



PEDRO AUGUSTO REIS CARVALHO

**ESTUDO PRELIMINAR DE ESPAÇO DE CONVIVÊNCIA EM ESTRUTURA DE
BAMBU E TAIPA DE PILÃO PARA A UFLA**

LAVRAS – MG

2023

PEDRO AUGUSTO REIS CARVALHO

**ESTUDO PRELIMINAR DE ESPAÇO DE CONVIVÊNCIA EM ESTRUTURA DE
BAMBU E TAIPA DE PILÃO PARA A UFLA**

Concepção básica apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof^ª. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa
Orientadora

LAVRAS – MG

2023

PEDRO AUGUSTO REIS CARVALHO

**ESTUDO PRELIMINAR DE ESPAÇO DE CONVIVÊNCIA EM ESTRUTURA DE
BAMBU E TAIPA DE PILÃO PARA A UFLA**

**PRELIMINARY STUDY OF LIVING SPACE IN BAMBOO STRUCTURE AND RATED
PESTLE FOR UFLA**

Concepção básica apresentada à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 15 de dezembro de 2023.

Profa. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa - UFLA

Profa. Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro - UFLA

Prof. Dr. Lucas Henrique Pedroso Abreu - UFLA



Prof^a. Dra. Andréa Aparecida Ribeiro Corrêa

Orientadora

LAVRAS – MG

2023

DEDICATÓRIA

A minha família por todo apoio.

*Em especial à minha mãe Rosilane, meu pai Augusto, minha irmã Laís, meu
cunhado Luiz Fernando e a minha querida afilhada Maria Luiza .*

Aos meu amigos que sempre estiveram comigo nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao NEMATENC – Núcleo de Estudos em Materiais e Técnicas não Convencionais na Construção Civil, por todo aprendizado adquirido durante minha graduação.

A G3 Construções Ltda, por ter me dado a oportunidade de estágio, e ter agregado consideravelmente em minha formação.

A UFLA – Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade, pelo aprendizado e auxílio durante minha graduação.

A todo corpo docente do curso de Engenharia Civil - UFLA, pelos ensinamentos.

RESUMO

A presença de centros de convivência em universidades públicas é imprescindível, principalmente pós pandemia COVID-19. Após o período de confinamento e aulas online destaca-se a necessidade de transformação do espaço universitário em local que estimule tanto as práticas acadêmicas como os momentos de convívio e bem estar, melhorando assim a qualidade de vida da comunidade acadêmica. A Universidade Federal de Lavras carece de mais espaços com essa finalidade. Diante destes argumentos, o presente trabalho teve como objetivo o estudo preliminar de um espaço de convivência utilizando elementos construtivos estruturais e de vedação em bambu e taipa de pilão. A escolha destes materiais justifica-se por serem ecologicamente corretos e economicamente viáveis e comprovadamente eficientes.

Palavras-chave: Construção Sustentável; Material Renovável; Espaço Multiuso; Materiais não Convencionais; sustentabilidade.

ABSTRACT

The presence of community centers in public universities is essential, especially after the COVID-19 pandemic. After the period of confinement and online classes, the need to transform the university space into a place that stimulates both academic practices and moments of conviviality and well-being stands out, thus improving the quality of life of the academic community. The Federal University of Lavras lacks more spaces for this purpose. Given these arguments, the objective of the present work was the preliminary study of a living space using structural and sealing constructive elements in bamboo and rammed earth. The choice of these materials is justified because they are ecologically correct, economically viable and proven to be efficient.

Keywords: Sustainable Construction; Renewable Material; Multipurpose Space; Unconventional Materials; Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Construção Sustentável: História e Tradição do Uso do Bambu.....	12
2.2 Características Gerais das Espécies de Bambu: propriedades e potencialidades.....	15
2.3 Características morfológicas.....	17
2.4 Desafios e Considerações na Utilização do Bambu: tendências e perspectivas futuras.....	22
2.5 A Taipa de Pilão.....	24
2.6 Legislação Vigente.....	26
3 METODOLOGIA.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

As universidades são espaços onde os estudantes vivenciam práticas de aprendizado nos mais diversos locais. Na Universidade Federal de Lavras (UFLA) não é diferente, sendo destaque pela qualidade de ensino e infraestrutura. Para se obter êxito em ter ensino de excelência e qualidade de vida dos estudantes, é importante que o ambiente acadêmico contemple espaços que proporcionem ambiente saudável de aprendizado e bem estar.

No *campus* Lavras já existe um centro de convivência localizado na avenida central muito bem equipado, contendo: cantina, farmácia, salão de beleza, entre outras lojas, palco para eventuais apresentações artísticas. Entretanto, o crescimento da universidade em número de usuários e cursos, aponta para novas alternativas com mais ambientes que descentralizem o atendimento, proporcionem menor deslocamento entre setores, e sejam ecologicamente corretos.

A escolha do bambu como material principal na concepção do projeto é fundamentada nos aspectos de sustentabilidade, versatilidade e resalto estético. Sob a ótica da sustentabilidade, o bambu destaca-se como um recurso natural renovável, caracterizado por seu rápido crescimento e capacidade de se regenerar, proporcionando uma alternativa ecologicamente amigável aos materiais convencionais de construção.

Aliás, a composição celular única do bambu confere-lhe propriedades estruturais amplas, combinando leveza com resistência, tornando-o uma escolha viável e eficaz para a engenharia civil. É considerado o “aço verde” devido à sua alta resistência à tração.

A versatilidade intrínseca ao bambu amplia o espectro de possibilidades arquitetônicas, permitindo a criação de estruturas excêntricas e esteticamente atraentes. A maleabilidade do material favorece a elaboração de designs arrojados e adaptações criativas, conferindo um caráter distintivo e integrado ao ambiente circundante. A estética resultante é capaz de enriquecer consideravelmente o espaço físico.

A relevância contemporânea dessa proposta manifesta-se em diferentes instâncias, sendo especialmente proeminente no âmbito da engenharia civil. O campo da engenharia, historicamente caracterizado por práticas que consideram

predominantemente o desempenho estrutural e econômico, tem testemunhado uma transição gradual em direção a abordagens mais sustentáveis e socialmente responsáveis.

A taipa de pilão é uma técnica milenar que tem funções estruturais e de vedação, além de apresentar beleza estética e conforto térmico. Atualmente é executada com procedimentos modernos de formas deslizantes entre outras técnicas. Ambos materiais são contemplados com NBRs recentes, o que facilita sua utilização.

Portanto o objetivo deste trabalho consiste em apresentar o estudo preliminar de um centro de convivência para o campus da Universidade Federal de Lavras, fundamentado na utilização sustentável do bambu e da terra como materiais construtivos estruturais e de vedação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A importância dos centros de convivência em ambientes acadêmicos se revela como fundamental na promoção da qualidade de vida, exercendo uma influência em larga escala na saúde mental e bem-estar dos estudantes e da comunidade acadêmica como um todo. Estes espaços são concebidos como ambientes propícios à interação social, à promoção da cultura e ao estímulo à integração entre os membros da comunidade acadêmica (JESUS, 2013).

A vida acadêmica pode ser desafiadora e intensa, com demandas acadêmicas, responsabilidades sociais e pressões constantes. Os centros de convivência oferecem refúgios onde os estudantes podem desfrutar de momentos de descontração, relaxamento e socialização. Esses espaços contribuem para a redução do estresse, proporcionando um equilíbrio necessário entre os desafios acadêmicos e a necessidade de pausas revigorantes.

Além disso, a integração social promovida por esses centros desempenha um papel crucial no fortalecimento do senso de comunidade acadêmica. A interação informal entre estudantes, professores e funcionários em um ambiente mais descontraído permite a construção de laços interpessoais, a troca de experiências e o compartilhamento de conhecimentos fora do contexto formal das salas de aula (JESUS, 2013).

Os estudantes, professores e funcionários podem compartilhar experiências, discutir projetos acadêmicos, e até mesmo explorar oportunidades de colaboração em um ambiente que transcende as barreiras tradicionais da sala de aula. Esses espaços proporcionam uma atmosfera que estimula a quebra de hierarquias, promovendo uma comunicação mais horizontal e favorecendo o senso de pertencimento à comunidade acadêmica (DIAS, 2018).

A Universidade Federal de Lavras, tem desenvolvido ações que buscam acolher a Universidade do Futuro, conforme descrito no site da UFLA (2023):

A organização do espaço da UFLA vem sendo planejada estrategicamente para acolher a Universidade do futuro. Estão sendo desenvolvidas, atualmente, ações que contemplam um plano ambiental e de infraestrutura, planejado para abrigar o crescimento acelerado que a universidade experimenta – ações que são de extrema importância para o desenvolvimento das atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão e da própria convivência na universidade.

Alinhado a esse pensamento, no Plano de Desenvolvimento Institucional para o período 2021-2025, publicado em outubro de dois mil e vinte, também nota-se o interesse em desenvolvimento na área de lazer e de interação entre alunos:

Programas voltados para o esporte e lazer também podem proporcionar melhorias na qualidade de vida dos alunos, melhor rendimento acadêmico e maior interação entre grupos. Outros programas relacionados à melhoria de qualidade de vida no campus que contribuam para a melhoria do bem-estar físico, psicológico e social dos membros da comunidade universitária, tais como a disponibilização de espaços e oportunidades de reflexão, conhecimento e discussão dos mais variados temas de interesse, onde são elaborados diversos projetos envolvendo profissionais da área de saúde, alunos e professores dos cursos de educação física e nutrição, são de extrema relevância (UFLA, 2023).

Dentro do campus já existem práticas de lazer disponíveis para os alunos, tais como, aulas de dança, o CIUNI (piscina, campo, quadra), o palco no centro de convivência na avenida central, que proporciona apresentações artísticas diariamente, além dos espaços utilizados como locais de convívio entre os alunos.

Como é apresentado pela própria Universidade, existe essa preocupação em atingir a excelência em qualidade de ensino e também propor qualidade de vida aos estudantes.

2.1 Construção Sustentável: História e Tradição do Uso do Bambu

A construção sustentável emerge como uma forma de amenizar os impactos ambientais proporcionados pela construção convencional, buscando harmonizar a interação entre a construção humana e o meio ambiente, com o propósito de criar espaços que sejam ecologicamente responsáveis, economicamente viáveis e socialmente equitativos.

A minimização do impacto ambiental, por meio da eficiência no uso de recursos naturais, configura-se como uma diretriz central. Isso implica na consideração de fatores como a escolha de materiais de baixo impacto ambiental, a eficiência energética dos edifícios, e a incorporação de estratégias que promovam a redução das emissões de carbono ao longo do ciclo de vida da construção. A coexistência entre o ambiente construído e as dinâmicas naturais é, portanto, um aspecto esperado nesse contexto (ABRANTES; FARIAS, 2022).

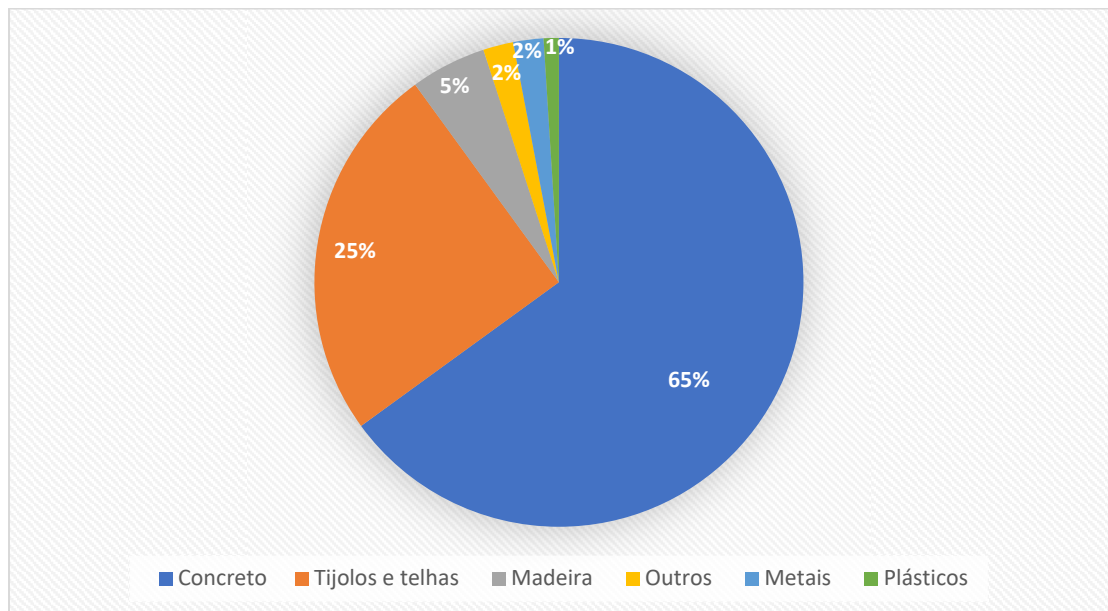
Embasando-se no avanço da globalização e na crescente urbanização das cidades, acompanhados pelo crescimento populacional, a indústria da construção civil tem crescido vertiginosamente nos últimos anos, dessa forma busca-se uma renovação nos métodos construtivos, como forma de fugir do convencional. O conceito de desenvolvimento sustentável foi então posto como aquele que: satisfaz às necessidades das gerações atuais, sem hipotecar a capacidade das gerações futuras de satisfazer às suas próprias (CASSA, 2001).

A construção civil é caracterizada como um componente que impacta agressivamente o meio ambiente, seja com os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) ou Resíduos da Construção Civil (RCC) que são definidos como materiais provenientes de construções, reformas e demolições de obras de construção civil ou resultantes de atividades de escavação. Tijolos, concreto, metais e plásticos, entre outros materiais, são alguns dos componentes dos RCD que podem ser grandes contaminantes para o meio ambiente, principalmente quando depositados em locais inapropriados (DHAPEKAR; MISHRA, 2017).

No Brasil, os resíduos de construção e demolição (RCD) têm grande participação no total dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Pesquisas indicam que os RCD já apresentam cerca de 50% dos RSU nas cidades brasileiras, com uma taxa

média de geração em torno de 0,52 tonelada/habitante/ano (DHAPEKAR; MISHRA, 2017) como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Porcentagem dos componentes dos RCD



Fonte: Adaptado de Dhapekar e Mishra (2017).

A construção sustentável, por sua vez, tem um papel crucial na mitigação desses impactos ambientais adversos. Ao adotar princípios fundamentais que priorizam a eficiência no uso de recursos, a redução das emissões de carbono e a gestão responsável dos resíduos, buscando redefinir a maneira como as edificações interagem com o meio ambiente (MATOS; TANNO, 2021)

Na Ásia, o bambu possui uma longa história como elemento estrutural em diversas construções, desde habitações simples até elaboradas estruturas religiosas. Países como China, Japão e Indonésia incorporaram o bambu em suas tradições arquitetônicas, criando estruturas que resistiram ao teste do tempo. A China, por exemplo, é conhecida por suas pontes e pagodes de bambu, demonstrando não apenas a versatilidade do material, mas também sua capacidade de resistir a desafios climáticos e ambientais (SILVA, 2015).

Na África, a utilização do bambu na construção advém das sociedades antigas, sendo evidenciada nas estruturas de vilarejos e abrigos. O continente africano testemunhou a habilidade das comunidades em utilizar o bambu de maneira eficiente, aproveitando suas características leves e resistentes. O bambu serviu não apenas como material estrutural, mas também como componente estético, integrado em detalhes decorativos e elementos arquitetônicos (SILVA, 2015).

Na América do Sul, as civilizações pré-colombianas, como os Incas, também empregavam o bambu em suas construções, sobretudo nas regiões andinas. A habilidade de adaptar o bambu às necessidades específicas dessas comunidades evidencia a sua flexibilidade como material de construção. Ao longo do tempo, o uso do bambu nessas culturas evoluiu para atender às demandas das comunidades locais, marcando uma trajetória de inovação e adaptação contínua (SAWITZKI *et al.*, 2020).

A evolução do uso do bambu do ponto de vista histórico reflete a sua presença constante em diversas culturas, mas também a capacidade das sociedades de aprimorar e diversificar as técnicas construtivas. A transição para estruturas mais elaboradas e a incorporação de métodos modernos de tratamento e preservação do bambu demonstram uma adaptação contínua desse material à medida que as necessidades construtivas evoluem (OLIVEIRA, 2013).

Projetos arquitetônicos contemporâneos com bambu têm sido notáveis por sua diversidade e adaptabilidade. Desde pavilhões temporários em eventos internacionais até estruturas permanentes, o bambu tem sido empregado de maneiras inovadoras. A versatilidade do material permite a criação de formas arrojadas e orgânicas, desafiando as convenções estéticas e funcionais da arquitetura tradicional (EVANGELISTA *et al.*, 2019).

A figura 2 apresenta um exemplo notável, o trabalho do arquiteto colombiano Simón Vélez, reconhecido internacionalmente por suas contribuições pioneiras na arquitetura de bambu. Vélez utiliza o bambu não apenas como componente estrutural, mas como parte integral do design, explorando suas possibilidades estéticas. Sua abordagem contemporânea reinterpreta a tradição do uso de bambu na Colômbia, elevando-o a um meio de expressão artística e arquitetônica única (MATOS; TANNO, 2021).

Figura 2 – Vista interior da Catedral de Pereira, Colômbia feita pelo arquiteto Simon Velez



Fonte: <https://www.espazium.ch/fr/actualites/simon-velez-architecte-la-maitrise-du-bambou> (2023).

Além disso, projetos contemporâneos com bambu frequentemente integram tecnologias avançadas para tratamento e preservação, assegurando não apenas a durabilidade, mas também a conformidade com padrões de segurança e sustentabilidade (SILVA, 2015).

A aplicação de técnicas modernas de engenharia e design paramétrico tem possibilitado a criação de estruturas complexas e eficientes, desafiando percepções prévias sobre as limitações do bambu na arquitetura contemporânea. A arquitetura contemporânea com bambu não apenas explora as potencialidades estéticas e funcionais do material, mas também responde a um apelo global por práticas construtivas mais sustentáveis (SOUZA; LEÃO; QUARESMA, 2020).

Para atender o mercado e a crescente demanda por recursos, o bambu se apresenta como um material extremamente renovável, de baixa energia de produção e beneficiamento; portanto um material que atende às necessidades humanas sem causar impactos ambientais negativos (ALVES, 2019).

2.2 Características Gerais das Espécies de Bambu: propriedades e potencialidades

As propriedades e potencialidades do bambu na construção são reconhecidas devido às suas características estruturais distintas. A resistência do bambu, uma de

suas propriedades mais amplas, é surpreendente considerando seu peso leve (ALVES, 2019).

A combinação de resistência e leveza faz do bambu um material estrutural eficiente, capaz de suportar cargas consideráveis, uma qualidade que tem sido historicamente explorada em diversas culturas ao redor do mundo. Sua resistência é resultado de uma composição única de fibras e células que contribuem para uma integridade estrutural inovadora (ABRANTES; FARIAS, 2022).

Comparativamente, em relação a outros materiais de construção, o bambu apresenta vantagens distintas. Em comparação com o concreto, por exemplo, o bambu oferece uma alternativa mais leve e ecoamigável, contribuindo para a redução da pegada de carbono na construção civil (SILVA, 2015).

Sua relação resistência-peso também pode ser superior a muitos metais, tornando-o uma opção competitiva em diversas aplicações estruturais. A versatilidade do bambu como material de construção é ainda mais evidente quando comparada a recursos não renováveis, destacando seu potencial em promover práticas construtivas sustentáveis (DIAS, 2023).

O potencial do bambu na construção vai além de suas propriedades físicas. Sua taxa de crescimento rápida e capacidade de regeneração fazem dele uma opção altamente sustentável. Diferentemente de materiais convencionais que demandam longos períodos para renovação, o bambu pode ser colhido em ciclos mais curtos, tornando-se uma escolha ecologicamente responsável (DIAS, 2023).

Sua capacidade de, em muitos casos, superar outros materiais em termos de desempenho estrutural, combinada com seu apelo sustentável, torna o bambu uma escolha atrativa na busca por soluções inovadoras e ecológicas na construção civil contemporânea (EVANGELISTA *et al.*, 2019).

O ciclo de vida do bambu complementa sua sustentabilidade, destacando-se como um material que se integra harmoniosamente aos princípios da economia circular. Enquanto variados materiais de construção possuem ciclos de vida que resultam em uma degradação ambiental significativa, o bambu apresenta uma notável eficiência em termos de recursos (SAWITZKI *et al.*, 2020).

A colheita regular do bambu permite a regeneração contínua ao passo que favorece a manutenção de ecossistemas saudáveis. A capacidade de utilização do bambu em diversos estágios de seu ciclo de vida, desde a colheita até a

decomposição, promove um aproveitamento máximo dos recursos, minimizando resíduos e otimizando sua utilização (SAWITZKI *et al.*, 2020).

Outro aspecto elementar na avaliação da sustentabilidade do bambu concatena-se com sua pegada de carbono comparativamente reduzida. Durante o seu crescimento, o bambu absorve dióxido de carbono da atmosfera de maneira significativa (CRUZ; BARROS, 2022).

A resistência do bambu a fungos se torna mais propriedade destacável que contribui para sua durabilidade. A composição única do bambu, combinada com suas características de crescimento rápido e renovação, inibe o desenvolvimento de fungos e micro-organismos que podem causar a decomposição da madeira (ROSALINO; VALLE, 2017).

Esta resistência natural ao apodrecimento é uma vantagem significativa, especialmente em ambientes úmidos ou sujeitos a condições climáticas desfavoráveis (RIPPER, 2015).

Além disso, o processo de secagem natural do bambu após a colheita convém como importante na prevenção da degradação. Uma secagem adequada contribui para a estabilidade dimensional do bambu, reduzindo a probabilidade de rachaduras, empenamento e outros efeitos adversos associados à umidade. A correta secagem do bambu é um componente crítico para assegurar sua durabilidade e longevidade nas aplicações construtivas. (ROSALINO; VALLE, 2017).

2.3 Características morfológicas

Os bambus pertencem à família das gramíneas (*Poaceas*) e a subfamília Bambusoideae que por sua vez se divide em dois grandes grupos: bambus herbáceos e os bambus lenhosos ((PEREIRA; BERALDO, 2008).

Outras denominações para esses grupos são *entouceirantes* (para os lenhosos), já que estes se apresentam agrupados em moitas e se desenvolvem em regiões tropicais; e *alastrantes* (para os herbáceos) que se apresentam individualmente e desenvolvem-se em regiões de clima temperado (KUMAR; RAJESH; SUDHEESH, 2006). Na Figura 3ab destaque para os rizomas dos dois grupos.

Figura 3 – a) bambu entouceirante e b) bambu alastrante



Fonte: Payer (2010).

Os herbáceos são mais utilizados como plantas ornamentais, e apresentam porte inferior. Já os lenhosos são de porte mais elevado, assemelhando-se com as árvores em termos de morfologia como raízes, colmo, formação de galhos e folhas, propriedades e resistência (RIPPER, 2015).

No Brasil a maior parte das espécies nativas é ornamental, e a grande maioria das espécies aqui plantadas tem origem oriental. A principal exceção é o *Guadua*, originário da América, e que ocorre na Amazônia (Acre e Pará), no Pantanal e em Foz do Iguaçu (PEREIRA; BERALDO, 2008).

Uma de suas vantagens consiste na grande variabilidade de espécies, sendo cada uma destas indicadas para fins específicos na construção e em diversos outros setores. Essa grande variedade de espécies torna o bambu uma excelente matéria prima para quaisquer fins, sejam eles estruturais ou arquitetônicos (KUMAR; RAJESH; SUDHEESH, 2006). Mas também torna sua identificação uma difícil tarefa, pois a espécie possui um ciclo de floração irregular. Para auxiliar na caracterização de gêneros e espécies, conta-se com ferramentas modernas de análise comparativa de DNA por meio de marcadores moleculares e da comparação do material coletado com banco de dados genômicos.

Londoño (2004) relata um total de 90 gêneros e 1.200 espécies de bambus distribuídos pelo mundo. Já Kumar, Rajesh e Sudheesh (2006) relata a existência de cerca de 1575 espécies; distribuídas em 75 gêneros.

As espécies *Dendrocalamus* e *Bambusa* são de origem asiática e foram trazidas pelos imigrantes portugueses e a espécie *Phyllostachys*, originária da China, foi trazida por imigrantes asiáticos. Apenas algumas espécies de bambu ocorrem

naturalmente no Brasil, sendo denominadas por taboca. (PEREIRA; BERALDO, 2008). A tabela 1 dispõe a relação de algumas espécies primárias de bambu.

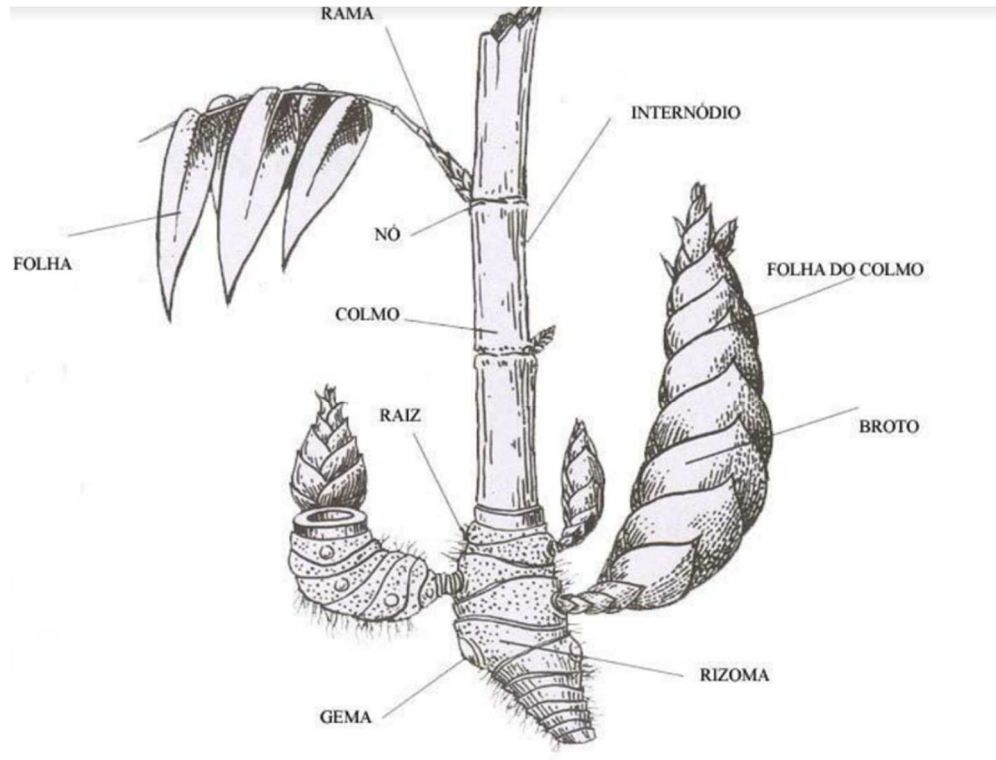
Tabela 1 – Relação de Espécies de Bambu

Espécie	Alturas dos Colmos (m)	Diâmetro dos Colmos (cm)	Espessura das Paredes (cm)	Comprimento do Entrenó (cm)	Usos
<i>Bambusa balcooa</i>	20 a 24	8 a 15	2 a 2,5	30 a 45	Construções, casas e pontes
<i>Bambusa bambos</i>	15 a 30	15 a 18	1 a 1,5	20 a 40	Estrutural, material de construção e placa de bambu (Plybambou)
<i>Bambusa blumeana</i>	15 a 25	6 a 10	0,5 a 3	25 a 60	Construção, laminado de bambu
<i>Bambusa Tulda</i>	até 30	5 a 10	0,4 a 0,7	40 a 70	Estruturas de madeira de qualidade média, construção
<i>Bambusa vulgaris</i>	8 a 20	5 a 10	0,7 a 1,5	25 a 35	Construção, andaimes
<i>Dendrocalamus asper</i>	20 a 30	8 a 20	1,1 a 2	20 a 45	Estrutural, útil para construção pesada em comunidades rurais
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	24 a 60	10 a 20	2,5	40 a 50	Bambu gigante, utilizado na indústria de laminado colado
<i>Gigantochloa apus</i>	8 a 30	4 a 13	1,5	36 a 45	Múltiplos usos, como ripas e laminados, materiais de construção e fins estruturais
<i>Gigantochloa levis</i>	até 30	5 a 16	1 a 1,2	45	Estrutural
<i>Gigantochloa pseudoarundinacea</i>	7 a 30	5 a 13	2	35 a 45	Estruturas de madeira, materiais de construção, tubulações de água
<i>Melocanna bacifera</i>	10 a 20	5 a 7	0,5 a 1,2	20 a 50	Coberturas em construções de casas

Fonte: INBAR (1998).

Em relação às características físicas, o bambu é constituído de uma parte subterrânea, que são os rizomas, e uma parte aérea, que são os colmos, folhas e ramificações. Em seu *habitat* natural pode crescer a partir de sementes ou rizomas. Os rizomas reproduzem-se espontaneamente entre si e encontram-se conectados em um único ponto. Desta maneira há uma interconexão em que todos os indivíduos deste grupo são descendentes (clones) do rizoma primordial, e até certa altura são interdependentes. É do rizoma que partem os colmos, parte aérea do bambu caracterizada por seu formato oco, cilíndrico e agrupado em entrenós conforme Figura 4.

Figura 4 – Composição morfológica do bambu



Fonte: NBMA, 2004 apud PADOVÁN, 2010

O bambu se apresenta como um material anisotrópico (PEREIRA; BERALDO, 2008), ou seja, seu comportamento é diretamente influenciado pelo eixo considerado nas diferentes direções principais. Os autores ressaltam, ainda, uma propriedade mecânica que é o maior potencial construtivo do material bambu, a massa específica aparente, sendo o valor médio encontrado de 700 a 800 kg/m³. Estes autores encontraram ainda uma média de 810 kg/m³ para o *D. giganteus* analisados sem a presença de nós e 880 kg/m³ para as amostras com a presença de nós.

A resistência à tração paralela é a capacidade de suportar esforços de tração no eixo longitudinal das fibras, propriedade elevada dos bambus e que para algumas espécies pode atingir até 370 MPa. Isto faz do bambu um material atrativo para substituir o aço, principalmente quando for considerada a razão entre sua resistência a tração e sua massa específica aparente, relatada anteriormente. Na maioria das vezes a resistência a tração do bambu com ou sem nó, situa-se entre 40 e 215 MPa, e o seu módulo de elasticidade varia entre 5,5 e 18 GPa (PEREIRA; BERALDO, 2008).

O módulo de elasticidade para a tração se refere à deformação de alongamento do material. Ferreira (2007) nos ensaios de tração paralela às fibras do bambu da

espécie *Dendrocalamus giganteus* obteve um resultado de 130 MPa, superando até importantes madeiras brasileiras utilizadas como elementos estruturais. Nesse ensaio, a dificuldade encontrada é ponderar a pressão, pois quando muito elevada acaba por romper a ligação das garras com o corpo de prova e quando muito sutil, ocasiona o deslizamento do colmo.

A resistência à compressão paralela às fibras é a capacidade do material de suportar esforços de compressão na direção longitudinal das fibras, porém em sentido contrário. O módulo de elasticidade do material se refere à deformação de encurtamento do material em relação às tensões de compressão aplicadas. Para determinar o módulo de elasticidade devem-se realizar ensaios de compressão. Nestes ensaios, adere-se um sensor que mede as deformações (extensômetro) na parede do colmo. Porém, quando este é aderido próximo a um nó ou à camada externa, há variações na taxa de deformação do material (KUMAR; RAJESH; SUDHEESH, 2006).

Geralmente a camada interna se deforma mais que a externa, pela maior presença de tecidos parenquimatosos na região; o que resulta em um valor de resistência nas camadas externas de 2 a 3 vezes superior que a média da espécie, pois a camada interna interfere negativamente nos resultados. O diagrama de deformação, em ensaio de compressão paralela, apresenta comportamento praticamente linear, com resistência à compressão paralela situando-se na faixa de 20 a 120 MPa e módulo de elasticidade à compressão paralela variando de 2,6 a 20 GPa (PEREIRA; BERALDO, 2008).

A resistência à flexão, ao contrário da resistência à compressão paralela e a resistência ao cisalhamento; não tem correlação quanto à altura dos colmos. O ensaio de flexão no bambu gera tensões de compressão paralela à parte superior do colmo e tensões de tração paralela à parte inferior. Usualmente as tensões causadas pelos ensaios de flexão são suportadas nesta direção (KUMAR; RAJESH; SUDHEESH, 2006).

2.4 Desafios e Considerações na Utilização do Bambu: tendências e perspectivas futuras

O tratamento do bambu para aumentar sua durabilidade é aplicável diante dos desafios técnicos enfrentados na utilização desse material em construções. Embora o bambu apresente naturalmente propriedades resistentes a pragas e fungos, a aplicação de técnicas de tratamento pode ser necessária para garantir uma durabilidade ainda maior e atender às demandas específicas de projetos estruturais. Essa etapa é de grande valia para enfrentar os desafios relacionados à degradação biológica e aumentar a vida útil do bambu em contextos construtivos (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2019).

Dentre os métodos de tratamento mais comuns, destaca-se a imersão do bambu em soluções preservativas, como boratos, arseniato de cobre cromatado (CCA) ou outros produtos químicos que ofereçam proteção contra insetos e fungos (ALVES, 2019).

O processo de tratamento intenciona penetrar nas fibras do bambu, proporcionando uma proteção mais profunda e eficaz. No entanto, é preciso considerar questões ambientais e de saúde associadas a alguns produtos químicos utilizados no tratamento do bambu, o que ressalta a importância de abordagens sustentáveis e normativas que garantam a segurança durante todo o ciclo de vida do material (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2019).

A comparação de custos entre o bambu e outros materiais de construção tradicionais é essencial para determinar a competitividade financeira do bambu em diferentes contextos construtivos. Adicionalmente, a análise do potencial de redução de custos a longo prazo proporciona uma visão mais abrangente dos benefícios econômicos associados ao uso do bambu em comparação com materiais convencionais (ROSALINO; VALLE, 2017).

Ao comparar os custos do bambu com outros materiais de construção, é importante considerar não apenas os custos iniciais, mas também os custos associados ao ciclo de vida do material (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2019).

Enquanto materiais como concreto e aço frequentemente apresentam custos iniciais mais elevados, o bambu pode oferecer uma alternativa economicamente vantajosa, especialmente quando se consideram os custos de transporte, instalação

e manutenção. A disponibilidade local do bambu em muitas regiões pode reduzir os custos associados ao transporte, contribuindo para sua competitividade econômica (RIPPER, 2015).

O potencial de redução de custos a longo prazo relaciona-se à durabilidade e resistência do bambu. Sua capacidade de resistir a pragas, fungos e outros agentes de degradação minimiza a necessidade de manutenção frequente e substituição de componentes estruturais, resultando em economias substanciais ao longo do tempo (ROSALINO; VALLE, 2017).

A implementação de espaços de convivência com bambu também pode ter implicações mais amplas, incluindo o estímulo à economia local. A escolha desse material sustentável, por vezes envolve a colaboração com comunidades locais de agricultores de bambu, incentivando práticas agrícolas sustentáveis e promovendo o desenvolvimento econômico nas proximidades da universidade. Esse impacto econômico positivo pode se estender além da esfera acadêmica, beneficiando a comunidade local de maneiras tangíveis (EFFTING, 2017).

Ademais, a inclusão destes ambientes construídos com bambu pode fomentar uma consciência ambiental e sustentável entre os membros da comunidade acadêmica. A escolha de um material renovável e de baixo impacto ambiental serve como exemplo e incentivo para práticas mais sustentáveis em outras áreas da vida universitária (CRUZ; BARROS, 2022).

Essa conscientização ambiental pode transcender as fronteiras da universidade, influenciando positivamente a atitude e as escolhas dos indivíduos em relação ao meio ambiente (EFFTING, 2017).

Em muitas regiões, as normas e códigos de construção não abordam especificamente o uso estrutural do bambu, o que pode criar obstáculos para a aceitação generalizada desse material inovador. Superar essa barreira requer esforços contínuos para o desenvolvimento de normativas específicas que reconheçam e certifiquem a segurança e eficácia do bambu em diversas aplicações construtivas (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 2019).

2.5 A Taipa de Pilão

É uma técnica milenar com utilização crescente no Brasil e no mundo. Técnicas modernas e atendimento democrático aos diversos padrões de construção, são algumas das vantagens deste material. É possível embutir fiação e instalações hidráulicas e não é necessário revestir a parede. Com espessura média de 30cm, as paredes podem ser estruturais, de vedação e como opção decorativa.

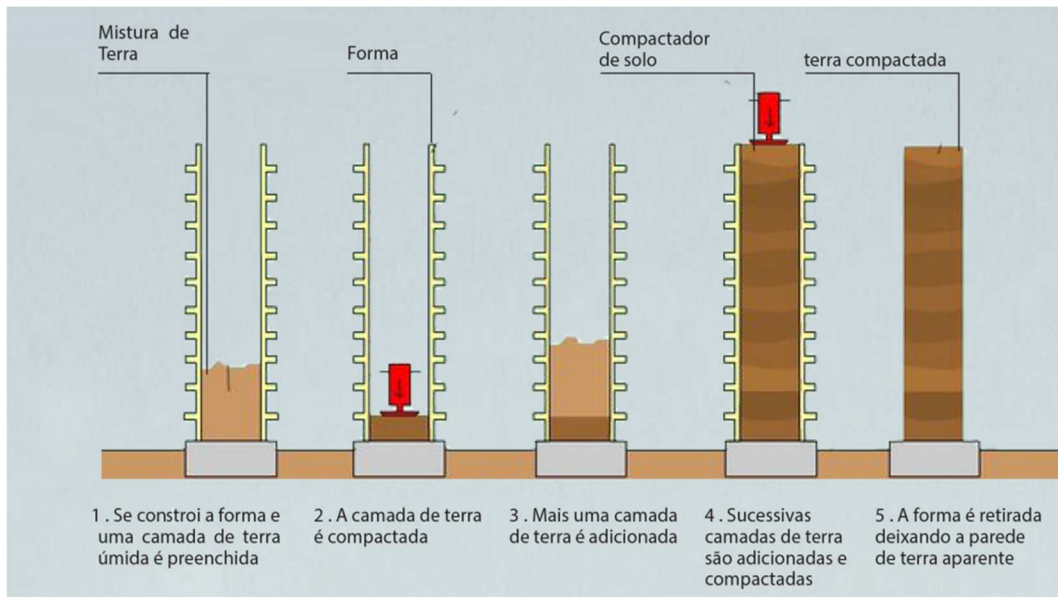
A taipa de pilão, em muitos lugares e situações, pode responder positivamente aos desafios colocados no atual panorama, pois, quando bem empregada, apresenta baixo consumo de energia no processo de produção, pode não necessitar de transporte de matéria-prima e é reciclável, pois quando demolidas, as paredes voltam quase totalmente à condição original de solo. Além dessas características, a taipa possui excelente inércia térmica, e permite trocas de umidade com o meio, garantindo assim, menor ou nenhum consumo de energia na climatização do ambiente construído (NEVES, 2011).

A matéria-prima básica para produção da taipa é a terra, adicionada uma pequena quantidade de água. No entanto, não é qualquer tipo de terra que se presta à taipa. Portanto, é necessário conhecer suas principais características, assim como as alternativas para utilização de uma terra que naturalmente não se mostra totalmente adequada, seja por correção granulométrica ou pelo uso de aglomerantes e outros materiais (NEVES, 2011).

Não há um ou alguns tipos de solo indicados para taipa, mas uma série de considerações que se deve fazer para usar esse extraordinário material na construção. Conhecer, desde o início do projeto, as especificações do material que irá usar para construir sempre é importante, mas isso não significa a necessidade de análises complexas ou desenvolvimento tecnológico. Vale lembrar que o conhecimento sobre as características de uma boa terra para construção de parede de taipa era de alguma maneira, disseminado entre os antigos taipeiros, pois estudos recentes mostram grande semelhança das características físico-químicas das terras usadas em diversos patrimônios arquitetônicos (FLORES, 2000).

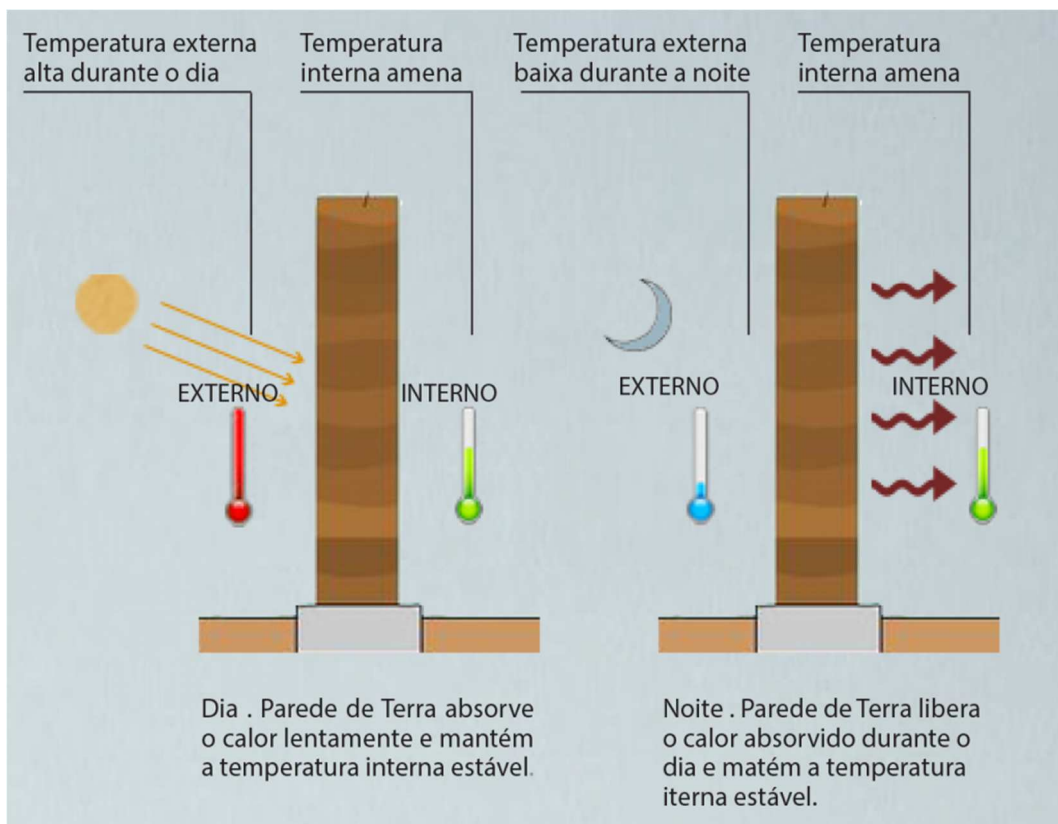
Na figura 5 observa-se o modelo construtivo com taipa de pilão e na figura 6 mostra a respeito das propriedades térmicas.

Figura 5 – Modelo cosntrutivo taipa de pilão.



Fonte: <https://sustentarqui.com.br/taipa-de-pilao-o-que-e-como-fazer-quais-sao-suas-vantagens/>

Figura 6 – Propriedades térmicas da taipa de pilão.



Fonte: <https://sustentarqui.com.br/taipa-de-pilao-o-que-e-como-fazer-quais-sao-suas-vantagens/>

2.6 Legislação Vigente

O Brasil tem avançado em legislação sobre materiais e técnicas não convencionais, graças ao envolvimento de profissionais, professores e bioconstrutores que atuam no aprimoramento e evolução dos projetos e construções que priorizam a sustentabilidade e afinidade com o meio ambiente. Destacam-se associações e redes como a RBB - Rede Brasileira do Bambu, REDETERRABRASIL, ABMTENC - Associação Brasileiras de Materiais e Técnicas não Convencionais entre outras. Universidades tem ampliado o conhecimento com novas matrizes curriculares, com núcleos de estudo como o NEMATENC da UFLA - Núcleo de Estudos em Materiais e Técnicas não Convencionais na Construção Civil, inclusive com a criação de programas de Pós – Graduação.

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, aprovou em vinte e um de dezembro de dois mil e vinte a NBR 16828-1, Estruturas de bambu Parte 1: Projeto. Esta Norma estabelece os requisitos básicos para projeto de estruturas feitas com colmos de bambu, abordando as propriedades físicas e mecânicas, a servicibilidade e a durabilidade das estruturas de bambu. Não é aplicável às estruturas de bambu laminado colado, nem às estruturas em que o bambu faz parte de compósitos.

Na Parte 2: Determinação das propriedades físicas e mecânicas do bambu, especifica métodos de ensaio para determinação das propriedades físicas e mecânicas do colmo ou de parte dele, para servirem de base ao projeto de estruturas de bambu. Os resultados dos ensaios também podem ser usados para estabelecer a relação entre as propriedades mecânicas e de fatores como teor de umidade, massa volumétrica, local de crescimento, posição ao longo do colmo, presença de nó e entrenó etc., para fins de controle de qualidade das construções de bambu. Esta Norma também especifica métodos de ensaio para avaliar: a) as propriedades físicas do bambu: teor de umidade, massa por volume, retração; e b) as propriedades mecânicas: resistência à compressão paralela às fibras, resistência à flexão do colmo, resistência ao cisalhamento paralelo às fibras, resistência à tração paralela às fibras.

A ABNT aprovou também em 6 de janeiro de 2022 a NBR 17014 – Taipa de pilão – Requisitos, procedimentos e controle foi publicada. Mais uma conquista da Comissão de Estudo CE-002:123.009-001 Construções com Terra. Foram 11 reuniões, ocorridas de agosto de 2020 a julho de 2021, sob coordenação da Prof^a Ana

Paula Milani, do PPGEES - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Eficiência Energética e Sustentabilidade da UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e com participantes de várias partes do país. Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis e condições gerais que devem ser cumpridas para execução, controle e aceitação da taipa. Não se aplica a parede submetida a carregamento predominantemente horizontal, tais como muro de arrimo e parede de contenção.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto arquitetônico é feito em etapas onde o amadurecimento das ideias contribui para a melhor avaliação e aprovação da solução ideal. Desta forma é possível fazer um bom planejamento que evita transtornos e modificações na execução da obra e reduz custos. Portanto as etapas são as seguintes: programa de Necessidades; estudo preliminar; anteprojeto; projeto executivo (legalização, aprovação em prefeituras); e detalhamentos. A proposta de concepção do projeto neste trabalho compreende a implantação, programa de necessidades, estudo preliminar e anteprojeto. Após a finalização destas etapas o resultado será apresentado inicialmente ao Departamento de Engenharia da UFLA para ajustes.

A partir do programa de necessidades, é possível elencar os pontos essenciais para o início do desenvolvimento do estudo preliminar. Objetivando atender um público médio estimado de 120 pessoas, que contemplam três espaços distintos além de 4 quiosques. A princípio será ofertado área para alimentação, com microondas, estudo/descanso e multiuso (oficinas, palestras, aulas, eventos, exposições, etc...). No entorno, paisagismo adequado para trazer conforto térmico e aconchego.

Para melhor conforto térmico e estético para os espaços de estudo/descanso e alimentação será planejado telhado verde, sendo necessário um estudo específico para este assunto. No espaço multiuso optou-se pela estrutura em bambu em arco dividido em duas águas em alturas diferentes.

O local escolhido é na lateral esquerda do Pavilhão 8 do Departamento de Engenharia (Figura 7) devido à carência de espaços próximos e adequados citados anteriormente para a comunidade acadêmica e visitantes.

Figura 7 – Imagem do Pavilhão 8 do Departamento de Engenharia da UFLA.



Fonte: <https://br.images.search.yahoo.com/search/images>

Através da captura de tela do Google Earth pode ser observada a localização do Departamento de Engenharia, das avenidas de acesso e do espaço sugerido para execução do projeto, conforme Figura 8.

Figura 8 – Imagem de satélite do local escolhido para implantação.



Fonte: Google Earth (2023).

Atualmente no local, existe um platô de área verde entre taludes de estabilização (Figuras 9):

Figura 9 – Local sugerido para implantação do projeto.



Fonte: O Autor (2023).

O local escolhido, tem como objetivo atender aos departamentos mais próximos, tais como os Departamentos de Nutrição, Engenharia de Alimentos, Química, a Escola de Engenharia, Biblioteca, Engenharia Ambiental. Utilizado pelos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Química, Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Engenharia de Alimentos, Nutrição, Química, Usuários da Biblioteca e em breve, Engenharia Ambiental, e ao público geral que transita pelas proximidades.

A escolha do local se deu por ser considerado um ponto estratégico, pois foi observado que nas proximidades, o espaço de vivência e praça de alimentação mais próxima localiza-se à aproximadamente 460m, bem como é ilustrado através da Figura 10.

Figura 10 – Distância entre o espaço multiuso e a praça de alimentação



Fonte: O Autor (2023).

Dentre os projetos estudados destaca-se o apresentado na Figura 11 em relação à cobertura do espaço multiuso, sendo essa construída em formato de arco.

Figura 11 – Cobertura em arco em projeto residencial.



Fonte: WordPress Disponível em: <https://saudavelesustentavelcom>

Com relação às paredes de taipa de pilão, na Figura 12 imagens que ilustram a beleza e função estrutural do material em habitações de alto padrão.

Figura 12 – a) Paredes estruturais e b) casa em taipa de pilão



Fonte: a) Pinterest Disponível em: <https://www.pinterest.es/pin/1139481143195006354/>

b) Archdaily Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/>

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações levantadas acerca deste trabalho evidenciam a importância socioambiental na utilização de bambu e terra na estrutura deste espaço multiuso dentro de uma região universitária.

A opção por utilizar o bambu, com base nas discussões anteriores, revelou-se uma escolha promissora, alinhada com os princípios da sustentabilidade e inovação na engenharia civil. A análise da literatura, estudos de caso e considerações sobre o uso histórico do bambu na construção respaldaram a eficácia e a versatilidade desse material, reforçando sua aplicabilidade em projetos arquitetônicos multifuncionais.

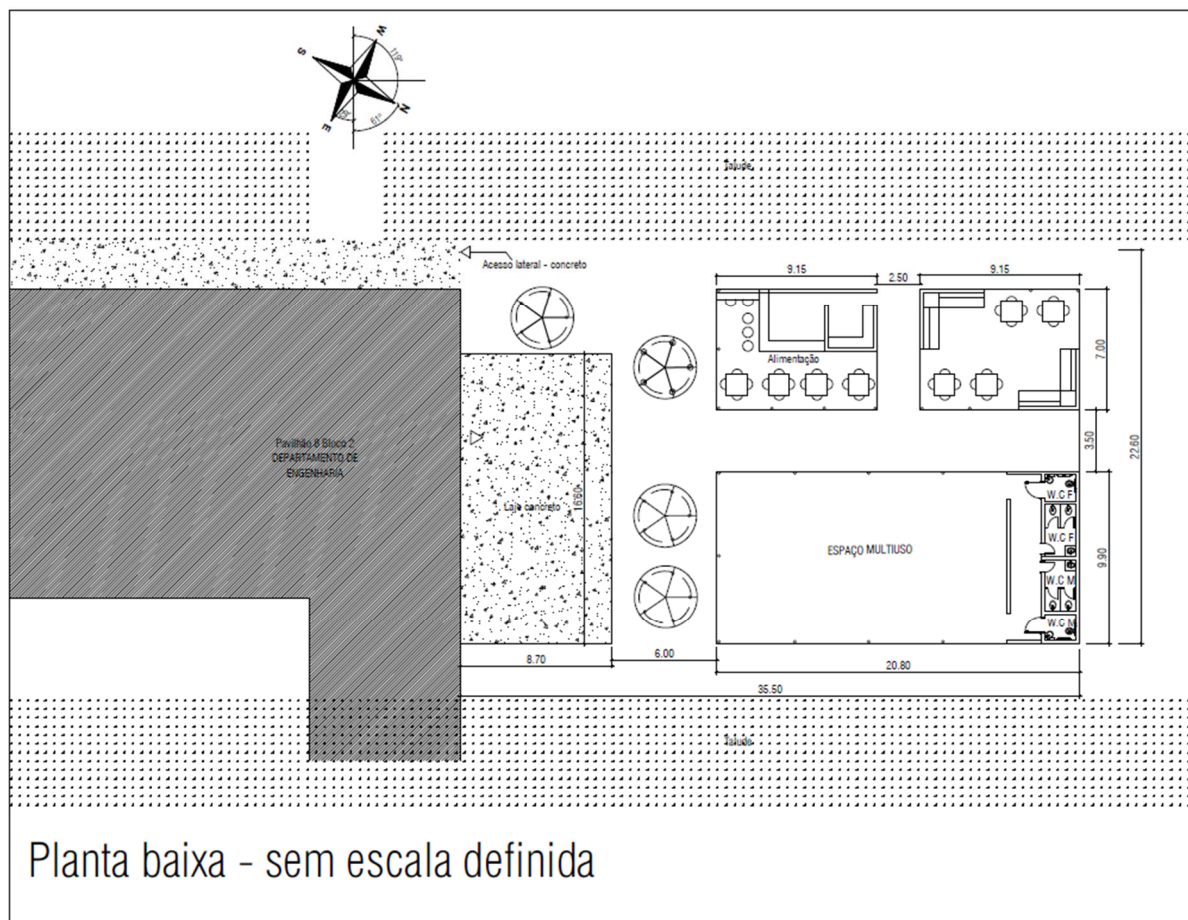
Há também uma redução de custos associada ao uso do bambu, uma vez que se trata de uma matéria-prima acessível e de baixo custo com uso de espécies da própria universidade. Essa redução de custos, aliada à eficiência construtiva do bambu, proporciona uma abordagem econômica e sustentável para a implementação do centro de convivência. A relevância socioeconômica do projeto se estende à potencial capacitação e geração de empregos locais durante a colheita e preparação do bambu, contribuindo para o desenvolvimento econômico regional.

A aplicação de técnicas avançadas de preservação contra pragas e fungos, combinada com protocolos de tratamento que maximizam a resistência estrutural do bambu, constitui uma abordagem eficaz para superar desafios técnicos. A colaboração estreita com especialistas em bambu, a realização de testes de

resistência e a monitorização contínua são medidas adicionais que fortalecem a confiabilidade da estrutura ao longo do tempo.

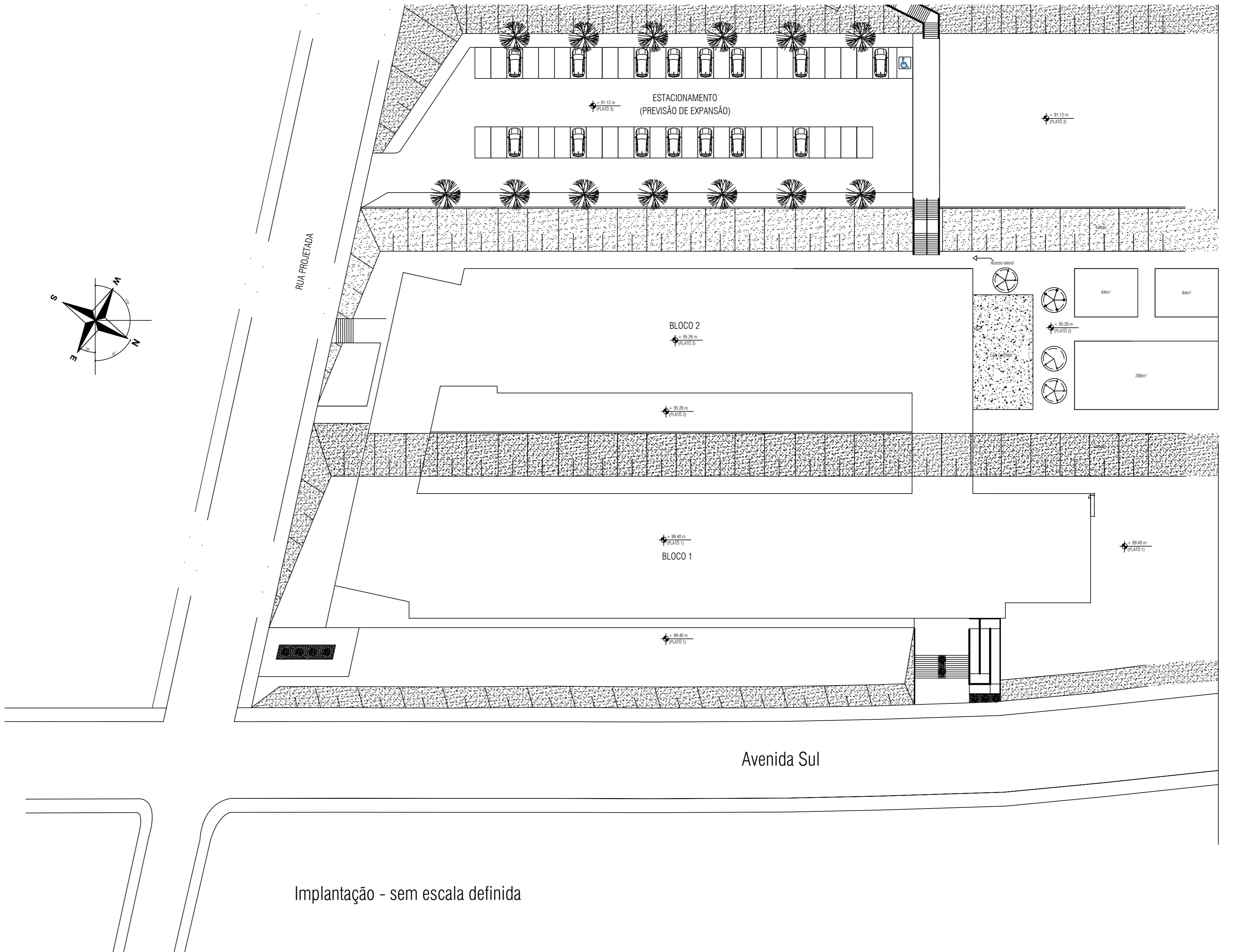
Em atendimento ao programa de necessidades, apresentado anteriormente, o estudo preliminar contemplou espaços para alimentação, estudo/descanso e espaço multiuso com banheiros que irão atender toda a área, conforme Figura 13.

Figura 13 – Planta baixa do estudo preliminar.



Fonte: O Autor (2023).

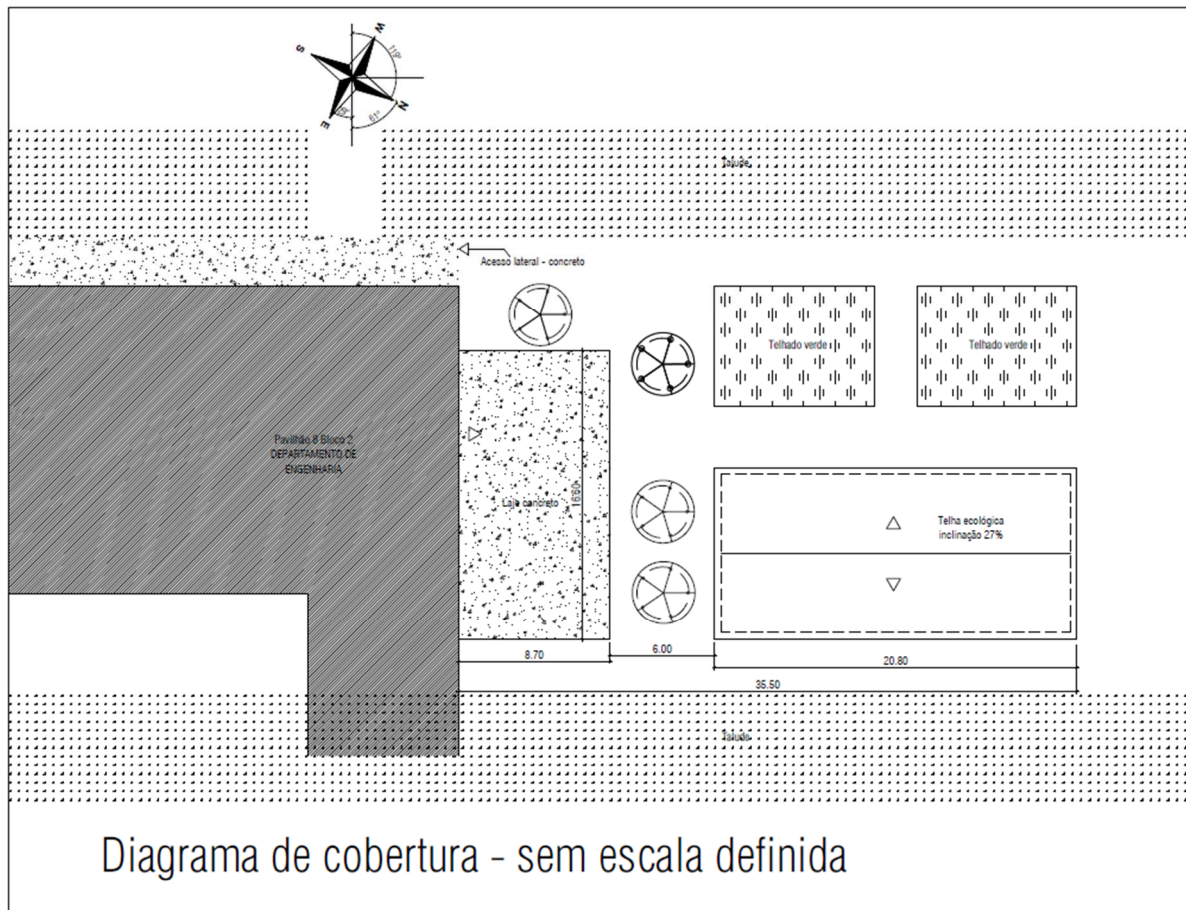
A implantação do projeto ficou definida em área central, em espaço já reservado para futuras instalações. Os setores de alimentação e estudo/repouso terão a mesma área de 64m² e serão interligadas em passeio com 2,5m de largura. Esta passagem e circulação poderá ter cobertura translúcida para proteção de chuva ou não. O espaço multiuso ocupa 206m². Quanto ao acesso de veículos, será estudado posteriormente, conforme orientação da PROINFRA – Pró Reitoria de Infraestrutura e Logística e REITORIA. Na Figura 14 é apresentada a ocupação prevista.



Implantação - sem escala definida

O diagrama de cobertura prevendo o telhado verde na área de alimentação e estudo/descanso e do espaço multiuso com telha ecológica acima da estrutura de bambu em arco, ambos com a necessidade de aprofundamento de detalhes, é apresentado na figura 15.

Figura 15 – Diagrama de cobertura.



Fonte: O Autor (2023).

Como forma de auxílio na visualização do estudo preliminar sem o projeto estrutural, as imagens ilustrativas a seguir representam a volumetria do projeto, valorizando tanto a estética como o conforto na distribuição de espaços.

Figura 16 – Vista frontal.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 17 – Vista dos quiosques e detalhe da cobertura do espaço multiuso.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 18 – Vista do espaço multiuso.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 19 – Vista da área de alimentação.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 20 – Vista da área de descanso.



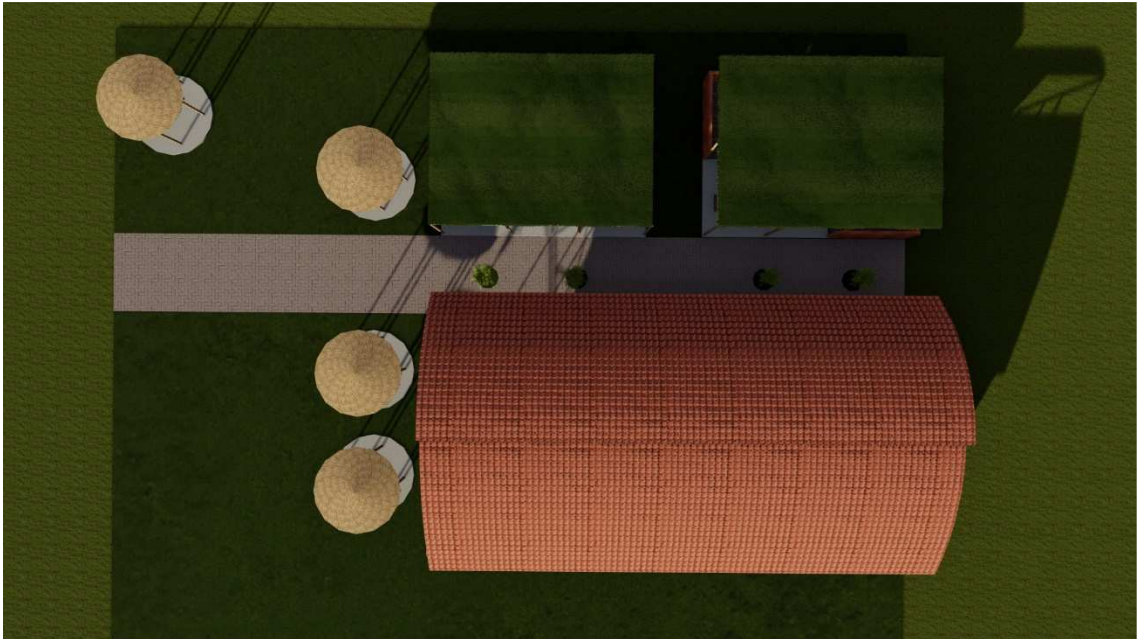
Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 21 – Vista posterior com detalhe do corredor central e da alvenaria em taipa.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

Figura 22 – Vista superior, detalhe do telhado verde.



Fonte: Colaborador Luís Otávio Teixeira Lara (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das informações geradas no decorrer deste estudo, foi verificado que a criação do centro de convivência proporcionará aos usuários um local diversificado para aprendizado, acolhimento, socialização e relaxamento fora dos espaços tradicionais da sala de aula. Além de ajudar a promover a vida universitária e a construir um senso de comunidade no campus.

A escolha do bambu e da taipa de pilão como material para a construção deste centro de convivência dentro do campus universitário da UFLA dispõe de uma série de pontos benéficos, tanto socioeconômicos quanto ambientais, impactando positivamente tanto a comunidade universitária quanto ao meio ambiente.

A decisão de utilizar o bambu e a taipa de pilão como material estrutural e de vedação reflete um compromisso com a sustentabilidade e a inovação na engenharia civil, proporcionando benefícios tangíveis e alinhados aos princípios contemporâneos de construção sustentável. Do ponto de vista socioeconômico, o projeto pode resultar em custos reduzidos em comparação com materiais tradicionais de construção e menor despesa com transporte. O bambu é uma matéria-prima de baixo custo, além de ser abundante e renovável, contribuindo para a eficiência financeira do projeto.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16828-1. Estruturas de bambu, Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: 2020.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16828-2. Estruturas de bambu, Parte 2: Determinação das Propriedades Físicas e mecânicas do bambu. Rio de Janeiro: 2020.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014. Taipa de Pilão – Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro: 2022.
- ABRANTES, Alexandro Alfredo Lima de; FARIAS, Márcio Romério Pinheiro de. **Utilização do bambu na construção civil:(análise comparativa: implantação de treliça de mabu em verga e contraverga em substituição de aço).** 2022.
- ALVES, A. A. **Uso do Bambu na Construção Civil: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável.** 2019. 48f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.
- AZEVEDO JUNIOR, Antônio Pires *et al.* **Contribuição ao Estudo do Bambu na Engenharia Civil.** Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/>. Acesso em: 26 out. 2023.
- BERALDO, Antonio L.; PEREIRA, M. A. dos R. **Bambu de corpo e alma.** Bauru: Canal, v. 6, p. 240, 2008.
- CRUZ, Luisa Souza Neves Frade da; BARROS, Marcelo Miranda. **Bambu estrutural: possibilidades para uma engenharia sustentável.** MIX Sustentável, v. 8, n. 3, p. 79-92, 2022..
- DHAPEKAR, N. K.; MISHRA, S. P. **Effective utilization of construction an.** Research Journal of Engineering, v. 6, n. 7, p. 52-55, 2017.
- DIAS, Débora Luana. **Estudo do comportamento da viga com o uso de bambu em substituição ao aço.** 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- DIAS, Janiele Daniane da Silva. **Oficinas terapêuticas como estratégia para reinserção psicossocial e produção de vínculo.** Pretextos-Revista da Graduação em Psicologia da PUC Minas, v. 3, n. 5, p. 129-145, 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- EFFTING, Elisa da Fonseca. **Construção civil sustentável: um estudo sobre a utilização do bambu.** Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- EVANGELISTA, Jéssica Caroline Gomes *et al.* **Utilização do Bambu como Fonte Alternativa na Construção Civil.** In: Congresso Interdisciplinar-ISSN: 2595-7732. 2019. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

FERREIRA, Leonardo Lúcio. **Estudo comparativo das propriedades mecânicas do concreto padrão e concreto com adição de fibras vegetais**. 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

FREY, Pierre; VON SCHAEWEN, Deidi. **Simón Vélez architecte//La maîtrise du bambou**. Actes Sud, 2013.

FLORES, Rosa (2000), Estudio de tapial para la intervención en edificaciones de interés cultural - Brasil. Terra 2000: 8th international conference on the study and conservation of earthen architecture. Preprints. Torquay, United Kingdom, 11-13 May 2000, pp. 231-237.

INBAR, Moshe; TAMIR, M. i; WITTENBERG, Lea. **Runoff and erosion processes after a forest fire in Mount Carmel, a Mediterranean area**. Geomorphology, v. 24, n. 1, p. 17-33, 1998. Disponível em: <https://www.academia.edu/>. Acesso em: 13 nov. 2023.

JESUS, Jaqueline Gomes de. **O desafio da convivência: assessoria de diversidade e apoio aos cotistas (2004-2008)**. Psicologia: Ciência e Profissão, v. 33, p. 222-233, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

KUMAR, B. M.; RAJESH, G.; SUDHEESH, K. G. **Aboveground biomass production and nutrient uptake of thorny bamboo [Bambusa bambos (L.) Voss] in the homegardens of Thrissur, Kerala**. Journal of Tropical Agriculture, v. 43, p. 51-56, 2006.

LEONARDO, Sandra Bergamini *et al.* **Relacionamentos interpessoais formal e informal: interação das redes no ambiente acadêmico**. Revista de Administração Contemporânea, v. 23, p. 395-415, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

LONDOÑO, J. Arturo. **Alternative lengthening of telomeres is characterized by high rates of telomeric exchange**. Cancer research, v. 64, n. 7, p. 2324-2327, 2004. Disponível em: <https://aacrjournals.org/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MATOS, Mayara Ferreira Dias; TANNO, Vitor. **Bambu Como Material de Importância e Eficiência na Construção Civil**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NEVES, Célia Maria Martins, FARIA, Obede Borges. **Técnicas de construção com terra**. 1ª edição. Bauru, Rede Ibero-americana Proterra, 2011, p. 49-51.

OLIVEIRA, Claiton Sommariva de. **Substituição total do aço, usando bambu como armadura de combate a flexão em vigas de concreto**. 2013. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

RIPPER, Lucas Alves. **As Estruturas Adaptáveis de Bambu**. 2015. PUC-Rio. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

ROSALINO, Frederico; VALLE, Ivan M. R do. **Pré Fabricação de Treliças de Bambu para Coberturas**. In: Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos. 2017. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SAWITZKI, Rafael Felipe *et al.* **O bambu como uma alternativa de material sustentável na Engenharia Civil**. Salão do Conhecimento, v. 6, n. 6, 2020.

SILVA, Frederico Rosalino da. **Processo de Execução de Grandes Obras em Bambu**. Revista do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UCB, n. 3, 2015. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/>. Acesso em: 24 nov. 2023.

SOUZA, Fellipe Moraes de; 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.

UFLA. **Manual de Normatização e Estrutura de Trabalhos Acadêmicos da UFLA**. Lavras, 2023. Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <http://www.biblioteca.ufla.br/>. Disponível em: <http://www.biblioteca.ufla.br/>. Acesso em: 13 nov. 2023.