



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU RESIDÊNCIA EM
PRÁTICAS AGRÍCOLAS, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL**

ANASTÁCIA PERCI CAMPOS DE ALMEIDA

**USO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO DE GALPÃO PARA PÓS-
COLHEITA DE BANANA**

ANASTÁCIA PERCI CAMPOS DE ALMEIDA

**USO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO DE GALPÃO PARA PÓS-
COLHEITA DE BANANA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Lato Sensu Curso de Residência em Práticas Agrícolas e Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural.

Orientadora: Prof^a Dr^a Daiane Cecchin

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Roberta Jimenez de Almeida Rigueira

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE
Gerada com informações fornecidas pelo autor

A447u Almeida, Anastácia Perci Campos de
USO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO DE GALPÃO PARA PÓS- COLHEITA DE
BANANA / Anastácia Perci Campos de Almeida. - 2022.
48 f.: il.

Orientador: Daiane Cecchin.
Coorientador: Roberta Jimenez de Almeida Rigueira.
Monografia (residência)-Universidade Federal Fluminense,
Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

1. Bambu. 2. Material de construção alternativo. 3.
Construções rurais. 4. Produção intelectual. I. Cecchin,
Daiane, orientador. II. Rigueira, Roberta Jimenez de Almeida,
coorientador. III. Universidade Federal Fluminense. Escola de
Engenharia. IV. Título.

CDD - XXX

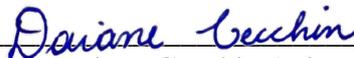
ANASTÁCIA PERCI CAMPOS DE ALMEIDA

**USO DE BAMBU NA CONSTRUÇÃO DE GALPÃO PARA PÓS- COLHEITA
DE BANANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Pós-graduação Lato Sensu Curso de Residência em Práticas Agrícolas e Assistência Técnica e Extensão Rural, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Práticas Agrícolas, Assistência Técnica e Extensão Rural

Aprovada em 09 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dra. Daiane Cecchin (orientadora)
UFF – Universidade Federal Fluminense



Prof^ª. Dra. Roberta Jimenez de Almeida Rigueira (co-orientadora)
UFF – Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Ivenio Moreira da Silva
UFF – Universidade Federal Fluminense



Prof^ª. Dra. Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz
UFLA– Universidade Federal de Lavras

Niterói, RJ
2022

Dedico a terra,
E a vida que ela rege.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos que acreditam em minhas trajetórias. Aos que caminham lado a lado e sentem o calor humano além dos interesses. Apenas como partilha. Das conquistas. Das perdas. Dos presentes. Dos ausentes. Dos Viveres. Do Sobreviveres. Dos desconhecidos. Dos conhecidos.

Agradeço a turma PAATER 2020. LiveaBilheiro; Eliane Gonçalves; Bruna de Oliveira; Marllus de Paiva; Carla da Silva; Raphaela da Fonseca; Ana Cardozo; Raphaela Brasil; Tiago Catique; Daniela Gomes; Ana Rocha; Nathalia da Silva; Rubiana Borges; Juliana Barbosa; Ágatha Ferreira; Manoel Filho; Carolina Barroco; Anastácia de Almeida; Daniel da Silva; Ádria Freire; Rammon de Almeida; Renata da Silva; Antonio Coelho; Álan Machado; Angélica do Nascimento. Agradeço aos docentes, Dirlane do Carmo; Ivenio da Silva; Daiane Cecchin; Roberta Rigueira; Flávio da Silva; Gabriel Nóbrega; Leonardo Hamacher; Ricardo Cardoso Jr.; Marcio Cataldi. Ao idealizador da PAATER, André Brandão. Ao Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil - MAPA e a Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo – SAF/MAPA. A Fundação Euclides da Cunha. A Universidade Federal Fluminense e a todas as universidades que nos uniu nesta conquista. Toda participação é oriunda de uma ação sob aos preceitos dos hábitos. São vidas. Somos Vidas. São partilhas. Somos partilha. São. Humanidades. Diferentes. Respeitosas. Sagradas. Ciências.

Agradeço aos agricultores familiares por ainda se dedicarem na produção de alimentos, mesmo diante de tantos entraves pelo caminho, e também por permitirem que haja fortalecimento da agricultura familiar através da assistência técnica e extensão rural.

Agradeço aos antepassados. Aos inspiradores da coexistência na Terra. Aos Sábios. Aos Edificantes. Aos Gratificantes. As Famílias. Aos Amigus. Aos Amores. Aos Seres. Aos Orgânicos. Aos Inorgânicos. Aos Energéticos. Aos Genéticos. Aos Transmutáveis.

Gratidão aos profissionais que me ajudaram neste projeto, às instituições de ensino, aos seres que habitam na Terra, universo e galáxia.

Gratidão, a dualidade e a equanimidade.

“Vou aprender a ler...
Pra ensinar meus camaradas!”
(Sabedoria popular)

RESUMO

Resumo: O alto custo de materiais de construção aliado a extração demasiada de recursos naturais tem estimulado o estudo e uso de materiais alternativos, tidos como mais sustentáveis quando comparado aos materiais convencionais. O bambu apresenta propriedades interessantes, como: resistência, leveza, versatilidade, além de ser renovável. O objetivou-se com o presente trabalho avaliar a viabilidade econômica de um galpão para pós-colheita de banana utilizando bambu como material estrutural, com intuito de atender a demanda da Associação de Produtores de Vargem Grande – RJ. Para isso foi considerado uma edificação de 56 m², com sistema de fundações composto por sapatas isoladas de concreto armado, que se estendem até 30 cm de altura do piso acabado, telhado 90 m². Foi realizado o levantamento dos materiais e quantidades necessárias, bem como o orçamento desses materiais, posteriormente foi realizada a viabilidade financeira do projeto proposto. O custo base para a construção do galpão com a parte elétrica e hidráulica foi de R\$ 41.353,10. O projeto apresentou-se viável quanto à viabilidade financeira, através de resultados positivos dos indicadores de fluxo de caixa, o Valor Presente Líquido de R\$ 85.319,20 a Taxa Interna de Retorno de 24,35% e o *Payback* apresentou um retorno financeiro a partir do final quarto ano do galpão construído. Concluiu-se o uso de bambu é viável para a construção do projeto do galpão para fase de pós-colheita de bananas.

Palavras-chave: bambu; material de construção alternativo; construções rurais

ABSTRACT

Abstract: The high cost of construction materials allied to the excessive extraction of natural resources has encouraged the study and use of alternative materials, considered to be more sustainable when compared to conventional materials. Bamboo presents interesting properties, such as resistance, lightness, versatility, besides being renewable. The objective of this study was to evaluate the economic viability of a shed for post-harvest banana using bamboo as structural material, in order to meet the demand of the Association of Producers of Vargem Grande - RJ. For this, a 56 m² building was considered, with a foundation system composed of isolated reinforced concrete footings, which extend up to 30 cm from the finished floor, and a 90 m² roof. A survey of the materials and quantities needed was carried out, as well as the budget for these materials, and later the financial viability of the proposed project was determined. The base cost for the construction of the shed with the electric and hydraulic parts was R\$ 41,353.10. The project was shown to be financially viable, through the positive results of the cash flow indicators, the Net Present Value of R\$ 85,319.2, the Internal Rate of Return of 24.35% and the Payback presented a financial return from the end of the fourth year of the shed built. It was concluded that the use of bamboo is feasible for the construction of the shed project for banana post-harvest phase.

Key-words: bamboo; alternative building material; rural constructions

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Local de construção do galpão de pós-colheita de bananas no município de Vargem Grande– RJ.....	27
Figura 2. Planta de Situação do Galpão.....	28
Figura 3. Planta Baixa do Galpão.....	29
Figura 4. Planta Elétrica do Galpão.....	30
Figura 5. Planta Hidráulica do Galpão	31
Figura 6. Diagrama de Cobertura do Galpão.....	32
Figura 7. Corte Transversal do Galpão.....	33
Figura 8. Corte Longitudinal do Galpão.....	33
Figura 9. Fachada do Galpão.....	34
Figura 10. Representação Gráfica da frente do Galpão, à distância (acima) e próximo (abaixo).....	35
Figura 11. Representação Gráfica da lateral do Galpão, à distância (acima) e próximo (abaixo).....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de Materiais e Custos do Galpão.....	37
Tabela 2. Lista de Materiais e Custos da parte Elétrica e Hidráulica.....	38
Tabela 3. Financiamento do Projeto.....	40
Tabela 4. Valor Presente Líquido.....	40
Tabela 5. TIR e Payback.....	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Histórico do Bambu	13
2.2	Colheita do Bambu	14
2.3	Tratamento do Bambu.....	15
2.4	Espécies de Bambu para Construção Civil.....	16
2.5	Bambu na Construção Civil	18
2.6	Sustentabilidade na Construção	20
2.7	Construções rurais destinadas à fase de pós-colheita.....	22
2.8	Viabilidade Financeira em Construções	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Caracterização da área do projeto	24
3.2	Caracterização do Galpão	25
3.3	Projeto Arquitetônico.....	25
3.4	Levantamento dos Custos	25
3.5	Viabilidade de Financeira do Galpão	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	Projeto Arquitetônico.....	27
4.2	Modelagem 3D do Galpão.....	34
4.3	Viabilidade Financeira da Construção.....	37
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vem contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico, tendo tido crescente participação no PIB brasileiro (CBIC, 2019). Entretanto ao considerarmos a participação deste setor de maneira ambientalmente sustentável, os resultados são opostos. De acordo com JOHN (2000) esta indústria é responsável por cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera, e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo.

No processo de pós-colheita de produtos agrícolas é essencial para manter a integridade e segurança dos alimentos. As construções rurais são cada vez mais requisitadas no planejamento das propriedades rurais, a fim de atenderem as demandas dos produtores. Contudo, dependendo da condição financeira do produtor, há que se buscarem alternativas de construir edificações rurais com custo menor, para isso o uso de materiais sustentáveis pode ser considerado uma opção na substituição, ou redução da utilização de materiais convencionais, pois apoiam na atenuação do consumo dos recursos naturais.

Vários estudos buscando analisar a viabilidade tecnológica de materiais alternativos (alguns até com incorporação de resíduos) têm sido desenvolvidos nos últimos anos, tais como: blocos de solo-cimento (FERREIRA & CUNHA, 2017; SECO *et al.*, 2018) blocos de adobe (PIANI *et al.*, 2020), telhas (ZANELATO *et al.*, 2017), bambu (BRAGA; ARRANZ; CAMINHOLA, 2011; DAS *et al.*, 2012; VON SEIDLEIN *et al.*, 2017) entre outros materiais.

O uso do bambu vem ganhando destaque devido suas características de resistência, leveza, durabilidade, além de ser renovável (DE SOUZA, LEÃO & QUARESMA, 2020). Em 2020, foram aprovadas duas normativas para o uso de estruturas de bambu em projetos de construções civis (ABNT, 2020), desta forma, o cenário para o uso do bambu em projetos do sistema construtivo se apresenta em ascensão.

Vale ressaltar que os estudos sobre materiais sustentáveis para a construção civil é também atender aos critérios da sustentabilidade mediante as mudanças climáticas. Pelo mundo, as construções sustentáveis já apresentam selo de certificação através da forma de construir, compensando o uso concomitantemente a preservação dos recursos naturais.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivou-se com presente trabalho avaliar a viabilidade da utilização do bambu na construção de galpão para pós-colheita de banana.

1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar levantamento bibliográfico sobre histórico, colheita, tratamento do bambu e espécies com aptidão para construção civil;

Elaborar o projeto arquitetônico (Planta de Situação, planta baixa, corte transversal e longitudinal, fachada e cobertura) da edificação proposta;

Elaborar projeto de elétrica e hidráulica para compor a estrutura do galpão sustentável;

Analisar a viabilidade financeira para a construção do galpão sustentável destinado a pós-colheita de bananicultores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do Bambu

O bambu é o item mais importante da produção florestal usado pelas comunidades rurais da Ásia e do Pacífico; do berço ao caixão, o bambu é uma grama gigante de caule oco com uma longa história de utilização para construção e artesanato (LANTICAN; PALIJON; SALUDO, 1985). Bambu é o termo comum aplicado a um amplo grupo (1250 espécies) de grandes gramíneas lenhosas, variando de 10 cm a 40 m de altura e já é usado no dia a dia por cerca de 2,5 bilhões de pessoas, principalmente para fibra e alimentos na Ásia, o bambu pode ter potencial como bioenergia ou cultura de fibra para nichos de mercado (SCURLOCK; DAYTON; HAMES, 2000).

Esta planta versátil passou de uma reputação de “Madeira do Pobre Homem” para uma forma altamente lucrativa de “Ouro Verde”, produzindo uma vasta gama de materiais de bambu “engenheirados” (CHEN *et al.*, 2021) Atualmente, o bambu é uma importante planta agroflorestal e florestal administrada e usada pelas comunidades rurais em vários países da região da Ásia-Pacífico para gerar diversas necessidades econômicas e

socioambientais, concomitante a síntese atual sugere que o bambu oferece uma oportunidade tremenda para o cultivo e o comércio de carbono (EMBRAPA, 2015).

Neste contexto, Lu *et al.* (2021) consideram que o uso eficiente de bambu renovável abundante como decoração e materiais de construção de alto valor agregado é de grande importância para mitigar as emissões de dióxido de carbono e manter o desenvolvimento sustentável. Por conseguinte, Li *et al.* (2020) destacam que devido à boa resistência mecânica, taxa de crescimento rápido e baixo custo, o uso generalizado de bambu pode não só compensar o fornecimento insuficiente de madeira para as indústrias de decoração e construção, mas também aliviar o encolhimento de florestas nativas e plantadas (como a principal fonte de captação de CO₂ em algumas áreas). Outros autores complementam a justificativa da sua potencialidade devido a seu rápido crescimento e ainda pode ser colhido a cada 3–5 anos, excedendo em muito o ciclo de crescimento de 20–60 anos da madeira tradicional usada em aplicações estruturais (XIAO; ZHOU; SHAN, 2010).

Na construção civil, registros apontam que o bambu e suas fibras são utilizados há cerca de seis mil anos em países asiáticos, principalmente no Japão, China, Filipinas (NAIME, 2019). Os principais países que usufruem do bambu atualmente para construir são China, Índia, Tailândia, Colômbia e Equador (OLIVEIRA, 2011). Só na China são empregadas 10 milhões de pessoas no setor de bambu (INBAR, 2021).

O Brasil é líder de ocorrência de bambu nas Américas, com cerca de 200 espécies, entre nativas e exóticas, sendo a grande maioria endêmica (DRUMOND; WIEDMAN, 2017). Isto pode servir como uma oportunidade real para transformar o Brasil em referência mundial no uso de estruturas de bambu na construção civil. Além da possibilidade de fomentar outros destinos, tais como, artesanatos, combustível, cosmético, papel, alimentação e tecnologia.

2.2 Colheita do Bambu

Soares (2015) destaca que um fator importante que aumenta o interesse pelo bambu é que, diferente de outras plantas, o corte ou colheita deste, se feito de forma correta, não prejudica a touceira ou mata. Para, Sarlo (2000) a colheita deve ser feita de acordo com as fases da lua, esclarecendo que a lua cheia é a melhor fase para realizar o corte. De acordo com a autora, essa fase apresenta as menores quantidades médias de furos em bambus e de insetos adultos para reduzir futuros ataques biológicos ao colmo.

No Brasil, a colheita ocorre no final do outono e durante o inverno. De acordo com Pereira (2012), os agricultores utilizam a correspondência dos meses sem a Letra “R” (maio, junho, julho e agosto), pois a época é ideal para a realização do corte, o que corresponderá a menor quantidade de insetos e fungos, conseqüentemente, menores danos ao bambu pós-colheita. Não obstante, Silva (2011) destaca que outro cuidado, também de acordo com o conhecimento empírico, é a colheita de acordo com a idade do bambu.

Em um estudo comparativo do ciclo do bambu e eucalipto, Carvalho; Bragança; Mateus, (2019) dizem que o ciclo do bambu é de apenas 2-6 anos, o que significa que o tempo de plantio e colheita do bambu é de 2 a 6 anos enquanto o eucalipto varia de 7 a 10 anos. Os autores ainda apresentaram uma produção média quanto ao armazenamento de carbono, seus resultados foram estimados ao longo de 15 anos, aproximadamente 14 toneladas de carbono pelo pinus, 35 toneladas pelo eucalipto e 154 toneladas pelo bambu. Pesquisa que ajuda a elucidar o investimento do bambu no crédito de carbono quando a colheita é feita adequadamente, ou seja, a cada dois anos.

2.3 Tratamento do Bambu

Quando se refere ao tratamento de bambu existem diferentes maneiras, umas das formas utilizadas a fim de ensaios experimentais pelos pesquisadores Zhang *et al.* (2021) foi o tratamento térmico, desta maneira os cientistas trataram o bambu termicamente a 180°C, pois isto é um atrativo cada vez mais influente para a modificação do bambu nas indústrias, explicaram os autores. Os resultados mostraram que o bambu tratado termicamente apresentou teores de umidade muito mais baixos tanto no processo rápido quanto no lento, especialmente em alta umidade relativa; as principais razões para tal comportamento foi devido à degradação da hemicelulose e mais aparecimento de lignina na superfície da parede celular, o que o tornou material mais adequado para aplicação na construção civil (ZHANG *et al.*, 2021).

Neste contexto, Su *et al.* (2021) destacam em sua pesquisa que o bambu é um material ecologicamente correto e sustentável, com grande potencial na construção civil, porém as excelentes propriedades hidrofílicas do bambu restringem sua aplicação posterior em materiais de construção. Para diluir esta restrição do uso do bambu na construção civil, Su *et al.*, (2021) decidiram experimentar um material ecológico para o tratamento do bambu, a colofónia (resina de pinheiro), cuja é uma resina natural de baixo peso molecular; seu principal componente é o ácido resinoso, que é altamente hidrofóbico. Os pesquisadores concluíram que o tratamento com colofónia é uma técnica

eficaz para melhorar a hidrofobicidade e a estabilidade dimensional do bambu. Além disso, a colofónia formou filmes uniformes e contínuos na superfície do bambu, cobrindo os poços, elementos de vasos, tubos de peneira e cantos das células, que são as principais passagens de água no bambu (SU *et al.*, 2021).

Yang *et al.* (2021) ressaltam que o bambu é muito vulnerável ao mofo devido aos nutrientes ricos nas células do parênquima do bambu, por isto desenvolveram e avaliaram um tratamento térmico com vapor saturado foi empregado para melhorar a propriedade à prova de mofo do cortador de bambu. Quatro tipos de fungos (*Botryodiplodia theobromae*, *Aspergillus niger*, *Penicillium citrinum*, *Trichoderma viride*) foram usados respectivamente para infectar o bambu original e o bambu termicamente tratado (YANG *et al.*, 2021). Os autores apresentaram resultados favoráveis quanto ao tratamento térmico com vapor, o bambu termicamente tratado apresentou melhores propriedades à prova de mofo e descoloração do que o bambu original. Tais resultados foram significativos para empregar o tratamento térmico como um processo simples e de baixo custo em materiais lenhosos com rica hemicelulose para potencializar a indústria sustentável.

Bastos, Pinto e Rocha (2018) apresentaram uma maneira acessível de tratar o bambu quimicamente é o tratamento com Bórax, que é a mistura do ácido bórico, borato de sódio (bórax) e água. Estas substâncias são misturadas na seguinte proporção, 1kg : 1kg : 100 litros, em um tanque ou grande recipiente que consiga comportar os bambus, assim como no tratamento por afogamento, método que consiste em deixar os colmos inteiramente imersos em um grande recipiente com água durante um período de 20 dias. Devem-se retirar os tímpanos do colmo. Os colmos devem ficar imersos durante um período de 8 a 10 dias. Os autores destacam que não há comprovação em pesquisas científicas desse método de tratamento com Bórax, apesar de ser amplamente utilizado.

2.4 Espécies de Bambu para Construção Civil

O bambu apresenta o ciclo de vida perene, de fácil propagação vegetativa e pertencem à família *Poaceae* e a subfamília *bambusoideae*. O centro de origem do bambu é asiático, porém largamente difundido geograficamente. As principais espécies utilizadas na construção civil são: *Dendrocalamus giganteus* (bambu-gigante); *Dendrocalamus asper* (bambu-gigante); *Guadua angustifolia* (bambu guadua) e *Phyllostachys pubescens* (bambu-mosso) (FERNANDES, 2017).

O bambu possui milhares de espécies, porém nem todas possuem aptidão para a construção civil. Segundo Carbonari *et al.* (2017) existem algumas espécies que foram testadas em seus ensaios experimentais com este propósito de aplicação, tais como, a *Bambusanutans*; *Bambusabeecheyana*; *Bambusavulgaris*; *Bambusaoldhamiia*; a *Bambusatulda*; *Guaduaangustifolia*; *Dendrocalamusasper*; a *Dendrocalamusgiganteus*; *Arundinariaamabilis*.

De acordo com Xiao, Yang e Shan (2013), a relação entre as resistências tanto à compressão como à tração das espécies, e suas respectivas massas específicas, todas as espécies de bambu ensaiadas apresentaram valores superiores de eficiência em relação ao concreto e aço. Ainda salientam que os resultados dos módulos de elasticidade obtidos no ensaio de compressão das espécies estudadas ficaram entre 20 GPa a 25 GPa, sendo superiores aos das madeiras de floresta plantada, e próximos ao do concreto convencional.

Effting (2017) destaca que a planta possui mais de 1500 espécies pelo mundo, no entanto, três delas são muito recomendadas como elementos estruturais, a *Guaduaangustifolia*, a *Dendrocalamusgigantbeus* e a *Phyllostachysedulis*; as três espécies evidenciaram a viabilidade de aplicação nos setores da construção civil e arquitetura, porém a autora afirma que existem dificuldades para execução, tal como a inexistência de normas técnicas para oficializar o uso do bambu na construção civil e arquitetura brasileira.

De acordo com a revisão de literatura De Souza (2014) foram encontradas 15 espécies como registros de aplicação da construção civil mundial, são elas: *Bambusabalcooa* (*Dendrocalamusbalcooa*); *Bambusa bambos* (*B. arundinacea*, *B. spinosa*); *Bambusablumeana* (*B. spinosa*, *B. pungens*, *B. amendo*); *Bambusapolyomorpha*; *BambusaTulda* (*DendrocalamusTulda*); *Bambusavulgaris* (*B. surinamensis*); *Cephalostachyumpergracile* (*Schizostachyumpergracile*); *Dendrocalamusasper* (*Bambusa áspera*, *Gigantochoa áspera*, *Dendrocalamusflagellifer*, *Dendrocalamusmerrillianus*); *Dendrocalamusgiganteus* (*Bambusagigantea*); *Dendrocalamuslatiflorus*; *Gigantochloa apus* (*Bambusa apus*, *Gigantochloakurzii*); *Gigantochloapseudoarundinacea* (*Bambusapseudoarundinacea*, *B. verticillata*, *Gigantochloaverticillata*, *G. máxima*); *Guaduaangustifolia*; *Melocannabaccifera* (*Bambusabaccifera*); *Ochlandra spp.*

Uma das maiores dificuldades no pleno emprego do bambu na construção civil são as conexões estruturais entre seus elementos, que não permitem o uso de tecnologia de ligações aplicada a outros materiais, como o aço e a madeira maciça, para efetuar com

eficiência a transferência de esforços, inviabilizando toda potencialidade estrutural oferecida pelo bambu (MOGNON *et al.*, 2017).

2.5 Bambu na Construção Civil

Existem diversas construções consagradas pelo mundo por utilizarem o bambu como material de base da construção civil, a exemplo o forro extenso na fachada interna e externa do aeroporto internacional em Madrid (Espanha), adaptado em 1991, com a finalidade de ambiência e economia de energia (VAN UFFELEN, 2012).

Outro exemplo é a Catedral Alternativa Nuestra Señora de La Pobreza, por Simón Vélez, em Pedreira (Colômbia), além da estruturação, o bambu foi utilizado na ornamentação (VILLEGAS, 2005).

Um dos principais destaques históricos da participação do bambu foi sob os engenhos do pai da aviação, Santos Dummont, na estrutura de *Demoiselle* em 1907, por sua versatilidade e leveza na aerodinâmica (VILLARES, 1953). Em Bali (Indonésia), foi construída uma fábrica de chocolates orgânicos, onde o bambu foi utilizado desde os telhados até as paredes, erguido em 2012 (STAMM, 2008).

Em 2007, na cidade de Wuhan (China) há uma ponte feita de bambu com capacidade de suportar até 90 toneladas, com durabilidade de 20 a 30 anos, sendo a primeira utilizada para o tráfego de automóveis no mundo. De acordo com Xiao; Zhou; Shan, 2010, decanos da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Wuhan, afirmaram que a tecnologia pode baratear os custos de construção de infra-estruturas, especialmente em áreas rurais.

No Brasil, há exemplos na construção do Centro Max Feffer Cultura e Sustentabilidade, no município de Pardinho (São Paulo); construída em 2008 e, foi a primeira da América Latina a receber a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), onde o bambu foi utilizado no teto (FEFFER, 2011). Há também o relevante papel do Bambu no aspecto socioeconômico do país, onde foi desenvolvido um protótipo de Habitação Social, em Aracaju (Sergipe). Em 2004, este projeto teve apoio da Petrobrás que além da Habitação Social, construíram um Centro de Educação também a partir do bambu (NUNES, 2005)

O bambu absorve rapidamente grandes quantidades de carbono, possuindo grande potencial agrícola e industrial (VIEIRA; CAMPOS, 2020). Com isto, muita pesquisa tem sido realizada para redução dos impactos ambientais sob a utilização na edificação. De

acordo com (ESCAMILLA *et al.*, 2018) sob a avaliação do ciclo de vida da construção convencional, constataram que o transporte e materiais de reforço contribuem significativamente para o impacto ambiental, enquanto o sistema de construção de bambu promove o menor impacto ambiental. A fim de elucidar aldeias tradicionais chinesas, Stamatis e Gangyi (2019) examinaram o bambu e o aço em relação aos seus impactos ambientais comparativos e, mostraram que o andaime de aço tem um impacto negativo na emissão de 6.410,25 kg de CO₂, independentemente de sua rápida montagem e reutilização, enquanto a versão de bambu teria causado um impacto positivo, armazenando 14.384,13 kg de CO₂ durante a vida útil do edifício.

No tocante social, Das *et al.* (2012) constataram que o bambu tem sido parte integrante do contexto cultural e econômico, principalmente na construção de habitações em que é utilizado na base de pisos. Em se tratando de saúde pública, Von Seidlein *et al.*, (2017) percebem que os protótipos de casas acessíveis na África construídos com bambu apresentaram melhores resultados quanto à ambiência, menor temperatura e menor ocorrência de mosquitos, com isto o projeto apoia o controle da malária no país. Sob o aspecto da seguridade, Elizabeth e Datta (2020) revelaram que as estruturas de bambu têm um desempenho melhor em terremotos do que o edifício residencial comumente construído, viabilizando e destacando seu uso como material de construção em áreas de zona sísmica. Em relação à ambiência animal, Esgoti *et al.* (2016), verificaram que o uso de bambu pode ser um material alternativo para devida construção, substituindo as telhas de fibrocimento convencionais, cujo promoveu temperaturas amenas quando comparadas às coberturas convencionais.

Sob a contextualização técnica, Korde *et al.* (2015) notaram que na confecção de um arco à base de bambu e concreto, os resultados foram tão eficientes que indicam o bambu como elemento estrutural sustentável. Sob comportamento flexural de painéis de laje de ferro-cimento à base de bambu com *flyash*, Chithambaram e Kumar (2017) observaram que a contribuição das faixas de bambu em relação à argamassa e malha de arame tem capacidade de carga três vezes maior quando comparada sem o seu uso. Quanto à ótica da construção de baixo custo para comunidades rurais em Gana (África), Asare e Danyuo (2020) notaram que a dureza dos compósitos do bloco de cimento aumentou com as fibras de bambu, na caracterização geral da matriz de cimento à base de laterita.

Entretanto, existem alguns desafios que são encontrados para adoção do bambu como material de construção civil brasileira, tais como mão de obra qualificada e

tecnologia aplicada (MARQUES, LUIZ E DA SILVA, 2020). E um dos principais é a incipiência da regularização do seu uso na construção civil do país. Como pioneiros, em 2020, dois projetos foram postos em consulta pública nacional e aprovados como Normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre o uso de Estruturas de Bambu na construção civil: NBR 16828-1 - *Projeto referente à Construção Civil* e NBR 16828-2 - *Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu*. Isto representa um cenário ainda em ascensão no país, sendo necessária a continuidade na regularização do uso do bambu na construção civil brasileira, tal como a inserção do material na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos (SINAPI).

2.6 Sustentabilidade na Construção

Em 1987, o relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) estabeleceu a definição do desenvolvimento sustentável como “... *o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de encontrar as suas próprias necessidades.*” (CASSEN, 1987).

De acordo com carvalho, Bragança e Mateus (2019) um projeto de construção pode ser considerado sustentável apenas quando todas as várias de dimensões de sustentabilidade (ambiental, econômica, social e cultural) são tratadas. Com isto, pesquisas sobre a situação dos edifícios verdes, seus direcionadores e barreiras têm recebido atenção significativa, porém pouco foi feito para desenvolver uma estratégia integrada que levará ao desenvolvimento de edifícios verdes (SHARMA, 2018).

O estudo de Osuizugbo *et al.* (2020) revelou que as principais barreiras à construção sustentável na indústria da construção na Nigéria são o fraco apoio do governo à construção sustentável, a falta de leis e regulamentos relevantes para impulsionar a construção sustentável, falta de demanda por construção sustentável por parte dos clientes, baixo nível de conscientização sobre construção sustentável e medo do custo de adotar a construção sustentável. Já Ametepey, Aigbavboa e Ansah (2015) encontraram cinco barreiras mais fortes para a implementação da construção sustentável em Gana são classificadas como resistência à mudança cultural, falta de compromisso do governo, medo de custos de investimento mais altos, falta de conhecimento profissional e falta de legislação.

Para Bon e Hutchinson (2000) a construção sustentável enfrenta desafios econômicos em diferentes níveis. Em países menos desenvolvidos quanto em países recém-industrializados, os objetivos da construção sustentável são mais difíceis de

implementar, pela ascensão recente da construção convencional. Para países desenvolvidos a aplicação da sustentabilidade está em ascensão. No nível mesoeconômico, o setor da construção depende da aplicação dos objetivos de desenvolvimento sustentável em toda a economia nacional.

Na adoção de práticas sustentáveis na construção civil há uma preocupação crescente com os impactos da atividade de construção no meio ambiente e medidas têm sido postas em prática para mitigá-los. Essas medidas incluem marcos legal, processos culturais, tecnológicos e gerenciais. A indústria da construção está sob forte pressão para adotar abordagens ecologicamente corretas e a responsabilidade ambiental é hoje vista como uma vantagem competitiva (BALOI, 2003).

Ahmed e El-sayegh (2022) pesquisaram sobre a entrega de projetos de construção sustentável, e destacaram desafios tais como, financeiro, materiais e tecnologia sustentáveis, contratual, design, falta de experiência, regulamentação, consciência organizacional limitada. Os autores recomendam a mitigação desses desafios, onde a modificação das práticas tradicionais de gerenciamento de projetos exigirá uma abordagem de equipe inteira, introduzindo incentivos contratuais; usando uma equipe de projeto integrada e melhorando o conhecimento de sustentabilidade entre as partes interessadas.

Em muitos países, os métodos de avaliação ambiental da construção são usados como instrumentos de política e estão cada vez mais sendo obrigatórios em uma variedade de projetos do setor público, mas também privado, considerando a tecnologia verde (LEIRINGER *et al.* 2022).

A construção convencional tem sido criticada por atividades e processos que geram grandes volumes de resíduos, ao mesmo tempo em que obstruem as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O estudo de Ogunmakinde, Egbelakin e Sher (2022) propõe que todas as partes interessadas que geram resíduos devem aplicar novas tecnologias, métodos e estratégias inovadoras que levem a mudanças transformadoras e multidisciplinares. Por exemplo, a adoção de tecnologia verde e a incorporação de subprodutos residuais no concreto. Uma revisão das misturas de concreto com a utilização de materiais substitutos alternativos de produtos residuais abriria caminho para a redução de problemas ambientais, efeitos nocivos de resíduos devido a métodos de disposição inadequados, dependência de substâncias não renováveis e a promoção da construção sustentável (SHENOY *et al.*, 2022).

Apesar dos estudos serem otimistas quanto ao cenário ambiental e sustentável, não existe um método mundialmente aceito para auxiliar arquitetos e engenheiros nos estágios de projeto, produção, reforma da construção, e principalmente, mão de obra qualificada a partir dos princípios da tecnologia verde que gerem bem-estar ao trabalhador e ao social (AHMED *et al.*, 2022).

2.7 Construções rurais destinadas à fase de pós-colheita

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento BINAGRI - MAPA (2011) define Unidade Armazenadora (UA) como edificações, instalações e equipamentos organizados funcionalmente para a guarda e conservação dos produtos agropecuários, seus derivados, subprodutos e resíduos de valor econômico. A UA, técnica e convenientemente localizada, constitui uma das soluções para tornar o sistema produtivo mais econômico, propiciando a comercialização da produção em melhores períodos, evitando as pressões naturais do mercado na época da colheita (SANTOS, 2020).

De acordo com Da Rocha *et al.* (2014) o governo brasileiro passou a disponibilizar linhas de crédito especiais através do Plano Agrícola e Pecuário (PAP), para estimular produtores, cooperativas e agricultores familiares a investir mais em armazenamento de produtos agrícolas. A construção agrícola é um bem imóvel que constitui no investimento do bem imóvel aos agricultores familiares.

No entanto, resultados encontrados por Rocha e De Sousa, (2017) mostraram que quanto menor o tamanho da propriedade do produtor, maior a probabilidade de o produtor não ter seu próprio armazém para armazenar a sua produção. Este resultado é devido à dificuldade que encontram na burocracia da obtenção das linhas de crédito, juntamente com o alto risco de retorno dos investimentos em armazenagem e do custo elevado que estes têm (DA ROCHA *et al.*, 2014).

Contudo é através da prática de armazenagem que é possível alongar o período de escoamento. Para isto é relevante investir na sustentabilidade na área da construção agrícola a fim de disponibilizar alternativas para o agricultor familiar.

2.8 Viabilidade Financeira em Construções

As construções sustentáveis tendem a utilizar materiais e sistemas construtivos que atualmente apresentam preços superiores aos convencionais, mas que ao longo do

tempo esses custos serão recuperados com o aumento da vida útil da edificação e com a redução dos custos de operação e manutenção (DA ROSA, 2005). Para isso, deve-se ter em vista que o custo global de construção depende da vida útil projetada, sendo o custo global a soma dos custos de aquisição mais o custo de operação e uso, considerando o desmonte do bem após a vida útil (BORGES, 2008). Assim, as edificações de alto desempenho podem apresentar um maior investimento inicial, porém possuem custos operacionais mais baixos, valorizando o imóvel, sendo mais saudável para seus usuários, conservando água e energia, reduzindo a emissão de gases (VALENTE, 2010).

Não obstante, a receita advinda da venda dos Certificados de Emissões Reduzidas – (CERs) aumentou consideravelmente a viabilidade financeira dos três projetos (seringueira, eucalipto e pinus). Autores destacando que tal resultado pode ajudar a promover a aceleração do desenvolvimento do setor florestal brasileiro (NISHI *et al.*, 2005).

Partindo dessas premissas da viabilidade financeira de projetos sustentáveis, o trabalho de Cruz (2021) buscou analisar dois métodos construtivos, sendo eles, o método convencional composto por estrutura reticulada em concreto armado utilizando bloco cerâmico para vedação, e o método *Insulated Concret Forms* que utiliza Poliestireno Expandido em forma de blocos que se encaixam de forma semelhante às peças de lego. Além disso, juntamente com os blocos de EPS foi avaliado o uso das placas fotovoltaicas, utilizando como exemplo uma edificação de uso misto na cidade de Primavera do Leste. Desse modo, foram levantadas as vantagens, desvantagens e dados referentes aos custos das tecnologias e os respectivos estudos utilizando o Valor Presente Líquido.

A viabilidade financeira apresenta-se com uma ferramenta para gerenciar as receitas e os custos ambientais gerados com as construções sustentáveis. Aplicação dessa ferramenta em construções sustentáveis ou não, visando analisar qual o nível de contribuição que a mesma traz para a gestão. Contribui também para a área de conhecimento da contabilidade ambiental, ao propor uma ferramenta que auxilie na gestão de custos e receitas ambientais (BOCASANTA, PFITSCHER e BORGERT, 2016).

Silva (2019) propôs identificar os custos relativos tanto ao aço quanto ao bambu para a construção de uma casa popular e compará-los. A comparação de custos com a intenção de verificar a viabilidade econômica da substituição de aço por bambu nas armações na cidade de Barra do Garças, MT, foi realizada por meio da composição do orçamento do sistema atual feito em aço através da tabela SINAPI Mato Grosso. Concluiu

se que a substituição apresenta de imediato cerca de 30% de redução de custos diante o sistema tradicional, tornando-se viável pela economia gerada, além dos inúmeros benefícios ambientais alcançados

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área do projeto

O presente estudo teve como base a demanda da Associação de Produtores de Vargem Grande – RJ. Desde 2010, passou a ser uma das organizações que compõem a Rede Carioca de Agricultura Urbana e a Articulação de Agroecologia do Rio de Janeiro (REDE ECOLÓGICA, 2020).

O local destinado a construção da edificação de pós-colheita de bananas proposta no presente estudo pertence à Associação. A localização de acordo com GPS (*Global positioning system*) fica à -22,975349 S e -43,493495 O (Figura 1). Os solos da região variam de residuais jovens, colúviais e Latossolos.



Figura 1. Local de construção do galpão de pós colheita de bananas no município de Vargem Grande - RJ.

Vargem Grande é um bairro localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro (OLIVEIRA e FERREIRA, 2003). O bairro pertence à vegetação do bioma da Mata

Atlântica, está inserido no Maciço da Pedra Branca. O clima é classificado como Cwa, tropical úmido, segundo Köppen, que consiste em invernos secos e relativamente frios e verões extremamente quentes e úmidos (CATALÃO e OLIVEIRA, 2008).

3.2 Caracterização do Galpão

O galpão apresenta o dimensionamento de 56 m² devido à demanda de produtividade semanal da Associação de produtores de local, sendo composta por 10 produtores de banana. São agricultores familiares e quilombolas que mantêm a produtividade de 15 caixas de bananas pelas áreas em produção. Uma produtividade estimada de 450 kg de bananas por semana.

O galpão precisa ser arejado e bem iluminado, com intuito de retardar a maturação da banana, já que se trata de um fruto climatérico. Desta forma, o galpão foi projetado com as laterais abertas, permitindo a livre circulação de ar.

3.3 Projeto Arquitetônico

Os desenhos foram realizados com auxílio do software AutoCAD 2022 (AutoCAD® autodesk®, 2022) de acordo com as especificações propostas e o local definido para a construção do galpão. Foram elaboradas as seguintes plantas: planta de situação, planta baixa, diagrama de cobertura, bem como o projeto elétrico e hidráulico para a instalação.

Também foi realizada a modelagem em 3D do galpão com o auxílio do software *Sketchup* 2020 (SKETCHUP® com o plugin EUCLID®, 2020).

3.4 Levantamento dos Custos

Foi realizado o levantamento dos materiais e quantidades necessários, com base nessa lista, foi consultada a tabela de custos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI – RJ 2022. Entretanto, como não foram encontrados registros acerca do bambu, foram adotados preços do mercado local (Vargem Grande/RJ).

3.5 Viabilidade de Financeira do Galpão

A análise financeira do projeto foi elaborada a partir dos custos da construção, parte elétrica e hidráulica sob a utilização do uso do bambu. A partir do orçamento final do projeto foi realizada uma simulação de financiamento fluxo de caixa.

A simulação de financiamento do projeto foi feita considerando as despesas e os custos do galpão sob a receita estimada da produção. Considerando a taxa de juros de 13,35% a.a a de acordo com a SELIC (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022).

A viabilidade financeira do projeto foi gerada através dos indicadores de viabilidade: o Valor Presente Líquido (VPL), onde foi projetado o fluxo de caixa até o décimo ano a partir de taxa mínima de atratividade (TMA) de 6,17%a.a (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022); a taxa interna de retorno (TIR) foi utilizada como parâmetro comparativo da TMA, a fim de ter a perspectiva financeiramente atrativa do projeto e, o por último o *Payback* com objetivo de prospectar o tempo de retorno financeiro do investimento do projeto.

3.5.1 Indicadores

O valor presente líquido (VPL) é um dos indicadores que avalia a viabilidade do projeto. Nele foi projetado um fluxo de caixa até o décimo ano e a partir de uma taxa mínima de atratividade (TMA) foi levado aos valores presentes. Se o valor for positivo indica que o projeto é viável. O segundo indicador é o da taxa interna de retorno (TIR). Esse indicador mostra qual a taxa mínima para o VPL ser positivo. Esse indicador é usado para comparar com a TMA, caso a TIR for menor que a TMA o projeto é inviável. Por último temos o *payback*, um indicador que mostra quanto tempo até o fluxo de caixa ser positivo, ou seja, dar retornos financeiros do projeto.

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Sendo:

VPL: Valor Presente Líquido

FC: Fluxo de Caixa

i: TMA (Taxa Mínima de Atratividade) ou Taxa de Desconto

n: Período de tempo

O TIR é calculado através de uma interpolação linear a fim de verificar qual o valor mínimo para ter um VPL positivo. Ela vai ser à medida que irá balizar entre o investimento no projeto ou em outro ativo financeiro mais rentável. O ponto de comparação é que se o TIR for mais que a TMA é que o projeto é atrativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Projeto Arquitetônico

O presente projeto refere-se à execução de um galpão multiuso destinada para armazenamento e distribuição de produtos agrícolas, em conformidade com a NBR 13531/1995 (ABNT, 1995) que diz respeito à elaboração de projetos de edificações. O projeto consiste em uma estrutura aberta e coberta, organizada em um espaço retangular único e integrado, com área construída de 56 m².

A planta de situação, indicando onde o galpão será construído pode ser visualizada por meio da Figura 2. É possível observar que o galpão ficará dentro de área da associação, aproximadamente 22 metros da sede e 100 metros da rua. Sendo de fácil acesso para o transporte das caixas de banana até o local de comercialização.

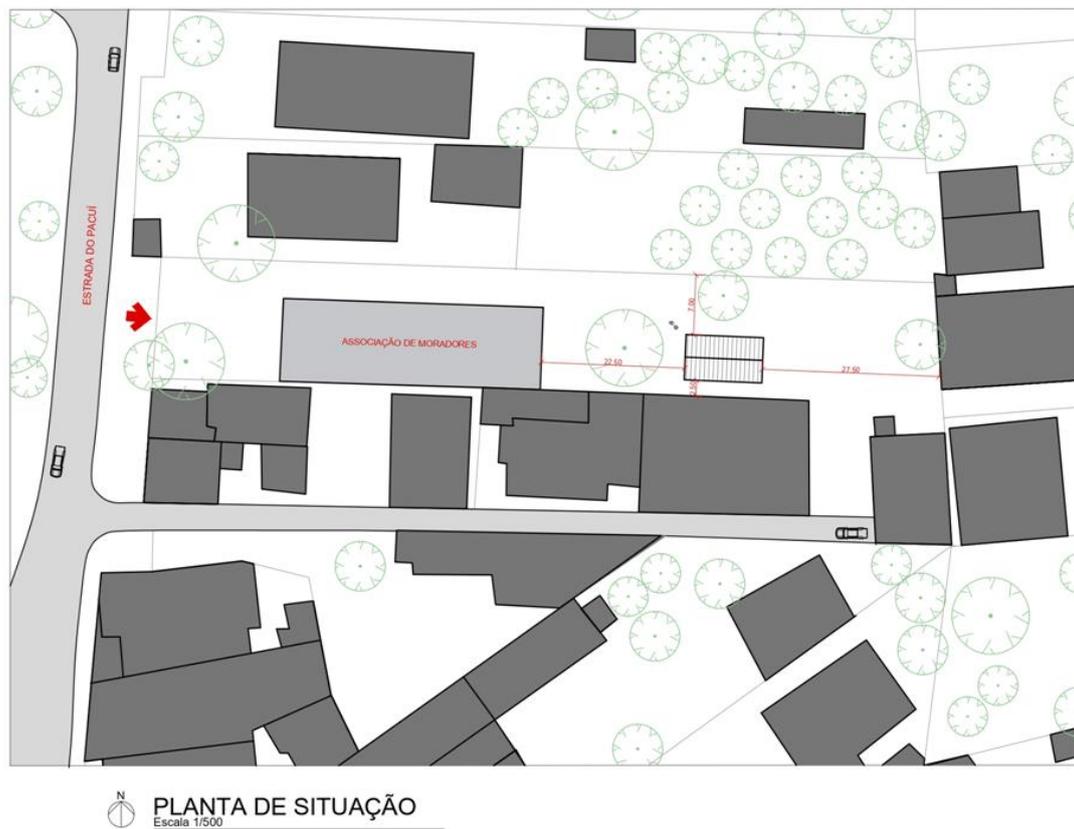


Figura 2. Planta de Situação do Galpão.

O galpão foi projetado com intuito que fosse um espaço multifuncional destinado a ao processo de pós-colheita de bananas, foi pensando em local para pendurar pencas de bananas, lavá-las, despencá-las e/ou armazená-las em caixas para seguirem à venda. O projeto foi pensado de forma abrangente para que pudesse ser usado de diversas formas diferentes dentro da sequência de produção até a venda final. A planta baixa, com as indicações dos dimensionamentos da estrutura da pode ser visualizada na Figura 3.

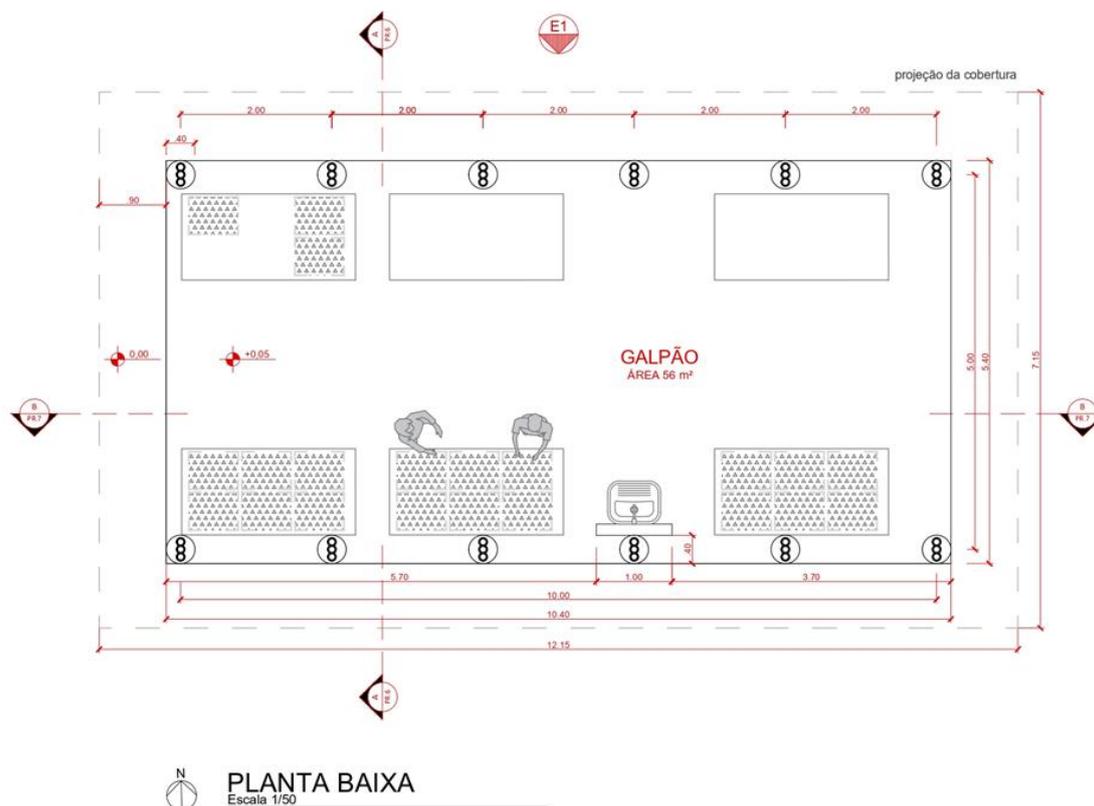


Figura 3. Planta Baixa do Galpão.

O sistema estrutural é inteiramente de bambu. A cobertura se apoia sobre 12 pilares compostos de 3 bambus, dispostos com distanciamento de 2 m entre si em duas fileiras, formando um vão central de 5 metros. Mãos-francesas e apoios distribuem os esforços entre vigas e pilares principais, que apoiam os caibros de bambu da cobertura, permitindo um maior vão.

A concepção do espaço foi desenvolvida em função do uso da edificação, que precisam estar em local ventilado e sombreado, que segundo Silva e Melo (2000) ajuda a preservar por mais tempo o produto. A ausência de fechamentos laterais e o pé direito máximo de 3,65 m favorecem a ventilação e iluminação natural do ambiente. Um espaço de higienização é proposto na área central do espaço do galpão, onde fica localizado um tanque industrial.

O sistema de fundações é composto por sapatas isoladas de concreto armado, sob os 12 pilares da construção, que se estendem até 30 cm de altura do piso acabado. O dimensionamento das fundações, ferragens e traço de concreto, deverão obedecer aos cálculos e dimensionamentos de Projeto Estrutural específico.

O entorno conta com um passeio em concreto com 80 cm de largura a toda a volta, com 6 pares de pilares dispostos longitudinalmente. As fundações contam com 12 sapatas regulares de 60 x 60 cm logo abaixo dos pilares de bambu. Acima, a estrutura conta com uma sequência de vigas conectando todos os pilares tanto verticalmente quanto horizontalmente.

A iluminação do galpão servirá para manter a claridade no entardecer, a fim de uma melhor visibilidade quanto aos processos do beneficiamento da pós-colheita de bananas. Tal como o despencamento e pôr as pencas de bananas nas caixas. Também servirá para o amanhecer do inverno para a saída das caixas para a comercialização nas feiras. Desta forma, o sistema de iluminação é composto por 12 lâmpadas tipo LED dispostas ao longo dos trilhos eletrificados.

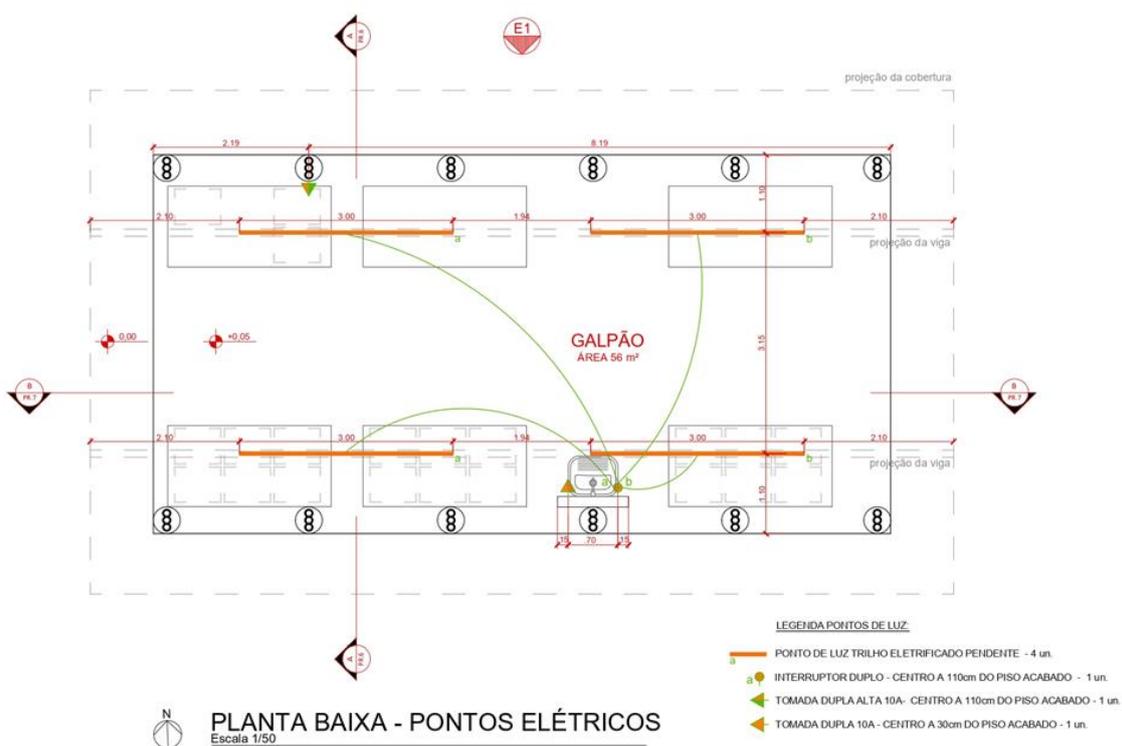


Figura 4. Planta elétrica do Galpão Sustentável.

A iluminação do espaço é feita através de 6 pontos de luz pendentes tipo trilho eletrificado de LED, pendurados nas vigas. O dimensionamento do Projeto Elétrico deverá obedecer aos cálculos e dimensionamentos de Projeto Específico e deverá observar os pontos de luz e tomadas indicados na Planta de Pontos Elétricos.

A parte hidráulica do galpão será composta por um tanque para que seja feita a assepsia manual antes e pós o manuseio dos cachos e pencas de bananas, a fim de manter a segurança sanitária no estabelecimento.

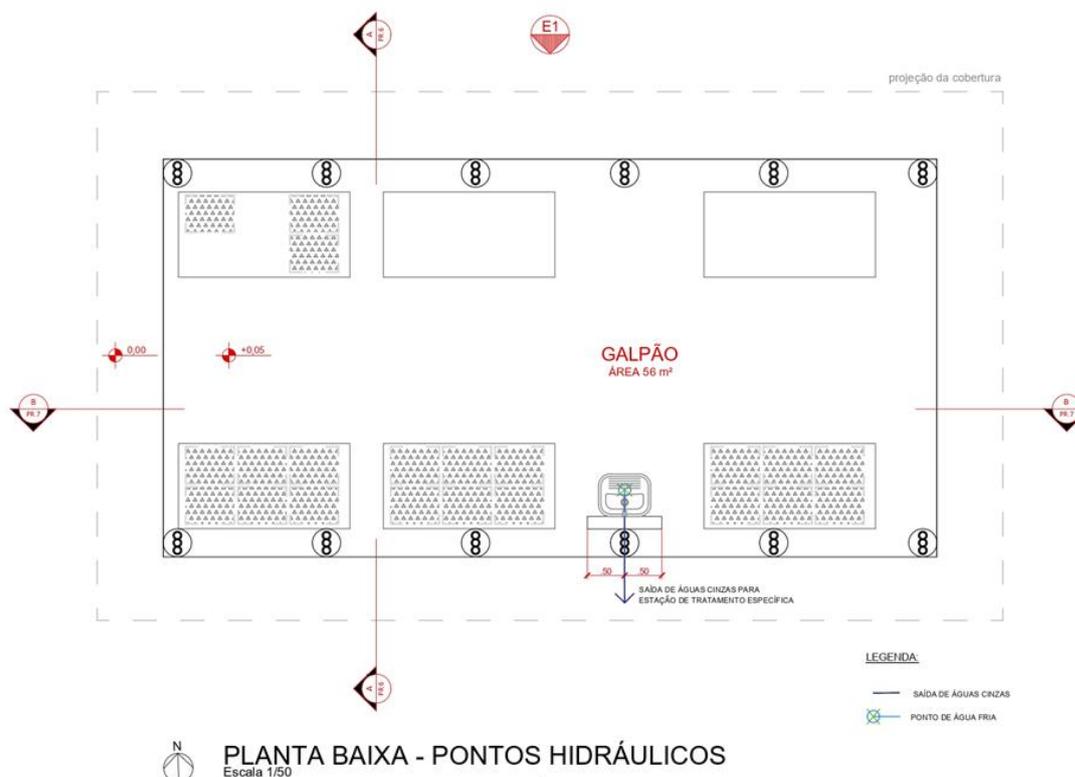


Figura 5. Planta hidráulica Galpão.

O dimensionamento do projeto de abastecimento de água e esgoto deverá obedecer aos cálculos e dimensionamentos de Projeto Específico e deverá observar os pontos especificados na planta de Pontos Hidráulicos, que correspondem ao tanque.

A parede onde se instalará o tanque será de alvenaria convencional de 1m de comprimento por 1,3m de altura, revestida e pintada. O tanque será de material de em aço inoxidável completa, dimensões 60x50x40cm, com torneira para cozinha de mesa bica móvel para que a assepsia seja feita em devidas conformidades.

A cobertura proposta é a composta de telhado com duas águas, apoiada em estrutura de bambu, com inclinação de 35%. O diagrama de cobertura pode ser visualizado na Figura 6.

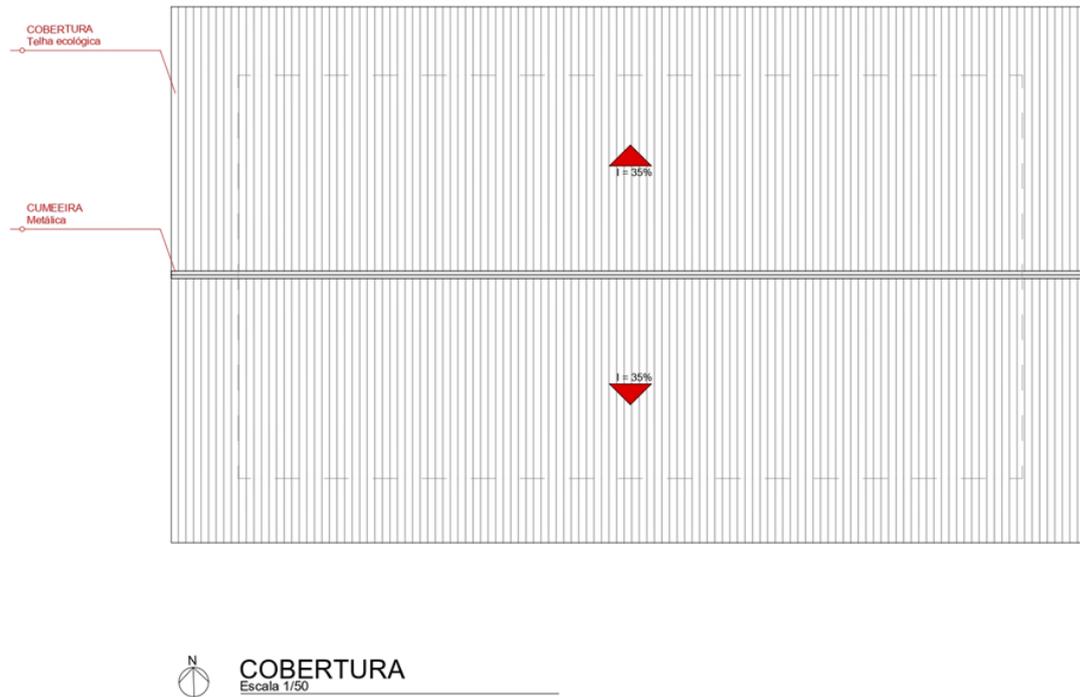
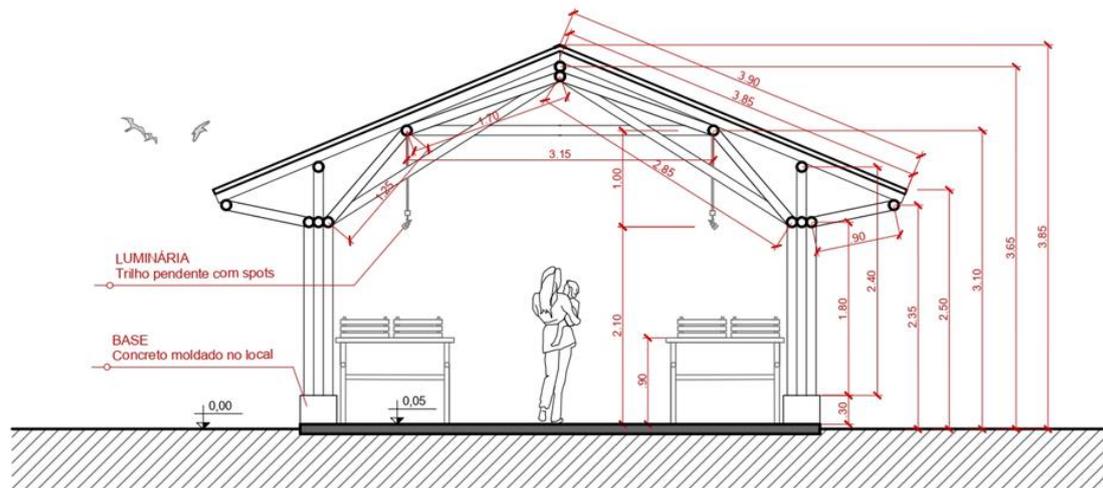


Figura 6. Diagrama de Cobertura do Galpão.

Os cortes (transversal e longitudinal) indicando as dimensões da edificação podem ser visualizados nas figuras 7 e 8. O Corte transversal apresenta as medidas das varas de bambu que compõem a estruturação da edificação. O corte transversal é apresentado para compor as dimensões e projeções das estruturas de bambu, de forma que tenha a distância entre o chão e a estrutura de base de apoio a cobertura. Tal dimensionamento é importante para garantir a estabilidade da edificação. Também estão dispostos, a altura do pé direito (3,10 m) e da cumeeira (3,85 m), o comprimento das águas do telhado (3,90 m por água). A indicação da base de concreto moldado e indicação dos trilhos para parte de iluminação.

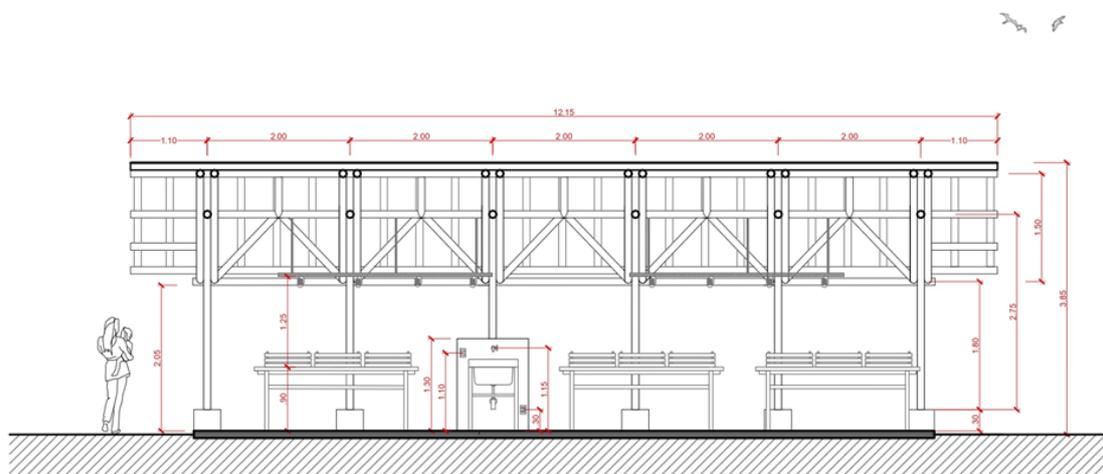


CORTE A - TRANSVERSAL
Escala 1/50

Figura 7. Corte Transversal do Galpão Sustentável.

A lateral da estrutura da edificação é representada pelo corte longitudinal. Onde estão apresentadas as distâncias encontradas pela disposição das varas de bambu na estrutura de base da cobertura e suas respectivas medidas se encontram na figura 8.

Também estão dispostas as medidas do tanque industrial e da parede que servirá como base da instalação, a parte hidráulica está descrita adiante.



CORTE B - LONGITUDINAL
Escala 1/50

Figura 8. Corte Longitudinal do Galpão.

A fachada é a apresentação da vista lateral do galpão, apresentando uma das águas e disposição dos pilares de sustentação como pode ser observado na figura 9.

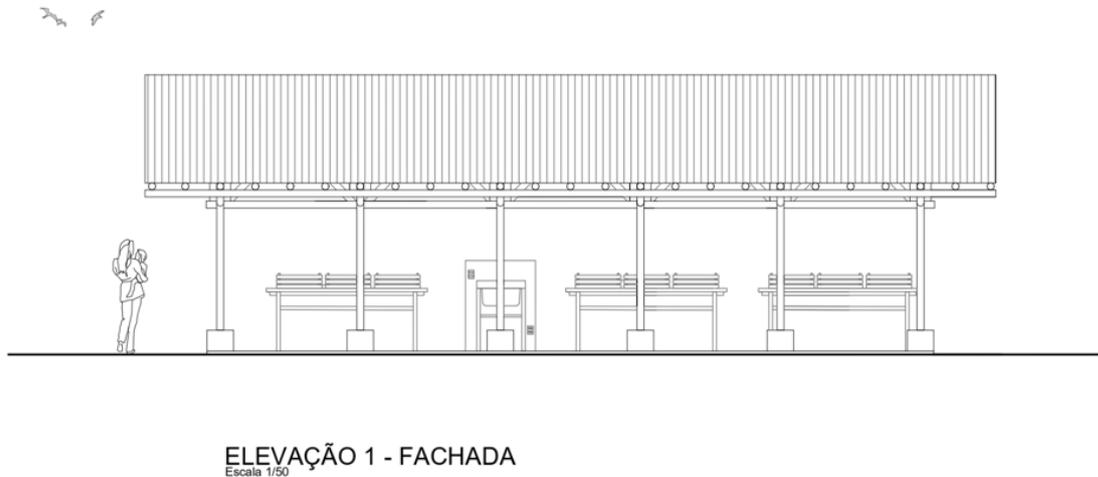


Figura 9. Fachada do Galpão.

Para a execução do projeto da edificação com bambu serão necessários dois meses com o quantitativo de quatro pessoas integrando a equipe, sendo dois especialistas em construção com bambu e dois ajudantes.

4.2 Modelagem 3D do Galpão

A modelagem gráfica do galpão está apresentada nas figuras 10 e 11. A modelagem em 3D proporciona uma aproximação da realidade da aplicação da energia renovável na construção rural. Esta projeção pode servir como incentivo para adoção do uso de materiais alternativos na construção agrícola. Sendo de grande valia para demonstração da arquitetura da construção sustentável.



Figura 10. Representação Gráfica da Frente do Galpão, à distância (acima) e próximo (abaixo).



Figura 11. Representação Gráfica da lateral do Galpão, à distância (acima) e próximo (abaixo).

O projeto arquitetônico pode ser executado para atender a demanda dos produtores de banana da Associação de Produtores de Vargem Grande/RJ, a AGROVARGEM, mediante instruções dos profissionais especialistas para acompanhar o sistema construtivo.

Outra forma de construção é a capacitação dos agricultores para a construção com o uso do bambu. Podendo ter diferentes tipos de capacitação: somente construir, considerando toda a compra do material, construir e beneficiar o bambu até ele ficar apto para construção, ou seja, a capacitação desde a colheita, o tratamento e a aplicação na construção. Desta forma, os produtores podem ter autonomia nas construções futuras e ainda irão economizar os custos da construção do galpão.

4.3 Viabilidade Financeira da Construção

4.3.1 Fluxo de caixa

Na Tabela 1 estão listados os materiais de acordo com a demanda da construção do galpão sustentável com o uso do bambu. Como o uso do bambu não apresenta se regulamentado para a construção no geral, poucos materiais tiveram como base a tabela do SINAPI – RJ (2022). Tais como, os materiais para a fundação. Os demais materiais foram levantados com profissionais que trabalham com a construção sustentável com bambu no estado do Rio de Janeiro.

Tabela 1–Lista de Materiais e Custos da estrutura do Galpão

Item	Fonte	Material	Quantidade	Preço unidade (R\$)	Preço total (R\$)
1	Estrutura				
1.1	Mercado local	Vara Bambu	62 unidades	30	1860
1.2	Mercado Local	Barra Roscada Trapezoidal	1 unidade	400	400
1.3	Mercado Local	Porca e Arruela	1 conjunto	100	100
1.4	Mercado Local	Osmocolor	3 unidades	170	510
1.5	Mercado Local	Tratamento	80 unidades	15	1200
1.6	Mercado Local	Frete	1 locação	3000	3000
2	Fundação				
2.1	Mercado Local	Sapata pronta 70x70cm	12 unidades	49	588
2.2	SINAPI - 11146	Concreto Auto adensável	12 m ³	450,1	5401,2
2.3	SINAPI - 21141	Tela de aço soldada nervurada	83 m ²	17,87	1483,21
3	Cobertura				
3.1	SINAPI - 7213	Telha de Fibrocimento	90 m ²	19,84	1785,6
4	Mão de Obra***		2 pessoas/dia	389,44	15.577,60
Total					31.905,61

*** A mão de obra qualificada para a construção com o uso de bambu foi baseada na mão de obra de pedreiro (Composição 88309) e servente (Composição 88316) de acordo com SINAPI, por não haver mão de obra de profissional qualificado.

Fonte: Elaboração própria e adaptado do SINAPI (2022)

A mão de obra qualificada para a construção do galpão com o bambu é um pouco restrita, não sendo de fácil acesso. É importante ter em mente que promover cursos de

qualificação para a construção sustentável é imprescindível para a construção através da tecnologia verde. Neste caso, como não há profissional qualificado acessível, fica restrito a aceitabilidade do produto no mercado da edificação.

Um dos principais desafios de realizar os cálculos para elaborar a viabilidade financeira da construção do galpão foi à falta de itens ecológicos na tabela do SINAPI. Isto é relevante diante do planejamento econômico do material a ser utilizado no sistema construtivo. Uma das providências a serem tomadas para o uso do bambu na construção civil brasileira é adequar o bambu aos padrões normativos já existentes na indústria a construção.

Também foi necessário o levantamento de custos da parte elétrica e hidráulica (Tabela 2). O cenário aqui já é favorável quando refere se aos itens cadastrados no SINAPI.

Tabela 2–Orçamento da parte elétrica e hidráulica do galpão.

Item	Código SINAPI	Material	Quantidade	Preço Unidade	Preço Total
1	Elétrico			R\$	R\$
1.1	92002	Tomada média de embutir (2 módulos), 2p+t 10 a	2 unidades	29,11	58,22
1.2	91958	Interruptor simples (2 módulos), 10a/250v	1 unidade	22,41	22,41
1.3	91926	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm ² , anti-chama 450/750 v	15 metros	2,33	34,95
1.4	91928	Cabo de cobre flexível isolado, 4,0 mm ² , anti-chama 450/750 v	10 metros	3,72	37,2
	91862	Eletroduto rígido roscável, pvc, dn 20 mm (1/2"),	10 metros	5,76	57,6
	91889	Curva 180 graus para eletroduto, pvc, roscável, dn 20 mm (1/2")	1 unidade	5,75	5,75
1.4	91874	Luva para eletroduto, pvc, roscável, dn 20 mm (1/2")	1 unidade	3,25	3,25
1.5	74130/001	Disjuntor termomagnético monopolar	2 unidades	11,75	23,5
	88247	Eletricista	1 pessoa/dia	124,96	2499,2
2	Iluminação				
2.1	27594	Luminária Spot Base GU10 para Trilho Eletrificado	12 unidades	64	768
2.2	95541	Trilho Eletrificado 3m Inclusive Fixação	4 unidades	19	76
3	Hidráulico				

3.1	Mercado local	Cuba industrial em aço Inoxidável completa, dimensões 60x50x40cm	1 unidade	660,4	660,4
3.2	86909	Torneira para cozinha de mesa bica móvel, Deca ou equivalente	1 unidade	172,71	172,71
3.3	86883	Sifão tipo flexível em PVC	1 unidade	8,32	8,32
3.4	89356	Tube soldável de PVC marrom D=25mm e conexões	4 metros	16,04	64,16
	89711	Tube de PVC p/ esgoto e conexões 40mm	10 metros	14,27	142,7
	89353	Registro de Gaveta	1 unidade	31,09	31,09
	88267	Bombeiro Hidráulico	1 pessoa/dia	136,08	2721,6
4	Parede de Alvenaria				
4.1	7271	Bloco cerâmico 9x19x19	70 unidades	0,39	27,3
4.2	88630	Argamassa traço 1:4 (cimento e areia média), preparo manual. af_08/2014	3 m ²	455,4	1366,2
4.3	88489	Pintura em látex acrílico 02 demãos sobre paredes externas	3 m ²	9,72	29,12
4.4	***	Mão de Obra	1 pessoa/dia	194,72	584,16
Total de Custos					9447,49

*** A mão de obra qualificada para a construção com o uso de bambu foi baseada na mão de obra de pedreiro (Composição 88309) de acordo com SINAPI, por não haver mão de obra de profissional qualificado.

Fonte: Adaptado do SINAPI (2022)

Os custos variáveis foram estimados no consumo de energia elétrica e água, baseando em consumo de 80kWh e 20 m³, respectivamente, R\$1.509,48 (ENEL, 2022) e R\$1.085,76 (CEDAE, 2022). Outros custos se situam em pagamento de IPTU que foi incluso nos custos anuais, no valor de R\$300,00 e manutenção que foi estimado em R\$1.000,00 por ano.

O projeto tem como o custo de base de R\$ 41.358,10. No entanto, com a simulação de um financiamento para custear a construção do galpão de bambu será necessário um crédito de R\$ 51.303,59 para compensar a taxa de juros a 13,75% a.a., de acordo com a SELIC (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022)

De acordo com o valor financiado, R\$ 51.303,59, foi calculado o custo das parcelas anuais (amortização mais juros) para quitar a linha de crédito ao longo de dez anos. Desta forma, o financiamento do projeto é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Financiamento do Projeto

Tempo	Juros	Saldo devedor	Amortização (SAC)	Juros	Parcela
0		R\$ 51.303.59			
1	13,75%	R\$ 46.173.23	R\$ 5.130.36	R\$ 7.054.24	R\$ 12.184.60
2	13,75%	R\$ 41.042.88	R\$ 5.130.36	R\$ 6.348.82	R\$ 11.479.18
3	13,75%	R\$ 35.912.52	R\$ 5.130.36	R\$ 5.643.40	R\$ 10.773.75
4	13,75%	R\$ 30.782.16	R\$ 5.130.36	R\$ 4.937.97	R\$ 10.068.33
5	13,75%	R\$ 25.651.80	R\$ 5.130.36	R\$ 4.232.55	R\$ 9.362.91
6	13,75%	R\$ 20.521.44	R\$ 5.130.36	R\$ 3.527.12	R\$ 8.657.48
7	13,75%	R\$ 15.391.08	R\$ 5.130.36	R\$ 2.821.70	R\$ 7.952.06
8	13,75%	R\$ 10.260.72	R\$ 5.130.36	R\$ 2.116.27	R\$ 7.246.63
9	13,75%	R\$ 5.130.36	R\$ 5.130.36	R\$ 1.410.85	R\$ 6.541.21
10	13,75%	R\$ 0.00	R\$ 5.130.36	R\$ 705.42	R\$ 5.835.78

Fonte: Elaboração própria (2022)

As receitas geradas do fluxo do projeto foram os valores agregados pelo benefício que a construção do galpão para fase de pós-colheita promoverá no escoamento da produção para sua posterior comercialização. Com um total de 10 produtores, uma receita mensal média de R\$ 6.000,00, irá gerar um valor anual de R\$ 720.000,00. Foi considerado um valor agregado de 5% do galpão, gerando uma receita anual de R\$ 36.000,00.

Adaptando ao projeto, pode se observar que o VPL deu um valor positivo de R\$ 85.319.21 (Tabela 4). Foi considerado TMA igual ao valor de taxa de juros da poupança em outubro de 2022 de 6,17% a.a. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2022).

Tabela 4 - Valor Presente Líquido

Tempo	TMA	Fluxo de Caixa	VPL
0		-R\$ 51.076,35	-R\$ 51.076,35
1	6,17%	-R\$ 19.883,98	-R\$ 18.728,44
2	6,17%	R\$ 21.975,42	R\$ 19.495,46
3	6,17%	R\$ 22.677,72	R\$ 18.949,33
4	6,17%	R\$ 23.380,02	R\$ 18.400,84
5	6,17%	R\$ 24.082,32	R\$ 17.852,09
6	6,17%	R\$ 24.784,62	R\$ 17.304,99
7	6,17%	R\$ 25.486,92	R\$ 16.761,18
8	6,17%	R\$ 26.189,22	R\$ 16.222,13
9	6,17%	R\$ 26.891,52	R\$ 15.689,13
10	6,17%	R\$ 27.593,82	R\$ 15.163,29
Total			R\$ 86.033,66

Fonte: Elaboração própria (2022)

Logo, o TIR de 24,57% torna o projeto viável diante do TMA de 6,17%. Enquanto o *payback* mostra quanto tempo leva para ter retorno do investimento realizado. Nesse projeto é possível observar que irá levar cerca de 5 anos (4,73).

TIR	24,35%
<i>Payback</i>	4,76

Fonte: Elaboração própria (2022)

A viabilidade financeira da construção do galpão apresentou se positiva. Logo, o projeto é viável dentro deste cenário de fluxo de caixa. Até o atual momento não foram encontrados trabalhos similares a este tipo de construção. No entanto, um estudo sobre a viabilidade construtiva do bambu em construções sustentáveis de Wei & Jordani (2018) teve como um dos seus objetivos comparar custos, com base na tabela SINAPI, entre a utilização do bambu e do Wood Frame no sistema construtivo. Trabalhos futuros podem vir a ser objeto de comparativo com este trabalho, seja de outra forma sustentável e/ou convencional.

5 CONCLUSÃO

Os estudos comprovam que o uso do bambu é apropriado para a construção civil. Ainda colabora com os objetivos da sustentabilidade, trazendo potencial no setor econômico, ambiental e tecnológico.

O projeto arquitetônico se apresentou como base técnica para a execução da construção do galpão com o uso do bambu, respeitando as projeções das varas de bambu que comporão majoritariamente a estrutura do galpão.

O projeto de hidráulica e elétrica foi complementar a demanda de iluminação e higienização da fase de pós-colheita da banana, atendendo as necessidades do beneficiamento e comercialização da cultura.

A viabilidade financeira para a construção do galpão sustentável a partir do uso de bambu apresentou se positiva quanto aos resultados dos indicadores da viabilidade. No entanto, é necessário que os bananicultores façam um planejamento financeiro, no qual consigam investir nos custos da construção do galpão coletivo sem comprometer a manutenção do bananal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Estruturas do Bambu, NBR 16828-1, Parte 1: Projeto. NBR 16828-2, Parte 2: Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu (2020).

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Estruturas do Bambu, NBR 13531/1995. Projetos de Edificações (1995).

ASARE, B. J.; DANYUO, Y. Mechanical Characterization of Earth-Based Composites Materials Reinforced with Treated Bamboo Fibres for Affordable Housing. **MRS Advances**, v. 5, n. 25, p. 1313–1321, 2020.

AHMED, Salma; EL-SAYEGH, Sameh. The challenges of sustainable construction projects delivery—evidence from the UAE. **Architectural Engineering and Design Management**, p. 1-14, 2022.

AHMED, Zahoor et al. Economic growth, renewable energy consumption, and ecological footprint: Exploring the role of environmental regulations and democracy in sustainable development. **Sustainable Development**, v. 30, n. 4, p. 595-605, 2022.

AMETEPEY, Ofori; AIGBAVBOA, Clinton; ANSAH, Kwame. Barriers to successful implementation of sustainable construction in the Ghanaian construction industry. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 1682-1689, 2015.

ARRANZ, Flávia Aguiar; BRAGA, Débora Coting; CAMINHOLA, Patricia Felipe. Construções de bambu: Análise estrutural de um edifício de bambu. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia de Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011

BALOI, Daniel. Sustainable construction: challenges and opportunities. **Arcom. Ac. Uk**, v. 1, p. 3-5, 2003.

BASTOS, Cristiane Cruxen Daemon d'Oliveira e; PINTO, João Luis Guedes e ROCHA, Pedro Felipe da. Construções com bambu. 2018. Disponível em: <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/460/360>.> Acesso em 10 de abril de 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxa de Juros SELIC. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em 16 de novembro de 2022.

BOCASANTA, Stephane Louise; PFITSCHER, Elisete Dahmer; BORGERT, Altair. Benefícios e custos ambientais gerados com edificações sustentáveis: uma ferramenta para análise de viabilidade financeira ambiental. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, v. 15, n. 46, p. 35-46, 2016.

BON, Ranko; HUTCHINSON, Keith. Sustainable construction: some economic challenges. **Building Research & Information**, v. 28, n. 5-6, p. 310-314, 2000.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho das edificações e a**

sua importância para o setor da construção civil. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CARBONARI, G. et al. Bambu – O Aço Vegetal. **MIX Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 17, 2017.

CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. Optimising building sustainability assessment using BIM. **Automation in Construction**, v. 102, p. 170–182, jun. 2019.

CASSEN. Report of the World Commission on Environment and Development. Vol. 64. P 126-126, 1987.

CATALÃO, Christiane Gerbauld e DE OLIVEIRA, Rogério Ribeiro. **A sucessão ecológica em área de mata atlântica submetida a uso de roça na década de 1970 (Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ).** Relatório PIBIC - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2008.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. (2019). Sustentabilidade Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em 19 de março de 2020.

CHEN, M. et al. Sustainability and innovation of bamboo winding composite pipe products. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 144, n. March, 2021.

CHITHAMBARAM, S. J.; KUMAR, S. Flexural behaviour of bamboo based ferrocement slab panels with flyash. **Construction and Building Materials**, v. 134, p. 641–648, 2017.

CRUZ, Danylla Nunes da. **Sistema construtivo convencional e sistema construtivo sustentável para edificação de uso misto: uma análise de viabilidade econômica.** 2021. 64 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2021.

EFFTING, Elisa da Fonseca. **Construção civil sustentável: um estudo sobre a utilização do bambu.** 106f. Trabalho de Conclusão de Curso, (Bacharel em Engenharia Civil) Universidade do Sul de Santa Catarina, Pedra Branca, Santa Catarina, 2017.

FEFFER, M. Betty Feffer. (2011) Bambu: material sustentável. Disponível em: https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/amima_/centro-max-feffer-cultura-e-sustentabilidade/1695. Acesso em 18 de outubro de 2020.

DA ROSA, M. P. **Viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil produzidos em Florianópolis-SC.** Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina

DAS, P. et al. Traditional bamboo houses of North-Eastern Region: A field study of Assam & Mizoram. **Key Engineering Materials**, v. 517, p. 197–202, 2012.

DE OLIVEIRA, Clara Machline Ribeiro e FERREIRA, Álvaro. **A apropriação da natureza enquanto mercadoria: um olhar sobre o bairro de Vargem Grande.** Relatório PIBIC - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2014.

DE SOUZA, Felipe Morais; LEÃO, Lucas Osório; QUARESMA, Wanessa Mesquita Godoi. Estado da Arte do Bambu na Construção Civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19637-19653, 2020.

DRUMOND, P. M.; WIEDMAN, G. **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, 2017.

ELIZABETH, S.; DATTA, A. K. RETRACTED ARTICLE: On the seismic performance of bamboo structure. **Bulletin of Earthquake Engineering**, v. 18, n. 11, p. 5413–5413, 2020.

ESCAMILLA, E. Z. et al. Industrial or traditional bamboo construction? Comparative life cycle assessment (LCA) of bamboo-based buildings. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 9, 2018.

ESGOTI, P. et al. Using bamboo as green roof: Evaluation of the thermal environment. **2016 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, ASABE 2016**, n. April, 2016.

FERNANDES, Aldina Mafalda Brinço. **Arquitetura e Desenvolvimento Ambiental: Comunidades Ecológicas**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal).

FERREIRA, Débora; LUSO, Eduarda; CRUZ, Maria. Blocos ecológicos de solo-cimento com incorporação de resíduos. **REHABEND 2018-CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND HERITAGE MANAGEMENT**, 2018.

INBAR – International Bamboo and Rattan Organization Novedades del bambú y el ratán Volumen 3 Número 2: Asia y el Pacífico: Reflexiones de los últimos 25 Años. Disponível em https://www.inbar.int/resources/inbar_publications/bru-es-3-2/. Acesso em 18 de novembro de 2022.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 102 f. Tese (Título livre de docente) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

KORDE, C. et al. Laterally Restrained Bamboo Concrete Composite Arch under Uniformly Distributed Loading. **Journal of Structural Engineering**, v. 141, n. 3, p. 1–11, 2015.

LANTICAN, C. B.; PALIJON, A. M.; SALUDO, C. G. **Recent Research on Bamboos**. Proceedings of the International Bamboo Workshop: October 6-14, Hangzhou, People's Republic of China, 1985.

LEIRINGER, Roine et al. In search of sustainable construction: the role of building environmental assessment methods as policies enforcing green building. **Construction Management and Economics**, v. 40, n. 2, p. 104-122, 2022.

LI, Z. et al. A Strong, Tough, and Scalable Structural Material from Fast-Growing Bamboo. **Advanced Materials**, v. 32, n. 10, p. 1–8, 2020.

LU, Y. et al. Gentle fabrication of colorful superhydrophobic bamboo based on metal-organic framework. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 593, p. 41–50, 2021.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BINAGRI - SISLEGIS: Instrução Normativa 16/2011. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=309249133>. Acesso em 24 de junho de 2020.

MARQUES, Sara Corrêa; LUIZ, Gabriel Andrade; DA SILVA, Thalles Gumieri. EMPREGO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Eptaya E-books, v. 1, n. 12, p. 72-81, 2020.

MOGNON, Fernando et al. **Uma abordagem para modelagem de software utilizando a OPM para desenvolvimento iterativo, incremental e ágil**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

NAIME, Roberto. Uso de bambu na construção civil. 2019. EcoDebate <https://www.ecodebate.com.br/2019/07/04/uso-de-bambu-na-construcao-civil-artigo-de-roberto-naime/?cn-reloaded=1>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

NISHI, Marcos Hiroshi et al. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. *Revista Árvore*, v. 29, p. 263-270, 2005.

NUNES, A. R. S. NUNES, 2005. **Rom J Morphol Embryol**, v. 46(2), n. Neurofibroma, schwannoma or a hybrid tumor of the peripheral nerve sheath, p. 113- 116., 2005.

OGUNMAKINDE, Olabode Emmanuel; EGBELAKIN, Temitope; SHER, William. Contributions of the circular economy to the UN sustainable development goals through sustainable construction. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 178, p. 106023, 2022.

OLIVEIRA, Claudia Lucia Soares de. Bambu: uma proposta para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Distrito Federal. 2011. Monografia (graduação). Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

OSUIZUGBO, Innocent Chigozie; OJELABI, Raphael Abiodun. Building production management practice in the construction industry in Nigeria. **Engineering Management in Production and Services**, v. 12, n. 2, p. 56-73, 2020.

PEREIRA, M. A. DOS R. Projeto bambu: introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações. **Aleph**, p. 200 f. : il., 2012.

PIANI, T. Li et al. Dynamic behaviour of adobe bricks in compression: The role of fibres and water content at various loading rates. **Construction and Building Materials**, v. 230, p. 117038, 2020.

REDE ECOLÓGICA. História da Associação dos Produtores de Vargem Grande/RJ – AGROVARGEM. Disponível em <http://redeecologicario.org/areas-de-atuacao/interacao-entre-produtores-e-consumidores/produtores/agrovargem/>. Acesso em 15 de novembro de 2020.

ROSA, Murilo José **Estimativa da carga de retorno agroindustrial nos principais portos brasileiros**. 43f. Monografia, (Bacharel em Ciências Econômicas) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura —Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011.

ROCHA, Marcos Donizete aparecido e DE SOUSA, Jose Manuel Baptista Meireles. **Canais de distribuição e geomarketing**. Saraiva educação sa, 2017.

DA ROCHA, fernando vinícius et al. **Fatores que afetam a decisão do produtor em investir em novos armazéns agrícolas**. XVII SEMEAD - Seminários em Administração. Universidade de São Paulo, ISSN 2177-3866, 2014.

SANTOS, João Vitor de Souza; ALVES, José Carlos Pansonato. **Redução de desperdício em uma unidade de beneficiamento dos grãos**. 2020. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à UNITOLEDO como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia. Araçatuba, São Paulo.

SARLO, Helena Bergi. **Influence of the moon phases, the cut season and the bamboo species on the attack of *Dinoderus minutus* (Fabr.) (Coleoptera: Bostrichidae)**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.

SECO, A. et al. Sustainable unfired bricks manufacturing from construction and demolition wastes. **Construction and Building Materials**, v. 167, p. 154-165, 2018.

SCURLOCK, J. M. O.; DAYTON, D. C.; HAMES, B. Bamboo: An overlooked biomass resource? **Biomass and Bioenergy**, v. 19, n. 4, p. 229–244, 2000.

SHARMA, M. Development of a ‘Green building sustainability model’ for Green buildings in India. **Journal of Cleaner Production**, v. 190, p. 538–551, jul. 2018.

SHENOY, Akshata et al. Smart Waste Segregation System using Convolutional Neural Networks. **Journal of Electrical Engineering**, v. 4, n. 2, p. 86-99, 2022.

SILVA, Sabrina Jovedi da et al. **Análise da viabilidade econômica da substituição do aço por bambu em estruturas de concreto armado na construção de casas populares na região do Araguaia**. 2019. TCC (Graduação de Engenharia Civil) Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, Barra do Garças, Mato Grosso.

SOARES, E.; SILVEIRA, D. A. Avaliação do Controle Sustentável do Caruncho *Dinoderus minutus* Fabr. 1775 (Coleoptera: Bostrichidae) em Pós-colheita de Bambu. v. 1775, 2015.

SOUZA, A. M. DE. Os diversos usos do bambu na construção civil. **Universidade Tecnológica Federal Do Paraná**, p. 103, 2014.

STAMATIS, D.; GANGYI, T. Deciding on Bamboo or Steel as a Building Material in Rural China: The Area X Project. **ARENA Journal of Architectural Research**, v. 4, n. 1, p. 1–19, 2019.

STAMM, J. La evolución de los métodos constructivos en bambú. **2 Congreso Mexicano de Bambú**, p. 2–11, 2008.

SU, N. et al. Hydrophobic treatment of bamboo with rosin. **Construction and Building Materials**, v. 271, 2021.

VALENTE, Andréa. Agenda 21 escolar: um plano de gestão ambiental. 2010.

Monografia Especialista em Gestão Ambiental. UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES.

VAN UFFELEN, Chris. **Airport architecture**. Berlin: Braun, 2012.

VIEIRA, A.; CAMPOS, N. Aplicação da fibra de bambu aos sistemas industrializados para desenvolvimento de placas de concreto. p. 92–106, 2020.

VILLARES, Henrique Dumont. Quem deu Asas ao Homem: Alberto Santos-Dumont – Sua vida e sua glória. São Paulo, 1953.

VILLEGAS, Marcelo. **Guadua: arquitectura y diseño**. Villegas Asociados, 2005.

VON SEIDLEIN, L. et al. Affordable house designs to improve health in rural Africa: a field study from northeastern Tanzania. **The Lancet Planetary Health**, v. 1, n. 5, p. e188–e199, 2017.

WEI, Wong w., JORDANI, Bárbara. **Construção civil sustentável: estudo de viabilidade construtiva do bambu**. Congresso Luso-Brasileiro Materiais de Construção Sustentáveis Coimbra, 14-16 de fevereiro de 2018

XIAO, Y.; ZHOU, Q.; SHAN, B. Design and Construction of Modern Bamboo Bridges. **Journal of Bridge Engineering**, v. 15, n. 5, p. 533–541, 2010.

XIAO, Yan; YANG, R. Z.; SHAN, Bo. Production, environmental impact an mechanical properties of glubam. **Construction and Building Materials**, v. 44, p. 765-773, 2013.

YANG, K. et al. A simple, effective and inhibitor-free thermal treatment for enhancing mold-proof property of bamboo scrimber. **European Journal of Wood and Wood Products**, n. 0123456789, p. 1–7, 2021.

ZANELATO, E. B. *et al.* Utilização de resíduo de Mármore e Granito para redução da absorção de água de peças cerâmicas. Congresso Brasileiro de Cerâmica. Bonito. MS. 2017.

ZHANG, Y. et al. Effects of heat treatment on surface physicochemical properties and sorption behavior of bamboo (*Phyllostachys edulis*). **Construction and Building Materials**, v. 282, p. 122683, 2021.