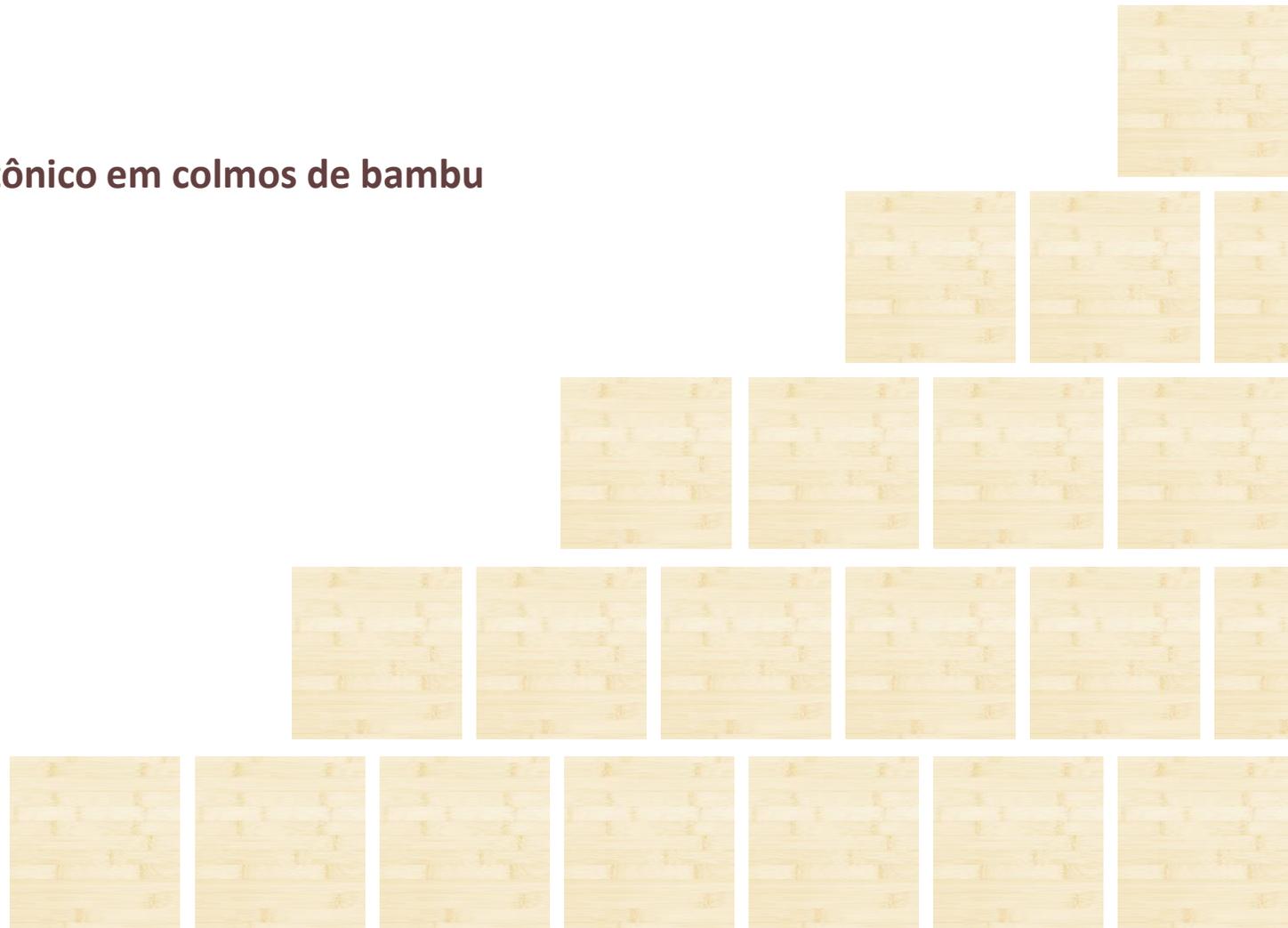




Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Disciplina: Estágio Supervisionado I

Orientadora: Germana Rocha
Aluno:
Kauan Mateus Leodegário Silva

Delimitadores do espaço arquitetônico em colmos de bambu laminado colado (BLC).



Sumário

1. Introdução	3
2. O bambu	4
2.1. Usos	4
2.2. Tipos de tratamento	6
3. Bambu laminado colado (BLC)	7
3.1. Processos de laminação	7
3.2. BLC como elemento de vedação	8
4. Proposta de elementos de vedação	9
4.1. Protótipo desenvolvido	12
5. Considerações finais	13
6. Referências	14

1. Introdução

É crescente o uso do bambu como matéria prima na indústria, principalmente em países desenvolvidos, como a China. A sua versatilidade permite o seu emprego não apenas para produtos utilitários (utensílios de cozinhas, pequenos objetos, etc.), mas, igualmente para a produção de elementos arquiteturais como elementos de vedação: esquadrias, telhas, forros, pisos, brises e divisórias; e mesmo estruturais: ripas, caibros de coberturas, vigas, pilares. E isso, de acordo com Almeida (2017), se deve ao ressurgimento do bambu no mundo globalizado.

Ademais, as pesquisas desenvolvidas no Brasil nos últimos anos contribuem para consolidar o mercado e a cadeia produtiva do bambu no país, com seu potencial construtivo e diversidade de aplicações.

Com isso, considerando a importância de se investigar no curso de Arquitetura e Urbanismo materiais e técnicas não convencionais e com potencial ecoeficiente, este trabalho realizou um estudo sobre o uso do bambu após processo de laminação, ou seja, do bambu laminado colado (BLC) e sua aplicação nos planos delimitadores do espaço arquitetural, como matéria expressiva e solução técnica em elementos de vedação: paredes, pisos, forros, tetos, divisórias, esquadrias. Por fim, foram elaboradas propostas de delimitadores de espaço arquitetônico a partir do BLC. As principais atividades de pesquisa estão direcionadas para a questão da sustentabilidade ambiental no que tange aos processos construtivos que utilizam materiais de baixo impacto ambiental, no caso, o bambu.

2. O bambu

Os colmos do bambu, pertencente a família das gramíneas, são constituídos por nós, entrenós e vazios no interior dos entrenós (Figura 01). Tal composição estrutural favorece uma elevada resistência físico-mecânica, leveza e flexibilidade aos colmos, sendo suas fibras responsáveis pela resistência (RIVERO, 2003 apud AZZINI et al, 1997). De acordo com Rivero (2003), é classificado de dois tipos de acordo com a forma do seu crescimento: entoucerantes, com rizomas curtos e grossos com gemas laterais que se desenvolvem em novos rizomas e colmos (como os gêneros *Guadua* e *Dendrocalamus*); e os alastrantes, com uma grande quantidade de rizomas que se desenvolvem no solo (como o gênero *Phyllostachys*).

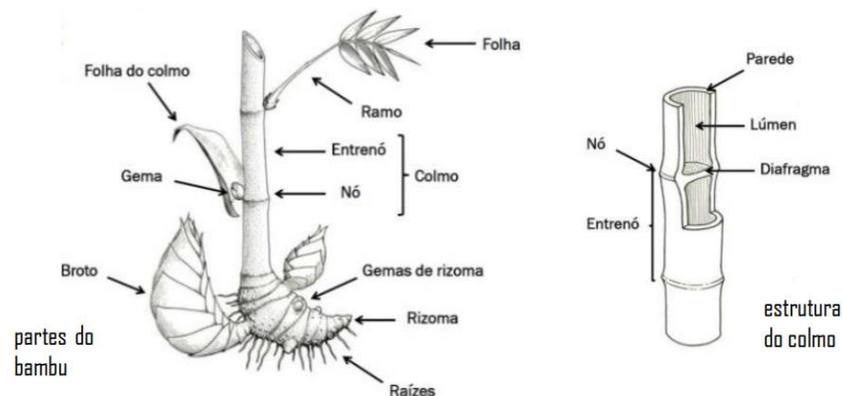


Figura 01: Constituição do bambu. Fonte: ARANDA JÚNIOR, 2014.

O bambu se desenvolve, predominantemente, em regiões de clima tropical (BOOGARD, 2016), e quando comparado às madeiras de reflorestamento, apresenta vantagens como a sua versatilidade (PAES et al, 2010), sendo utilizado para diversos fins, como elementos estruturais e fabricação de móveis (ROSA, 2013); e a sua alta taxa de crescimento. Segundo Shrestha e Crews (2014), o bambu leva de 3 a 6 anos para o seu amadurecimento completo, chegando a um crescimento diário de até um metro.

No Brasil visualiza-se também o favorecimento de uma produção em larga escala, principalmente pelo clima tropical e subtropical, além das vastas áreas existentes para o plantio (MOIZES, 2007). Ademais, pesquisas realizadas no país impulsionam ainda mais a sua utilização.

Outrossim, dependendo das práticas de manejo, condições climáticas e espécies, o bambu apresenta grande potencial de redução das emissões de carbono. Se o colmo for colhido no período de crescimento correto, geralmente entre 4 e 5 anos, e transformado em um produto sustentável e durável, o carbono é retido no material enquanto estiver sendo utilizado. Além disso, quando o material feito de bambu substitui materiais de construção, como PVC e alumínio, evita-se a grande quantidade de CO₂ emitidos pelo processamento de tais materiais, o que é conhecido como efeito de substituição (LUGT; THANGLONG; KING, 2018).

2.1 Usos

A versatilidade do bambu propicia uma gama de possibilidades para a sua utilização, desde a forma natural do colmo como elemento construtivo à produtos mais aprimorados, com técnicas de refinamento de tal matéria prima.

Os colmos de bambu são utilizados em projetos de diversas tipologias, geralmente em forma de pilares e vigas, conformando cobertas e elementos de vedação. O escritório vietnamita VTN Architects é famoso por seus complexos projetos com o emprego do bambu, como o Restaurante Son La (Figura 02). Construído em 2014 na Província de Son La, Vietnã, os arquitetos estruturaram uma coberta, que integra o espaço comum aos privados, com colunas e vigas de colmos de bambu tensionados e interligados.



Figura 02: Restaurante Son La. Fonte: www.vtnarchitects.net

Ademais, produtos utilitários em geral também podem ser confeccionados a partir do colmo do bambu. A empresa brasileira TaoBambu, comercializa utensílios para escritório, como porta lápis, mousepad e caixa de som rústicas, utilitários domésticos, como colheres e canudos, e brinquedos educativos. Além dos próprios colmos já tratados, das espécies *Phyllostachys Pubescens* (Mosso) e *Phyllostachys Aurea* (Cana da Índia). Como visto na Figura 03:



Figura 03: Produtos. Fonte: www.taobambu.com.br

Outra maneira de utilização do bambu é na forma de painéis prensados. O bambu laminado colado (BLC), assim denominado, é constituído de ripas extraídas dos colmos coladas entre si, tal processo cria ainda mais possibilidades de uso de tal matéria prima.

Segundo Rosa (2013), uma das aplicações exequíveis é na indústria moveleira, onde a descoberta de novos materiais que podem ser empregados tende a substituir gradativamente a madeira em função da sua escassez. Com isso, o BLC surge com potencial para substituição gradativa.

Empresas como a marca norte-americana Hedesa, com filial em Santa Catarina, comercializa chapas importadas de bambu (Figura 04), com dimensões de 2 metros de comprimento por 0,6 metros de largura, e espessuras de 5 e 3 milímetros. Que podem ser utilizadas para confecção de móveis, bancadas, revestimento de parede, entre outras possibilidades.



Figura 04: Chapas de bambu. Fonte: www.hedesa.com.br

Outrossim, os fechamentos verticais feitos com tais painéis de bambu podem ser projetados e executados de diversas maneiras, com técnicas construtivas distintas, até mesmo em conjunto com outros materiais. Eles podem utilizar: apenas bambu; bambu e madeira; bambu, madeira e cimento; bambu e cimento; bambu, madeira e solo estabilizado; bambu e solo estabilizado (MOIZES, 2007).

Porém, mesmo com toda sua versatilidade, a baixa durabilidade do bambu em condições naturais acaba por dificultar o seu impulsionamento como matéria prima em alguns países que não tem a cultura de seu uso. Mas com o tratamento adequado, uma maior durabilidade é assegurada, o que acaba por fomentar a cadeia produtiva. Na construção civil, principalmente, matérias mais sustentáveis são sempre bem vindos.

2.2 Tipos de tratamento

Embora o bambu seja um material com alta resistência mecânica (BOOGARD, 2016), a sua durabilidade em condições naturais é de aproximadamente 2 (dois) anos devido a algumas variáveis como a presença do amido, que por sua vez favorece o ataque de agentes biológicos. Por isso o tratamento é algo indispensável para assegurar uma maior durabilidade.

De acordo com Rivero (2003) e Beraldo (2019), a presença de amido é comprovadamente o ponto fraco do bambu, por estar relacionada com o ataque do caruncho (*Dinoderus minutus*), e a maioria das espécies de bambu apresenta baixa durabilidade natural ao ataque de organismos xilófagos. Ademais, quando exposto às intempéries e quando em permanente contato com a umidade do solo, o bambu torna-se alvo do ataque de fungos (Figura 05).



Figura 05: Colmos atacados. Fontes, respectivamente: BERALDO, 2019; agrobambu.blogspot.com; pt.dreamstime.com.

Com isso, “[...] independentemente da espécie de bambu utilizada, o primeiro cuidado a ser tomado chama-se “proteção por projeto”” (BERALDO, 2019). O tratamento deve ser eficiente para tornar o bambu resistente aos ataques, e alguns fatores interferem no resultado, como: a espécie do bambu, a idade do colmo, a concentração do preservativo a ser adotado, a duração do tratamento, entre outros.

Além de tratamentos naturais, como a cura no bambuzal e a imersão em água (para redução ou eliminação do amido), podem ser utilizados tratamentos químicos, que são mais eficientes, com a aplicação de produtos oleosos, hidrossolúveis (imersão em sais) e sob pressão, no autoclave com solução hidrossolúvel (BERALDO, 2019). Vistos na Figura 06:



Figura 06: Cura no bambuzal (1), Autoclave (2), Imersão (3). Fontes, respectivamente: cbhmacae.eco.br; www.bambu.wiki.br; bambusa.es.

Segundo Beraldo (2019), na cura no bambuzal, os colmos são cortados e deixados para secar na própria touceira, por cerca de 20 dias (não é muito eficiente). No tratamento por imersão em água, são submersos em água para reduzir o teor de amido por meio de fermentação biológica anaeróbica, em um período de 4 a 7 semanas; utilizando sais (tratamento químico hidrossolúvel), de 2 a 4 semanas em temperatura ambiente. Os sais mais utilizados são: sulfato de cobre ou de zinco e ácido bórico. No autoclave, o bambu pode ser tratado em forma de ripa ou roliço, com furos entre os nós nesse último.

3. Bambu Laminado Colado (BLC)

Os painéis laminados colados são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação, que são aglutinadas pela ação de pressão e temperatura, com uso de resinas em alguns casos. Esse tipo de produto pode substituir a madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis, pisos e embalagens (ROSA, 2013 apud MATTOS et al, 2008).

Esta, é uma das formas que o bambu é utilizado em países desenvolvidos, através da laminação de seus colmos, resultando em de painéis laminados colados (Figura 07). Tal processo favorece a sua aplicabilidade em elementos de vedação da forma arquitetônica como parede, piso, teto e esquadrias (LEWIS; SHRESTHA; CREWS, 2014), alguns dos principais componentes construtivos das edificações (MOIZES, 2007). A China e Japão são os países que detêm o maior número de fábricas e de tecnologia para a fabricação do laminado colado de bambu (RIVERO, 2003).



Figura 07: Painéis de BLC. Fontes, respectivamente: www.ukbamboo.com; www.roarokit.ca.

De acordo com Moizes (2007), estruturalmente os painéis podem ter uma ou mais camadas, com diferentes formatos, direções e disposições das ripas, lâminas ou tiras.

Os painéis mais utilizados e fabricados são: lâminas de bambu trançadas e sobrepostas, denominadas contraplacado, painéis de partículas de bambu e painéis com lâminas de bambu serradas, aplainadas e coladas (o BLC). Esse material pode ser utilizado na fabricação de painéis divisórios, forros, pisos, molduras, esquadrias, móveis e revestimento (RIVERO, 2003).

Nos painéis à base de bambu, os processos de fabricação dependerão do formato da matéria-prima utilizada (lâminas, ripas, flocos ou fibras) e do tipo de aplicação, que irá definir o produto final. Em seu trabalho, Moizes (2007), relata as etapas desses processos para a fabricação dos painéis, resumem-se em:

- 1- Cortes dos colmos (transversais e longitudinais);
- 2- Imersão em tanques para tratamento de imunização;
- 3- Colagem e disposição das peças;
- 4- Processamento das peças;
- 5- Acabamentos superficiais.

3.1 Processo de laminação

Para a confecção do BLC, após a extração na touceira, os colmos devem ser cortados em taliscas com a dimensão desejada, e as camadas internas e externas dos colmos devem ser removidas, passando por um beneficiamento em equipamentos específicos (ROSA et al, 2016). No processo de colagem, a camada interna deve ser colada com camada externa das taliscas, evitando ruptura na região com resistência menor - interna com interna (ROSA, 2013). Tal processo pode ser visto abaixo na figura 08:

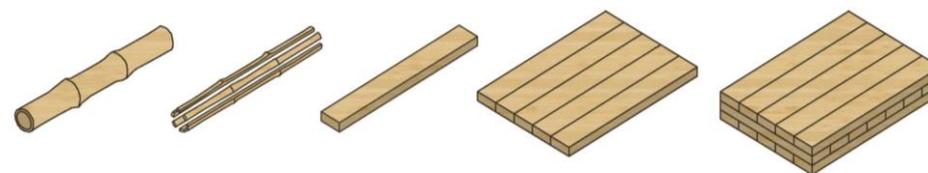


Figura 08: Processo de laminação do bambu. Fonte: CAO, 2020

Rivero (2003) e Moizes (2007), seguem esses mesmos passos para o processo de laminação em seus trabalhos. Na figura 09 podem ser vistas as etapas desenvolvidas por Moizes (2007): corte das taliscas com auxílio de serra circular (1 e 2), retirada das protuberâncias dos nós (3), usinagem das taliscas (4) e as taliscas já beneficiadas (5). A figura 10 apresenta um esquema de Rivero (2003), que demonstra a retirada das faces interna e externa da talisca através da usinagem.



Figura 09: Processo de laminação do bambu. Fonte: MOIZES, 2007.

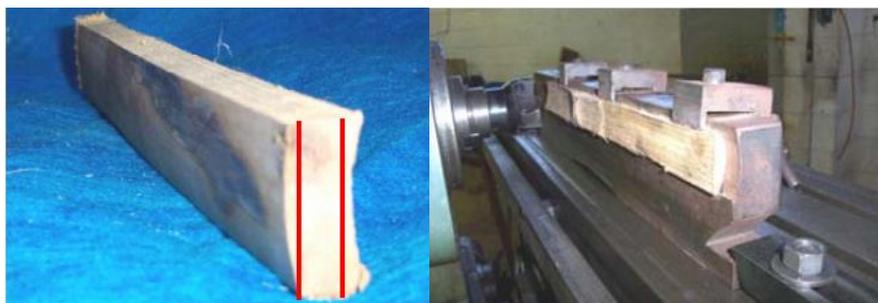


Figura 10: Usinagem da talisca. Fonte: RIVERO, 2003.

3.2 BLC como elemento de vedação

Os BLCs podem ser empregados para diversos fins que substituem a madeira, tais como, portas, janelas, esquadrias, parte interna e externa de móveis, vigas, colunas, pisos e forros (ROSA, 2013). Diversas empresas no mundo, principalmente em países industrializados, já trabalham com tais elementos arquitetônicos produzidos a partir do BLC.

A empresa MOSO, que tem escritórios espalhados pelo mundo, fabrica diversos produtos de BLC, como decks (Figura 11), vigas, revestimentos de fachadas e cobertas. São soluções que podem ser utilizadas até mesmo em mobiliários, como pode ser visto na figura 12.



Figura 11: Deck de bambu. Fonte: www.moso-bamboo.com.



Figura 12: Bancos com BLC. Fonte: www.moso-bamboo.com.

No projeto da residência do design Osiris Hertman (Figura 13), localizada em reserva natural holandesa, o *Bamboo X-treme*, produto da empresa MOSO, foi utilizado como elementos de revestimento de fachada. São régua maciças de bambu para aplicação exterior, que passam por um processo de tratamento que aumenta a estabilidade, densidade e dureza, tendo conseqüentemente uma durabilidade maior. Sendo também resistente ao fogo e possui garantia de 25 anos.



Figura 13: Residência de Osiris Hertman. Fonte: www.moso-bamboo.com.

Outro projeto que utiliza-se do BLC é a Casa Kunming Integer, da Oval Parthnership, construída no ano de 2009 na Província de Yunnan, China.

Segundo os desenvolvedores do projeto, foi primeira casa de bambu laminado de vários andares do mundo, possuindo dois andares. Além de toda estrutura de vedação, painéis de parede externo e interno, piso e forro do teto, até o mobiliário foi feito com o bambu laminado colado (Figura 14).

As estruturas de bambu são leves e resistentes, além de todas as vantagens por ser um material dito por muitos como o mais ecológico. E como pode ser visto, pode ser utilizado de diversas maneiras como elemento de vedação, e demais produtos propícios.



Figura 14: Casa Kunming Integer. Fonte: www.ovalpartnership.com.

4. Propostas de elementos de vedação

Diante desse panorama acerca do bambu laminado colado, buscou-se explorar propostas de elementos arquiteturais que tenham uma função de vedação. Elementos que funcionem como uma certa barreira visual com propósito de dividir ambientes, sem barrar entrada de luz ou ventilação.

Uma das diretrizes seguidas na concepção das soluções foi o emprego da modularização, pois facilita os processos de fabricação e montagem, além de propiciar arranjos esteticamente mais expressivos.

Alguns componentes de projetos correlatos foram analisados com intuito de direcionar as ideias de como trabalhar os módulos, porém com a utilização do BLC predominantemente como matéria prima. Dentre o elementos dos projetos estudados se destacam: os brises de pedra de encaixe da Casa Kimball, desenvolvidos pelo Rangr Studio em 2009, na República Dominicana (Figura 15); os brises de madeira estruturado em hastes de metal, do projeto do ano de 2017 *The Abacus House*, do StudioXS, localizado em Bangalore (Figura 16); e o painel de madeira vazado desenhado pela arquiteta Patrícia Netto, que divide ambientes integrados (Figura 17).



Figura 15: Brise de Pedra, Casa Kimball. Fonte: www.rangr.com



Figura 16: The Abacus House. Fonte: www.archdaily.com

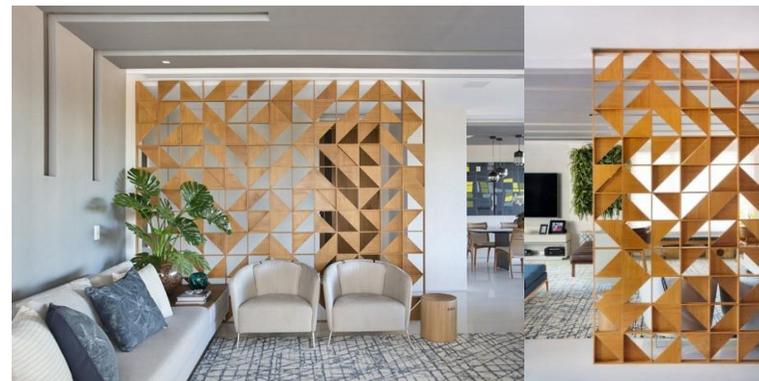


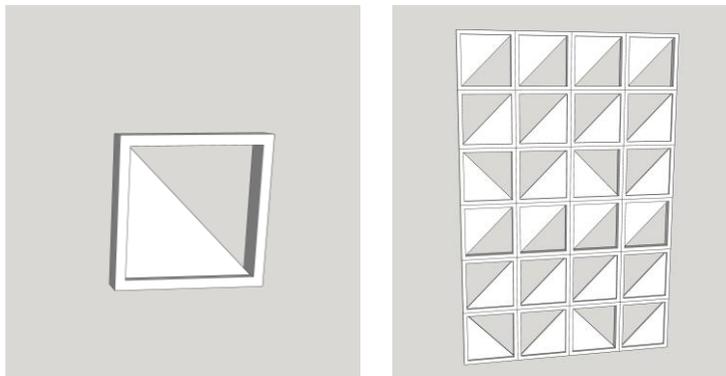
Figura 17: Brise de madeira vazado. Fonte: revistacasaejardim.globo.com

Por conseguinte, as propostas de arranjos passaram a serem desenvolvidas com auxílio do programa Sketchup, sendo cinco no total. O intuito é selecionar um desses protótipos para ser elaborado melhor, com especificações de produção e montagem. Tais propostas, em BLC, podem ser observadas a seguir:

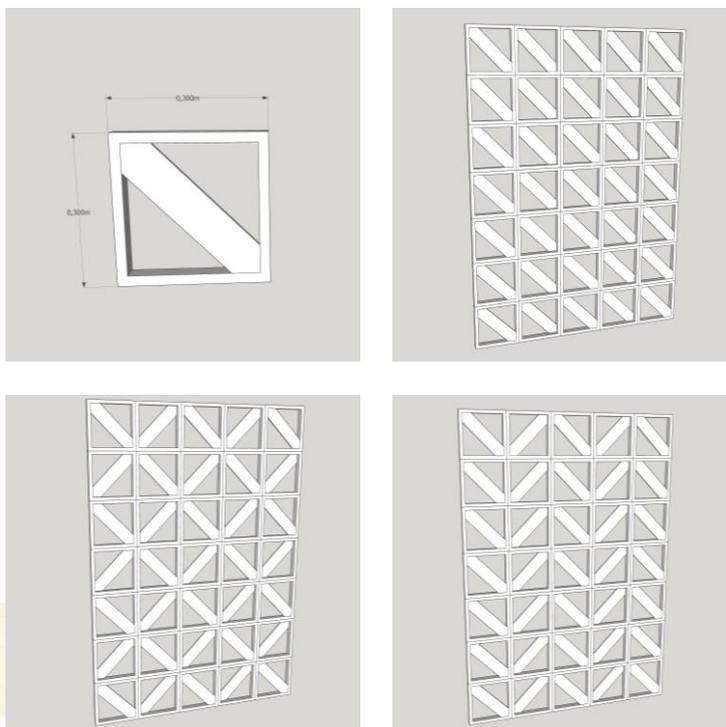
Proposta 01 – Em forma de taliscas (verticais ou horizontais), com repetição de elementos e estruturado com hastes metálicas. Com extremidades retas ou arredondadas.



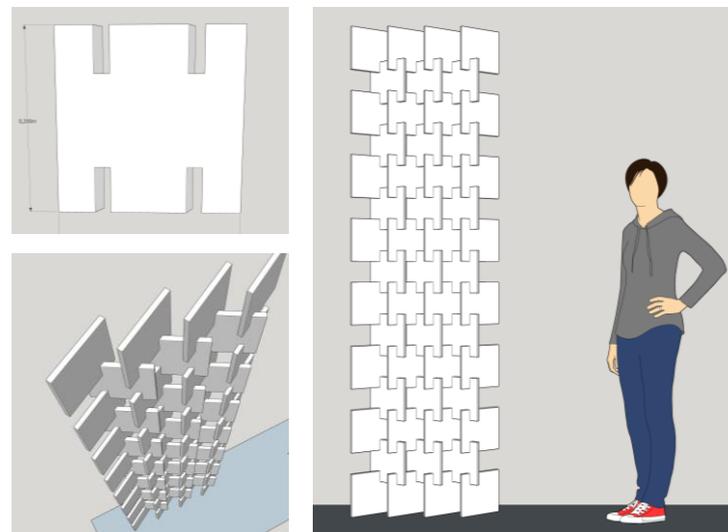
Proposta 02 – Módulos de painéis vazados. Propicia desenhos diferentes a partir do sentido de montagem.



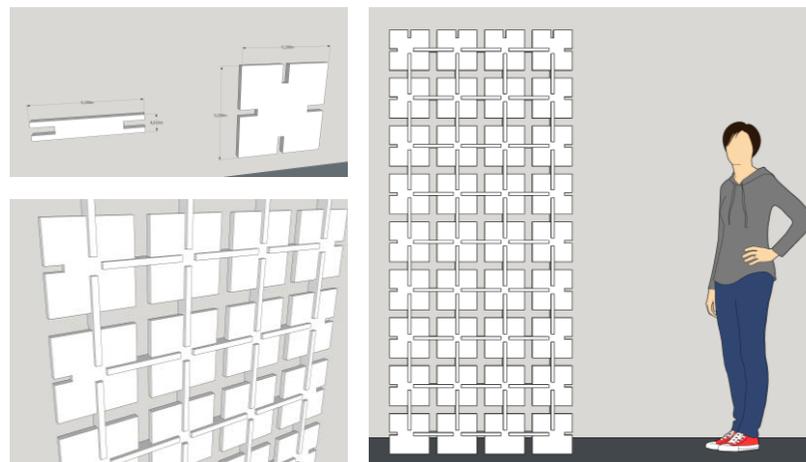
Proposta 03 – Módulos de painéis vazados, com peça em diagonal. Propicia desenhos diferentes a partir do sentido de montagem.



Proposta 04 – Módulos de encaixe a partir de placas de BLC.



Proposta 05 – Módulos de encaixe de dois tipos



A proposta 04 se mostrou mais relevante, uma vez que, com as placas de encaixe, não necessita de outros materiais para a sua estruturação. Esse aspecto agrega ao valor sustentável do bambu. Além da expressividade da forma elaborada.

4.1. Protótipo desenvolvido

A partir da proposta 04, foi desenvolvido um protótipo de elemento arquitetônico de vedação de bambu laminado colado (Figura 20), com auxílio do programa Sketchup.

Buscou-se trabalhar com elementos modulares de encaixe, com dimensão de 20x20x1,5 centímetros (altura, largura e espessura, respectivamente) e de 20x6x1,5 centímetros, para fixação no piso e teto. O encaixe minimiza a utilização de outras matérias para a conformação do elemento de vedação, e permite ainda uma flexibilidade maior na disposição no espaço. Para cada protótipo são necessárias 24 taliscas com dimensões de acordo com as produzidas neste trabalho.

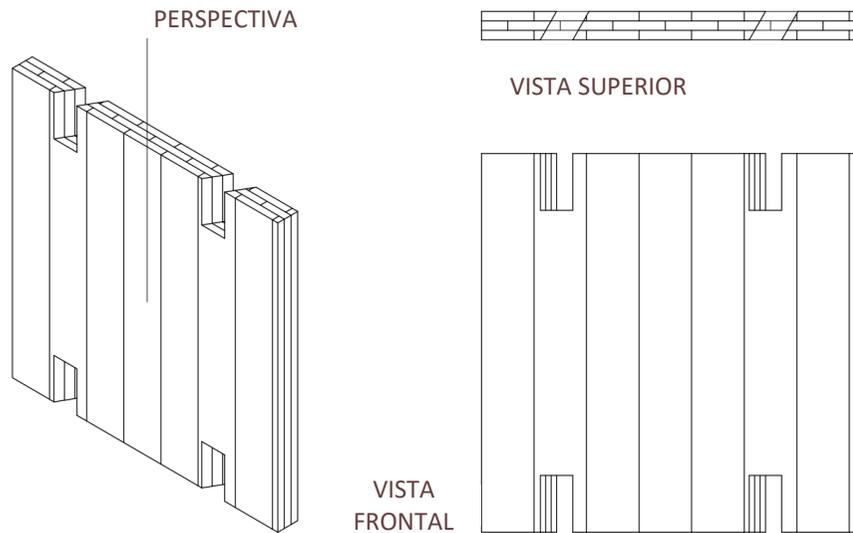


Figura 18: Vistas do protótipo. Fonte: Acervo próprio, extraído do Sketchup.

O esquema de encaixe e perspectivas das peças pode ser observado na Figura 21. O módulo menor pode ser fixado no piso ou teto através de dois orifícios presentes nos recortes de encaixe, com parafuso de cabeça chata philips de 5x7 mm. Tais recortes apresentam ângulo de 30 graus, propiciando um arranjo escalonado no painel de vedação. Na figura 22 pode ser visto uma proposta de uso para o protótipo.

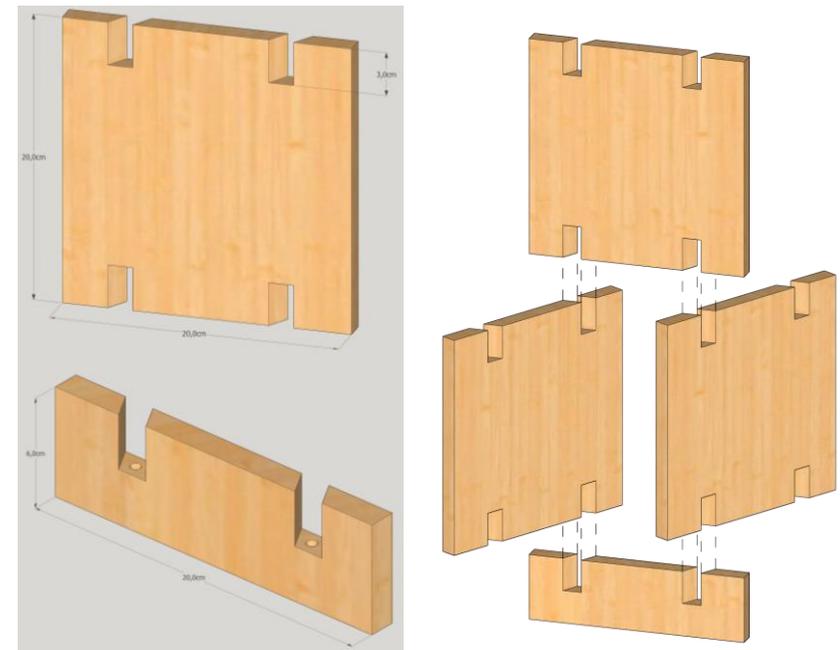


Figura 19: Esquema de encaixe. Fonte: Acervo próprio, extraído do Sketchup.

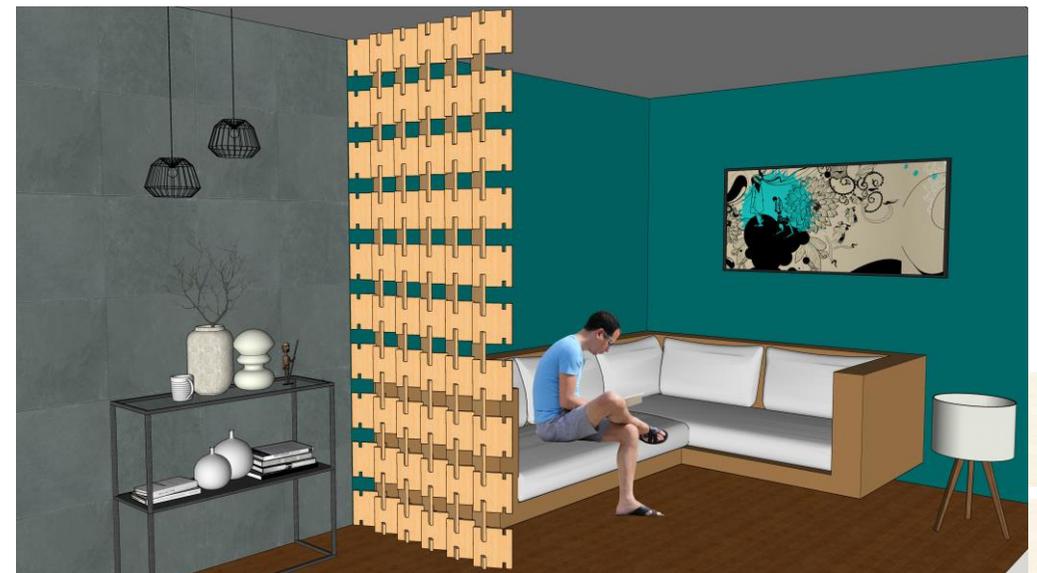


Figura 20: Proposta de uso. Fonte: Acervo próprio extraído do Sketchup.

5. Considerações finais

Em suma, foram levantadas diversas informações a respeito da utilização do bambu como elemento de vedação, sobretudo na forma de BLC. Além da importância do seu tratamento, o que assegura uma durabilidade maior a tal material.

Outrossim, foi possível perceber que o BLC amplia ainda mais a potencialidade do bambu como matéria expressiva e solução técnica arquitetural. Diversas soluções, como decks, forros, divisórias e elementos estruturais, explorados neste trabalho, foram propiciados através desta técnica de conformação do material em estudo.

Além disso, a proposta modularizada de delimitador de espaços com placas de bambu laminado colado, desenvolvida no Sketchup, exemplificou um modo exequível de utilização do BLC.

Por fim, o estudo de materiais e técnicas não convencionais que trazem consigo a sustentabilidade é de grande valia para a construção civil, pois ajudam a diminuir o impacto ambiental dos processos construtivos. Tais pesquisas contribuem para a consolidação da cadeia produtiva no Brasil, e quanto mais difundida mais sustentável será a sua utilização. O uso do bambu laminado colado então, em detrimento de todas as suas características, se mostrou bastante satisfatório.

6. Referências

ALMEIDA, J.G. **Bambu como insumo industrial no Brasil**: reflexão sobre o papel da pesquisa na produção do bambu laminado colado (BaLC). In.: Bambus no Brasil: da Biologia à Tecnologia. Org. Patrícia M.Drumond, Guilherme Wiedman. 1.ed – Rio de Janeiro: ICH, 2017. (p. 439-455)

ARANDA JÚNIOR, M. L. **Elaboração de cartilha para montagem de cobertura em bambu para moradias rurais**. Dissertação (mestrado profissional). Programa de Pós-graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2014.

BERALDO, Antonio L. **Preservação do Bambu**. Apostila sobre o tratamento do bambu: teoria e prática. Apuama. 2019. Disponível em: <<http://apuama.org/wp-content/uploads/2019/03/Apostila-Tratamento-do-bambu.pdf>>. Acesso em: 19 de Julho de 2020.

BOOGARD, Raquel Van Den. **Estudo da viabilidade técnica do uso do bambu laminado colado na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

CAO, Lilly. **Quão eficiente é o Bambu para aplicações estruturais?** [How Effective is Laminated Bamboo for Structural Applications?]. Tradução de Souza, Eduardo. ArchDaily Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/934550/quao-eficiente-e-o-bambu-para-aplicacoes-estruturais>> Acesso em: 27 de Junho de 2021. ISSN 0719-8906

LEWIS, K; SHRESTHA, R; CREWS, KI. **Introduction to cross laminated timber and development of design procedures for Australia and New Zealand**. in ST Smith (ed.), 23rd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM23), vol. I, Byron Bay, NSW, 9-12 December, Southern Cross University, Lismore, NSW, pp. 601-606. Byron Bay, 2014. ISBN: 9780994152008.

LIMA, Douglas Mateus de. **Bambu laminado colado (Dendrocalamus giganteus) aplicado à treliça plana tipo Howe e à viga retangular**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2013.

LUGT, Pablo van der. THANGLONG, Trinh. KING, Charlotte. **Carbon sequestration and carbon emissions reduction through bamboo forests and products**. International Bamboo and Rattan Organisation (INBAR). Beijing, 2018.

MOIZÉS, Fábio Alexandre. **Painéis de Bambu, uso e aplicações**: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2007.

PAES, J. B.; OLIVEIRA, A. K. F. de; LEAL, A. F.; NASCIMENTO, J. W. B. do. **Caracterização e aspecto de um piso confeccionado com bambu**. Ciência da Madeira, v. 01, n. 01, p. 52-67. Pelotas, 2010. ISSN: 2177-6830

RIVERO, Lourdes Abbade. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2003.

ROSA, Rafael Amorim. **Caracterização do bambu laminado colado como alternativa tecnológica industrial**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, 2013.

ROSA, R. A.; PAES, J. B.; SEGUNDINHO, P. G. de A.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, A. K. F. de. **Influências da espécie, tratamento preservativo e adesivos nas propriedades físicas do bambu laminado colado**. Ciência Florestal, v. 26, n. 3, p. 913-924. Santa Maria, 2016. ISSN: 0103-9954

SHRESTHA, R.; CREWS, KI. **Development of engineered bamboo using a low tech method**. in ST Smith (ed.), 23rd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM23), vol. I, NSW, 9-12 December, Southern Cross University, Lismore, NSW, pp. 613-618. Byron Bay, 2014. ISBN: 9780994152008