



UNICEPLAC

CENTRO UNIVERSITÁRIO

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos
Curso de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso

UTILIZAÇÃO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL
(Análise Comparativa: Implantação de Treliça de Bambu em Verga e
Contraverga em Substituição ao Aço)

Autores: Alexandro Lima de Abrantes
Márcio Romério Pinheiro de Farias
Orientador: Prof. MSc. Maycol Moreira Coutinho

Gama-DF
2021

**ALEXANDRO ALFREDO LIMA DE ABRANTES
MÁRCIO ROMÉRIO PINHEIRO DE FARIAS**

**UTILIZAÇÃO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
(Análise Comparativa: Implantação de Treliça de Bambu em Verga e
Contraverga em Substituição ao Aço)**

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.
Orientador: Prof. MSc. Maycol Moreira Coutinho.

ALEXANDRO ALFREDO LIMA DE ABRANTES
MÁRCIO ROMÉRIO PINHEIRO DE FARIAS

**UTILIZAÇÃO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
Análise Comparativa: Implantação de Treliça de Bambu em Verga e
Contraverga em Substituição ao Aço)**

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC), para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. MSc. Maycol Moreira Coutinho.

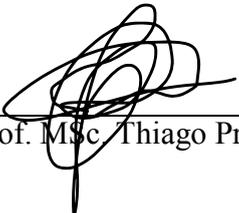
Gama, de dezembro de 2021.

Banca Examinadora



Prof. MSc. Maycol Moreira Coutinho (orientador)

Prof. DSc. Christian Moreira



Prof. MSc. Thiago Primo Sousa

AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial nas nossas vidas, autor do nosso destino, nosso guia, socorro presente na hora da angústia.

Aos nossos pais, em especial ao Sr. Daniel Rocha de Farias (*in memoriam*), por ter sido o grande mestre de obra da minha vida (pai do Márcio), esposas, filhos/filhas, irmãos e amigos que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que chegássemos até esta etapa de nossas vidas.

As amizades conquistadas durante todo o Curso de Engenharia Civil ao longo desses cinco anos de graduação, bem como a experiência de uma produção compartilhada na comunhão dos amigos que foram a melhor experiência da nossa formação acadêmica.

Ao nosso orientador/coordenador Prof. Msc. Maycol Moreira Coutinho, pela paciência, dedicação e seu grande desprendimento em ajudar-nos, bem como a sua amizade sincera.

RESUMO

O bambu é um material fácil de encontrar e de se repor, e que pode ter resistência semelhante ao aço, também apresenta elevada resistência mecânica, inclusive à esforços de tração, bem como um rápido desenvolvimento que facilitam na sua renovação, características essas que permitem que vários estudos afirmem a possibilidade de seu uso como material alternativo na construção civil. Neste trabalho, apresenta-se e se discute uma análise experimental utilizando treliças em vergas e contravergas como armadura feitas de bambu em relação as vergas construídas de treliças de aço, sendo estes elementos estruturais, submetidos ao esforço de flexão. Ensaíram-se doze vergas e contravergas, sendo três armadas com treliça de aço, três armadas com treliça de bambu sem tratamento, três armadas com treliça de bambu com tratamento com verniz e areia média e três com treliça com tratamento com NaOH (hidróxido de sódio). Dessa forma, foi observado que as vergas onde as fibras de bambu foram submetidas ao tratamento com verniz e areia média (VBV) tiveram maiores resistência a tensão máxima, obtendo o seu pico máximo no 28º dia de cura do concreto, atingindo a marca de 11,03 MPa antes do seu rompimento, seguida das vergas com bambu sem tratamento (VB) com 10,7 MPa, as vergas de bambu com tratamento alcalino com NaOH (VB-NaOH) alcançaram 9,5 MPa. Já as vergas com aço (VF) com 9,2 MPa, não tiveram um resultado esperado, ficando em todos os testes com índice de ruptura abaixo das vergas de bambu.

Palavras chaves: Concreto, bambu, verga e contraverga,

ABSTRACT

Bamboo is a material that is easy to find and replace, and which can have resistance similar to steel, it also has high mechanical resistance, including tensile stress, as well as a rapid development that facilitate its renewal, characteristics that allow it to several studies affirm the possibility of its use as an alternative material in civil construction. In this work, an experimental analysis using lintels in lintels and counter girders as reinforcement made of bamboo is presented and discussed in relation to lintels built from steel trusses, these structural elements being subjected to bending stress. Twelve lintels and lintels were tested, three with steel truss, three with untreated bamboo truss, three with bamboo truss treated with varnish and medium sand and three with truss treated with NaOH (sodium hydroxide). Thus, it was observed that the lintels where the bamboo fibers were subjected to treatment with varnish and medium sand (VBV) had greater resistance to maximum tension, reaching its maximum peak on the 28th day of curing the concrete, reaching the mark of 11.03 MPa before its breakage, followed by untreated bamboo rods (VB) with 10.7 MPa, bamboo rods with alkaline treatment with NaOH (VB-NaOH) reached 9.5 MPa. On the other hand, steel lintels (VF) with 9.2 MPa did not have an expected result, being in all tests with a rupture index below the bamboo lintels.

Keywords: Concrete, bamboo, lintel and lintel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Elemento estrutural de concreto armado	16
Figura 2: Distribuição do bambu pelo mundo	16
Figura 3: Bambu como substituto do aço no concreto armado	18
Figura 4: Fissuração nos cantos de aberturas	19
Figura 5: Verga e Contraverga de concreto	20
Figura 6: Verga e Contraverga	20
Figura 7: Bambusa tuldooides	20
Figura 8: Dimensões da lâmina de bambu	21
Figura 9: Treliça de aço	22
Figura 10: Bambu pré-cortado	22
Figura 11: Treliça de bambu cortada (3cm)	22
Figura 12: Estribos de aço 4,2mm	23
Figura 13: Treliça sem tratamento	23
Figura 14: Verniz marítimo unicolor brilhante	24
Figura 15: Aplicação verniz e areia	24
Figura 16: Segunda mão de verniz e areia	24
Figura 17: Hidróxido de sódio microperolas P.A – A.C.S.	25
Figura 18: Balança tarada com 189g de hidróxido de sódio microperolas	25
Figura 19: Talisca de bambu submersa na água com hidróxido de sódio com microperolas	25
Figura 20: Bambu e treliças tratado e com hidróxido de sódio com microperolas	26
Figura 21: Medidas da fôrma: 12cm de largura e 16cm de altura	26
Figura 22: Concretagem das corpos de provas	26
Figura 23: Concretagem das corpos de provas	26
Figura 24: Desenho esquemático do posicionamento das Vergas	27
Figura 25: Verga posicionada na prensa Bovenau-P1500	27
Figura 26: Demonstração do vão teórico das vergas (NBR 12142).....	28
Figura 27: Corpo de prova VF1, antes e após rompimento	29
Figura 28: Corpo de prova FV2, antes e após rompimento	29
Figura 29: Corpo de prova VF3, antes e após rompimento	29
Figura 30: Corpo de prova VB1, antes e após rompimento	29

Figura 31: Corpo de prova VB2, antes e após rompimento	29
Figura 32: Corpo de prova VB3, antes e após rompimento	31
Figura 33: Corpo de prova VBV1, antes e após rompimento	31
Figura 34: Corpo de prova VBV2, antes e após rompimento	31
Figura 35: Corpo de prova VBV3, antes e após rompimento	32
Figura 36: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento	32
Figura 37: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento	32
Figura 38: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – 7 Dias de Cura do Concreto.....	34
Tabela 2 – 21 Dias de Cura do Concreto.....	34
Tabela 3 – 28 Dias de Cura do Concreto.....	34

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Resultados dos ensaios de tração a flexão das vergas e contravergas	35
Gráfico 2 – Resultados dos ensaios de tração a flexão das vergas e contravergas	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	Organização Internacional de Normalização
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira
Fct	Resistência do concreto à flexão
Fck	Resistência do concreto à compressão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo geral	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Problema.....	14
1.4 Hipótese	14
1.5 Justificativa.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Concreto Armado	16
2.2 O Bambu.....	17
2.3 História do Bambu na Construção Civil.....	19
3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	20
3.1 Esforços atuantes em vãos de alvenaria.....	20
3.2 Vergas e Contravergas	20
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	22
4.1 Materiais/Métodos	22
4.2 Características do Concreto Utilizado	23
4.3 Ensaio de abatimento do tronco de cone do concreto (teste de slump)	23
4.4 Montagem dos Corpos de Prova.....	23
4.4.1 Treliza de aço.....	23
4.4.2 Trelizas de bambu sem tratamento	24
4.4.3 Treliza de bambu com tratamento (Verniz e areia)	25
4.4.4 Treliza de bambu com tratamento químico (NaOH).	26
4.4.5 Fôrmas para concretagem.....	27
5 PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS PROPOSTOS.....	29
5.1 Ensaio de Flexão em Quatro Pontos	29
5.2 Corpo de prova VF (Verga armada em aço).....	31
5.3 Corpo de prova VB (Verga armada de bambu sem tratamento).....	32
5.4 Corpo de prova VBV (Verga armada de bambu com verniz e areia).....	33
5.5 Corpo de prova VB (Verga armada de bambu com tratamento com NaOH).....	35
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Atualmente no cenário global, as pessoas, a sociedade e as empresas estão cada vez mais conscientes da importância do desenvolvimento sustentável, ou seja, buscando resultados econômicos com níveis aceitáveis de impacto social e ambiental.

Há uma busca maior por materiais recicláveis que podem ser utilizados na construção civil ou materiais encontrados na natureza que podem ser renováveis, cujo processo de extração tem baixo consumo de energia e não agride o meio ambiente, com aplicação de práticas sustentáveis (CARRARO, 2018).

Segundo Oliveira (2013) o bambu traz muitos benefícios e ainda é um material pouco usado no Brasil, enquanto a China é considerada líder mundial na produção e uso dessa gramínea. Como a indústria brasileira ainda tem pouca exploração de seu potencial, sua utilização costuma ser associada a edificações simples, improvisadas ou apenas como adornos ou detalhes decorativos.

É de grande interesse para o futuro do planeta e de seus habitantes, a utilização de materiais que envolvam menor quantidade de energia no processo produtivo, que sejam mais facilmente reabsorvidos pela natureza e que gerem menos poluentes e resíduos, o bambu é um material que detém boas propriedades de engenharia, disponível no meio rural, mas ainda subutilizado no Brasil (GUIMARÃES, 2017).

O concreto, o aço e a madeira são alguns dos vários tipos de elementos construtivos que são utilizados em larga escala na construção civil, a cada dia novos processos são introduzidos nas obras. Contudo, existem vários tipos de materiais que vem sendo pesquisados e implementados em estruturas mundo a fora (MARÇAL, 2008).

Pertencente à família das gramíneas e conhecido na Ásia como “a planta dos mil usos”, o bambu encontra vasta aplicabilidade no âmbito da construção civil, sobretudo como elemento estrutural (BERALDO e PEREIRA, 2016).

No entanto, segundo Guimarães (2017) pouca informação pode ser encontrada no Brasil sobre as características de resistência mecânica do bambu, bem como sobre uma metodologia apropriada para ensaios com este material, visto as normas ISO (Organização Internacional de Normalização) são as de melhor acesso.

Este projeto de pesquisa pretende avaliar a resistência do bambu introduzido no lugar do aço em verga e contraverga, comparando o desempenho quando submetido ao teste de flexão, e comparar os resultados analisando as diferenças entre verga e contraverga armada com concreto em bambu e outra com aço.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade de utilização do bambu na forma de treliças como armadura de flexão em vergas e contravergas em relação as construídas em aço, sendo estes elementos estruturais (vergas) submetidos ao esforço de flexão.

1.2 Objetivos específicos

Verificar como a aderência da armadura de bambu influencia na resistência à flexão;
Avaliar os ensaios de flexão nas vergas, com adição de treliças de bambu e aço, conforme a NBR 12142/2010;
Avaliar e comparar os resultados obtidos.

1.3 Problema

Verificar se é possível a aplicação do bambu como armadura de tração, em comparação ao aço, bem como a resistência da verga e contraverga armada com bambu.

1.4 Hipótese

A verga armada com bambu poderá alcançar igual resistência quando submetida à flexão em comparação a armada em aço.

1.5 Justificativa

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades de desenvolvimento econômico e social, mas por outro lado, se apresenta como uma grande geradora de impacto ambiental, seja por meio de geração de resíduos, esgotamento de recursos naturais ou mudando toda uma paisagem. Com isso surge o desafio de conciliar as atividades produtivas, mas visando o desenvolvimento sustentável consciente com menos agressividade ao meio ambiente (PINTO, 2005, apud KARPINSK et al., 2009).

Existe uma grande quantidade de espécies de bambu no Brasil, sendo que cada uma tem um tipo de característica morfológica própria, essa variação se dá por conta da localização geográfica, sua idade, posição do colmo etc. Para se obter um bom resultado é importante que se tenha conhecimento das características de cada espécie, tanto morfológicas quanto a sua constituição química, a fim de maximizar sua eficiência para a produção de compósitos, com destaque para os polímeros. (JUNIOR, et al. 2010).

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso favorecerá o desenvolvimento sustentável com a utilização de matérias primas na construção civil, ocasionando menor impacto ambiental. Além de contribuir no modo construtivo e devido ter impacto menor para

produção e reciclagem, a inserção do bambu na construção civil tem um baixo custo e degrada menos o meio ambiente. Segundo Junior, Kenupp e Campos (2009), o bambu possui uma força de tração paralela as fibras e similar ao aço. É mais leve que a madeira, o que o torna insubstituível em locais de difícil acesso. O trabalho também visa instruir as academias e novos profissionais sobre a possibilidade do seu uso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Concreto Armado

Sendo o material mais usado no mundo, o concreto depois de concebido e após poucas horas, a sua consistência torna-se extremamente rígida, o que mostra que possui grande resistência, compacidade, durabilidade e facilidade de produção. Seu consumo anual só perde para o consumo da água, na média de uma tonelada por pessoa (PINHEIRO, MUZADO E SANTOS, 2004).

Segundo Martin (2005), o concreto é um dos materiais mais importante de nossa civilização. Se a escolha dos componentes for correta, e tiver uma boa pesquisa sobre dosagem, as propriedades do concreto podem oferecer modificações profundas e podem ser feitas para atender às necessidades exigidas. Podendo ser usado para melhorar a sua capacidade de empregabilidade, tempos de pega, densidade, resistência mecânica, acabamento e principalmente durabilidade.

Quando a humanidade começou a usar uma mistura de cimento, agregado e água nas construções, percebeu que se os elementos quando prontos não fossem submetidos a grandes vãos os mesmos teriam uma boa resistência a compressão. Neste contexto, de acordo com Botelho e Ferraz (2015), para se vencer vãos maiores surgiu a ideia de inserir o aço no concreto, formando uma estrutura de concreto armado, com isso melhorou consideravelmente o desempenho do concreto quanto à tração.

A aderência entre os dois materiais (concreto e aço) conforme Figura 1, gera a absorção dos esforços de tração e compressão, impedindo que deformações provocadas pelo aço se igualem as deformações provocadas pelo concreto, evitando assim o cisalhamento/ruptura da estrutura como por exemplo em vigas (ARAÚJO,2014).

São várias as vantagens e desvantagens do concreto armado em relação a outros tipos de materiais empregados na construção civil, sendo considerada umas das mais importantes a resistência do concreto. Por volta de um mês, a resistência à tração cresce lentamente em comparação ao concreto, de forma que a relação f_{ct}/f_{ck} diminui com o tempo (NEVILLE, BROLKS, 2013).

Figura 01 - Elemento estrutural de concreto armado



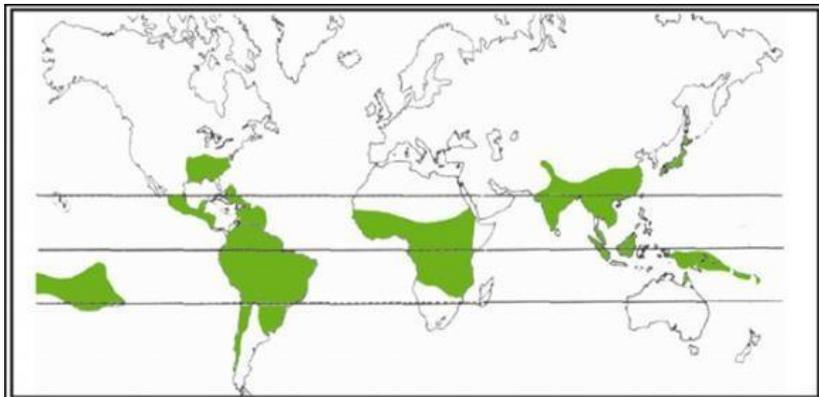
Fonte: <https://ptsale.2021outletdeals.ru/content?c=argolas%20betao%201%2025&id=13>

2.2 O Bambu

O bambu é uma planta tipicamente de países tropicais, conforme Figura 2, sendo que o seu crescimento é o mais rápido dentre outras existentes no planeta, precisando em média de 3 a 6 meses para que se atinja a altura máxima, podendo chegar até os 30 metros. Algumas espécies de bambus são consideradas gigantes, são de grande versatilidade, leves, boa resistência e de manejo fácil com ferramentas simples, qualidades que o faz o mais longo e variado parceiro no papel da evolução da cultura humana, quando se comparado a qualquer outro tipo de planta (FARRELY, 1984).

O número exato de espécies de bambu no planeta ainda não é totalmente conhecido, devido a sua grande quantidade de dispersão pelos continentes, sendo que novas espécies são descobertas a todo momento, hoje existem aproximadamente 1200 espécies de bambus registradas cientificamente, divididas em mais de 90 gêneros, espalhados pelos continentes, com exceção da Antártida e Europa. No Brasil, são encontradas 400 espécies, mas devido a escassez de levantamentos nessa área, esse número ainda é impreciso (LONDOÑO, 2004).

Figura 2 – Distribuição do bambu pelo mundo



Fonte: Lopes (2003)

O bambu é uma gramínea com alta taxa de crescimento e excelentes propriedades mecânicas, entretanto pouco utilizado na construção civil nacional, mas com um grande potencial a ser explorado (SOUZA, 2014).

A preservação ambiental agregada a construção civil deve buscar a execução de suas obras com a utilização de materiais baseados em sustentabilidade ecológica.

Segundo Tatibana, (2016) a busca pela sustentabilidade na construção civil cita o bambu como uma das novas matérias-primas pela facilidade do manejo e versatilidade na utilização.

O bambu se apresenta como uma planta lenhosa, lcolmo, rizoma e um sistema radicular fasciculado. A substituição do aço era antes desempenhadas pelo bambu, devido suas fibras serem longas e dispostas paralelamente na direção longitudinal do colmo, fornece uma alta resistência físico-mecânica aos esforços de tração, compressão, flexão e torção (TATIBANA, 2016 *apud* FERREIRA e GISLEIVA, 2002).

As fibras do bambu possuem alta capacidade de resistir à tração axial, no entanto, é incomum um bambu romper devido à tração. Em geral, os rompimentos decorrem dos nós existentes no bambu, nessa área as fibras são quebradas gerando algumas tensões de compressão normal, cisalhamento e fendilhamento, as quais o material oferece menor resistência (SANDRE, 2015).

O bambu possui propriedades mecânicas comprovadamente semelhantes a outros materiais aplicados á composição do concreto armado, sendo este de maior economia com baixo consumo de energia em sua produção e com efeitos positivos ao meio ambiente (OLIVEIRA e VITO, 2012).

2.3 História do Bambu na Construção Civil

O bambu é utilizado pelo homem há muitos anos, desde confecções de abrigos, utensílios domésticos, ferramentas, armas de proteção e até como alimentos. Estima-se ainda que na China e em alguns países da Ásia, há mais de cinco mil anos já se utilizava como material arquitetônico, bem como no emprego de pontes e residências. (SANT'ANA E VAZ FILHO, 2013).

Conforme Lopes (2003), desde os tempos pré-históricos que a China tem uma forte relação com o bambu, levando-se em conta que um dos primeiros elementos da escrita chinesa foi um desenho de bambu, feito por dois talos com folhas e ramos.

No Brasil o bambu é utilizado em diversas áreas de aplicações tradicionais, tais como: artesanato, vara de pescar, fabricação de móveis e brotos comestíveis, já na construção civil, não se tem a cultura de trabalhar com o bambu de forma in natura, conforme Figura 3, apenas a forma de laminada colada ou BLC (bambu laminado colado), que pode ser empregado em pisos, forros, vigas, painéis e outros elementos estruturais (PEREIRA, 2006),

Figura 3 – Bambu como substituto do aço no concreto armado



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/621054/bambu-uma-alternativa-viavel-ao-concreto-armado>

3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

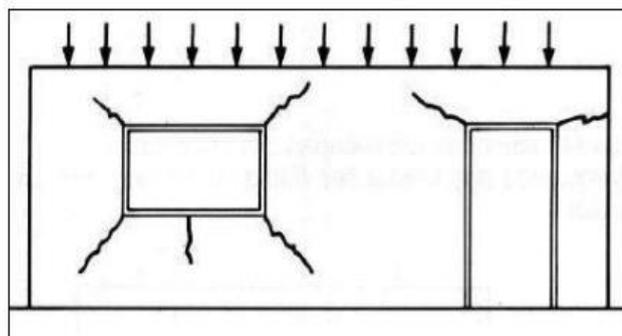
3.1 Esforços atuantes em vãos de alvenaria

Nas paredes de alvenaria, vedações ou estruturas geralmente exibem comportamento satisfatório para requisitos de compressão axial, enquanto o desempenho é frequentemente baixo para forças de tração e cisalhamento. Por isso, cargas excêntricas devem ser evitadas, cargas concentradas devem ser distribuídas e em aberturas devem ser instaladas vergas e contravergas para absorver a concentração de tensões (THOMAZ, 1989).

Como destacado por Thomaz (1989, p.64), na extensão com presença de vãos, onde a concentração de tensões é maior, as trincas se desenvolvem nos vértices da abertura e sob o peitoril. Essas fissuras podem manifestar-se de diferentes formas, determinados dos seguintes fatores: "O tamanho do painel de alvenaria, o tamanho da abertura, a posição da abertura no painel, a anisotropia dos materiais que compõem a alvenaria, o tamanho e a rigidez de verga e contraverga etc ".

Para as alvenarias de vedação, essas fissuras causadas nos vértices das alvenarias, são decorrentes de deformações das lajes, viga superior ou viga baldrame, podendo, conforme Thomaz (1989, p.76), *"De acordo com a extensão da parede, a intensidade da movimentação, o tamanho e a localização dessas aberturas para obter configurações diversas."* Contudo, no geral, a configuração das fissuras é semelhante a ilustrada na Figura 4.

Figura 4: Fissuração nos cantos de aberturas



Fonte: ABCI (1990, p.104)

3.2 Vergas e Contravergas

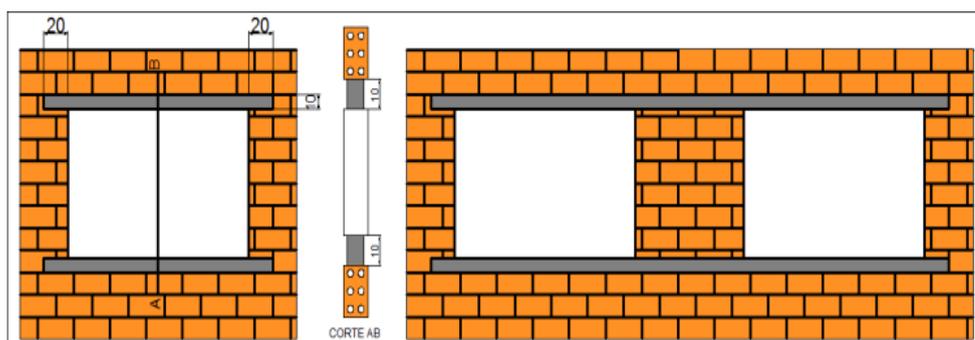
Na construção civil, para evitar manifestações patológicas tais como fissuras e trincas, constroem-se vergas e contravergas. Verga (em cima) e contraverga (embaixo) são as áreas diretamente acima e abaixo da janela. A porta tem apenas verga.

Nesses locais, a concentração de tensões pode causar trincas ou fissuras. A partir do início de uso da edificação por um ano, as fissuras poderão aparecer rapidamente, estendendo-se da alvenaria ao revestimento de argamassa e, se houver, às peças cerâmicas.

Segundo a NBR 8545 (ABNT, 1984, p.9), as vergas de concreto são elementos que devem ser moldados ou colocados sobre o vão de aberturas da alvenaria, enquanto em janelas ou caixilhos devem também ser moldadas ou instaladas contravergas. A norma também fixa que essas vergas e contravergas devem ter altura mínima de 10 cm e o seu comprimento deve exceder no mínimo 20 cm do vão. Para vãos muito próximos, a norma recomenda que sejam utilizados apenas um elemento para ambos os vãos, conforme ilustrado nas Figuras 5 e 6. Para vãos que ultrapassam 2,40m as verga e contraverga devem ser calculadas como uma viga.

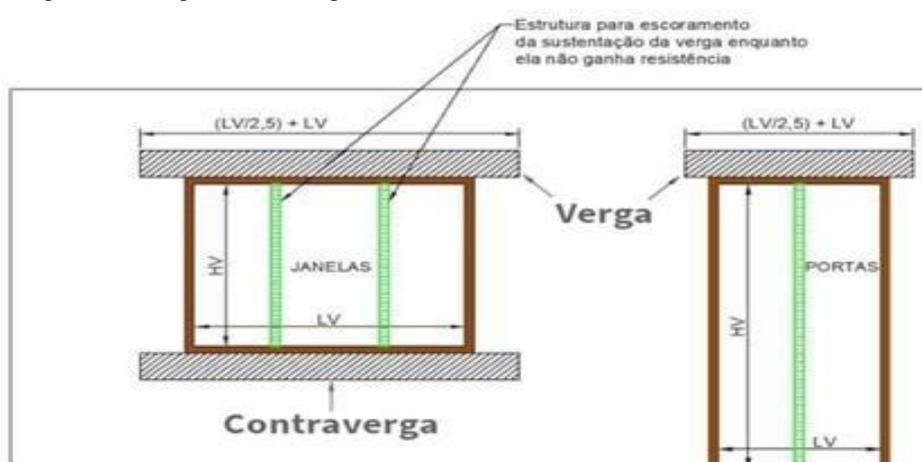
Quando as extremidades do vão estão próximas aos pilares, é comum adotar vergas e contravergas contínuas até o pilar, pela facilidade na execução e garantia de que o reforço estrutural será eficaz.

Figura 5 – Verga e contraverga de concreto



Fonte: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3379/1/PB_COECI_2014_1_02.pdf

Figura 6 – Verga e contraverga



Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/verga-e-contraverga/>

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 Materiais/Métodos

Para a realização da parte experimental desta pesquisa, foram realizados os procedimentos descritos a seguir:

A retirada do bambu para a pesquisa foi feita na Ponte Alta Norte, Gama – DF, conforme Figura 7. Foi retirado o bambu da espécie taquara (*bambusa tuldoides*), tem características de crescer até 12m de altura e tem um diâmetro de até 6cm. Geralmente usado para fazer cercas, artesanatos, móveis e tutoramento de tomates.

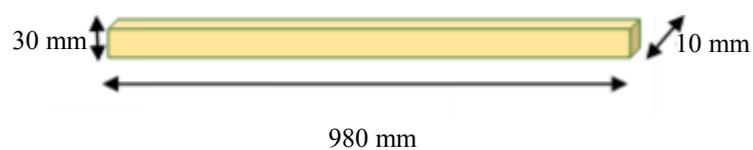
Figura 7 – *Bambusa tuldoides*



Fonte: Ponte Alta Norte, Gama-DF (Própria).

- As tiras de bambu foram cortadas inicialmente com 98 centímetros de comprimento com seção transversão de 30 mm x 10 mm conforme a Figura 8. Foram cortadas peças em excesso, prevendo-se possíveis perdas devido ao transporte, quebra ou defeitos visuais em sua extensão.

Figura 8 – Dimensões da lâmina de bambu



Fonte: Própria

4.2 Características do Concreto Utilizado

O concreto utilizado para o experimento foi fornecido pela empresa de concretagem CIPLAN e de acordo com a Nota Fiscal que segue anexo, tem fck de 25 MPa, desta forma não foi necessário a realização do ensaio granulométrico (cimento, areia e brita).

4.3 Ensaio de abatimento do tronco de cone do concreto (teste de slump)

- Conforme especificado na Nota Fiscal anexo e de acordo com a NBR NM 67 (ABNT, 1998), o teste de slump deu o valor de 120mm +- 2, isso significa que o slump do concreto pode variar de 100 a 140mm.

4.4 Montagem dos Corpos de Prova

Foram feitas análises da aderência entre o bambu e o concreto e, também, o dimensionamento de 12 corpos de prova (bi-apoiadas), sendo submetidas ao ensaio de flexão onde forneceram dados para comparação de resultados.

Abaixo serão apresentados os tratamentos superficiais aplicados em todas as taliscas utilizadas no ensaio da aderência nas vergas. Para a realização deste trabalho as atividades foram realizadas conforme normas vigentes.

Foram utilizadas 12 treliças, confeccionadas manualmente 3 treliças com bambu sem tratamento, 3 treliças com bambu com tratamento (aplicação de verniz e areia média) e 3 treliças com bambu com tratamento químico (NaOH), as outras 3 treliças de aço foram adquiridas já prontas.

4.4.1 Treliça de aço

A treliça de aço foi adquirida já pronta com as seguintes dimensões: ferro superior de 6mm e 2 ferros inferiores de 4,2mm, com estribos de ferro de 4.2mm, soldados com espaçamento de 20cm entre um e outro, nomenclatura industrial da treliça TRDI L8.

Figura 9 – Treliça de aço



Fonte: Própria

4.4.2 Trelças de bambu sem tratamento

Todas as trelças de bambu foram construídas da mesma forma, mudando apenas o tipo de tratamento que foram submetidas, o bambu taquara foi cortado em tiras de 30mm x 10mm para a confecção das trelças.

Figura 10 – bambu pré cortado.



Fonte: Própria

Figura 11–Trelça de bambu já cortada (3 cm).



Fonte: Própria

Foram feitos estribos com barras de aço de 4,2mm para fazer as trelças e amarrados com arame recozido Simples N18 1,24mm.

Figura 12 – Estribos de aço 4,2mm.



Fonte: Própria.

As medidas de espaçamento entre os estribos foram as mesmas da treliça de aço (industrializada), ou seja, espaçamento de 20cm entre uma e outra.

Figura 13 – Treliça sem tratamento.



Fonte: Própria.

4.4.3 Treliça de bambu com tratamento (verniz e areia)

Na treliça com tratamento manual, o preparo foi feito antes de montar a treliça, todas as taliscas foram lixadas com lixa para madeira número 100, depois foram aplicadas duas camadas de verniz Premio Marítimo para melhor resistir as intemperes e ação do concreto, entre uma camada de verniz e outra foi adicionado areia lavada média por cima do verniz. Entre uma aplicação da camada de verniz para outra deu-se o intervalo de 48hs, as peças foram posteriormente colocamos para secar ao sol. A areia foi adicionada nas peças com o intuito de aumentar a aderência da treliça com o concreto.

Figura 14: Verniz marítimo incolor brilhante.



Fonte: Própria.

Figura 15: Aplicação verniz e areia



Fonte: Própria.

Treliças prontas após a aplicação das duas camadas de verniz e areia, já montadas com estribos e amarrados com arame recozido conforme figura 16.

Figura 16: Segunda mão de verniz e areia.



Fonte: Própria.

4.4.4 Treliça de bambu com tratamento químico (NaOH).

As taliscas de bambu foram submersas no hidróxido de sódio com microperolas (NaOH.), diluído na proporção de 50g para cada um litro de água, foi adquirido 189g do NaOH (Figura 18) no laboratório de Engenharia Civil da Uniceplac. Depois que o NaOH foi diluído, rendeu em torno de 3,78 l, posteriormente as taliscas de bambu foram mergulhadas no hidróxido de sódio durante 24hs, e somente depois desse prazo foram confeccionamos as treliças com estribos e arames. O hidróxido de sódio com microperolas, tem como função a retirada da lignina, hemicelulose e celulose, bem como de abrir os poros do bambu para adquirir mais aderência ao concreto, conforme Figura 17.

Figura 17: Hidróxido de sódio microperolas P.A – A.C.S.



Fonte: Própria.

Figura 18: Balança tarada e com 189g de Hidróxido de sódio microperolas.



Fonte: Própria.

Depois de submerso por 24 horas, a água e o bambu ficaram com uma cor amarela, conforme Figuras 19 e 20.

Figura 19: Talisca de bambu submersa na água com hidróxido de sódio com microperolas



Fonte: Própria.

Figura 20: Bambu e treliças tratado e com hidróxido de sódio com microperolas.



Fonte: Própria.

4.4.5 Fôrmas para concretagem

Para fazer a concretagem das vergas e contravergas, foram confeccionadas 12 fôrmas para colocar as treliças, com dimensões de 100cm de comprimento, 16cm de altura e 12cm de largura, de acordo com a Figura 21, sendo observado o indicado pelo NBR 6118 a respeito do

recobrimento mínimo de concreto que é de 2,5 cm.

Todas as fôrmas foram confeccionadas com madeira de pinus, também foram colocadas travas nas fôrmas para não abrir ao despejar o concreto (Figuras 22 e 23), com essas travas foi possível amarrar as treliças deixando um espaçamento de 3cm para baixo e 3cm para cima de recobrimento.

Figura 21: Medidas da fôrma: 12cm de largura e 16cm de altura



Fonte: Própria.

Figuras 22 e 23: Concretagem dos corpos de provas



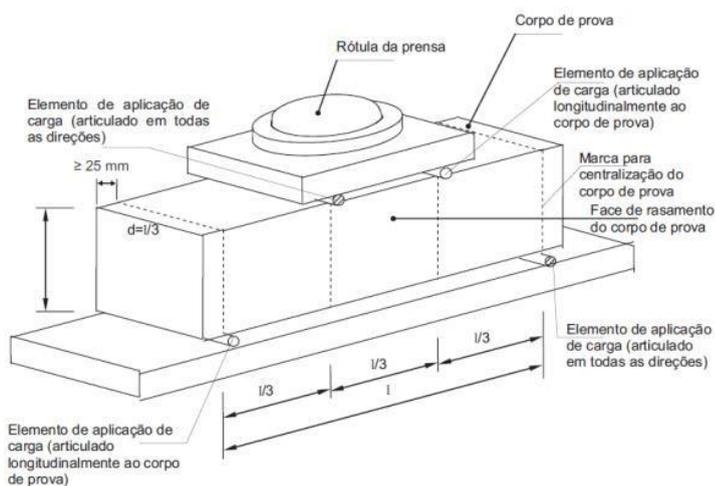
Fonte: Própria

5 PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS PROPOSTOS

5.1 Ensaio de Flexão em Quatro Pontos

Os ensaios de resistência à flexão foram realizados no laboratório de Engenharia Civil da Uniceplac. As vergas foram submetidas ao ensaio de flexão a quatro pontos, à ação de forças concentradas, aplicadas verticalmente, substituindo a força uniformemente distribuída por duas forças concentradas, aplicadas exatamente nos terços do vão, conforme mostrado na Figura 24 e de acordo com a norma NBR 12142/2010. Foi utilizada para o ensaio uma Prensa Hidráulica Bovenau-P1500, com capacidade de 15 Ton e um vão livre de 480mm, conforme Figura 25.

Figura 24: Desenho esquemático do posicionamento das Vergas



Fonte: NBR 12142 (2010).

Figura 25: Verga posicionada na prensa Bovenau-P1500



Fonte: Própria (2021).

De acordo com a NBR 12142 (2010), a resistência à flexão deve ser calculada de acordo com a equação 1.

$$f_{ct,f} = \frac{F \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Onde:

$f_{ct,f}$: é a resistência à flexão, expressa em megapascals (MPa);

F: é a força máxima registrada na máquina de ensaio, expressa em Newtons (N);

L: é a dimensão do vão entre apoios, expressa em milímetros (mm);

b: é a largura média do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

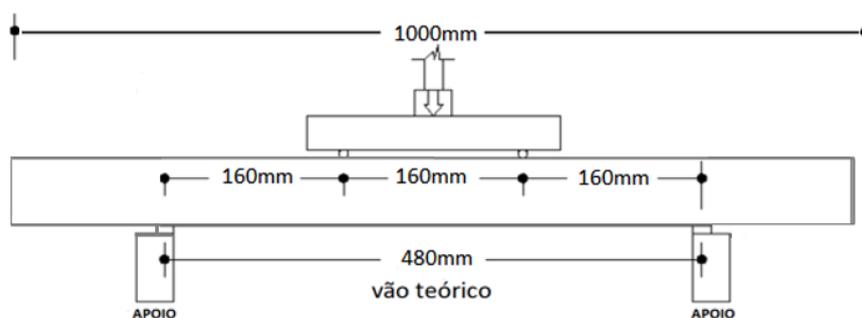
d: é a altura média do corpo de prova, expressa em milímetros (mm).

A NBR 12142 (2010) estabelece que esta equação é válida somente se a ruptura ocorrer dentro do terço médio do corpo de prova. Como todos os corpos de prova atenderam a esta condição, calculou-se a resistência à flexão desta forma.

No ensaio de flexão o corpo de prova foi submetido até o estado de limite último, que segundo a norma NBR 6118 (2018), é o estado que a estrutura chega ao colapso ou a ruína, determinando a paralisação do uso da estrutura. O rompimento do corpo de prova foi realizado da seguinte forma:

Com o corpo de prova na prensa, foi medida as distâncias das extremidades para que a verga ficasse com os dois lados iguais, dividiu-se os terços entre os apoios e foi instalado elementos de aplicação de carga, de acordo com a Figura 26, posteriormente a peça foi submetido a carga até o seu rompimento, não sendo mais possível aplicar mais carga.

Figura 26- Demonstração do vão teórico das vergas (NBR 12142)



Fonte: Própria (2021).

Para facilitar na identificação e análise dos resultados dos corpos de prova, as vergas foram nomeadas da seguinte forma:

VF (verga com treliça em aço)

VB (verga com treliça de bambu não tratado)

VBV (verga com treliça de bambu com tratamento de verniz e areia)

VB NaOH (verga de bambu com tratamento de Hidróxido de sódio microperolas)

5.2 Corpo de prova VF (Verga armada em aço)

Todos os corpos de prova romperam por cisalhamento, todos dentro do terço médio do vão entre os apoios, como apresentados nas Figuras 27 a 29. Foram submetidos à carga até o seu rompimento, onde foi observado o estado limite último.

Figura 27: Corpo de prova VF1, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 28: Corpo de prova VF2, antes e após rompimento



Fonte: Própria (2021).

Figura 29: Corpo de prova VF3, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

5.3 Corpo de prova VB (Verga armada de bambu sem tratamento)

Todos os corpos de prova romperam por cisalhamento, todos dentro do terço médio do vão entre os apoios, como apresentados nas Figuras 30 a 32. Foram submetidos à carga até o seu rompimento, onde foi observado o estado limite último.

Figura 30: Corpo de prova VB1, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 31: Corpo de prova VB2, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 32: Corpo de prova VB3, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

5.4 Corpo de prova VBV (Verga armada de bambu com verniz e areia)

Todos os corpos de prova romperam por cisalhamento, todos dentro do terço médio do vão entre os apoios, como apresentados nas Figuras 33 a 35. Foram submetidos à carga até o seu rompimento, onde foi observado o estado limite último.

Figura 33: Corpo de prova VBV1, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 34: Corpo de prova VBV2, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 35: Corpo de prova VBV3, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

5.5 Corpo de prova VB (Verga armada de bambu com tratamento com NaOH).

Todos os corpos de prova romperam por cisalhamento, todos dentro do terço médio do vão entre os apoios, como apresentados nas Figuras 36 a 38. Foram submetidos à carga até o seu rompimento, onde foi observado o estado limite último.

Figura 36: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

Figura 37: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento



Fonte: Própria (2021).

Figura 38: Corpo de prova VB NaOH, antes e após rompimento.



Fonte: Própria (2021).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos rompimentos dos corpos de provas de acordo com os dias de cura do concreto, os testes foram realizados com 7, 21 e 28 dias após a concretagem das vergas, conforme tabelas 1, 2 e 3 respectivamente, foi observado que em todas as vergas armadas com bambu (tratado ou não tratado), houve um pequeno número de fissuras, na maioria das vezes apenas uma fissura intensa, não se detectando ruptura por esmagamento do concreto na área comprimida, essas fissuras apareceram praticamente nas mesmas posições, ou seja, no meio da peça onde o concreto rompeu, sendo verificado durante o ensaio que a fissura continuava aumentando, no entanto, suportando a carga constante sem o rompimento total da verga. Outro ponto a ser destacado é que o aumento da resistência ao ensaio à flexão melhorou com o passar dos dias da secagem do concreto. O comportamento mecânico e térmico das fibras melhora quando essas são submetidas a algum tipo de tratamento químico, o que resulta no aumento da rugosidade superficial, maior exposição microfibrilar e remoção parcial da lignina externa. Dessa forma, foi observado que as vergas onde as fibras de bambu foram submetidas ao tratamento com verniz e areia média (VBV) tiveram maiores resistências a tensão máxima, obtendo o seu pico máximo no 28º dia de cura do concreto, atingindo a marca de 11,03 MPa antes do seu rompimento, seguida das vergas com bambu sem tratamento (VB) com 10,7 MPa, as vergas de bambu com tratamento alcalino com NaOH (VB-NaOH) alcançaram 9,5 MPa. Já as vergas com aço (VF) com 9,2 MPa, não tiveram um resultado esperado, ficando em todos os testes com índice de ruptura abaixo das vergas de bambu.

Tabela 01 - 7 Dias de Cura do Concreto

Corpo de Prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Área. (mm ²)	Força Máx. (N)	Tensão. (Mpa)
VF1	120	160	19200,00	39226,60	6,1
VB1	120	160	19200,00	53936,57	8,4
VBV1	120	160	19200,00	61781,89	9,6
VB1 (NaOH)	120	160	19200,00	49033,25	7,7

Fonte: Própria (2021)

VF – Verga com aço

VB – Verga com bambu não tratado

VBV – Verga com bambu tratado com verniz e areia

VB NaOH – Verga com bambu tratada com hidróxido de sódio

Tabela 02 - 21 Dias de Cura do Concreto

Corpo de Prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Força Máx (N)	Tensão (Mpa)
VF2	120	160	19200,00	55897,90	8,7
VB2	120	160	19200,00	55897,90	8,7
VBV2	120	160	19200,00	68646,55	10,7
VB2 (NaOH)	120	160	19200,00	58839,90	9,2

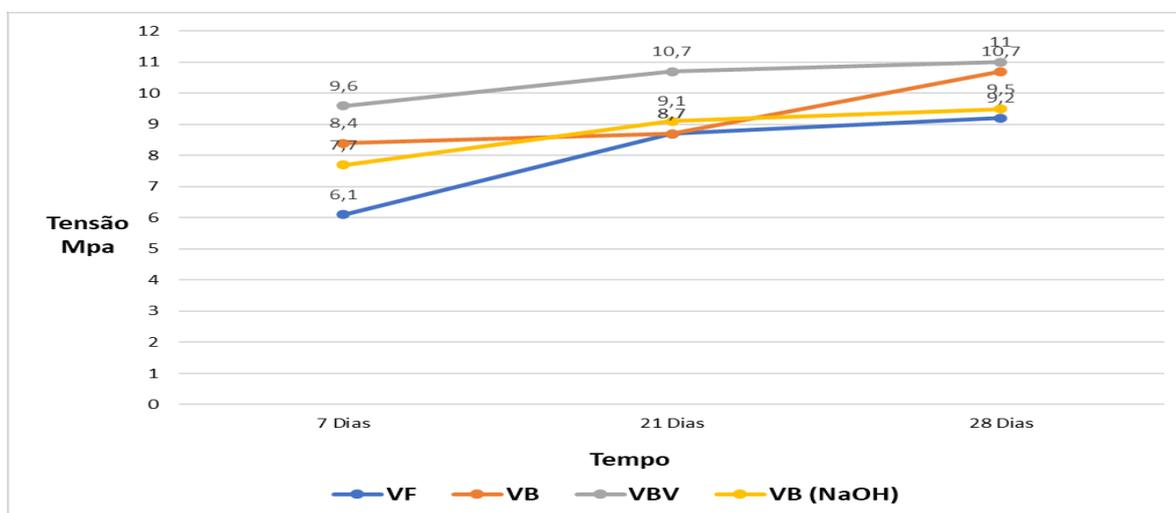
Fonte: Própria (2021)

Tabela 03 - 28 Dias de Cura do Concreto

Corpo de Prova	Largura (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Força Máx (N)	Tensão (Mpa)
VF3	120	160	19200,00	58839,90	9,2
VB3	120	160	19200,00	68646,55	10,7
VBV3	120	160	19200,00	70607,88	11,0
VB3 (NaOH)	120	160	19200,00	60801,23	9,5

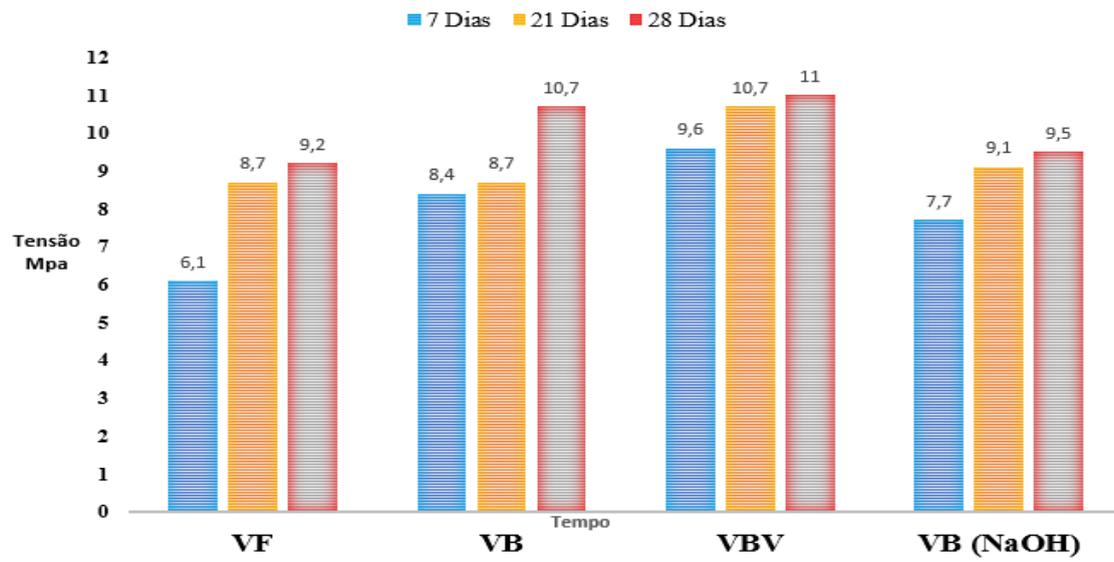
Fonte: Própria (2021)

Nos gráficos 1 e 2, são apresentados os comparativos das Forças Máximas Aplicadas (N), dos resultados adquiridos da Tensão Máxima (MPa) e os dias que foram realizados os teste dos 12 corpos de prova, percebe-se que a resistência à flexão de todas as vergas de bambu, obtiveram melhores resultados do que as vergas fabricadas com aço (VF), as vergas de bambu com verniz e areia média (VBV) atingiram a melhor resistência em todos os testes, seguidas das vergas de bambu sem tratamento (VBV) e das vergas de bambu com tratamento (NaOH).

Gráfico 1 - Resultados dos ensaios de flexão das vergas e contravergas

Fonte: Própria

Gráfico 2 – Resultados dos ensaios de flexão das vergas e contravergas



Fonte: Própria

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de avaliar e comparar o desempenho de vergas de concreto armado fabricadas com treliças de bambu armado com e sem tratamento em relação as vergas fabricadas com treliças de aço, os resultados apresentados conclui-se que em obras secundárias nas quais o concreto reforçado pelo bambu não seja submetido a grandes esforços (vãos de no máximo 2,4m, conforme NBR 8545/84), torna-se viável sob o aspecto estrutural desta pesquisa a aplicação do bambu como armaduras de tração em vergas de concreto, sendo necessário maiores estudos para a aplicação na prática de forma mais abrangente, principalmente referente a durabilidade do bambu no concreto.

Em relação a aderência entre o bambu e o concreto, o bambu é um material que possui propriedades mecânicas compatíveis às dos materiais utilizados em estruturas de concreto armado com aço, apesar disso, observamos que a utilização do bambu com esta finalidade tem sido dificultada pela baixa aderência desenvolvida entre o bambu e o concreto, tanto é que, nos ensaios, em alguns corpos de prova armada com aço, a treliça veio a se romper devido a sua grande aderência no concreto, diferentemente das vergas armadas com bambu, independente do tratamento, as mesmas não se romperam, sendo observado que as treliças escorregaram dentro do concreto após a ruptura total do mesmo.

Porém, outro fator a ser considerado é de que as vergas armadas com estruturas em bambu são consideravelmente mais leves e flexíveis, tornado-as uma boa alternativa em grandes obras. Portanto, esse trabalho proposto ficou evidente a excelente resistência do bambu.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, B.S.O. **Concreto armado: Um estudo sobre processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de suas estruturas.** (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola de Engenharia do Curso de Especialização em Construção Civil, Rio de Janeiro, 72f, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30820/2/VERS%C3%83O%20OFICIAL%20-%20BRUNO%20TCC-REVISADA-%2029.01.16.pdf>>.
- ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado.** 4. ed. Rio Grande: Dunas, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2010). NBR 12142: **Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2010). NBR 8545/1984: **Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmico.**
- BERALDO, A. L. PEREIRA, M. A. R.; **Bambu de Corpo e Alma.** 352 p. 2ª edição Editora Canal 6, São Paulo, 2016.
- BOTELHO, M. H.; FERRAZ, N. N. **Concreto armado eu te amo.** 8. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2015.
- CARRARO, C. G. **Tratamento de fibras de bambu com polipropileno para utilização em concreto estrutural.** Dissertação (Engenharia de Materiais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 121f, 2018. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3719>>
- GASPERIN, T. **Análise do desempenho de treliças planas e barras de aço em substituição as vergas de alvenarias.** (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 74f, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3379/1/PB_COECI_2014_1_02.pdf>
- GUIMARÃES, R.J. **Avaliação do uso de bambu como estrutura em alvenaria de blocos de solo-cimento.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 85f, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2705/1/CT_PPGEC_M_Guimar%C3%A3es%20%20Ricardo%20Jos%C3%A9_2017.pdf
- JUNIOR, A.B.T. KENUPP, L.K. CAMPOS, R.Q. Utilização de bambu na construção civil –Uma Alternativa ao uso de madeira. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, Sao Paulo, v. 5, jun. 2009. Disponível em: <https://www.trabalhosgratuitos.com/Humanas/Economia/USANDO-BAMBU-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVIL-USO-ALTERNATIVO-580122.htm>.
- KARPINSK, Luisete Andreis et al. **GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ABORDAGEM AMBIENTAL.** Porto Alegre: Edipucrs, 1600.
Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/14256069/gestao-diferenciada-de>>

residuos-da-construcao-civil-uma-pucrs>

MARÇAL, V.H.S. **Uso do bambu na construção civil**. (Monografia de projeto final 1 em engenharia civil e ambiental) - Universidade de Brasília, 60f, 2008. Disponível em: <http://bambusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/tratamentobambu_vitor_hugo_marcal.pdf>

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Concrete Technology**. 2. ed. England: Pearson Education Limited, 2013. E-book Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/JITENDRASUWASIYA/concrete-technology-2nd-edition-book>> Acessado em: 29 abr. 2019.

OLIVEIRA, C. S. VITO, M. **Substituição total do aço, usando bambu como armadura decombate a flexão em vigas de concreto**. UNESCO, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net>>. Acessado em: 15 abr. 2021.

OLIVEIRA, L. F. A. de. **Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil**. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola deEngenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 90f, 2013.

PEREIRA, Caio. **Verga e contraverga**. Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/verga-e-contraverga>>

PEREIRA, P. N. **Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS**. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 142f, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7853>>

SANDRE, D. S. BIANCHI, G. TRENTIN, T. F. S., CAVAZZANA. T. L. Viabilidade para Implementação de Fibras de Bambu em Argamassas. **Revista Científica ANAP Brasil**. v. 12, n. 24, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17271/19843240122420191985>>. Acessado em: 15.abr. 2021.

SOUZA, A. M. **Os diversos usos do bambu na construção civil**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 103f, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6323>>.

TATIBANA, R. M. REIS, M.P. BIACHI, G. Bambu como matéria-prima para construções sustentáveis. **Revista Científica ANAP Brasil**. v. 04 n. 10, 2016. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/2317860441020161394>>. Acessado em: 20 abr. 2021.

ANEXO A – Boletim de entrega – Concretagem

	Boletim de Entrega CONCRETAGEM		Nota Fiscal Nº 005512																																																								
			Id Remessa 4539																																																								
			Emissão 27/09/2021																																																								
			Saída 27/09/2021 12:12:24																																																								
Contrato: 4022730076177 Cliente: GIOVANNI DE CASTRO SENA Nome Obra GIOVANNI DE CASTRO SENA Obra: COND RES LE JARDIM I C3 LT 30 Bairro: SETOR HAB TORORO SAO Cidade: BRASILIA UF: DF OBS:																																																											
Matricula: 124439 Motorista: Anderson dos Santos Lopes CBT: CBT 0221 Placa: PAZ4530 Lacre: 22674																																																											
Cod: 100001525 Fck: FCK 25 MPA B0 SL 120+-20 MM Qtd M3: 8.0 Moldagem: SIM M3 Faltante: NAO Hora Extra: SIM OS de Bomba: 0 Etiqueta Mold: <input type="checkbox"/> Peça Concretada: VIGAS Ponto Carga: P2																																																											
DADOS DA VIAGEM E DESCARREGAMENTO																																																											
Obs.:																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carregamento</th> <th>Saida Central</th> <th>Cheg Obra</th> <th>Inicio Desc</th> <th>Fim Desc</th> <th>Saida Obra</th> <th>Cheg Central</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>12:12</td> <td>12:39</td> <td>13:10</td> <td>13:20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>KM Saida Central</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Viga balconame</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Aditivos Especiais</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Água Central</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>13</td> <td>OK</td> <td>S</td> <td>N</td> <td>Obra</td> </tr> <tr> <td>Local da Moldagem</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Carregamento	Saida Central	Cheg Obra	Inicio Desc	Fim Desc	Saida Obra	Cheg Central		12:12	12:39	13:10	13:20			KM Saida Central								1				Viga balconame	N	Aditivos Especiais							Água Central									13	OK	S	N	Obra	Local da Moldagem						
Carregamento	Saida Central	Cheg Obra	Inicio Desc	Fim Desc	Saida Obra	Cheg Central																																																					
	12:12	12:39	13:10	13:20																																																							
KM Saida Central																																																											
	1				Viga balconame	N																																																					
Aditivos Especiais																																																											
Água Central																																																											
		13	OK	S	N	Obra																																																					
Local da Moldagem																																																											
Término da descarga: Água Adicionada no balão: _____ (Litros) Sobra de Concreto _____ Quant. _____ M3																																																											
Termo de Responsabilidade 1: Determinei a adição de _____ Litros de água no volume de _____ m3. de concreto, elevando o abatimento de _____ para _____ cm. Tenho ciência de que essa adição de água acarretará alterações nas características do concreto diminuindo sua resistência. Nome/RG do responsável: _____ Função _____		Pesquisa de Satisfação Como você avalia o atendimento desta entrega? 😊 😊 () 😊 () 😊 () 😊 () Justificar (Somente para resposta regular e ruim)																																																									
Termo de Responsabilidade 2 O concreto deve ser descarregado no máximo em até 2.30 horas contadas do horário da mistura na central dosadora, de acordo com a NBR7212. Autorizo a descarga por mais 30 min após o tempo de 2.30 horas contadas do horário da mistura na central dosadora. Nome/RG do responsável: _____ Função _____																																																											

Local e Data

Carimbo e Assinatura