

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

AGASSIZ ANAXIMENES DA CUNHA PESSOA

**UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ARMADURA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM
ESTUDO EXPERIMENTAL DE EXECUÇÃO DE UM BANCO DE PRAÇA**

Angicos/RN
2024

AGASSIZ ANAXIMENES DA CUNHA PESSOA

**UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ARMADURA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM
ESTUDO EXPERIMENTAL DE EXECUÇÃO DE UM BANCO DE PRAÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharelado em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Marcilio Luís Viana
Correia (UFERSA)

ANGICOS/RN

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Pu PESSOA, Agassiz anaximenes da cunha.
 UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ARMADURA NA
 CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO EXPERIMENTAL DE
 EXECUÇÃO DE UM BANCO DE PRAÇA / Agassiz
 anaximenes da cunha PESSOA. - 2024.
 56 f. : il.

 Orientador: Marcilio Luís Viana Correia.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2024.

 1. Bambu. 2. Banco de concreto. 3.
 Sustentabilidade. 4. Construção Civil. 5.
 Desenvolvimento Sustentável. I. Correia, Marcilio
 Luís Viana, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

 Biblioteca Campus Angicos
 Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
 CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGASSIZ ANAXIMENES DA CUNHA PESSOA

**UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO ARMADURA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM
ESTUDO EXPERIMENTAL DE EXECUÇÃO DE UM BANCO DE PRAÇA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharelado em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Marcilio Luís Viana
Correia

Defendida em: 17 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

MARCILIO LUIS VIANA CORREIA

Data: 24/04/2024 10:45:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcilio Luís Viana Correia Prof. Me. (UFERSA Angicos)
Presidente



Documento assinado digitalmente

VALQUÍRIA MELO SOUZA CORREIA

Data: 24/04/2024 17:04:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Valquíria Melo Souza Correia, Profa. Dra. (UFERSA Angicos)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



ERIC AMARAL FERREIRA

Data: 24/04/2024 10:36:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eric Amaral Ferreira, Prof. Dr. (UFERSA Mossoró)
Convidado

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha gratidão a todas as pessoas que foram essenciais em minha jornada. Deus, pela vida que me foi concedida.

À minha mãe, pai (em memória) e irmão, pelo amor incondicional, dedicação e encorajamento ao longo de toda a minha vida.

À minha noiva Mércia, por estar sempre ao meu lado com carinho e apoio, especialmente nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Marcílio Luís Viana Correia, pela sua orientação valiosa, exigência construtiva e incentivo durante a elaboração deste trabalho, assim como aos demais membros da banca.

Aos amigos da faculdade e familiares, pela dedicação, incentivo e disposição para me ajudar sempre que necessário. A todos vocês, o meu sincero agradecimento.

Agradeço a direção da UFERSA, setor de manutenção Sr José (pedreiro), João Maria (servente), aos jardineiros Kaká e Marcelinho, ao motorista Neguinho, a servidora técnica Adna, a ASG Cleide (Suzi), a Aroldo Lopes (assistente em administração).

“Fé em Deus sempre!”

RESUMO

O bambu tem sido amplamente reconhecido como um material estrutural versátil e sustentável oferecendo uma série de vantagens na construção civil. Este estudo se propôs a analisar o potencial do bambu na confecção de bancos de concreto, visando aprimorar a sustentabilidade e eficiência das estruturas construídas na Praça das Flores da UFERSA Campus Angicos. Os objetivos específicos incluíram avaliar o processo de fabricação desses bancos, investigar sua durabilidade e resistência, bem como examinar os aspectos práticos e técnicos da execução, incluindo métodos de fixação e manutenção. A pesquisa metodológica foi definida como experimental, permitindo uma análise abrangente dos bancos produzidos. Os resultados obtidos revelaram que a combinação de bambu e concreto proporciona uma alternativa viável e promissora para a construção de mobiliário urbano, como bancos. Os bancos de concreto com bambu demonstraram resistência, mas também contribuíram para a preservação do meio ambiente e o uso responsável dos recursos naturais. A utilização do bambu como componente estrutural representou um avanço significativo em direção a uma construção mais sustentável, alinhada com os princípios de desenvolvimento sustentável e conservação ambiental. Em conclusão, este trabalho atendeu às exigências impostas e proporcionou uma análise abrangente do potencial do bambu na confecção de bancos de concreto. A combinação desses materiais oferece não apenas resistência e durabilidade, mas também contribui para a promoção da sustentabilidade e eficiência das estruturas construídas.

Palavras-chave: Bambu. Banco de concreto. Sustentabilidade. Construção Civil, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Bamboo has been widely recognized as a versatile and sustainable structural material offering a range of advantages in the construction industry. This study aimed to analyze the potential of bamboo in the making of concrete benches, aiming to enhance the sustainability and efficiency of structures built in the Flower Square of UFERSA Campus Angicos. Specific objectives included evaluating the manufacturing process of these benches, investigating their durability and strength, as well as examining the practical and technical aspects of execution, including fixation methods and maintenance. The methodological research was defined as experimental, allowing for a comprehensive analysis of the benches produced. The results revealed that the combination of bamboo and concrete provides a viable and promising alternative for the construction of urban furniture, such as benches. Concrete benches with bamboo demonstrated strength, but also contributed to environmental preservation and responsible use of natural resources. The use of bamboo as a structural component represented a significant step towards more sustainable construction, aligned with the principles of sustainable development and environmental conservation. In conclusion, this work met the imposed requirements and provided a comprehensive analysis of the potential of bamboo in the making of concrete benches. The combination of these materials offers not only strength and durability but also contributes to the promotion of sustainability and efficiency of built structures.

Keywords: Bamboo. Concrete Bench. Sustainability. Construction. Sustainable Development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisões da planta bambu.....	17
Figura 2 - Execução da grelha estrutural de bambu.....	30
Figura 3 - Forma e grelha para concretagem.	31
Figura 4 - Preparação do concreto para o banco de bambu.	33
Figura 5 - Processo de concretagem e cura.....	34
Figura 6 – Resultados de teste de ensaio à compressão.....	35
Figura 7 – Autor e seus resultados.....	36
Figura 8 – Localização e planta baixa da praça das flores na UFERSA Angicos....	362
Figura 9 – Planta de drenagem da praça das flores representada através do REVIT.	383
Figura 10 – Representação do banco de bambu a ser executado.....	394
Figura 11 – Execução do banco na praça das flores.	405
Figura 12 – Banco de bambu e seu elaborador.	416
Figura 13 – Teste com aproximadamente 400kg no banco de bambu criado.	427
Figura 13 - Banco localizado na Praça das Flores finalizado, datado e assinado....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BSI	Bacharelado em Sistemas de Informação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira Registrada
REVIT	Software de modelagem de informações da construção
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3	JUSTIFICATIVA	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	SURGIMENTO DO BAMBU E SUA CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
2.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU	16
2.3	TIPOS DE BAMBUS E UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.3.1	Comparativo construtivo da utilização de bambu com os demais métodos	23
2.4	CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DE ANGICOS/RN.....	24
2.5	BREVE HISTÓRICO DA UFERSA	26
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	28
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	28
4	RESULTADOS EM DISCUSSÃO.....	30
4.1	PREPARAÇÃO DA ARMADURA DE BAMBU	30
4.2	PREPARAÇÃO DO CONCRETO	32
4.3	O PARQUE DAS FLORES NO CAMPUS UFERSA ANGICOS.....	35
4.4	BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES.....	37
4.5	EXECUÇÃO DO BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERENCIAS	45
	ANEXO I – IMAGENS DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES DA UFERSA CAMPUS ANGICOS	50

1 INTRODUÇÃO

O uso do bambu na construção civil tem despertado crescente interesse devido às suas propriedades únicas que o tornam uma alternativa sustentável e viável para diversos fins estruturais. Originário de regiões tropicais e subtropicais, o bambu é uma planta de rápido crescimento, resistente e flexível, características que o tornam especialmente adequado para aplicações na construção (NUNES, *et al.*, 2021).

Sua utilização vai desde estruturas simples até elementos complexos, como componentes em concreto armado, destacando-se como uma alternativa ecoeficiente diante dos desafios contemporâneos de sustentabilidade e inovação no setor da construção. O interesse renovado pelo bambu na construção civil surge como resposta à busca por materiais mais sustentáveis e eficientes, combinando tradição com inovação (NUNES, *et al.*, 2021).

Segundo Pereira (2012), o emprego do bambu não apenas resgata práticas construtivas ancestrais, mas também oferece soluções contemporâneas para desafios atuais, como a necessidade de reduzir o impacto ambiental e promover a economia de recursos naturais. Nesse contexto, surge a questão: qual benefício o bambu pode acrescentar na construção civil, especialmente como componente na execução de concreto armado?

A utilização do bambu como componente na execução de concreto armado pode oferecer benefícios significativos em termos de resistência, durabilidade e sustentabilidade das estruturas, além de contribuir para a redução do peso das construções e para a minimização do impacto ambiental associado à produção de materiais de construção convencionais.

Em um contexto global de crescente preocupação com questões ambientais e sustentabilidade, a busca por alternativas ecoeficientes na construção civil torna-se imperativa. O uso do bambu como componente na execução de concreto armado apresenta-se como uma opção promissora, capaz de oferecer benefícios tanto em termos técnicos quanto ambientais (NUNES, *et al.*, 2021).

No entanto, são necessárias pesquisas que investiguem mais profundamente as propriedades e potenciais do bambu, bem como seu desempenho em aplicações específicas, como na confecção de bancos de concreto. Assim, pretendemos preencher essa lacuna de conhecimento, fornecendo insights relevantes para

profissionais da construção civil, pesquisadores e tomadores de decisão, contribuindo assim para o avanço da sustentabilidade no setor.

Este trabalho estará estruturado em seis seções: introdução; referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, considerações finais e referências. Cada seção abordará aspectos específicos relacionados à investigação do uso do bambu na confecção de bancos de concreto, visando fornecer uma análise abrangente e fundamentada sobre o tema.

1.1 OBJETIVO GERAL

Diante da perspectiva apresentada, temos como objetivo geral analisar o potencial do bambu como armadura na confecção de bancos de concreto armado, visando aprimorar a sustentabilidade e eficiência das estruturas construídas. Para alcançar esse objetivo, é necessário definir objetivos específicos que orientem a pesquisa:

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o processo de fabricação de bancos de concreto utilizando bambu como componente estrutural, analisando sua viabilidade técnica e prática;
- Investigar a durabilidade e resistência dos bancos de concreto com bambu;
- Investigar os aspectos práticos e técnicos da execução de bancos de concreto com bambu, incluindo métodos de fixação e manutenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

Academicamente, o interesse renovado pelo uso do bambu na construção civil reflete a necessidade de explorar materiais alternativos e sustentáveis para enfrentar os desafios contemporâneos do setor. Este projeto de pesquisa visa contribuir para o avanço do conhecimento nessa área, preenchendo lacunas de pesquisa e fornecendo insights relevantes para profissionais e pesquisadores.

Ao investigar o potencial do bambu como componente na confecção de bancos de concreto armado buscou gerar evidências sólidas sobre sua viabilidade técnica e prática, bem como sua durabilidade e resistência. Além disso, ao definir

objetivos específicos, como avaliar o processo de fabricação e os aspectos práticos da execução, pretendo oferecer um entendimento abrangente e fundamentado sobre o tema.

Socialmente, a pesquisa visa promover soluções sustentáveis na construção civil, contribuindo para a redução do impacto ambiental e para a promoção de práticas mais ecoeficientes. Ao explorar o uso do bambu, uma matéria-prima renovável e de baixo impacto ambiental, como alternativa ao aço em estruturas de concreto armado, buscamos não apenas oferecer benefícios técnicos, como também estimular o desenvolvimento sustentável e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental.

Pessoalmente, este projeto representa uma oportunidade de crescimento acadêmico e profissional, permitindo-me aprofundar meu conhecimento em uma área de grande relevância e potencial transformador. Além disso, ao contribuir para a pesquisa e desenvolvimento de soluções sustentáveis na construção civil, sinto-me motivado a fazer parte de um movimento que busca promover mudanças positivas em nossa sociedade e no meio ambiente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SURGIMENTO DO BAMBU E SUA CONTEXTUALIZAÇÃO

O bambu, tendo emergido no final do período cretáceo e no início do terciário, há aproximadamente entre 65 e 136 milhões de anos, revela-se como uma planta multifacetada, há muito utilizada para diversos fins. Nas antigas comunidades, o bambu foi fundamental para garantir a sobrevivência, sendo empregado na construção de abrigos que protegiam contra as intempéries.

Na Ásia, em especial na China, o bambu é explorado há milênios devido à sua versatilidade, sendo utilizado em variadas aplicações, desde a construção de estruturas notáveis até a criação de produtos inovadores (OLIVEIRA, 2013).

A utilização do bambu pelo homem, segundo Cruz e Barros (2022), teve origem na Ásia, com destaque para a China, onde era simbolizado pelo ideograma CHU, representado por dois talos, ramos e folhas. A Índia e a Colômbia se destacam como algumas das regiões que mais exploram o bambu como material de construção.

Considerado o recurso mais significativo na produção florestal das comunidades rurais da Ásia e do Pacífico, o bambu desempenha um papel crucial desde a concepção até o término da vida, sendo uma planta com uma longa história de uso na construção e artesanato (DUTRA; LUDWIG, 2019).

O termo "bambu" abrange um vasto grupo de gramíneas lenhosas, sendo utilizado diariamente por cerca de 2,5 bilhões de pessoas, principalmente na Ásia, para diversas finalidades, como fibra e alimentos. Com uma reputação que evoluiu de "Madeira do Pobre Homem" para uma fonte altamente lucrativa de "Ouro Verde", o bambu hoje em dia é valorizado por sua versatilidade na produção de uma ampla gama de materiais (DUTRA; LUDWIG, 2019).

É amplamente gerido e utilizado pelas comunidades rurais em diversos países da região da Ásia-Pacífico para atender a várias necessidades econômicas e socioambientais (EMBRAPA, 2018).

Souza (2014) destaca a importância do uso eficiente do bambu como material de construção de alto valor agregado para mitigar as emissões de dióxido de carbono e promover o desenvolvimento sustentável. Além disso, devido à sua resistência mecânica, crescimento rápido e baixo custo, o bambu pode compensar a

escassez de madeira para indústrias de decoração e construção, reduzindo o impacto sobre as florestas nativas e plantadas.

No setor da construção civil, o bambu e suas fibras são utilizados há milhares de anos em países asiáticos, como Japão, China e Filipinas. Países como China, Índia, Tailândia, Colômbia e Equador destacam-se atualmente pelo uso do bambu na construção (OLIVEIRA, 2011).

No Brasil, como líder de ocorrência de bambu nas Américas, há potencial para transformar o país em referência mundial no uso de estruturas de bambu na construção civil, além de explorar diversas outras aplicações, como artesanato, combustível, cosméticos, papel, alimentação e tecnologia (DRUMOND; WIEDMAN, 2017).

De uma forma mais contextualizada, o bambu, uma planta exuberante e versátil, tem despertado cada vez mais interesse devido às suas incríveis características e aplicações diversas. De acordo com Drumond e Wiedman (2017), o ciclo de vida do bambu segue uma sequência complexa e interessante, que inclui diversas etapas cruciais para o seu desenvolvimento e utilização.

Uma das peculiaridades que tornam a identificação do bambu desafiadora é o seu ciclo de floração irregular. No entanto, ferramentas modernas, como análise de DNA por meio de marcadores moleculares, têm facilitado esse processo, auxiliando na caracterização de gêneros e espécies. O cultivo e manejo do bambu apresentam uma série de vantagens significativas (FILGUEIRAS; VIANA, 2017).

Entre elas, destacam-se o baixo custo de manejo e investimento, a rapidez no desenvolvimento, a capacidade de propagação e regeneração, bem como a resistência a diferentes condições climáticas e tipos de solo. Essas características tornam o bambu uma opção atrativa para diversas aplicações, desde a construção de estruturas até a produção de materiais. O bambu possui propriedades mecânicas e estruturais impressionantes, comparáveis até mesmo às do aço (PEREIRA, (2017); NOGUEIRA *et al.*, (2017).

A elevada resistência à tração e compressão, tornando-o um material robusto e confiável para diversas finalidades. Além disso, sua capacidade de absorção de energia o torna seguro para uso em ambientes sujeitos a abalos sísmicos. Além das suas características físicas, o bambu desempenha um papel significativo na esfera social e econômica (BERALDO; FREIRE, 2003).

A utilização do bambu pode gerar trabalho e renda para a população, contribuindo para o desenvolvimento sustentável de comunidades locais. Esses aspectos socioeconômicos são fundamentais para compreender o verdadeiro valor do bambu além das suas propriedades materiais (ALVES, 2019).

No Brasil e no mundo, existem diversas espécies de bambu, cada uma com suas características distintas e aplicações específicas. É possível identificar algumas das principais espécies encontradas no Brasil, utilizadas principalmente em estruturas construtivas. A anatomia do bambu é fascinante e revela adaptações impressionantes para sua sobrevivência e crescimento. Composta por colmos ocos, formados por nós e entrenós, o bambu apresenta uma estrutura única que o torna resistente e flexível ao mesmo tempo (ORNELLAS, 2017).

Além disso, sua capacidade de propagação por meio de rizomas permite a formação de touceiras. Para garantir a qualidade e segurança do uso do bambu em diversas aplicações, foram estabelecidas normas e padrões internacionais (PEREIRA; BERALDO, 2016).

A norma ISO 22157, fornece diretrizes para a determinação de propriedades físicas e mecânicas do bambu, assegurando sua equiparação a outros materiais de construção e engenharia reconhecidos internacionalmente (MARÇAL, 2018).

O bambu continua a despertar interesse e a ser objeto de estudo e inovação em diversas áreas, desde a arquitetura até a engenharia de materiais. Através da pesquisa contínua e da aplicação de novas tecnologias, é possível explorar ainda mais o potencial desse recurso natural renovável, contribuindo para um futuro mais sustentável e próspero.

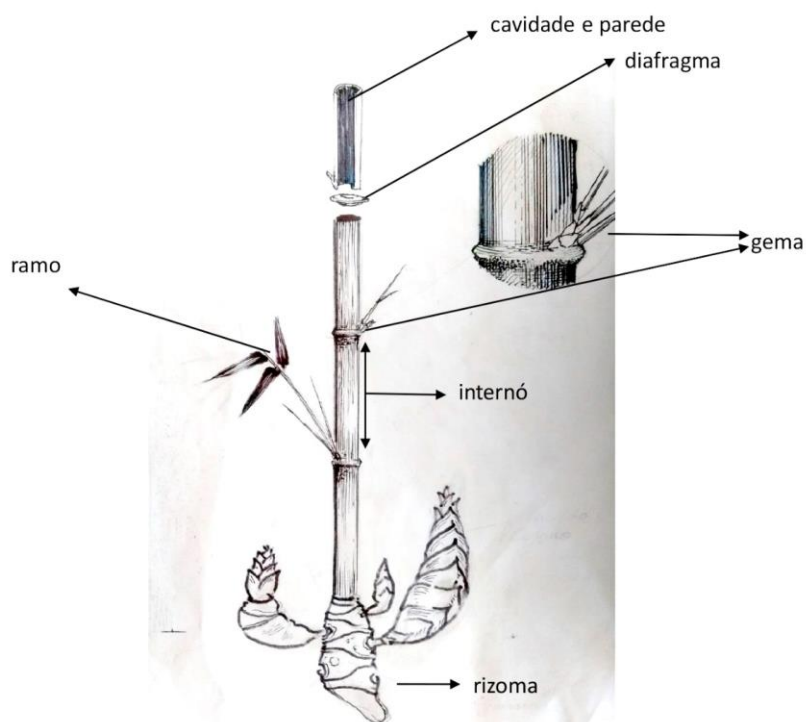
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DO BAMBU

O bambu é composto por uma parte subterrânea, os rizomas, e uma parte aérea, que inclui os colmos, folhas e ramificações. Em seu ambiente natural, o bambu pode se desenvolver a partir de sementes ou rizomas (JANSSEN, 2000).

Os rizomas se reproduzem de forma espontânea, conectando-se uns aos outros em um ponto central. Isso cria uma rede interconectada na qual todos os indivíduos desse grupo são descendentes (clones) do rizoma original, mantendo uma certa interdependência. É dos rizomas que surgem os colmos, a parte aérea do bambu, caracterizada por sua forma oca, cilíndrica e agrupada em entrenós.

As distâncias entre os entrenós e os diâmetros internos e externos da parede do colmo variam de acordo com a espécie e a região de cultivo. Os diafragmas são anéis que conectam os entrenós e têm a função de evitar a flambagem lateral do tubo (MARÇAL, 2018).

Figura 1 - Divisões da planta bambu.



Fonte: A Planta Bambu¹ (2024).

As características físicas do bambu variam conforme a espécie, diminuindo gradualmente da base para o topo, incluindo a espessura da parede e o diâmetro do colmo. Portanto, é crucial que os profissionais da construção, sejam engenheiros ou arquitetos, considerem essas características ao selecionar os bambus com as dimensões adequadas para seus projetos (GHAVAMI e MARINHO, 2005).

Além disso, os colmos do bambu possuem propriedades mecânicas e físicas que permitem sua utilização como substitutos do aço na fabricação de estruturas de concreto. Essa qualidade tem sido objeto de estudo em diferentes países, visando avaliar a viabilidade do bambu como material de construção civil. Abaixo estão listadas as principais características físicas do bambu, (GHAVAMI; MARINHO, 2005).

¹ Disponível em: <https://bambu-unesp-bauru.github.io/glossario>. Acesso em: 14 de Mar. 2024.

De acordo com Souza (2022), entender a característica física do bambu é fundamental para analisar o peso próprio das estruturas construídas com esse material. Entre as principais qualidades estruturais do bambu, pode-se ressaltar a relação entre sua massa específica aparente e sua dureza, bem como a relação entre a massa específica aparente e sua resistência.

Essas relações revelam as diversas possibilidades de aplicação do bambu na construção civil, tanto de forma independente quanto em conjunto com outros materiais, como o concreto. Essa combinação permite a criação de estruturas mais leves, mantendo a resistência necessária para sua finalidade, sendo essa relação de resistência e dureza com a massa específica do bambu inferior apenas à do aço (SOAUZA, 2023).

O teor de umidade presente no interior de um colmo de bambu é influenciado por diversos fatores, como a idade da planta, a espécie, a estação do ano e a região em que está localizada a estrutura. Por exemplo, com um ano de idade, os brotos apresentam um teor de umidade relativamente alto, variando entre 120 a 130%, tanto na parte superior quanto na inferior (CORREA, 2014).

Além disso, os nós do bambu tendem a ter valores menores de umidade em comparação aos entrenós, podendo a diferença chegar a 25% do teor de água, sendo a umidade geralmente mais elevada na base do colmo do que no topo. Já nos colmos com 3 a 4 anos de idade, observa-se que a umidade é maior na base e que o teor de água é mais alto na parte interna do colmo do que na externa (CORREA, 2014).

Segundo Pereira e Beraldo (2016), o processo de retração do bambu tem início durante a secagem, sendo que a higroscopicidade dos extrativos presentes nas células do parênquima é o principal fator que contribui para a absorção de água pelo colmo seco. Além disso, as variações dimensionais no eixo longitudinal são desprezíveis, sendo mais significativas as variações dimensionais radiais e tangenciais, que apresentam valores consideravelmente próximos.

De acordo com a ABNT NBR 16828-2, (BRASIL, 2020), as principais propriedades consideradas são:

- a) Resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0});
- b) Resistência à tração paralela às fibras (f_{t0});
- c) Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras (f_{v0});
- d) Resistência à compressão do colmo perpendicular às fibras (f_{c90});

- e) Resistência à flexão do colmo (f_{Mo});
- f) Módulo de elasticidade à tração paralela às fibras (E_{to});
- g) Módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras (E_{co});
- h) Módulo de elasticidade do colmo em flexão (E_{Mo}).

É importante ressaltar que essas propriedades são obtidas através de ensaios padronizados conforme a norma ABNT NBR 16828-2.

No entanto, é necessário considerar que o aumento do teor de umidade dos corpos de prova influencia significativamente e de forma negativa nas resistências mecânicas do bambu. Portanto, é essencial que os corpos de prova estejam secos e em equilíbrio com o ambiente no momento do ensaio para garantir resultados precisos (BRASIL, 2020).

Um aspecto relevante a ser destacado é que a resistência à tração paralela às fibras pode variar significativamente dependendo da presença ou ausência de nó no centro do corpo de prova. Consequentemente, para os cálculos e análises estruturais, é recomendado considerar o valor correspondente aos corpos de prova que apresentam nó (MARÇAL, 2018).

Essas propriedades mecânicas são essenciais para o dimensionamento e a segurança das estruturas que utilizam bambu como material de construção, garantindo sua adequação e durabilidade ao longo do tempo. Portanto, a compreensão e o controle dessas características são fundamentais para o sucesso de projetos que envolvem o uso do bambu.

O bambu, um material de construção tradicionalmente utilizado em várias partes do mundo, exibe uma gama impressionante de propriedades mecânicas que são cruciais para sua viabilidade como elemento estrutural em diferentes aplicações. Estas propriedades são influenciadas por uma série de fatores, como a espécie de bambu, condições climáticas, idade, tipo de solo, entre outros (SANTOS, 2021).

Em geral, o bambu demonstra boa resistência à compressão, torção e flexão, além de excelente resistência à tração. Esses resultados estão intimamente ligados ao comprimento e à forma das fibras presentes no material (SANTOS, 2021).

Pesquisas detalhadas, como as conduzidas por Sá (2022), destacam a variação da resistência mecânica em diferentes partes dos colmos do bambu. Os pontos críticos incluem os internos, nós e a própria estrutura do colmo. Por exemplo, a densidade e a disposição das fibras dentro dos nós afetam significativamente a resistência à flexão, compressão, cisalhamento e tração.

Ghavami, Barbosa e Moreira (2019), observaram que o módulo de elasticidade à tração do bambu pode ser maior do que o módulo à compressão, com valores variando entre 8 GPa e 25 GPa, dependendo da espécie. Essa variabilidade destaca a importância de entender as propriedades específicas do bambu para sua aplicação em diferentes contextos estruturais.

A norma ISO 22157, oferece diretrizes para determinar as propriedades físicas e mecânicas do bambu, dividindo o processo em duas partes: requisitos básicos e testes laboratoriais. A análise mecânica inclui não apenas a determinação dos limites de resistência do material, mas também considerações sobre a possibilidade de flambagem devido à esbeltez do elemento estrutural (ISO 22157, 2004).

Comparativamente, a resistência mecânica do bambu em relação a materiais como pinho e concreto é influenciada por diversos fatores, tanto internos quanto externos, incluindo condições ambientais, silvicultura e período de colheita. A idade do bambu também desempenha um papel crucial; quanto maior o tempo de crescimento, melhores são as propriedades mecânicas, tornando-o mais adequado como elemento estrutural (SÁ, 2022).

A resistência do bambu à tração, compressão, flexão, cisalhamento e torção varia em uma ampla faixa de valores, dependendo das características específicas do material (SANTOS, 2021; ALVES, 2019; MARÇAL, 2018).

Por exemplo, a resistência à compressão pode variar de acordo com a proporção das fibras no corpo de prova, enquanto a resistência à flexão não está diretamente relacionada à altura dos colmos (SANTOS, 2021; ALVES, 2019).

A dependência entre as propriedades mecânicas do bambu e sua massa específica é semelhante à observada em materiais como madeira.

Embora o bambu possa apresentar resultados promissores em testes de resistência à torção devido à sua forma cilíndrica, a descontinuidade das fibras pode comprometer sua capacidade de suportar cargas de torção de forma consistente (MARÇAL, 2018).

Essas características mecânicas complexas destacam a necessidade de uma compreensão detalhada do comportamento do bambu sob diferentes tipos de esforço, a fim de utilizar eficazmente esse material versátil em aplicações estruturais.

2.3 TIPOS DE BAMBUS E UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Existem cerca de 1.300 espécies de bambu no mundo, divididas em 50 gêneros, podendo apresentar cores variadas como preto, azul, violeta, verde, amarelo e vermelho. No Brasil, há cerca de 230 espécies de bambu distribuídas em cerca de 34 gêneros (OLIVEIRA, 2013).

As ocorrências confirmadas do cultivo do bambu estão principalmente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, com possíveis ocorrências adicionais no Norte e Nordeste. O Brasil é o país com maior diversidade de espécies de bambu, incluindo 258 espécies nativas e 35 gêneros, com 93 espécies e 17 gêneros herbáceos. Os gêneros mais diversificados são *Merostachys* e *Chusquea*, ambos lenhosos (OLIVEIRA, 2013).

As espécies de bambu mais conhecidas no Brasil incluem *Bambusae*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa*, *Guadua*, *Phyllostachys*, *Pseudosasa*, *Sasa* e *Sinoarundinaria*. As maiores reservas naturais de bambu estão localizadas no sudoeste da Amazônia, abrangendo uma área de 160 mil km², predominantemente com espécies lenhosas como *Guadua webbaueri* e *Elutrostachys* sp. Na região sudoeste da Panamazônia, ocorrem grandes extensões de florestas monodominantes de bambus lenhosos do gênero *Guadua* (DRUMMOND; WIEDMAN, 2017).

Os bambus mais indicados para uso estrutural incluem os dos gêneros *Guadua*, *Dendrocalamus* e *Phyllostachys pubescens*, devido às suas propriedades físicas e mecânicas, como resistência à tração, flexão e compressão. *Dendrocalamus giganteus*, por exemplo, é uma espécie de grande porte amplamente utilizada na construção civil devido à sua resistência e crescimento rápido. *Guadua angustifolia* também é valorizada pela sua alta resistência mecânica e pouca variação dimensional entre os colmos. (MOTA, 2018).

Outras espécies como *Dendrocalamus asper*, *Gigantochloa levis* e *Phyllostachys pubescens* são utilizadas em diversas aplicações, incluindo construção civil, fabricação de móveis, instrumentos musicais, artesanato, entre outros. Essas espécies apresentam características físicas e mecânicas distintas que as tornam adequadas para diferentes fins. Por exemplo, o bambu mossô (*Phyllostachys pubescens*) é utilizado principalmente em estruturas pesadas na construção civil (SANTOS, 2021).

O bambu tem ganhado espaço na construção civil nos últimos anos, substituindo a madeira devido ao seu acabamento natural. Ele é utilizado em diversas partes da construção, como andaimes, estrutura básica da casa, colunas, paredes e escadas, e também pode ser usado em diferentes formas, como treliças e revestimentos (LIU *et al.*, 2018).

No entanto, nem todos os tipos de bambu são adequados para construção, sendo necessário seguir critérios específicos, como diâmetro, espessura, presença de sílica e resposta ao tratamento de preservação (LIU *et al.*, 2018).

Estudos mostram que o bambu destinado à construção pode ser processado de diferentes maneiras, resultando em diferentes materiais de construção, desde varas preservadas até bambu processado mecanicamente. Comparativamente, o uso de bambu em vez de aço para andaimes mostra um impacto ambiental positivo, armazenando mais CO₂ durante a vida útil do edifício (ZEA ESCAMILLA *et al.*, 2019).

Além disso, o bambu tem mostrado ser uma opção vantajosa em áreas sísmicas, oferecendo melhor desempenho em terremotos do que as estruturas residenciais tradicionais (ELIZABETH; DATTA, 2020).

O bambu pode substituir as telhas convencionais, proporcionando temperaturas mais amenas. Estudos técnicos também destacam o bambu como um elemento estrutural sustentável (KORDE *et al.*, 2015).

O potencial do bambu na construção civil tem sido reconhecido por políticas públicas, visando reduzir custos e gerar empregos. No Brasil, foram elaborados projetos de normas técnicas para construção com bambu, porém ainda não têm valor normativo. Esses projetos abordam desde requisitos básicos para projetos estruturais até métodos de ensaio para determinação de propriedades físicas e mecânicas dos colmos (NUNES; SOBRINHO JÚNIOR; PASTOR, 2021).

No contexto global, o bambu também é amplamente utilizado na construção civil, especialmente em países da Ásia e da América Latina, onde é parte integrante das tradições construtivas locais. Em regiões propensas a terremotos, o bambu tem se destacado como um material de construção resiliente, capaz de absorver e dissipar energia sísmica, contribuindo para a segurança estrutural das edificações (NUNES; SOBRINHO JÚNIOR; PASTOR, 2021).

Apesar de suas muitas vantagens, o uso do bambu na construção civil ainda enfrenta alguns desafios, como a falta de normatização e padronização de técnicas

construtivas, a escassez de mão de obra especializada e a falta de conscientização sobre suas potencialidades.

No entanto, com o crescente interesse por soluções construtivas sustentáveis e a busca por alternativas aos materiais convencionais, o bambu está ganhando cada vez mais espaço como uma opção viável e eco-friendly na indústria da construção civil (ELIZABETH; DATTA, 2020).

2.3.1 Comparativo construtivo da utilização de bambu com os demais métodos

Ao comparar o uso de bambu e concreto com outros métodos construtivos existentes, é possível destacar diversas características distintas que influenciam na escolha de cada material, levando em consideração aspectos como sustentabilidade, custo, durabilidade, resistência e eficiência energética. Em primeiro lugar, o bambu se destaca como uma opção sustentável em comparação com materiais como o aço e o concreto (GUIMARÃES, 2017).

Enquanto o aço e o concreto exigem grandes quantidades de energia e recursos naturais para sua produção, o bambu é uma planta de crescimento rápido, renovável e de baixo impacto ambiental (SANTOS *et al.*, 2018).

Além disso, o cultivo de bambu pode ajudar na fixação de carbono atmosférico, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. No que diz respeito ao custo, o bambu tende a ser mais acessível em comparação com o aço e o concreto, especialmente em regiões onde o bambu é abundante (GUIMARÃES, 2017).

O baixo custo de produção e a disponibilidade local tornam o bambu uma opção atrativa para projetos de construção civil, especialmente em comunidades de baixa renda. Quanto à durabilidade e resistência, o concreto e o aço geralmente superam o bambu em ambientes adversos e em estruturas que exigem alta resistência mecânica (SILVA, 2019).

No entanto, o bambu pode ser tratado e processado para melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, tornando-o uma opção viável para uma ampla gama de aplicações na construção civil (SILVA *et al.*, 2019).

Em termos de eficiência energética, o bambu se destaca por sua capacidade de armazenar e liberar calor de forma eficiente, contribuindo para o conforto térmico

das edificações. Além disso, o bambu é um excelente isolante acústico, ajudando a reduzir o ruído em ambientes internos e externos (SILVA *et al.*, 2019).

Cada método construtivo tem suas vantagens e desvantagens, e a escolha entre bambu, concreto, aço e outros materiais dependerá das necessidades específicas do projeto, das condições locais e das prioridades do construtor em termos de sustentabilidade, custo, durabilidade e desempenho (SANTOS *et al.*, 2019).

2.4 CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DE ANGICOS/RN

O nome "Angicos" ecoa o passado da região, um tributo às majestosas árvores de angico (*Anadenanthera colubrina*) que pontilhavam a paisagem. Como observado por Batista (2020, *apud* Cunha (199-)), essas árvores eram abundantes durante os primórdios do povoamento, emprestando seu nome ao município. Florescendo mesmo nas estações mais áridas, suas flores, como retratado por Batista (2020, *apud* CASTRO; CAVALCANTE, 2010), pintam o cenário com cores vibrantes.

Além do angico, o quipá (*Tacinga inamoena*), um cacto endêmico do semiárido brasileiro, também desempenha um papel vital na história e na subsistência local. Seus frutos, conhecidos como "pêlos", são uma fonte crucial de alimento tanto para animais quanto para humanos durante os períodos de escassez, como descrito por Batista (2020, *apud* CASTRO; CAVALCANTE, 2010).

A cidade de Angicos é adornada por marcos arquitetônicos que contam sua história através das gerações. A imponente Capela de São José, erguida por volta de 1813 e elevada à condição de paróquia em 1936, permanece como um farol espiritual no coração da comunidade, conforme documentado por Batista (2020, *apud* Cunha (199-)).

A antiga Estação Ferroviária, agora reencarnada como a Casa de Cultura Popular Palácio Professor Paulo Freire, testemunha a era da Estrada de Ferro Central do Rio Grande do Norte (EFCRGN). Construída em 1933, essa estação era um ponto vital na rede ferroviária que conectava as cidades e impulsionava o comércio regional, (BATISTA, 2020 *apud* MEDEIROS (2007)).

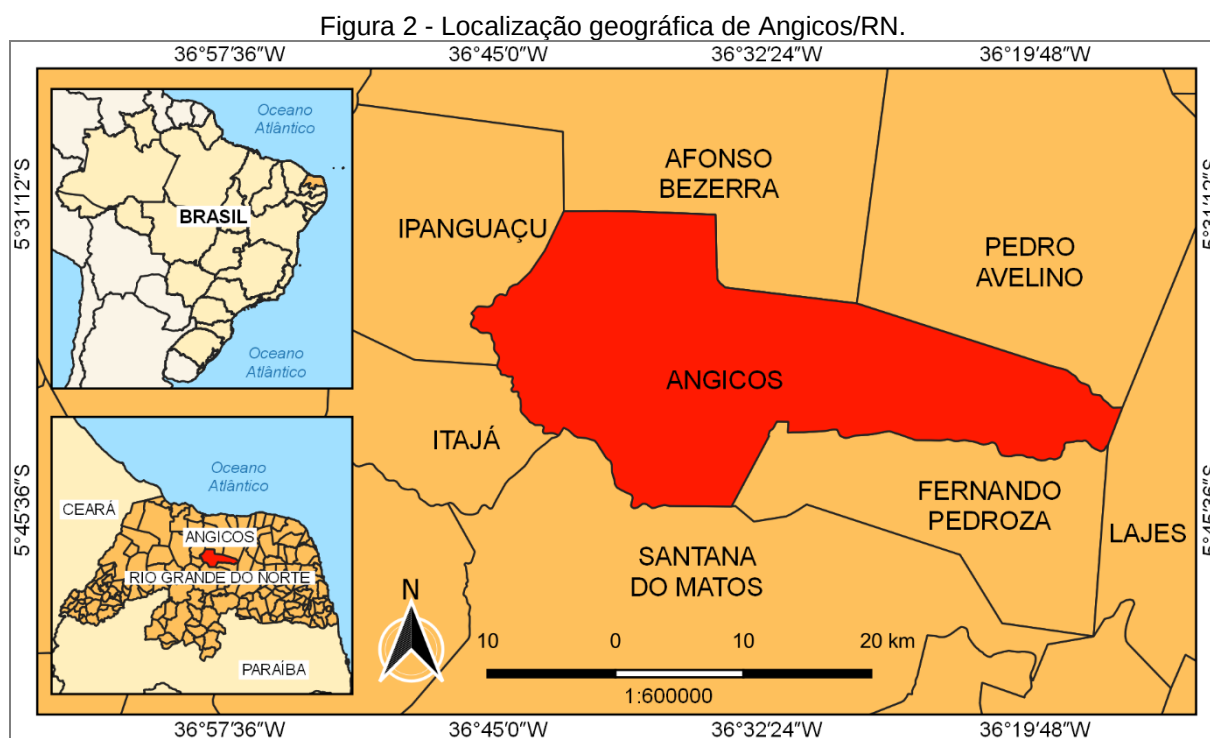
O Mercado Público Municipal Teonila Amélia Cruz de Araújo, erguido em 1932 e renovado em 2020, é outro ícone histórico que continua a pulsar com a

energia do comércio local, como atestado pela Prefeitura Municipal de Angicos (2020).

A chegada da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) em 2009 trouxe consigo novas perspectivas de desenvolvimento para Angicos. Seu campus, segundo Batista (2020 *apud* Rocha, 2019), não apenas enriqueceu a vida acadêmica da região, mas também catalisou mudanças sociais, econômicas e infraestruturais que moldaram o tecido da comunidade.

Entre as planícies e os vales de Angicos, ergue-se majestoso o Pico do Cabugi, um dos pontos turísticos mais emblemáticos do município. Como um guardião silencioso, este pico rochoso, não apenas oferece vistas deslumbrantes, mas também serve como um lembrete da grandiosidade da natureza que cerca Angicos (BATISTA, 2020).

A localização do município de Angicos pode ser visualizada na Figura 2.



Fonte: Batista (2020).

Angicos é mais do que uma simples cidade no mapa. É um testemunho vivo da intersecção entre a história humana e a natureza exuberante. Com seus marcos históricos, patrimônio cultural e riqueza natural, Angicos continua a ser um farol de orgulho para seus habitantes e um destino fascinante para todos os que buscam explorar suas riquezas.

2.5 BREVE HISTÓRICO DA UFERSA

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) é mais do que uma instituição de ensino superior. É o fruto de décadas de luta, determinação e visão de futuro que moldaram seu caminho desde os primeiros dias da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) até a criação da UFERSA, a única universidade federal instalada no semiárido nordestino (MANUAL DO ALUNO, 2024).

Tudo começou em 22 de dezembro de 1967, quando a Prefeitura Municipal de Mossoró emitiu o decreto Nº 03/67, criando a ESAM. Sob os auspícios do Instituto Nacional do Desenvolvimento Agrário (INDA), a escola teve um início modesto, mas já vislumbrava um futuro grandioso (MANUAL DO ALUNO, 2024).

O Prof. Vungt-un Rosado, então diretor, nutria a crença de que a ESAM um dia se tornaria uma universidade federal, um sonho que se tornaria realidade décadas mais tarde. Após muitas batalhas políticas e o apoio fervoroso da comunidade, a lei nº 11.155, sancionada pelo presidente Luís Inácio Lula da Silva em 29 de julho de 2005, deu à luz a UFERSA. Este marco histórico abriu as portas para um novo capítulo na educação superior do semiárido brasileiro (MANUAL DO ALUNO, 2024).

A implantação do campus da UFERSA em Caraúbas não foi apenas uma decisão estratégica, mas uma resposta às necessidades educacionais e de desenvolvimento da região. Localizado no epicentro dos municípios do Médio Oeste Potiguar, Caraúbas se tornou um ponto focal para mais de 30 municípios, abrangendo até mesmo microrregiões de estados vizinhos como Paraíba e Ceará. Inaugurado em 16 de agosto de 2010, o campus Caraúbas da UFERSA emergiu como um farol de esperança e oportunidade para uma região sedenta por educação de qualidade (MANUAL DO ALUNO, 2024).

Com foco na formação de profissionais em Ciência e Tecnologia, Licenciatura e Engenharia, o campus se comprometeu a impulsionar o desenvolvimento tecnológico regional e a elevar o padrão de ensino nas áreas de licenciatura, historicamente subvalorizadas (MANUAL DO ALUNO, 2024).

Já a UFERSA-Campus que em 2009, começou a funcionar na escola Educandário Padre Felix. Com um corpo docente inicial de dez professores, a universidade cresceu ao longo dos anos, expandindo sua equipe e oferta de cursos.

Em 2011, mudou-se para novas instalações devido ao crescimento. Até 2012, o número de professores aumentou para 60, e novos cursos foram adicionados, além do Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Em 2019, celebrou-se o décimo aniversário do campus, que agora oferece também o curso de Pedagogia (UFERSA, 2024).

Com uma visão voltada para o futuro e uma base sólida de ensino, pesquisa e extensão, o campus está preparado para continuar sendo um catalisador de mudanças positivas e um farol de esperança para as gerações vindouras.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa experimental, pois envolve a manipulação controlada de variáveis para avaliar os efeitos da criação de um banco de concreto com bambu (GIL, 2008). A natureza da pesquisa é aplicada, uma vez que busca aplicar conhecimentos teóricos pré-existentes na prática, visando a criação de um banco de concreto com bambu (LAKATOS; MARCONI, 2010).

A abordagem da pesquisa é quantitativa e qualitativa, pois envolve a coleta e análise de dados numéricos, como as medidas de volume dos materiais, pesos, medidas das estruturas, entre outros, assim como interpretações com base na literatura (CRESWELL, 2010).

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução do experimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- 4 varas de bambu;
- Presilhas (enforca gato) para amarrar as varas de bambu;
- Concreto (cimento, areia, brita);
- Água Aditivo para concreto;
- Lona plástica.

Quanto ao procedimento o mesmo partiu de acordo com as informações apresentadas a seguir:

- Amarrar as 4 varas de bambu com as presilhas, formando uma estrutura de grade com espaçamento de 10 cm x 10 cm.
- Medir e cortar as varas de bambu para obter medidas de 147 cm x 47 cm.
- Determinar o traço do concreto, utilizando 1,5 partes de cimento, 3 partes de areia e 1,5 partes de brita.
- Medir o volume de cada material utilizado: 25 L de cimento, 50 L de areia e 25 L de brita.
- Utilizar peneira de tamanho nº 4,75 mm para o processo.

- Calcular o fator água/cimento de acordo com a norma, considerando a limitação da balança.
- Adicionar o aditivo ao cimento e utilizar 13 L de água, conforme calculado.
- Adicionar água na betoneira de forma progressiva, primeiro um litro para umedecer, seguido por mais 7 litros com a brita e o restante após a adição do cimento e aditivo.
- Misturar o concreto na betoneira por aproximadamente 5 minutos.
- Adicionar uma camada inicial de 2 cm de concreto na forma preparada.
- Posicionar a estrutura de bambu sobre a camada de concreto.
- Cobrir a estrutura de bambu com mais concreto.
- Colocar uma lona plástica por baixo da forma para reter a umidade e facilitar a desmoldagem.
- Separar 3 corpos de prova do concreto para serem rompidos após 7, 14 e 28 dias.

Em suma, a execução do experimento para criação de um banco de concreto com bambu foi conduzida de forma meticulosa e controlada, seguindo um conjunto bem definido de materiais e métodos. A utilização de uma lona plástica para retenção da umidade e a separação de corpos de prova para posterior análise contribuem para a robustez dos resultados obtidos.

4 RESULTADOS EM DISCUSSÃO

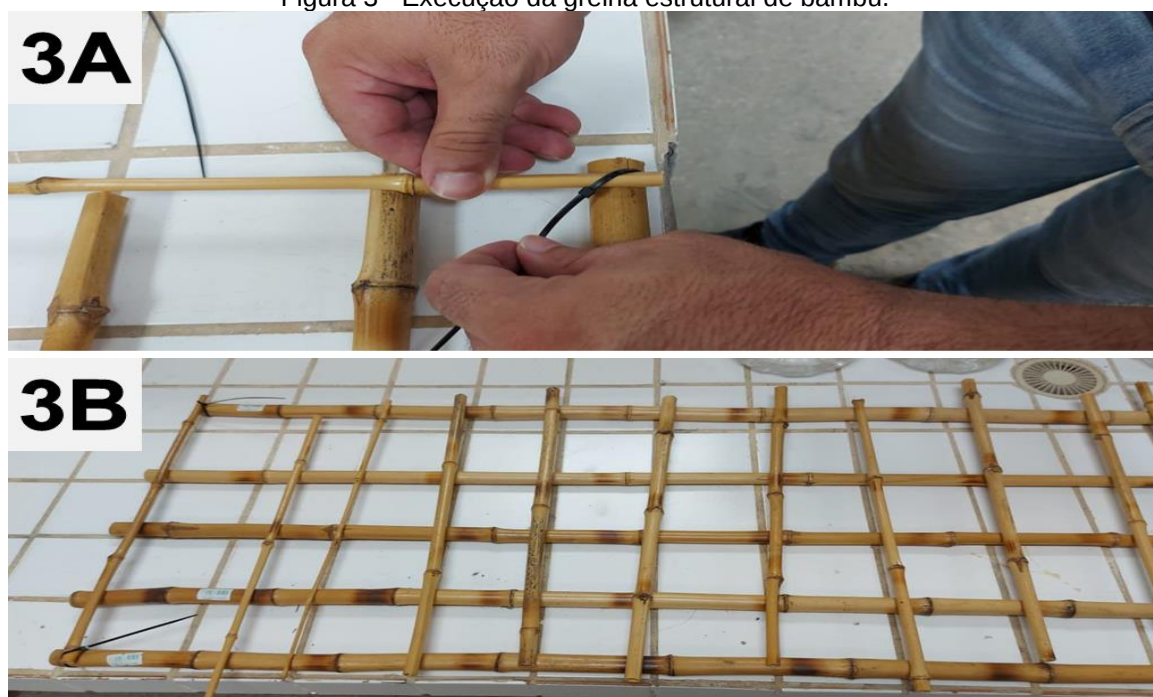
4.1 PREPARAÇÃO DA ARMADURA DE BAMBU

A preparação da armadura de bambu partiu de um processo fundamental para diversas aplicações, desde estruturas de construção até móveis e artesanatos. De início, selecionei quatro varas de bambu com diâmetro de 2 centímetros e comprimento de 2 metros cada.

Para unir as varas e formar a estrutura desejada, utiliza-se um método de amarração com presilhas, também conhecido como "enforca gato". Esse método proporciona uma união firme e segura entre as varas, garantindo a estabilidade da armadura. O espaçamento da grade da armadura é outro aspecto importante a considerar. Neste caso, optou-se por um espaçamento de 10cm x 10cm, o que proporcionou uma distribuição equilibrada e adequada para diferentes finalidades.

Com as quatro varas de bambu unidas e o espaçamento da grade definido, a medida final da armadura ficou estabelecida em 1.47m x 0,47m. Essas dimensões foram realizadas, visando garantir que a armadura se adeque perfeitamente ao projeto em questão, proporcionando resistência e suporte adequados. Conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Execução da grelha estrutural de bambu.



Fonte: Autor (2024).

Ao concluir o processo de preparação da armadura de bambu seguindo esses passos, foi obtida uma estrutura sólida e confiável, pronta para ser utilizada em uma variedade de aplicações, inclusive a do próprio trabalho que é a execução de um banco de praça.

Para a fabricação de uma forma com medidas específicas, optei por utilizar uma folha de maderite com dimensões de 1,10m x 2,20m. A escolha dessa folha se deu pela sua resistência e durabilidade, características essenciais para suportar o processo de fabricação da forma.

Com as medidas desejadas para a forma em mente, que são 1,52mx 0,52m x 0,20m, planejei o corte e a montagem da folha de maderite. Utilizando ferramentas adequadas e precisão nas medidas, cortei a folha de maderite de acordo com as dimensões necessárias para construir a forma desejada.

Em seguida, procedi com a montagem, garantindo que todas as partes se encaixassem de forma precisa e segura. Ao finalizar a fabricação da forma com sucesso, obtive um produto de qualidade que atende às especificações necessárias para o projeto em questão, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Forma e grelha para concretagem.



Fonte: Autor (2024).

A utilização da folha de maderite proporcionou não apenas resistência estrutural, mas também uma superfície lisa e uniforme, ideal para o uso na fabricação de formas para diferentes fins.

4.2 PREPARAÇÃO DO CONCRETO

A preparação e testagem do concreto para ser utilizado na fabricação do banco com estrutura de concreto e bambu envolveu uma série de etapas meticulosas. Inicialmente, medimos o volume de cada material necessário:

Quadro 1 - Cálculo

C		A	B
VOL. 01	1,5	3	1,5
VOL. 02	5	10	5

Fonte: Autor (2024).

- 25 litros de cimento
- 50 litros de areia (10 volumes de 5 L);
- 25 litros de brita (5 Volumes de 5 L).

Utilizamos a peneira de número 4,75 mm para garantir a granulométrica adequada dos agregados. Devido à limitação da balança disponível, precisamos usar meio balde de 5 litros para medir os materiais, aproximadamente 2,5 litros. Dividimos a quantidade de um balde em dois e pesamos conforme anotado. Os 25 litros de cimento pesaram 28,775 kg.

Calculamos um fator água/cimento de acordo com a norma, que resultou em 17,265 litros, mas decidimos adicionar um aditivo para reduzir o consumo de água, portanto, utilizamos apenas 13 litros de água. Na betoneira, adicionei primeiro um litro de água para umedecer, em seguida, mais 7 litros de água juntamente com a brita. Depois, adicionamos o cimento e o aditivo, misturando por cerca de 5 minutos. Gradualmente, adicionamos o restante da água até obter a consistência desejada.

As medidas finais do banco foram estabelecidas em 150 cm de comprimento por 50 cm de largura. Iniciamos a construção aplicando uma camada de concreto de 2 cm de espessura. Em seguida, inserimos a estrutura de bambu e cobrimos com mais concreto. Utilizamos uma lona plástica por baixo para reter a umidade e facilitar a desmoldagem. Este processo detalhado garante a qualidade e durabilidade do

banco, bem como a eficácia do concreto utilizado em sua construção e seu processo pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Preparação do concreto para o banco de bambu.



Fonte: Autor (2024).

Após a preparação da massa de concreto, foram separadas três amostras para a realização do ensaio de resistência à compressão, visando verificar a consistência do material. Simultaneamente, deu-se início à concretagem do banco de bambu na forma preparada. Esse processo marca um avanço significativo no projeto, representando não apenas a aplicação prática dos materiais, mas também o progresso na execução da estrutura desejada.

O rigor na realização do ensaio de compressão garante a qualidade e a adequação do concreto para o propósito pretendido, enquanto a concretagem do banco de bambu representa um passo importante na materialização do projeto, integrando técnicas sustentáveis com a aplicação de materiais tradicionais de construção.

Após a preparação da massa de concreto, foram separadas três amostras para a realização do *slump test*, visando verificar a consistência do material. Simultaneamente, deu-se início à concretagem do banco de bambu na forma

preparada. Esse processo marca um avanço significativo no projeto, representando não apenas a aplicação prática dos materiais, mas também o progresso na execução da estrutura desejada.

O rigor na realização do *slump test* garante a qualidade e a adequação do concreto para o propósito pretendido, enquanto a concretagem do banco de bambu representa um passo importante na materialização do projeto, integrando técnicas sustentáveis com a aplicação de materiais tradicionais de construção.

Devido a prensa hidráulica do laboratório de engenharia estar quebrada, não foi possível realizar os testes nos dias corridos: 7, 14 e 28. Ficando, assim, para os dias: 22, 25 e 28. Desse concreto, separamos três corpos de prova que serão rompidos após 7, 14 e 28 dias, conforme os padrões de teste de resistência. O teste foi realizado em Fortaleza- CE e pode ser acompanhado no Figura 6.

Figura 6 – Resultado do teste de ensaio à compressão.

Figura 3 - Resultados do teste de ensaio à compressão.

Descrição da Obra	Cliente	Data de Início	Data Prev. Término	Vol. Estimado (m³)	Vol. Exec
UFERSA ANIGICOS RN	MARCILIO LUIS VIANA CORREIA	04/04/2024		.00	

<
>

Peça Concretada

Traço

Num. NF

Intervalo de Moldagem
 a

Corpos de Prova												
Ref.	Peça Concretada	Traço	Concreteira	Hr Usina	Hr Mold.	Nº NF	Slump	Volume (m³)	Dt. Moldagem	Dt. Ruptura	Idade (dias)	Resistência
1	LAJE 1,50 X 0,50 VERGALH..	T- 01 ..	OBRA					0	13/03/2024	04/04/2024	22	26,0
1	LAJE 1,50 X 0,50 VERGALH..	T- 01 ..	OBRA					0	13/03/2024	07/04/2024	25	30,7
1	LAJE 1,50 X 0,50 VERGALH..	T- 01 ..	OBRA					0	13/03/2024	10/04/2024	28	40,4

Fonte: Autor (2024).

Na Figura 7, observamos o assento do banco de bambu juntamente com os corpos de prova, representando os processos realizados no bloco de laboratório de mecânica do curso de Engenharia Civil da UFRSA, localizado em Angicos.

Essa etapa do projeto destaca a integração entre teoria e prática, evidenciando o ambiente acadêmico onde são aplicados os conhecimentos adquiridos.

O assento do banco de bambu simboliza a utilização de materiais alternativos e sustentáveis na construção civil, enquanto os corpos de prova representam a constante busca pela excelência e pela qualidade na execução das atividades experimentais.

Essa combinação de elementos reflete o compromisso da instituição com a formação de profissionais capacitados e conscientes da importância da sustentabilidade no desenvolvimento de projetos e na construção de um futuro mais resiliente e responsável.

Figura 7 - Autor e seus resultados



Fonte: Autor (2024).

4.3 O PARQUE DAS FLORES NO CAMPUS UFERSA ANGICOS

A beleza natural e a interação harmoniosa com o ambiente acadêmico estão prestes a ganhar um novo espaço de convivência no Campus UFERSA Angicos. Localizado entre os Blocos de Professores, o espaço antes ocupado pela queda de uma algaroba está sendo transformado em uma praça verde e acolhedora, repleta de plantas e flores conforme pode ser visualizada na Figura 8 sua planta.

Figura 8 – Localização e Planta Baixa da Praça das Flores no Campus UFRSA-Angicos.



Fonte: Adaptado pelo autor (2024).

Esta iniciativa surge após uma enquete realizada pela Direção do Campus para decidir o destino desse espaço, onde a opção escolhida foi pela criação de um ambiente de convívio e contemplação, proporcionando também duas vagas de estacionamento para melhorar a acessibilidade ao Bloco 1 de Professores conforme pode ser visualizado na Figura 9 a seguir:

Figura 9 - Planta de Drenagem da Praça das flores representada através do REVIT.



Fonte: Silva (2024).

Este projeto representa um desafio, especialmente devido à espera por recursos específicos, que pode ser demorada e incerta. Porém, a comunidade acadêmica não espera passivamente e, com criatividade e colaboração, está dando vida à praça utilizando recursos disponíveis, doações e a colaboração voluntária de servidores.

A Praça das Flores da UFERSA Angicos é um projeto que conta com a colaboração ativa de professores e alunos, demonstrando o envolvimento da comunidade acadêmica na sua concepção e realização. O projeto foi formulado e aprovado pela própria instituição, representando um compromisso com o desenvolvimento do espaço e o bem-estar da comunidade.

O projeto arquitetônico foi elaborado pela aluna Jéssica, enquanto o projeto luminotécnico foi concebido pela aluna Valeska. A atenção aos detalhes incluiu também o projeto de drenagem, desenvolvido pelo aluno Joedson em colaboração com a equipe do *Sketchap*.

A identificação das árvores no local será facilitada com a implementação de códigos QR, um trabalho realizado pela aluna do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI), Daniela.

Além disso, o estudo de caso envolvendo a utilização de vergalhões de bambu em lajes é mais uma demonstração do comprometimento dos estudantes com soluções sustentáveis e inovadoras na construção civil.

Essa diversidade de contribuições reflete o espírito colaborativo e multidisciplinar da comunidade acadêmica da UFERSA Angicos, evidenciando o potencial transformador que a educação pode ter na construção de um ambiente mais sustentável e inclusivo.

4.4 BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES

O banco criado a partir da utilização de bambu para armadura e concreto, representado na Figura 10, foi cuidadosamente projetado para oferecer conforto e funcionalidade aos usuários da praça, ao mesmo tempo em que promove a valorização de recursos naturais renováveis.

Figura 10 - Representação do Banco de Bambu a ser executado.



Fonte: Autor (2024).

Sua execução é resultado do trabalho colaborativo e da criatividade dos estudantes e professores envolvidos no projeto, destacando o potencial transformador da educação para a construção de espaços que unem beleza, praticidade e responsabilidade ambiental.

O desenho do banco de armadura de bambu e concreto, conforme representado na Figura 10, apresenta dimensões específicas que foram cuidadosamente planejadas para garantir conforto e adequação ao espaço da Praça das Flores no Campus UFERSA Angicos.

Com uma medida de 1,50 metros de comprimento, 0,50 metros de largura e uma altura teoricamente prevista de 0,41 metros, o banco oferece uma proporção equilibrada que permite acomodar confortavelmente os usuários enquanto se integra harmoniosamente ao ambiente circundante.

Essas dimensões foram escolhidas com o objetivo de proporcionar um espaço de descanso agradável e funcional para os frequentadores da praça, destacando-se pela sua simplicidade e elegância no design.

4.5 EXECUÇÃO DO BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES

A execução do banco de bambu na Praça das Flores da UFERSA Angicos teve início com o auxílio de um pedreiro e um servente, sob a supervisão do orientador e dos orientandos.

Figura 11 - Execução do banco na Praça das Flores.



Fonte: Autor (2024).

O primeiro passo foi determinar o local para a escavação da base de tijolos, conforme ilustrado na Figura 11A da Figura 11. Em seguida, a base superior da superfície foi preenchida com blocos de concretos intertravados, conforme mostrado nas Figuras 11B e 11C. Posteriormente, a massa de concreto foi espalhada na superfície, com os dois apoios para o banco feitos de tijolo e com ferragem no local, conforme exemplificado na Figura 11D.

Este processo inicial foi fundamental para garantir a estabilidade e a durabilidade do banco, preparando-o para as etapas subsequentes de construção. Após a secagem dos apoios, procedeu-se à fixação do assento, o qual foi cuidadosamente encaixado para garantir uma montagem firme e segura.

O assento foi ajustado da melhor maneira possível, assegurando sua estabilidade e resistência, conforme resultado pode ser visualizado na Figura 12.

Figura 12 - Banco de Bambu e seu elaborador.



Fonte: Autor (2024).

O banco de bambu e concreto foi instalado na Praça das Flores do Campus UFERSA Angicos foi projetado e executado de acordo com as normas técnicas aplicáveis, garantindo sua segurança, durabilidade e conformidade com os padrões estabelecidos.

Para assegurar a qualidade do material utilizado, foram seguidas as diretrizes estabelecidas pela NBR 15514-1:2017, ao qual foi definido os requisitos mínimos para varas de bambu destinadas a uso estrutural. Além disso, os métodos de ensaio especificados na NBR 15514-2:2017 foram empregados para verificar as propriedades físicas e mecânicas do bambu, garantindo sua resistência e estabilidade.

Na sequência, foi realizado o teste de carga informal com as pessoas presente para verificar a capacidade de suporte do banco, garantindo sua conformidade com os padrões de segurança estabelecidos.

Figura 13 - Teste com aproximadamente 400kg no banco de bambu criado.



Fonte: Autor (2024).

Durante o processo de execução do banco, foram observados os princípios gerais estabelecidos pela NBR 7190:1997, que trata do projeto de estruturas de madeira. Embora não específica para bambu, essa norma forneceu orientações valiosas para o planejamento e a construção do banco, garantindo sua integridade estrutural e segurança para os usuários.

A Figura 14 mostra o resultado final do banco de bambu executado na Praça das Flores no Campus UFERSA Angicos.

Figura 14 - Banco localizado na Praça das Flores finalizado, datado e assinado.



Fonte: Autor (2024).

Além disso, foram adotadas práticas sustentáveis de manejo e preservação ambiental, em conformidade com as recomendações do Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) e da Associação Brasileira de Bambu (ABB). Isso incluiu a seleção criteriosa de espécies de bambu adequadas, o tratamento correto para prevenir infestações e o uso responsável de recursos naturais durante todo o processo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação do bambu com o concreto tem se destacado como uma alternativa viável e sustentável para a execução de edificações e mobiliários urbanos. Essa união de materiais oferece uma série de vantagens, incluindo a resistência e durabilidade do concreto e a leveza e flexibilidade do bambu. No contexto da construção de bancos, essa combinação proporciona não apenas uma solução estética e funcional, mas também contribui para a promoção da sustentabilidade ambiental.

Diante das inúmeras possibilidades disponíveis para a escolha de materiais e métodos de construção, foi determinada a confecção de bancos utilizando a combinação de concreto e bambu nas dependências da UFERSA Angicos, na Praça das Flores. Essa escolha foi motivada pela busca por soluções que unissem eficiência, sustentabilidade e praticidade na execução de mobiliários urbanos.

Avaliando o processo de fabricação de bancos de concreto utilizando o bambu como componente estrutural, constatou-se sua viabilidade técnica e prática. Além disso, a investigação da durabilidade e resistência dos bancos de concreto com bambu demonstrou resultados positivos, confirmando a eficácia dessa técnica na construção de mobiliários urbanos.

Os aspectos práticos e técnicos da execução de bancos de concreto com bambu foram analisados detalhadamente, incluindo métodos de fixação e manutenção. De fato a utilização adequada de técnicas de construção e materiais de qualidade garantem a estabilidade e segurança dos bancos, além de facilitar sua manutenção ao longo do tempo.

Em conclusão, a análise do potencial do bambu na confecção de bancos de concreto revela não apenas uma alternativa viável, mas também uma solução promissora para aprimorar a sustentabilidade e eficiência das estruturas construídas. A combinação desses materiais oferece não apenas resistência e durabilidade, mas também contribui para a preservação do meio ambiente e o uso responsável dos recursos naturais. Dessa forma, a adoção do bambu como componente estrutural representa um passo significativo em direção a uma construção mais sustentável alinhada com os princípios de desenvolvimento sustentável e conservação ambiental.

Por fim, é importante ressaltar que o trabalho atendeu às exigências estabelecidas e que o mesmo banco encontra-se em perfeito estado no local determinado, contribuindo para a valorização e o bem-estar da comunidade acadêmica e local.

REFERENCIAS

ABNT NBR 15514-1:2017. **Bambu estrutural - Parte 1: Requisitos para varas de bambu estrutural**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT NBR 15514-2:2017. **Bambu estrutural - Parte 2: Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT NBR 7190:1997. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BATISTA, Alícia Héli da dos Santos. **Análise crítica e proposições das infraestruturas de suporte da entrada principal da cidade de Angicos** - RN. 2020. 114 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos - RN, 2020.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16828-1. Bambu estrutural** - Projeto - Parte 1: Requisitos. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. Disponível em: <http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/07/Norma-ABNT-Estruturas-de-bambu-Projeto-Parte-1-NBR16828-1.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2024.

ALVES, A.A.. **Uso do bambu na construção civil: aplicações estruturais e arquitetônicas para um desenvolvimento sustentável**. 2019. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

BERALDO, A.L.; FREIRE, W. J. **Tecnologia e materiais alternativos de construção**. Campinas: UNICAMP, 2003. 331p.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTE. A. **Flores da caatinga: Caatinga flowers**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2010. 59 p.

CORREA, M. A. P. **Utilização de Bambu na Construção**. 2014. 107fls. Tese de Mestrado – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/375115072/2014-CORREIA-Utilizac-a-o-debambu-na-construc-a-o>>. Acesso em: 17 Mar. 2024

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRUZ, L.S.N.F.; BARROS, M.M. Bambu estrutural: possibilidades para uma engenharia sustentável. **Mix Sust.**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 79-92, maio 2022.

CUNHA, M. Z. M. A. **Angicos ontem e hoje**. [S. l.: S. n.], 199-.

DUTRA, Lucas Souza; LUDWIG Amanda Helena. Estudo de caso: Casa de Bambu na vila Ecovila mãe Terra. 2019, ENC/UNI, **Unievangélica**, Engenharia civil, pg.74. 2019.

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

DRUMOND, P.M.; WIEDMAN, G. (org.) **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, 2017. 655p.

ELIZABETH, S.; DATTA, A. K. ARTIGO RETRATADO: Sobre o desempenho sísmico da estrutura de bambu. **Boletim de Engenharia Terremoto**, v. 18, n. 11, pág. 5413–5413, 2020.

EMBRAPA. **Bambu é alternativa de renda na produção**. Notícias, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34230725/bambu-e-alternativa-derenda-na-producao-familiar>>. Acesso em: 06 Mar. 2024.

FILGUEIRAS, T.S.; VIANA, P.L. Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In: **Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia**. Rio de Janeiro: ICH, p. 10-27, 2017.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Propriedades mecânicas dos colmos dos bambus das espécies: Mosó e Guadua angustifolia para utilização em engenharia**. Publicação – RMNC - 2 Bambu do Departamento de Engenharia Civil da PUC – Rio de Janeiro, 45p, 2002.

GHAVAMI, K.; BARBOSA, N.; EUSTÁQUIO MOREIRA, L. Bambu como Material de Engenharia. In: **Bambu como Material de Engenharia**, 2017, p. 305-348. Disponível em: <https://doi.org/10.26626/978-85-5953-029-2.2017C0012>. Acesso em: 25 mar. 2024.

GUIMARÃES, Ricardo José. **Avaliação do uso de bambu como estrutura em alvenaria de blocos de solo-cimento**. 2017. 84 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **22157: Bamboo — Determination of physical and mechanical properties**. Suíça: Iso, 2004.

JANSSEN, JULES J. A. Designing and building with bamboo. International Network for bamboo and Rattan (INBAR). **Technical report no 20**. Beijing. China. 2000.

KORDE, C. et al. Arco Composto de Concreto de Bambu Contraído Lateralmente sob Carregamento Distribuído Uniformemente. **Journal of Structural Engineering**, v. 141, n. 3, pág. 1–11, 2015.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIU, W.; HUI, C.; WANG, F.; WANG, M.; LIU, G. Review of the Resources and

Utilization of Bamboo in China. **Cap. 8, Bamboo** – Current and Future Prospects, P. 133–142, 2018.

MARÇAL, V.H.S. **Análise comparativa de normas técnicas internacionais para o emprego do bambu** – Colmo em estruturas prediais. 193p. [Dissertação – Mestrado]. UnB – Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2018.

MEDEIROS, G. L. P. **As cidades e os trilhos Resgate histórico da implantação das ferrovias no Rio Grande do Norte e inventário de suas estações**. 2007. 180 p. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

MOTA, G.S.O. **Avaliação do conforto acústico, lumínico e térmico de uma habitação unifamiliar mista de alvenaria e bambu na BR 364 Rio Branco no Acre**. 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas Ufam/Ppgec, Manaus, 2018.

NOGUEIRA, J.F.; COSTA, F.H.S.; VALE, P.A.A.; LUIS, Z.G.; SHERWINSKI-PEREIRA, J.E. **Micropropagação de bambu em larga-escala: princípios, estratégias e desafios**. In: *Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia*. Organização patricia Maria Drumond, Guilherme Wiedman, 1. ed., Rio de Janeiro: ICH, 2017.

NUNES, G.M.; SOBRINHO JÚNIOR, A.S.; PASTOR, J.S. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. *Revista Principia. Divulgação Científica e Tecnológica do FPB*, nº 55, João Pessoa, 2021.

NUNES, G.M.; SOBRINHO JÚNIOR, A.S.; PASTOR, J.S. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. **Revista Principia**. Divulgação Científica e Tecnológica do FPB, nº 55, João Pessoa, 2021.

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.

OLIVEIRA, L.F.A. **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil**. 2013. 90 f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2013.

OLIVEIRA, L.F.A. **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil**. 2013. 90 f. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2013.

ORNELLAS, T.S. **Micropropagação do bambu americano Guadua chacoensis (Rojas) Londôno & P.M. Peterson**. 2017. 66p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PEREIRA, M.A.R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. 2. ed. Bauru, SP: Canal 6 Editora, 2016.

PEREIRA, M. A. R. **Projeto bambu**: introdução de espécies, manejo, caracterização e aplicações. 2012. 200 f. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/106710>>. Acesso em: 10 de Mar. 2024.

PEREIRA, M.A.R. Implantação do Projeto Bambu no assentamento rural Horto de Aimorés (SP). In: **Bambus no Brasil**: da biologia à tecnologia. Organização patricia Maria Drumond, Guilherme Wiedman, 1. ed., Rio de Janeiro: ICH, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGICOS. **Em fase de conclusão, Mercado Público de Angicos ganha Letreiro**. Angicos: PMA, 2020. Disponível em: <<https://www.angicos.rn.gov.br/index.php/ultimas-noticias/734-mercado-publico-de-angicos-esta-em-fase-de-conclusao-para-inauguracao>> Acesso em: 16 Abr. 2024.

ROCHA, A. M. **Avaliação dos impactos socioeconômicos gerados com a implantação do campus da universidade federal rural do semiárido no município de Angicos-RN**. 2019. 236 p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

SANTOS, C.R.B.E.. **A potencialidade do bambu como material de construção civil**. 2021. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SANTOS, C.R.B.E.. **A potencialidade do bambu como material de construção civil**. 2021. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SANTOS, Layla Carrijo dos. **Análise do custo benefício da implantação do sistema construtivo de telhado verde em uma edificação no município de Barra dos Garças- MT**. 2018. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2018

SILVA, Juarez Ramos da; BARBALHO, Greice Hellen de N.. Bambu, um material alternativo para trilhar caminhos conscientes e sustentáveis. Iniciação - **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, São Paulo, v. 8, n. 1, p.1-9, dez. 2019

SOUZA, Andressa Martinelli de. **Os diversos usos do bambu na construção civil**. 2014. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

SOUZA, Raíssa Cássia Andrade de. **Estudo da aplicação do bambu na construção civil**: uma revisão sistemática. 2023. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

UFERSA. **Universidade Federal Rural do Semi Árido (Org.)**. Biblioteca Campus Angicos. 2022. Disponível em: <https://bibliotecas.ufersa.edu.br/biblioteca-setorial-campusangicos/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

ZEA ESCAMILLA, E., ARCHILLA, HF; NURAMO, D. A.; TRUJILLO, D. Bambu: Uma Alternativa de Engenharia para Edifícios no Sul Global. In: Guedes, M. C.; Cantuaria, G. **Arquitetura Bioclimática em Climas Quentes**. Springer, 2019. pág. 397-414.

ANEXO I – IMAGENS DO PROCESSO DE EXECUÇÃO DO BANCO DE BAMBU NA PRAÇA DAS FLORES DA UFERSA CAMPUS ANGICOS



