tratamento de colmos de bambu contra o ataque de organismos xilófagos. A concentração de pentaclorofenol é de 5% em massa. Por não alterar a coloração dos colmos pode-se utilizar o óleo diesel como solvente; o óleo queimado também pode ser

outra opção. Existem diferentes formulações comerciais à base de pentaclorofenol preparadas com solventes e aditivos. Os solventes podem ser: óleo diesel, querosene ou aguarrás. Como aditivos pode-se empregar inseticidas, como é o caso do Pentox.

O tratamento com produtos oleosolúveis requer que os colmos de bambu estejam bem secos. O tratamento pode ser conduzido em caixas de alvenaria, ou em tambores idênticos àqueles descritos no item anterior. Consiste em deixar os colmos completamente submersos na solução durante um intervalo de 7 dias à temperatura ambiente. Os colmos podem ser utilizados após alguns dias de armazenamento.

* Atualmente esse produto tem uso restringido em vários países.

4.11.4.3 Hidrossolúveis

Os produtos preservativos solúveis em água são constituídos pela associação de vários tipos de sais, cujas soluções aquosas penetram nos elementos anatômicos do bambu e reagem com a lignina. Formam-se, então, compostos insolúveis, que são tóxicos aos organismos xilófagos. Os sais mais utilizados são:

- sulfato de cobre ou de zinco;
- de cromato de sódio ou de potássio;
- ácido bórico ou crômico.

No comércio existem formulações disponíveis, geralmente feitas à base de dois ou mais sais. Por outro lado, esses sais podem ser adquiridos separadamente e, posteriormente, misturados para formarem a solução preservativa. Normalmente, utiliza-se a associação do sulfato de cobre, de cromato de sódio e ácido bórico, que são produtos relativamente baratos e facilmente encontrados no comércio. Deve-se ressaltar, no entanto, que a solução preparada com esses sais deve ser acidificada, pois, em meio alcalino, ocorre a precipitação dos sais formados. Após o preparo da solução, a acidificação é obtida adicionando-se pequena quantidade de ácido acético glacial.

Para o tratamento do bambu, pode-se utilizar colmos secos ou verdes. Na primeira condição utiliza-se o processo da imersão; na segunda (bambu verde) utiliza-se o método da substituição de seiva.

4.11.5 Imersão em solução de sais hidrossolúveis



Figura 07 – Bambus submersos em solução hidrossolúveis

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Para esse tratamento, deve-se imergir totalmente os colmos secos na solução preservativa, a qual poderá ser composta por um, dois ou mais sais hidrossolúveis, listados anteriormente. A formulação da solução recomendada (em kg de sal/litro de solução) é:

Sulfato de cobre (1%) + de cromato de sódio (1%) + ácido bórico (1%)

Nesse caso, a acidificação deve ser feita adicionando-se 200 mL de ácido acético glacial (para 100 L de solução). A duração do tratamento poderá ser de 2 a 4 semanas, em temperatura ambiente. Após o tratamento, as peças deverão ser armazenadas durante alguns dias e quando estiverem secas poderão ser utilizadas.

4.11.6 Substituição de seiva por hidrossolúveis



Figura 08 – Mostrando a substituição da seiva por hidrossolúveis

Nesse caso deve-se utilizar colmos recém cortados (ou no máximo, após decorridas 12 h do corte). Trata-se de um processo eficiente, desde que sejam utilizados colmos com até 2,50 m de comprimento. Para peças maiores, com até 4,00 m, a ascensão da solução preservativa torna-se muito limitada. A formulação dos sais pode ser a mesma descrita no item anterior. O tratamento pode ser conduzido em tambores plásticos sem tampa, nos quais se prepara a solução preservativa e se colocam os colmos de bambu verde na posição vertical. As bases dos colmos devem ser chanfradas e a altura da solução deve atingir cerca de 80 cm.

Durante o tratamento, à medida que se processa a evaporação da água contida na seiva do bambu através da região superior do colmo, a solução preservativa sobe, substituindo-a. Essa ascensão da solução é ocasionada pelos fenômenos físicos da difusão (direção radial) e capilaridade (direção axial). Os colmos a serem tratados devem ser colocados no tambor plástico de maneira que permitam uma boa ventilação entre si. Desse modo, acelera-se a evaporação, favorecendo a eficiência e a rapidez do tratamento.

A duração do tratamento é de 7 dias, ao final dos quais os colmos devem ser invertidos, permanecendo nessa posição por um período igual de tempo. Após o tratamento, os colmos devem ser empilhados à sombra durante 30 dias e protegidos da chuva. Essa recomendação é importante para que sejam completadas as reações entre os sais químicos e a lignina, e que seja realizada a secagem dos colmos, após o qual os mesmos poderão ser empregados.

4.11.7 Tratamento sob pressão



Figura 09 – Bambu após tratamento em auto clave

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Bambus secos podem ser tratados em autoclaves, que são equipamentos utilizados normalmente para a preservação da madeira. Quando se tratam colmos, os diafragmas devem ser previamente perfurados para que o colmo não rache durante a fase de aplicação do vácuo no equipamento. Em todo caso, deve-se prever um tratamento preventivo para que, enquanto seque ao ar, os colmos não sejam atacados pelo caruncho.

4.11.8 Bou Boucherie



Figura 10 – Bambu recebendo o tratamento boucherie

Fonte: <http://www.apuama.org/bambu/preservacao/>

Para o tratamento de colmos em menor escala, o método mais recomendado é o de Boucherie modificado por pressão. Um dispositivo aplica pressão na solução hidrossolúvel, a qual penetra nos elementos anatômicos do bambu (principalmente nos grandes vasos, situados nas camadas internas da parede do colmo), empurrando a seiva em direção à extremidade oposta à da conexão. Embora rapidamente se observe a saída da solução, recomenda-se que o processo seja aplicado durante 3 h, e que, logo após, os colmos sejam deixados em posição horizontal e que sequem à sombra durante, ao menos, 15 dias. Essa segunda etapa – a difusão, é muito mais lenta, pois os bambus não apresentam raios.

4.12 Uso do bambu como material de construção

Pouco difundida nos grandes centros do Brasil, a utilização do bambu e de fibras vegetais é mais antiga do que se possa imaginar.

O bambu constitui, principalmente para os povos asiáticos, uma fonte econômica muito importante. Japoneses, chineses e indianos utilizam essa extraordinária planta há milhares de anos. Em certas regiões, o bambu é considerado uma planta sagrada, tais são os benefícios que ela proporciona.

Os povos asiáticos mantêm uma tradição milenar na utilização do bambu, observando-se o surgimento e a perpetuação de várias construções onde o material utilizado é o bambu. Grande parte dos monumentos e edifícios que hoje são símbolos da arquitetura hindu, como o Taj Mahal, utilizaram o bambu em suas estruturas. Devido à sua flexibilidade e resistência, foi utilizado na construção de arcos e abóbadas.

Na China, o bambu foi utilizado para a construção dos primeiros pórticos e também para pontes, conseguindo vencer vãos superiores a 100m.

Em Bangladesh, país com mais de 5 milhões de habitantes, 90% das habitações são feitas de bambu. Complementando, de acordo com a NMBA - National Mission on Bambu Application, Índia (2004), um bilhão de pessoas pelo mundo vivem em casas de bambu. Países como a Colômbia, Equador e Costa Rica, utilizam este material para a construção de suas habitações há milhares de anos. Logo, países com uma cultura milenar do bambu, detêm as melhores tecnologias, como é o caso da China, em seu aproveitamento industrial, e a Colômbia, na construção civil.

Uma casa popular feita de bambu, no Equador, onde esta tecnologia já é amplamente utilizada, custa, em média, US\$ 400. Já uma casa de alvenaria não sai por menos de US\$ 10 mil. Na Costa Rica existe um grande fluxo de construção com bambu, principalmente construções de casas populares.

O bambu é conhecido na Índia como madeira dos pobres, vem sendo utilizado como andaime, e se tornam gigantescos esqueletos á volta dos prédios modernos.

Em alguns países como Nepal, Filipinas, China e Havaí, seus governantes enxergam o bambu como um dos meios alternativos para aumentar a produtividade agrícola, gerar emprego e estimular a indústria.

Apesar do baixo custo, e de nosso país possuir uma das maiores reservas de bambu (no Acre, os bambuzais cobrem 38% do estado), a técnica construtiva que utiliza essa espécie de vegetal ainda é muito pouco explorada no Brasil, embora comecem a surgir empresas que estão utilizando este material como matéria-prima para construção de residências. Sendo ainda possível encontrar o bambu empregado em construções temáticas ou de luxo.

O clima no Brasil é bom para o plantio, e os valores da cultura do bambu podem ser de grande interesse social.

4.13 Propriedades e aplicações do bambu

Numa casa o bambu pode estar presente em tudo. A durabilidade desse material para a construção civil é comprovada considerando-se a quantidade de obras construídas pelos povos asiáticos, tudo depende do cuidado que se dá ao material e da tecnologia empregada.

O bambu pode substituir o ferro em construções de casas, muros, prédios, entre outras obras. No Japão, China e Índia são encontradas obras de até oito metros de altura, e também algumas pontes feitas de bambu, se tornando uma combinação de leveza e excelente resistência mecânica à tração. A grande longevidade das pontes deu-se graças à ausência de tecidos provenientes de camadas internas do colmo, os quase apresentam grande concentração de substâncias atrativas aos insetos.

Construir casas mais econômicas e escolas no mesmo estilo, de maneira a resolver o problema habitacional e atender às necessidades da população

estudantil, pode ser viabilizado pelo bambu. O produto chega a baratear uma obra em 50%, além de se enquadrar no contexto de desenvolvimento sustentável, por resultar em uma habitação ecologicamente correta.

Como cobertura tanto para casa como para escolas a exemplo do que já se faz em países como a Colômbia, pode-se economizar muito e construir em grande escala.

Khosrow Ghavami, que há mais de 20 anos desenvolve estudos sobre o uso do bambu e outros materiais, que podem baratear o custo da construção civil é professor titular do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio e vem desenvolvendo pesquisas sobre a substituição do aço pelo bambu na fabricação de estruturas de concreto. Segundo ele, o material tem resistência suficiente para ser utilizado na fabricação das estruturas.

Tratando-se de resistência, o bambu é comparado tanto com o aço quanto com a madeira, apesar de entre os três apresentar o menor peso específico, é um material de grande resistência física, podendo ser utilizado para treliças de telhado, estruturas de vigas, pilares, escadas, etc.

Também pode ser utilizado nas construções, como alternativa ao tijolo, sem função estrutural, apenas para o fechamento de paredes. O bambu pode aparecer em dois tipos de sistema construtivo: como uma taipa (estrutura de bambu amarradas entre si, com acabamento de barro ou cimento que pode ser emassado e pintado), ou como esterilha (estrutura em varas de bambu, fechamento em esteiras de lascas de bambu amarradas e acabamento em cimento, emassado e pintado).

É possível acreditar ainda que o bambu possa surgir como alternativa para gerar emprego. Por ser uma alternativa excessivamente manual, em que se faz necessário o trabalho de corte e amarrações, certamente precisa de mão-de-obra específica para seu manuseio.

Para garantir a durabilidade, o material recebe tratamento para evitar apodrecimento e ataque de fungos e cupins.

Uma das principais vantagens do uso do bambu é a economia. A utilização pode reduzir em mais de 50% o custo final da construção. A fabricação de um tubo de aço consome 50 vezes mais energia do que um de bambu com as mesmas proporções.

A produção de laminados ou compensados é outra utilização industrial do bambu. Existem várias fábricas de pisos laminados feitos de bambu, os chamados Plyboo, pelo mundo. Estes laminados são mais resistentes e econômicos que os de madeira.

A tecnologia de compensados de bambu é parecida com a utilizada em madeiras. Esse produto é obtido pela união de camadas delgadas de bambu dispostas alternadamente em ângulo reto. A união de tais camadas é realizada com resinas fenólicas.

Os indígenas brasileiros, além de construir suas habitações com o uso do bambu, utilizando-o como estrutura, ripamento de telhado dentre outros usos.

A densidade dos bambus varia entre 500 a 800 kg/m³, dependendo principalmente do tamanho, quantidade e distribuição dos aglomerados de fibras ao redor dos feixes vasculares. Estas diferenças são menores mais perto do topo, devido ao aumento da densidade na parte interna e redução da espessura da parede, que apresenta internamente menos parênquimas e mais fibras. A disposição das fibras do bambu é orientada no sentido paralelo ao eixo do colmo, por isso a resistência à tração longitudinal às fibras é bastante alta.

O bambu também é capaz de substituir, com vantagens, elementos estruturais de madeira quando seus dimensionamentos estão condicionados à capacidade do material de resistir a esforços cisalhantes.

4.14 Características mecânicas do bambu

1) Compressão Peças curtas de bambu podem suportar tensões superiores a 50 MPa, superando a resistência dos concretos convencionais. Além disso, o concreto tem densidade superior a 2 e o bambu apresenta 1/3 desse valor. Desse modo, se for considerada a resistência em relação à densidade (resistência específica), o bambu mostra-se mais eficiente do que o concreto.

2) Tração paralela às fibras O módulo de elasticidade do bambu situa-se em torno de 20.000 MPa, cerca de 1/10 do valor alcançado pelo aço. Cabos de bambus trançados oferecem resistência similar ao aço CA-25 (2.500 kgf/cm²). O peso, no entanto, é 90% menor.

3) Flexão estática O bambu apresenta rigidez suficiente para que possa ser utilizado em estruturas secundárias, na forma de treliças e vigas.

A resistência do bambu à compressão é 30% menor que a resistência à tração, estando entre 20 e 120 MPa, nos ensaios de compressão normal às fibras. Observações semelhantes podem ser feitas a respeito do posicionamento do nó na peça a ser ensaiada, acarretando menores resistências à compressão para corpos-de-prova com nó.

4.15 Bambu nos dias atuais

O uso do bambu na construção civil não surgiu com a "onda da sustentabilidade". Em países asiáticos e americanos, como China, Equador e Colômbia, a técnica já é bem desenvolvida e utilizada até para pontes e edifícios de pequeno porte.

Mas no Brasil a história não é bem assim. O arquiteto Edoardo Aranha considera que "para ser viável em larga escala, é necessário primeiro difundir a cultura e tirar esse preconceito com que os brasileiros tratam a planta, e depois criar um material didático para difundir as técnicas de utilização e treinar a mão-de-obra".

Há milênios, esse material dá forma a casas tradicionais em países como o Japão e a China. Nos últimos anos, pesquisas na construção civil avalizaram sua resistência e durabilidade. Arquitetos do mundo todo redescobriram o bambu e

passaram a usá-lo em modernas obras públicas. A necessidade de repensar o consumo de materiais na construção para torná-la mais sustentável do ponto de vista ambiental atrai olhares para a exploração de novas alternativas. E o caso do bambu, visto como a promessa para este século. Pesquisador desse recurso há cerca de 30 anos, o professor Khosrow Ghavami, do Departamento de Engenharia Civil da PUC-RJ, não tem dúvidas sobre seu potencial. "Estudei 14 espécies e três delas, em especial, tem mais de 10 cm de diâmetro e são excelentes para a construção", diz ele, referindo-se ao guadua (*Guadua angustifolia*), ao bambu-gigante (*Dendrocalamus giganteus*) e ao bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*). Todos são encontrados no Brasil, onde existem grandes florestas inexploradas de várias espécies. No Acre, por exemplo, os bambuzais cobrem 38% do estado. De crescimento rápido (em três anos, esta pronta para o corte), essa gramínea gigante chama a atenção, a princípio, pela beleza. Mas sua resistência também surpreende: de frágil, ela não tem nada. "Sua compressão, sua flexão e sua tração já foram amplamente testadas e aprovadas em laboratório", afirma Marco Antônio Pereira, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Unesp, em Bauru, que mora há dez anos numa casa de bambu. O arquiteto Edoardo Aranha, pesquisador da Unicamp, faz coro: "Se tratado adequadamente, ele apresenta durabilidade superior a 25 anos, equivalente a do eucalipto, por exemplo", afirma. Ele se refere aos tratamentos químicos para remover pragas como brocas e carunchos (cupins não se interessam pelo bambu). Além do autoclave, outro procedimento comum chama-se boucherie, em que a seiva é substituída por um composto formado de cloro, bromo e boro. Submergir as varas em água durante 20 dias também produz bons resultados, segundo o pesquisador.

Fora do Brasil, alguns arquitetos tem apostado no bambu em projetos públicos de traços marcantes, que conciliam natureza e tecnologia num contraste agradável ao olhar. Em Leipzig, na Alemanha, a fachada do novo estacionamento do zoológico municipal foi construída com varas de bambu presas em cintas de aço. Perto de Madri, na Espanha, o Aeroporto Internacional de Barajas surpreende os usuários com seu enorme forro, que torna leve o visual da estrutura de concreto e aço. Em locais como esse, de uso intenso, a opção pelo material e resultado da confiança na sua durabilidade e resistência, já que manutenções freqüentes não seriam bem-vindas. Graças a tratamentos

químicos, o amido é retirado, inibindo pragas que poderiam comprometer as varas. Em áreas externas, os produtores recomendam aplicar verniz naval para proteger do calor, do frio e da chuva.

O fechamento deste estacionamento em Leipzig, inaugurado em 2004, foi todo feito com bambu. Segundo os arquitetos do escritório alemão HPP Hentrich-Petschnigg & Partner KG, a opção não teve nada de experimental: baseou-se em pesquisas que pipocaram na Europa depois da Expo 2000 em Hannover, onde o pavilhão colombiano, desenhado pelo arquiteto Simón Vélez, empregou essa matéria-prima.



Figura 11 - Abertura zenital redonda localizada sobre as rampas de acesso do estacionamento

Fonte: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml?func=2

As varas têm diâmetros entre 10 e 12 cm e estão 7,5 cm afastadas umas das outras o que permite a ventilação do interior.

Se chover, a água não molha os carros, já que as vagas estão distantes deste paredão. Duas aberturas zenitais redondas localizam-se sobre as rampas de acesso aos cinco níveis. Espanha

Pronto em 2006, o Terminal 4 do Aeroporto Internacional de Barajas, em Madri, tem movimento estimado em 35 milhões de pessoas por ano. Um dos destaques do projeto é a cobertura curvilínea de estrutura de aço e chapas de alumínio, forrada com bambu.



Figura 12 - Cobertura curvilínea de estrutura de aço e chapas de alumínio, forrada com bambu

Fonte: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml?func=2

O efeito das vigas em S dá movimento ao conjunto, que ainda reserva focos para a entrada da luz. A predominância do material natural quebra a robustez do aço e proporciona uma atmosfera tranqüila, a despeito do fluxo de passageiros e do tamanho da construção.



Figura 13 - Terminal 4 do Aeroporto Internacional de Barajas, em Madri

Fonte: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml?func=2

Projetado pelo arquiteto londrino Richard Rogers (que acaba de receber o prêmio Pritzker), o terminal venceu no ano passado o Stirling Prize, premiação britânica de excelência em arquitetura

4.16 Valor do bambu e seus múltiplos usos

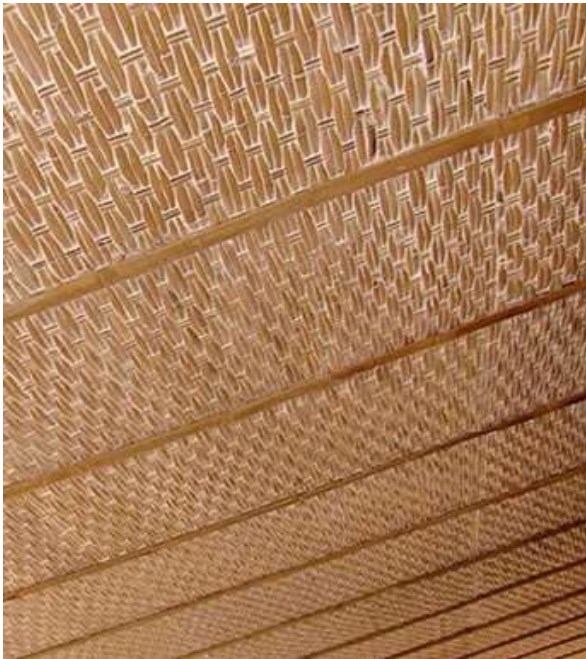


Figura 14 – Forro de bambu em formato de esteira

Fonte:<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

Este Forro de esteira auto clavada recebeu régua de bambu de 6 cm e acabamento de massa corrida. As régua resistem a ao sol e ambientes muito secos ou quentes.



Figura 15 – Réguas de bambu

Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

Réguas de bambu com 4 cm, emparelhadas e fixadas com pregos ou parafusos, forram a varanda. Também podem forrar paredes, treliças, cercas, gazebos, decks ou pérgulas

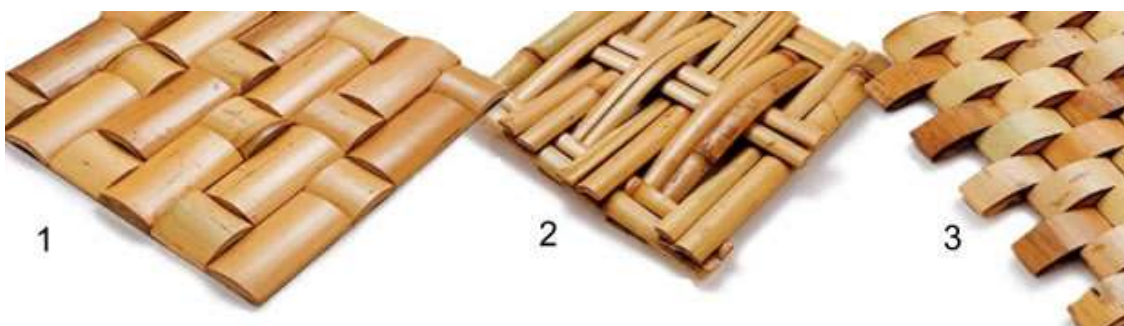


Figura 16 – Diferentes tipos mosaicos de bambu

Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

1. Com acabamento cozido, o Mosaico C (24 x 24 cm) em relevo, indicado para ambientes internos e secos, custa R\$ 315 o m².
2. Entrelaçada, a Esteira (100 x 150 cm) é ideal para revestir forrações de teto, biombos e cercas. Preço: R\$ 70 o m².
3. Para revestir área internas e secas, o Mosaico E (20 x 20 cm) recebeu pequenas canoas de 4 x 2 cm. Por R\$ 110 o m².



Figura 17 – Diferentes tipos de mosaico de bambu II

Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

1. O Mosaico B (20 x 20 cm) com acabamento cozido é indicado para revestir paredes internas e secas. Preço: R\$ 290 o m².
2. Recomendadas para área seca e interna, as pastilhas (3 x 3 cm) de bambu vêm em placas de 24 x 24 cm. Preço: R\$ 310 o m².

3. Em placas de 20 x 20 cm, o Mosaico B com acabamento negro pode revestir paredes internas e secas. Preço: R\$ 345 o m².



Figura 18 – Modelos de bambu

Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

1. Com diferentes medidas (diâmetro varia entre 1 e 16 cm e comprimento entre 100 e 700 cm), os círculos são indicados para diversos revestimentos. Preço sob consulta.

2. As régua com acabamento cozido, flambado ou negro têm medidas diferenciadas (máximo 6 x 250 cm). Custa R\$ 110 o m².

3. O modelo Círculo (20 x 20 cm) em placa translúcida e flexível é ideal para vidro e superfícies curvas. Preço: R\$ 290 o m².



Figura 19 – Elementos para fabricação de pérgulas ou painéis.

Fonte: <http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/edicoes/60/imprime179560.asp>

Para pérgulas e painéis decorativos, as Almas de bambu com acabamento cozido medem até 11 x 300 cm. Preço: R\$ 8 o m².

4.14 Manutenção

Em geral, a manutenção do bambu é feita da mesma maneira do que de qualquer outro tipo de madeira.

4.15 Ambiente interno

Quando utilizado como revestimento interno, será preciso apenas limpeza periódica com pano umedecido ou, quando possível, wap. Para brilho poderá ser aplicada cera líquida ou óleo de peroba. Se houver umidade no local e o bambu escurecer (mofo ou bolor), poderá ser feita limpeza com cloro e água.

4.16 Ambiente externo

Em instalações externas (com exposição direta à umidade e chuva) recomenda-se a aplicação periódica de impermeabilizante (stain, cera ou semelhante). A periodicidade da aplicação dependerá da umidade do local, mas estima-se em média a cada 6 meses a 1 ano, se forem dadas duas demãos do produto. Dessa forma será mantido o aspecto original amarronzado dos bambus.

4.17 Drywall

Drywall é uma expressão em inglês que tem a tradução: “Parede seca”, ou seja, não existe a necessidade do uso de argamassa para a sua construção, como na alvenaria.

O sistema drywall consiste numa edificação de paredes de gesso que são mais leves e com espessuras menores que as das paredes de alvenaria. São chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão. Tais sistemas são usados somente em ambientes internos das edificações, para os fechamentos externos, o sistema deverá utilizar perfis de aço estruturais (steel frame) e chapas cimentícias (resistentes à ação de ventos e chuvas).

Drywall é uma tecnologia que substitui as vedações internas convencionais (paredes, tetos e revestimentos) de edifícios de quaisquer tipos, consistindo de chapas de gesso aparafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado. Esta

tecnologia já é utilizada na Europa e nos Estados Unidos há mais de 100 anos e no Brasil este sistema veio ganhando espaço nos últimos anos devido a seus inúmeros benefícios.

O método está sendo muito utilizado na construção civil, principalmente para áreas comerciais. As paredes de gesso drywall permitem instalações elétricas e hidráulicas através do sistema de fixação a pólvora em tetos ou aparafusadas em perfis de aço galvanizado. Além disso, adaptam-se a qualquer estrutura, como aço, concreto ou madeira.

A montagem do sistema drywall é fácil, com redução de prazo de entrega e, consequentemente, custos menores. Com o sistema, há um ganho de área útil que pode chegar a 4% a cada 100 m² e as paredes têm superfície lisa e precisa, diminuindo custos na preparação da superfície para a pintura.

Como as paredes são mais leves que o sistema de alvenaria tradicional, o sistema de parede de drywall mais simples (W-111 que corresponde a uma linha de perfil e uma chapa de cada lado) pesa cerca de 25Kg contra 150 kg de uma parede de alvenaria, consegue-se com a utilização deste sistema uma redução no custo das fundações e estruturas da edificação.

As chapas de gesso devem ser produzidas de acordo com as seguintes Normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR 14715:2001, NBR 14716:2001 e NBR 14717:2001

4.18 As vantagens do drywall

O drywall ajuda a otimizar espaço em um ambiente, deixando a área mais ampla e agradável. Ele também garante excelente desempenho termo acústico, ou seja, proporciona conforto térmico e também contribui com o isolamento sonoro. Com o drywall é possível desfrutar de mais facilidades para fazer instalações no imóvel, como elétrica, hidráulica ou telefonia. Ao rasgar a superfície para consertar ou instalar, ela pode ser facilmente reconstruída com remendos.

O novo sistema é vantajoso porque permite construir paredes mais leves e sem causar desperdícios de materiais. Dependendo do produto, ele assegura resistência à umidade e ao fogo, tornando assim a construção ainda mais viável para quem busca segurança.



Figura 21 – Colocando uma parede de Drywall

Fonte: <http://www.elegancyforros.com.br/>

O sistema construtivo é mais prático, facilita as instalações e não gera desperdício.

O drywall garante facilidade na hora de montar a parede, além do que gera economia para a obra. A estrutura também demonstra melhor desempenho para valorizar as superfícies com curvas, nichos e outros tipos de recortes.

A parede construída com drywall aceita qualquer tipo de acabamento, incluindo azulejo, papel de parede, pintura e laminado. Se houver a necessidade de ampliar um cômodo da casa ou realizar alguma reforma estrutural, o drywall é bastante útil e cria facilidades.

As pessoas que investe no drywall não gastam dinheiro com reboco ou massa corrida para obter uma superfície uniforme, afinal, as placas são lisas e se adaptam ao acabamento sem qualquer problema.

4.19 As desvantagens do drywall



Figura 21 – Mostrando instalação específica em uma parede de Drywall

O drywall requer peças específicas, que nem sempre são encontradas com facilidade.

Como tudo no setor da construção, o drywall também possui os seus aspectos negativos. Quem optar pelo sistema deve estar ciente de que ele necessita de peças específicas para a colocação de prateleiras e armários na parede, caso contrário a superfície será danificada. As empresas especializadas na manutenção do drywall também não são encontradas com facilidade fora das grandes cidades.

A resistência do sistema construtivo também deve ser avaliada de acordo com o imóvel, afinal, para sustentar sobrecargas maiores de 18kg o drywall necessita de reforço com chapas de aço ou madeira. Com baixa resistência a água e fogo, as placas de gesso não são recomendadas para a construção de paredes externas.

Nos espaços vazios dos painéis é comum a proliferação de insetos, por isso é importante ter muito cuidado com o sistema construtivo.

4.20 Tipos de placas

Placa branca (ST)

Indicada para aplicação em paredes forros e revestimentos em áreas secas como: corredores, salas de estar, dormitórios e etc.

Placa rosa (RF)

Placa resistente ao fogo, aplicação semelhante a placa ST, porém com maior resistência ao fogo, podendo ser aplicada em áreas como saídas de emergência, escadas enclausuradas, CPD's e etc.

Placa verde (RU)

Indicada para áreas úmidas, como: banheiros, lavabos, cozinhas e etc.

Não indicada para aplicação em áreas de saunas e piscinas.

4.21 Placas especiais

Placo Phonique

Placa de alto desempenho acústico, que reduz o ruído pela metade e proporciona um isolamento de até +3 dB.

Placo Impact

Placa de alto desempenho ao impacto e capacidade de carga Capacidade de carga até 50 kg por ponto.

Placo 4 PRO

Placa com 4 bordas rebaixadas, permite um ótimo acabamento para forros e paredes especialmente para a área submetidas à luzes restantes.

Rigitone 12-20-66 – Design e Performance Acústica

Placa de gesso perfurada para paredes, forros monolíticos e revestimento estruturado que, quando instalados, não apresentam juntas aparentes. Com elementos estéticos expressivos e marcantes oferecem inspiração para o design diferenciado de ambientes internos, além de atenderem às mais exigentes necessidades de conforto acústico.

Rigitone 12/25Q – Perfurações Quadradas para Forros Contínuos

Placa com perfurações quadradas, indicada para forros e revestimentos contínuos.

Rigitone 8/15/20 Super – Perfurações Circulares Aleatórias para Forros Contínuos

Placa com perfurações aleatórias, indicada para forros e revestimentos contínuos.

Gyptone Big Quattro 41

Placas de grandes dimensões com bordas rebaixadas que podem ser compostas com outros sistemas em paredes, forros fixos e revestimento estruturado, criando superfícies contínuas e uniformes, sem emendas visíveis ou sistemas de perfis, quebradas apenas pela estética das perfurações quadradas.

Gyptone Quattro 20 e Base 31

Placas perfuradas ou lisas para forros removíveis que em conjunto compõem ambientes sofisticados.

Gyprex

São forros removíveis compostos por uma placa de gesso, revestida a quente, com uma película rígida de PVC.

A película é aplicada sobre a face aparente contornando as bordas laterais longitudinais até o início da face posterior da placa, dando acabamento e proteção. Ideais para ambientes que necessitam de praticidade na limpeza e manutenção.

Placa ST 6mm – Flexibilidade na construção de paredes e forros

Valorize seus projetos utilizando toda a flexibilidade da placa de drywall ST 6mm, que com sua espessura permite a construção de paredes e forros decorativos.

Flexwall

O Flexwall é composto por uma placa de drywall revestida, ou seja, não necessita de acabamento final. Indicado para revestimento de paredes, divisão de ambientes internos e paredes mistas em áreas comerciais e residenciais. Além de versátil, é muito prático e fácil de montar.

4.22 Elementos Estruturais

Montantes

Utilizado como estruturação vertical em paredes e revestimentos e como estrutura principal em forros.

Guias

Utilizada como estruturação horizontal de paredes e revestimentos e como perfil perimetral em forros.

Perfis

Utilizado como estruturação vertical em revestimentos e como estrutura principal em forros.

5. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foi elaborado um questionário para os professores da ETEC Massuyuki Kawano, visando proporcionar em um projeto um local de descanso ou lazer dependendo dos dados obtidos com a pesquisa, com isso, contendo o mínimo de necessidades que eles precisariam.

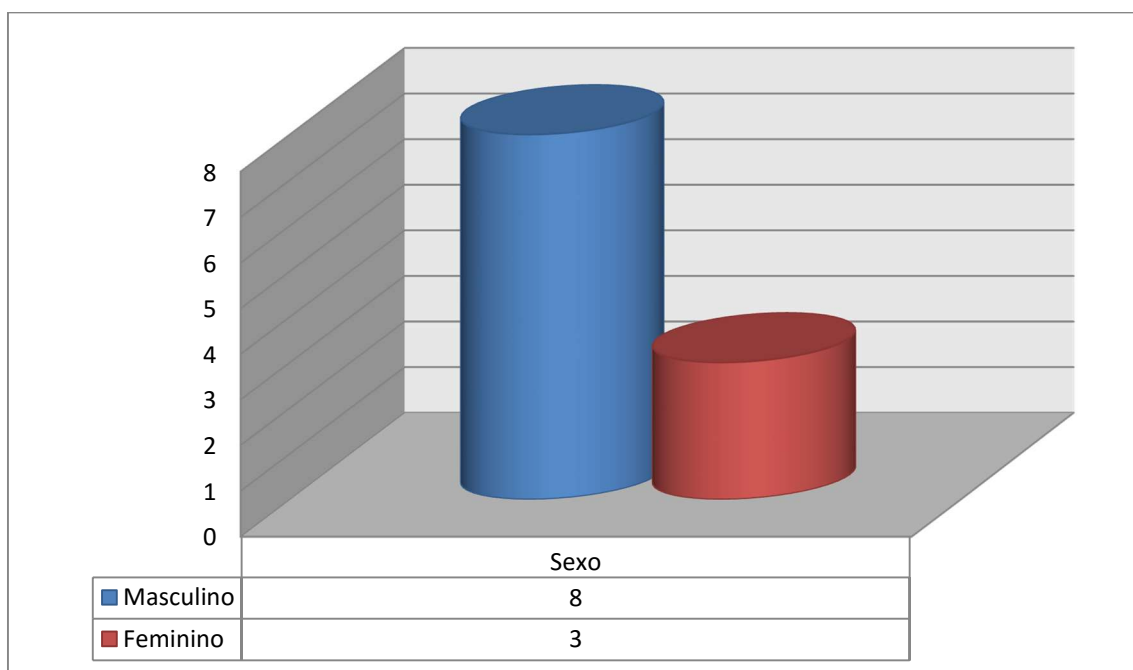


Figura 22 – Gênero dos professores da ETEC Massuyuki Kawano

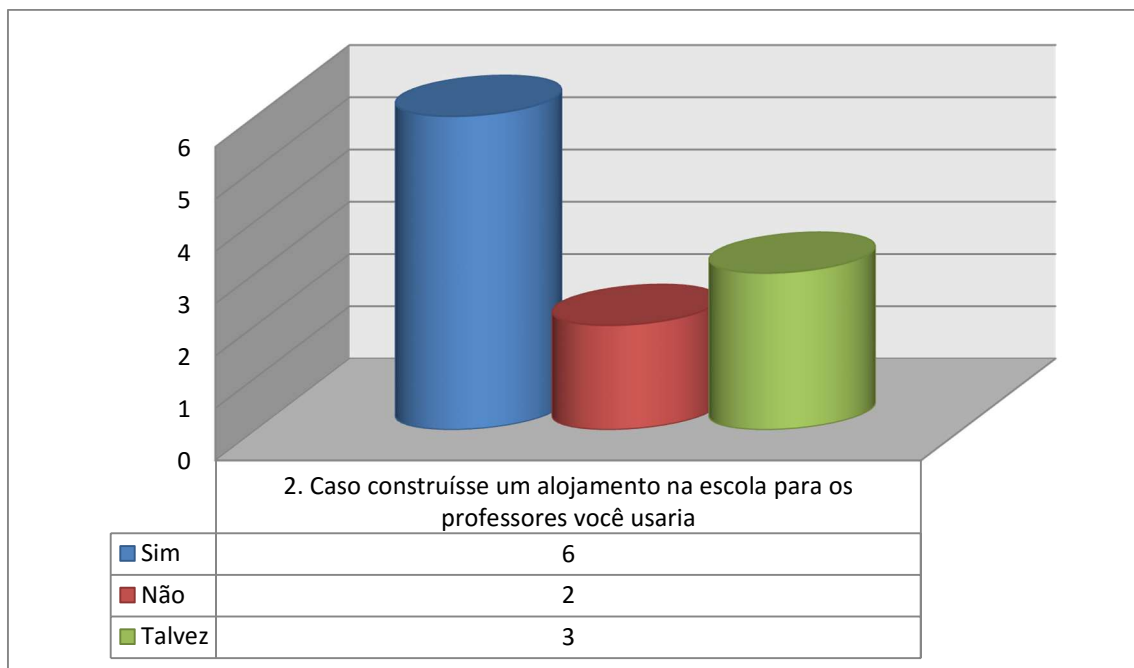


Figura 23 – Professores que usariam o alojamento

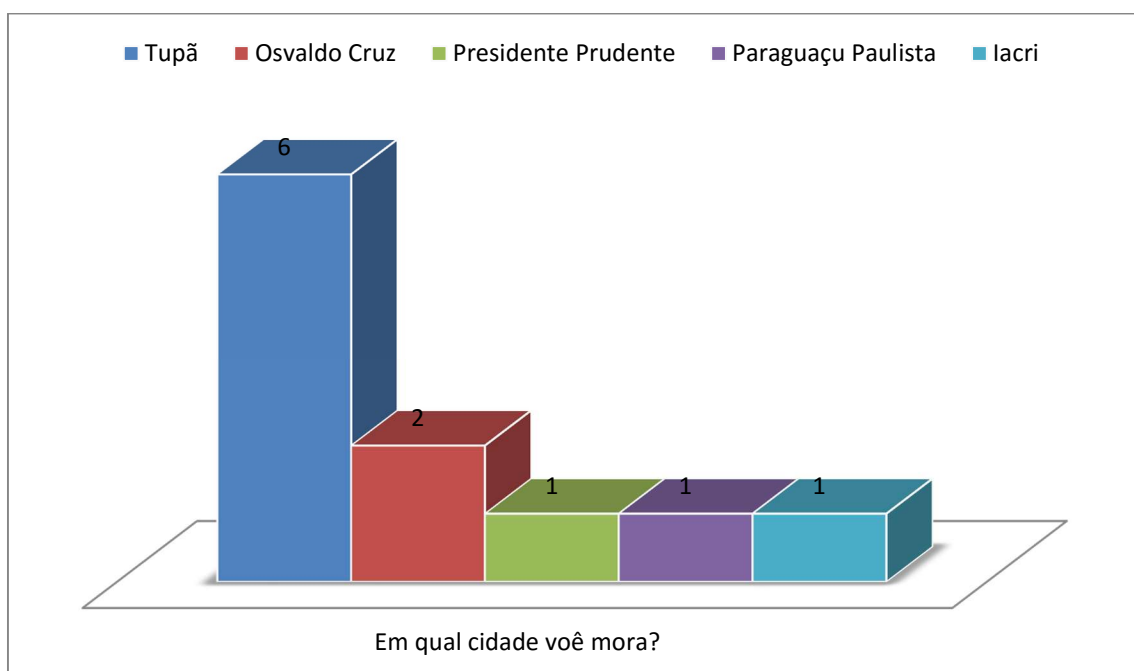


Figura 24 – Cidades onde moram os professores

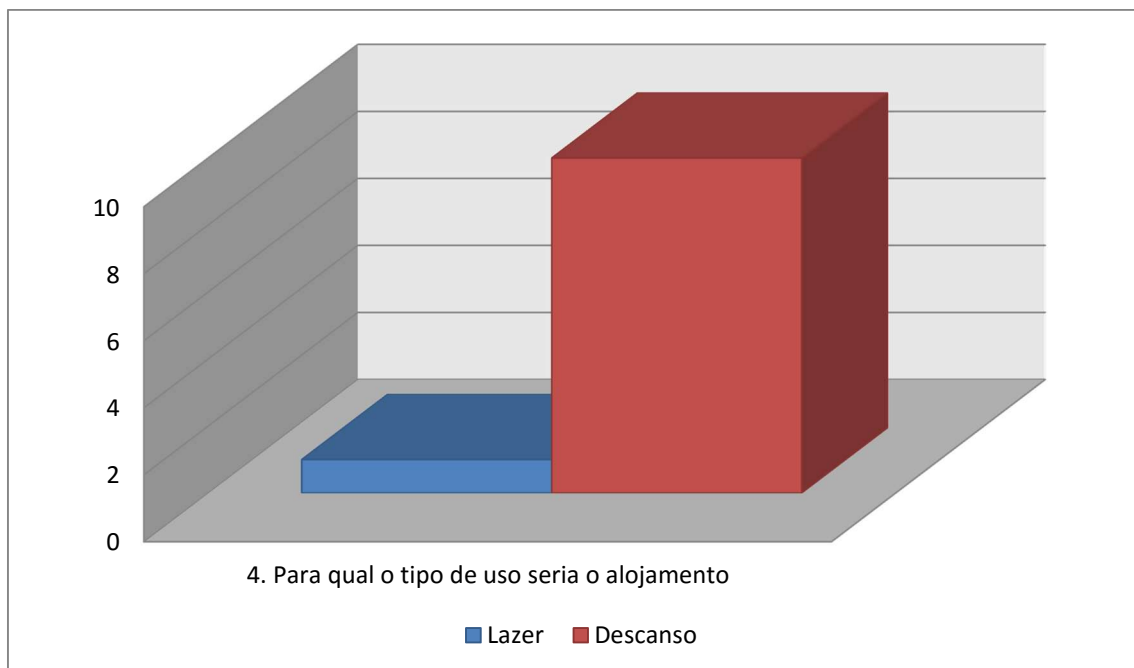


Figura 25 – Segundo os professores para que seria o alojamento

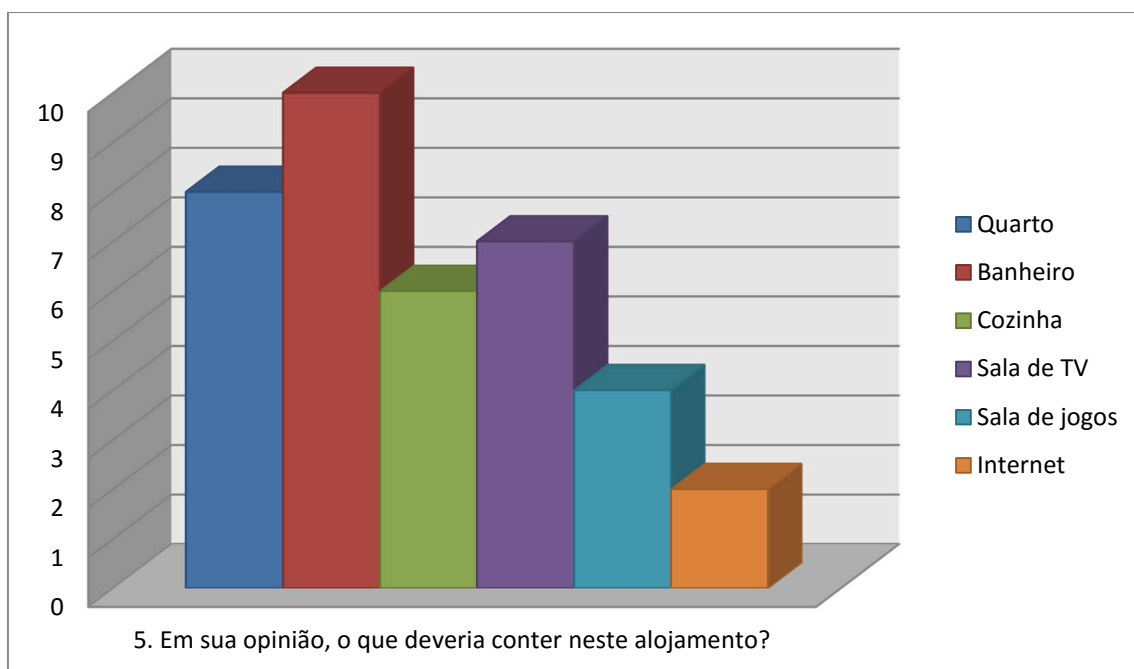


Figura 26 – segundo a opinião dos professores o que deveria conter no alojamento

6. MEMORIAL DESCRITIVO

Identificação do projeto

O projeto a ser realizado é um projeto novo com a função de alojamento para professores, contendo dois quartos, um feminino e outro masculino cada um com seu banheiro, uma sala e uma cozinha.

Levantamento do local

O local onde será feita a edificação é nas dependências da ETEC Prof. Massuyuki Kawano, Centro Paula Souza, situado na cidade de Tupã. O local escolhido foi ao lado direito da cantina, o terreno possui 9 metros de largura por 23 metros comprimento, totalizando 207m². O grupo de TCC fomos ao local e batemos fotos do local.







Figura 27 – Fotos do local onde poderá ser o projeto

Preparação do local

Será realizado um deslocamento de uma árvore que se encontra entre as duas arvores maiores que constam no projeto, pois onde essa pequena arvore se encontra será realizado a edificação do alojamento, onde ela será movida para o jardim da edificação, não será necessário realizar a limpeza do terreno nem nivelá-lo. Será necessário podar as 3 arvores que ficaram em volta da edificação.

Fundação e impermeabilização: A fundação será feita de sapatas.

Sapata consiste em um tipo de fundação rasa com uma base alargada e um corpo trapezoidal, geralmente unida pelo centro da peça cm um elemento de transição entre o piso(alicerce) e a fundação, podendo ser este elemento de madeira, aço, ou concreto, conforme a ilustração A. Em nosso projeto será utilizado a junção de dois materiais o concreto e o bambu.

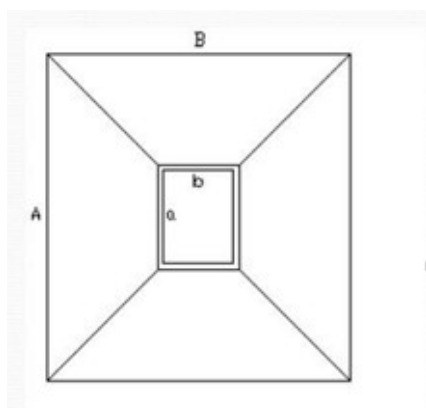


Figura 28 – Sapata vista ela por cima

Fonte: http://www.ecivilnet.com/calculos/volume_de_concreto_sapata.htm

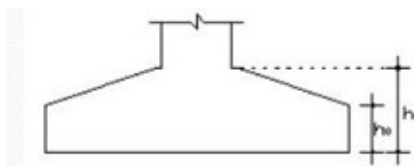


Figura 29 – Sapata vista lateral

Fonte: http://www.ecivilnet.com/calculos/volume_de_concreto_sapata.htm

Para execução da sapata isolada deve cavar um vala no local que deverá ficar a sapata de 60x60x60, depois deverá ser feito uma camada de brita 2, apiloando no fundo da vala para ficar compactada. Embaixo de toda sapata deverá, sempre, ser colocada uma camada de concreto magro 1:5:5 (1 balde de cimento, 5 de areia e 5 de pedra). É um concreto bem seco, sem função estrutural, que tem a finalidade de isolar o fundo da sapata para que o solo não absorva a água do concreto da fundação e deve ser nivelado, essa camada deve ter uns 5 cm de diâmetro. Deve ser observado se as laterais estão corretamente lisas para execução das sapatas, deve ser feito um monde da sapata para que ela fique conforme foi projetado e demarcação dos pilares, colocar a malha de ferro de ferro 5/16 já prevendo a barra que será usada no pilar.

O pilar é de bambu com aproximadamente de 1 m de comprimento e 15 cm de espessura concretado com concreto armado (é uma combinação da massa de concreto com uma barra de ferro 5/16), ou seja, dessa planta deverá ser retirado o colmo da planta para que ela seja melhor estruturada, a barra de ferro deve passar dentro da mesma e concretada. Após a cura do concreto que dura em media 28 dias, a estrutura de bambu será revestida com tubo de PVC evitando assim umidade na peça de bambu que pode ser causada pela chuva.

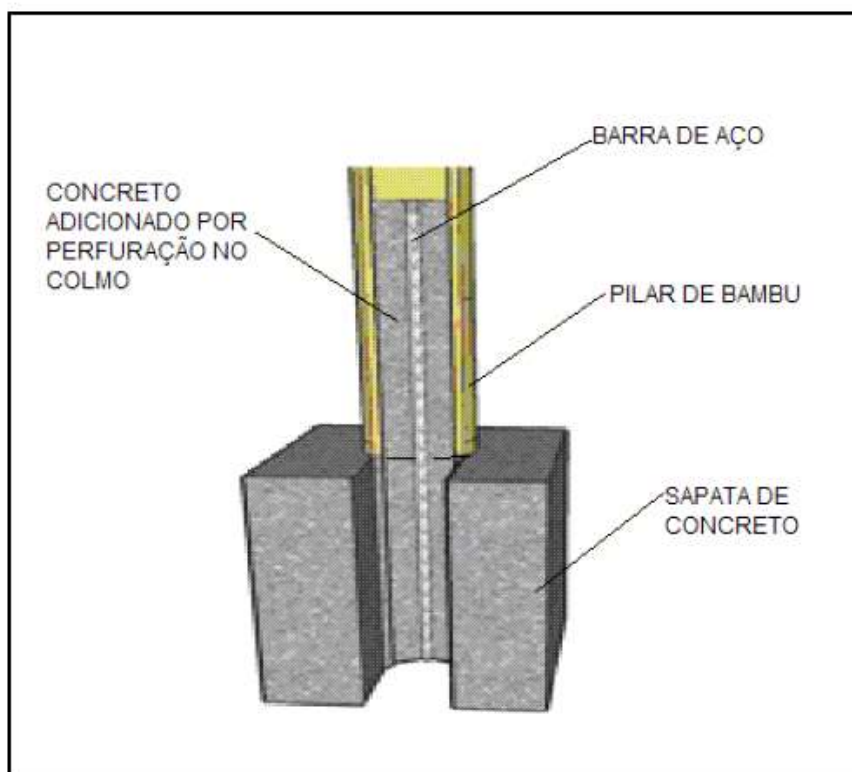


Figura 30 – Sapata cortada ao meio

Fonte: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf>

Em seguida será feito a cinta de amarração ou viga baldrame de 15x20cm que irá ser passada por todos os pontos que terão paredes, ou seja, a viga baldrame irá ficar em baixo das paredes, essa viga será feita com bambu cortados em meia cana utilizando 3 barras de ferro amarradas em triângulo, onde para cada estribo deve ter uma distancia de 15 cm, devendo tomar cuidado para as barras de ferro fiquem centralizadas no meio da peça, sendo assim concretada.

A laje elevada será feita com bambu cortado em meia cana contendo dentro duas barras de ferro 5/16, ao lado peças de EPS, será concretado.

Estrutura: Para realização do projeto a técnica utilizada para a estrutura será combinação de bambu com concreto armado. Os pilares serão feitos com a planta de bambu, sendo a espécie escolhida foi o “bambu gigante”

Dendrocalamus Giganteus, onde cada canto de parede será utilizado um pilar de bambu com uma barra de ferro 5/16 que está arramada desde a laje piso elevada, o mesmo será concretado com uma argamassa de cimento, areia e água.

Vedação: Para a vedação das paredes externas será utilizada a planta bambu cortadas ao meio, também chamada de meia cana, a amarração entre elas serão feitas com arame galvanizado numero 18, com exceção dos banheiros que serão feitos de alvenaria convencional de bloco cerâmico que será colocado com argamassa convencional (cimento, cal, areia e água). As paredes internas serão utilizada o sistema Drywall, consistindo de chapas de gesso aparafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado.

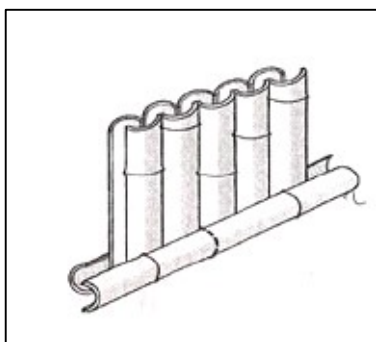


Figura 31 – Parede de bambu cortado em meia cana

Fonte: [https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-](https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf)

[Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf](https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf)



Figura 32 – Mostrando a colocação de uma parede de Drywall

Fonte: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf>

Cobertura: A estrutura será feita com o bambu inteiro amarrado aparafusadas com placas de aço galvanizado, aparte superior do telhado será realizada com bambu cortado em meia cana com os encaixes utilizando fios de aço galvanizado, a inclinação do telhado deve de no mínimo 35%.



Figura 33 – Telhado de bambu feito em meia cana

Fonte: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf>

Revestimento piso: A utilização de piso laminado de bambu, que consiste em piso de encaixe macho e fêmea que é coloca com a cola especificada por cada fabricante. Os pisos de bambu Strand Woven vêm com encaixe

especial click, nas seguintes dimensões: 1,4 cm de espessura, na largura de 12,5 cm, e comprimento único de 185 cm. Possui alta densidade e resistência comparada a fibras do aço. Nos banheiros será utilizado piso de mármore branco.



Figura 34 – Piso de bambu encaixe macho e fêmea

[http://www.ibizaacabamentos.com.br/piso-bambu-pisos-bambu.php&h=194&w=259&tbnid=PziG0L-](http://www.ibizaacabamentos.com.br/piso-bambu-pisos-bambu.php&h=194&w=259&tbnid=PziG0L-SegV9fM:&docid=bKiz9W9svvEPwM&ei=BhNbVuWBHY_jwgSbr5zoCQ&tbm=isch&ved=0ahUKEwjlnLb48rXJAhWPsZAKHZsXB50QMwgyKAEwAQ)

[SegV9fM:&docid=bKiz9W9svvEPwM&ei=BhNbVuWBHY_jwgSbr5zoCQ&tbm=isch&ved=0ahUKEwjlnLb48rXJAhWPsZAKHZsXB50QMwgyKAEwAQ](http://www.ibizaacabamentos.com.br/piso-bambu-pisos-bambu.php&h=194&w=259&tbnid=PziG0L-SegV9fM:&docid=bKiz9W9svvEPwM&ei=BhNbVuWBHY_jwgSbr5zoCQ&tbm=isch&ved=0ahUKEwjlnLb48rXJAhWPsZAKHZsXB50QMwgyKAEwAQ)



Figura 35 - Piso de bambu laminado

Fonte: <http://www.pisobambu.com/solid-horizontal-carbonized.html>

Revestimento de parede: A pintura utilizada na parte externa para cobrir, proteger e prolongar a vida útil da edificação será verniz, nas paredes internas

será pintada com tinta na cor gelo e terão textura de grafiato e haverá certas paredes que receberam textura e pintura diferenciadas.

No quarto masculino as paredes desde o piso até 1,10m receberam textura grafiato e pintura na cor azul celeste, logo após terá uma faixa de gesso de aproximadamente 10 cm, na parte superior da parede será pintada da cor branco gelo com textura de grafiato.

No banheiro masculino será usado pastilhas em formato de mosaico nas cores azul turquesa, branco e azul claro, na altura de 1,50m com espessura de 15 cm. As paredes serão revestidas de azulejo na cor azul turquesa, o teto será pintado de branco gelo.

No quarto feminino as paredes desde o piso até 1,10m receberam textura de grafiato e pintura na cor lilás, logo após terá uma faixa de gesso de aproximadamente 10 cm, na parte superior da parede será pintada da cor branco gelo com textura de grafiato.

No banheiro feminino será usado pastilhas em formato de mosaico nas cores violeta, branco e lilás, na altura de 1,50m com espessura de 15 cm. As paredes serão revestidas de azulejo na cor lilás, o teto será pintado de branco gelo.

A paredes da cozinha receberam azulejo na cor branca, na altura de 1,10 terão uma pastilha em formato de mosaico na cores marrom, branco e bege de 15 cm de diâmetro, o balcão receberá textura em mosaico de bambu trançado.

A sala serão pintadas em branco gelo com textura grafiato e em uma das paredes da sala receberá revestimento de bambu trançado, o resto da paredes receberá textura de grafiato na cor branco gelo.

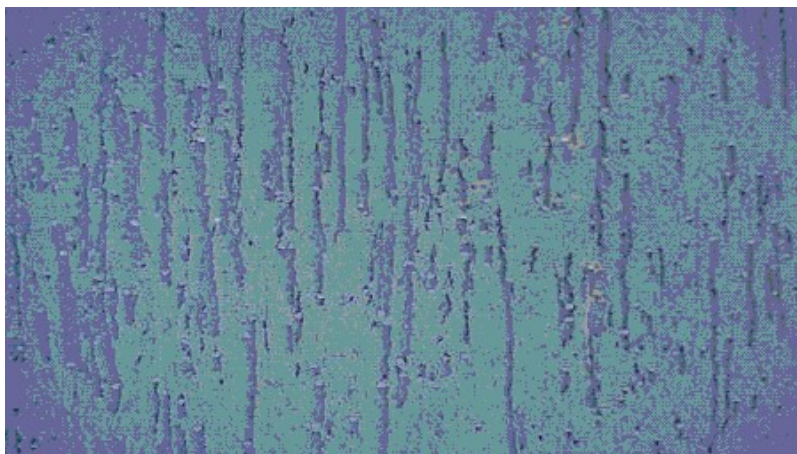


Figura 36 – Textura de grafiato

Fonte: <http://www.atacadaodastexturas.com.br/wp-content/uploads/2013/05/cinza-tostado.jpg> & imgrefurl=http://atacadaodastexturas.com.br/portfolios/cinza-tostado-2/&h=430&w=940&tbnid=Vu9Pgtnbb_euQM:&docid=wVjgxH4146i9AM&ei=bRRbVtiEN8HlwATF6YDoCA&tbm=isch&ved=0ahUKEwiY7-ej9LXJAhXBMpAKHcU0AI0QMwghKAUwBQ



Figura 37 - Exemplo para os banheiros

Fonte: <http://blog.casashow.com.br/um-toque-especial-no-banheiro-apostas-pastilhas/>

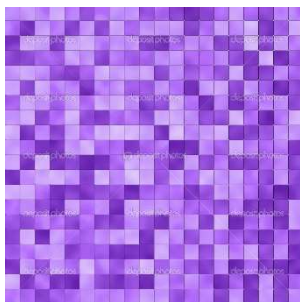


Figura 38 – Exemplo de mosaico para o banheiro feminino

Fonte: <http://pt.depositphotos.com/27476009/stock-photo-mosaic-in-shades-of-purple.html>

Forro: Será utilizado forro de bambu.



Figura 39- Forro de bambu em uma residência

Fonte: <http://www.kanelabambu.com.br/cobertura-de-bambu.html>

Elétrica: Os quartos terão 2 pontos de iluminação no teto, os banheiros com 2 pontos de iluminação um no teto outro em cima do espelho, a sala terá 2

pontos de iluminação no teto, a cozinha com 1 ponto de iluminação no teto, serão usadas lâmpadas fluorescentes.

O jardim de inverno receberá iluminação direcionada através de SPOT na árvore de baixo para cima e para iluminação do jardim vertical será usado 2 lâmpadas SPOT em ângulo de 45°, na área externa que fica atrás do alojamento será uma iluminação geral.

Cada quarto terá 3 tomadas TUG, 2 em cada banheiro, uma TUE para o chuveiro e uma TUG para uso geral. Na cozinha, será utilizado 3 tomadas TUG, na sala 4 tomadas TUG.

Maquete física: Execução da maquete física.

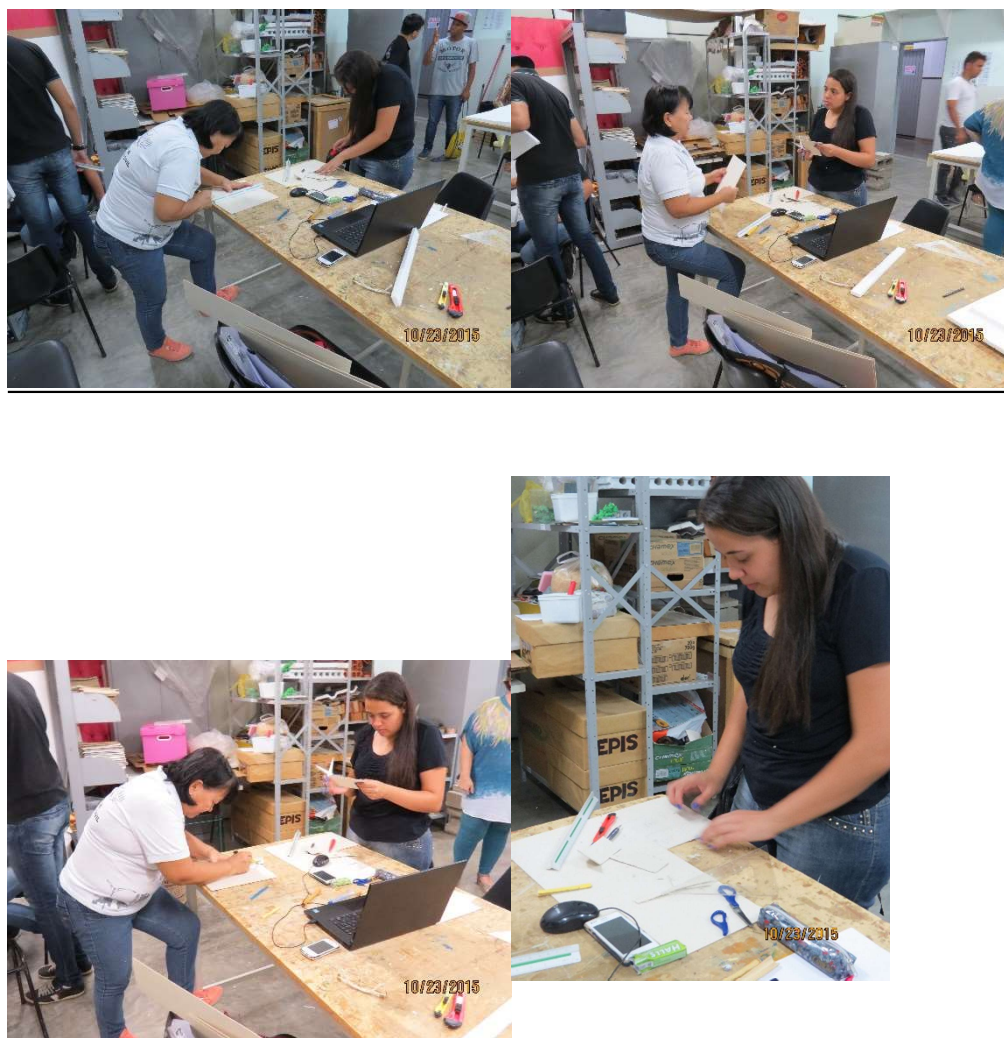


Figura 40 – O grupo de TCC executando a maquete



Figura 41 – Mostrando o material para execução da maquete



Figura 42 – Sapatas da maquete



Figura 43 – Viga baldrame



Figura 44 – Pilares feitos de bambu



Figura 45 – Paredes da maquete feitas de bambu



Figura 46 – Revestimento interno da maquete

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de alojamento dos professores atingiu quase todas as nossas expectativas, pois o objetivo principal era colocar o bambu como principal material construtivo, exploramos o bambu desde a fundação à revestimento.

O projeto do alojamento dos professores seria inviável devido ao fato do custo ser muito alto, entretanto o projeto trás para a nossa região um novo material, que vem ganhando seu espaço nas construções civis, por causa do seu plantio fácil e amadurecimento mais rápido que muitas espécies de madeira, além de ser mais leve e seu desempenho de tração é comparado com o aço.

Ao longo do tempo o custo deve vir decaindo com isso o projeto pode ser viável.

8. REFERÊNCIAS

<http://construfacilrj.com.br/fundacoes-e-sapatas/> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://creativeartdrywall.com.br/o-que-e-drywall/>. Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://enquantoisso.com/como-fazer-a-fundacao-tipos-de-terreno-e-dicas-de-baldrame-e-sapatas/> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://pedreiro.com.br/alvenarias-e-reboco/instalacao-de-parede-de-drywall-passo-a-passo/> Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml.
Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml
Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_234776.shtml?func=2 Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.apuama.org/bambu/preservacao/> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.atacadaodastexturas.com.br/wp-content/uploads/2013/05/cinza-tostado.jpg&imgrefurl=http://atacadaodastexturas.com.br/portfolios/cinza-tostado->

2/&h=430&w=940&tbnid=Vu9Pgtnbb_euQM:&docid=wVjgxH4146i9AM&ei=bR
RbVtiEN8HlwATF6YDoCA&tbn=isch&ved=0ahUKEwiY7-

ej9LXJAhXBMpAKHcU0AI0QMwghKAUwBQ Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.bambubrasileiro.com/info/plantio/8.html> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.brasilecola.com/quimica/aco.htm> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA0QAAE/sapata-isolada> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABXm8AF/aplicacao-bambu-imprimir?part=2>. Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://www.ecivilnet.com/calculos/volume_de_concreto_sapata.htm Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/tire-suas-duvidas-sobre-o-uso-do-bambu-na> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/tire-suas-duvidas-sobre-o-uso-do-bambu-na> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.ecoecompanhia.com/conhecendoamadeira/madeira> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.faperj.br/?id=2893.3.2> Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://www.fkct.com.br/dicas_para_fundacao.html Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://www.sempretops.com/wp-content/uploads/Modelos-de-Textura-e-Grafiato.jpg&imgrefurl=http://wladepinturas.blogspot.com/&h=255&w=450&tbid=qw1mJkCNxbpJHM:&docid=ZIVkD8WlxtkC9M&ei=mW0IVoLdHluKwgT196WYDQ&tbm=isch&ved=0CFMQMygwMDBqFQoTCMKN7NzJz8gCFQuFkAod9XsJ0w> Disponível até 15 de novembro de 2015.

http://www.ibizaacabamentos.com.br/piso-bambu-pisos-bambu.php&h=194&w=259&tbnid=PziG0L-SegV9fM:&docid=bKiz9W9svvEPwM&ei=BhNbVuWBHY_jwgSbr5zoCQ&tbm=isch&ved=0ahUKEwjLnLb48rXJAhWPsZAKHZsXB50QMwgyKAEwAQ Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.kanelabambu.com.br/historia.html> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.mundodastribos.com/drywall-o-que-e-vantagens-desvantagens.html> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.pisobambu.com/solid-horizontal-carbonized.html> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.placo.com.br/produtos-drywall/componentes-drywall/placas-drywall/placas-drywall.asp> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<http://www.portalecodesign.com.br/blog/?nome=&records=&pag=3&order=0&type=1&pagnum=10&nomex=> Disponível até 15 de novembro de 2015.

<https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/roberval-braz-padovan.pdf> Disponível até 15 de novembro de 2015.

JAYANETTI, D. L.; FOLLETT, P. R. Bamboo in construction: an introduction. Ed. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Colombia: TRADATechnology Limited, Department for International, Development (DFID), 1998.

9. APÊNDICES

9.1 Questionário feito com os professores

1. Sexo:

() Feminino () Masculino

2. Caso construísse um alojamento na escola para os professores você usaria?

() Sim () Não () Talvez

3. Em que cidade você mora?

() Tupã () Bastos () Osvaldo Cruz () Herculândia () Outra
Qual? _____

4. Para qual o tipo de uso seria o alojamento?

() Lazer () Descanso () Outros

5. Em sua opinião, o que deveria conter neste alojamento?

() Quarto () Banheiro () Cozinha () Sala com TV () Sala de jogos () Outros
Quais? _____

9.2 Imagens do Skertchup

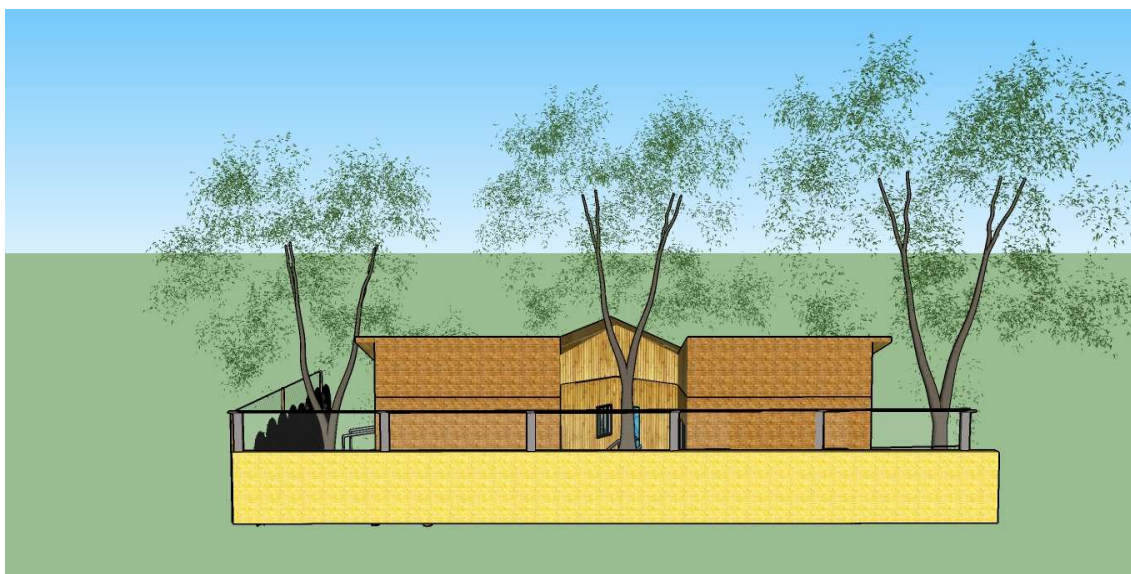


Figura 46 – Vista lateral



Figura 47 – Vista Frontal

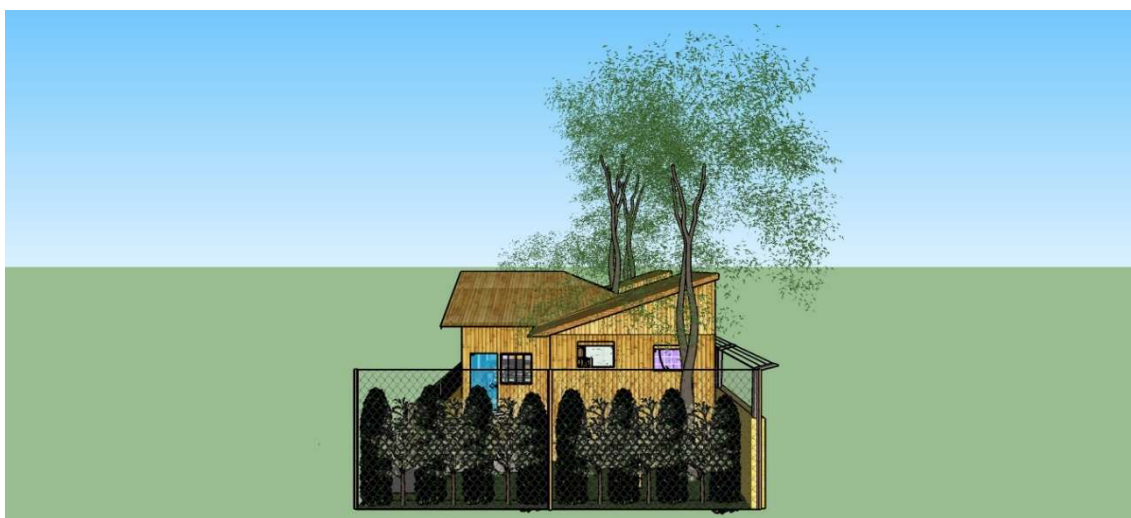


Figura 48 – Vista da cerca viva



Figura 49 – Lateral virada para a ETEC Massyyuki Kawano



Figura 50 – Vista da maquete eletrônica por cima

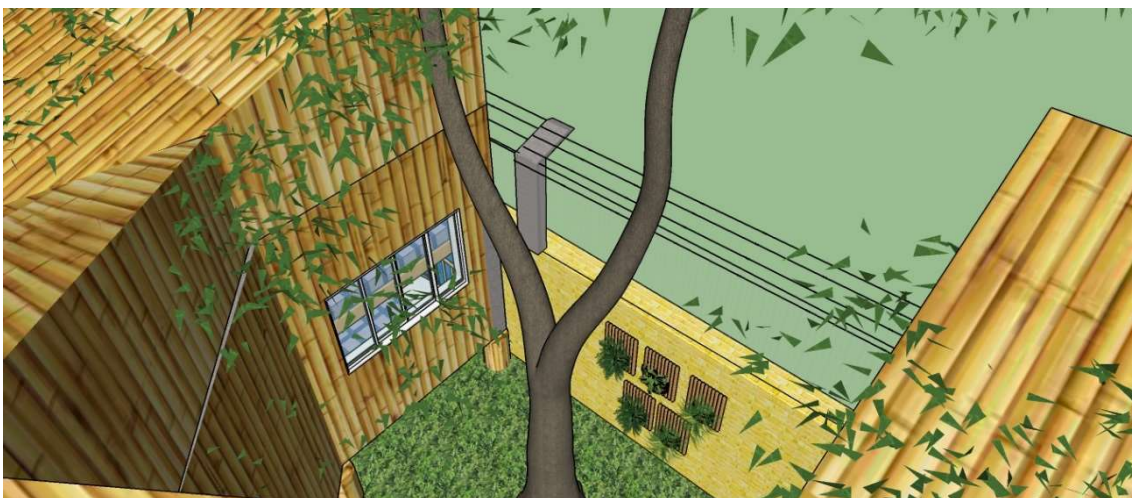


Figura 51 – Vista do jardim de inverno



Figura 52 – Quarto feminino



Figura 53 – Quarto masculino



Figura 54 – Quarto feminino



Figura 55 – Vista da sala e cozinha