

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil

Atena Editora



 Editora
Atena
www.atenaeditora.com.br

Ano
2018

Atena Editora

**IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS NA ENGENHARIA
CIVIL**

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora
Copyright © da Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves
Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Profª Drª Adriana Regina Redivo – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez – Universidad Distrital de Bogotá-Colombia
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª. Drª. Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª. Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª. Drª. Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)
A864i Atena Editora. Impactos das tecnologias na engenharia civil / Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. 12.908 kbytes Formato: PDF ISBN 978-85-93243-56-1 DOI 10.22533/at.ed.561181412 Inclui bibliografia 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Título. CDD-690

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2018

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Sumário

CAPÍTULO I

ACESSIBILIDADE E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA NO TRÂNSITO: ESTUDO DAS CONDIÇÕES DAS CALÇADAS NA REGIÃO PERIFÉRICA DE BELÉM

Regina Célia Brabo Ferreira, Thiago Cezar Oliveira e Saulo Elam Vilches da Costa.. 6

CAPÍTULO II

ALTERAÇÃO DO MÉTODO DE GRAVAÇÃO DE EIXOS FERROVIÁRIOS – UM ESTUDO DE CASO

Marcus Vinicius Souza Dias e Giorgio Eugênio Oscare Giacaglia 24

CAPÍTULO III

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE DIFERENTES CONCRETOS NA ADERÊNCIA COM A ARMADURA

Tamiris Evangelista Martins e Wellington Mazer 32

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO ATRAVÉS DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Tatiana Cristina Shneider Ghisi, Ediane Cristina Daleffe, Simone Minuzzo, Ticiane Sauer Pokrywiecki e Ney Lissandro Tabalipa 52

CAPÍTULO V

ANÁLISE DE INDICADORES GEOMÉTRICOS PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS PARAMÉTRICOS EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES DE ENSINO FUNDAMENTAL

Tiago Alves Cardoso, Ricardo Rocha de Oliveira, Matheus Henrique Anderle e Adriana de Paula Lacerda Santos..... 61

CAPÍTULO VI

APLICAÇÃO DE CONDUTO CORRUGADO EM AIR STRIPPING DE NITROGÊNIO AMONIACAL

Abel Sidney Bravin Junior, Thalita Pereira Delduque, Kátia Valéria Marques Cardoso Prates e Ajadir Fazolo..... 70

CAPÍTULO VII

AVALIAÇÃO DA TENACIDADE À FLEXÃO ENTRE PRISMAS E TUBOS DE CONCRETO COM FIBRAS DE AÇO

Marco Antonio Barbosa de Oliveira, Bernardo Borges Pompeu Neto, Mike da Silva Pereira e Laércio Gouvêa Gomes..... 80

CAPÍTULO VIII

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO FLEXÍVEL: ESTUDO DE CASO - TRECHO DA RODOVIA RN-016

Deize Daiane Pinto Guilherme, Allan Araújo Veloso, Marcos Antonio Araújo Da Costa, Edvanilson Jackson Da Silva e Manoel Jobson Costa Da Silva 88

CAPÍTULO IX

COMPORTAMENTO DE SOLOS ESTABILIZADOS COM CCA, CAL E CIMENTO VISANDO APLICAÇÃO EM CAMADAS DE PAVIMENTOS

Luís Eduardo Figueiredo de Carvalho, Elisa Degrandi Fochesato, Valkiria Zucchetto Padilha e Sílvia Santos..... 96

CAPÍTULO X

CONCRETO REFORÇADO COM FIBRA DE POLIETILENO EM TÚNEIS

Amauri Castilho Dias e Vitor Preto Guerra105

CAPÍTULO XI

DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COMPRESSIBILIDADE EM SOLOS PROVENIENTES DA FORMAÇÃO BARREIRAS EM MOSSORÓ-RN

Jerfson Moura Lima, Marcelo Tavares Gurgel, Lucas Ramos da Costa e Bruno Ítalo Franco de Oliveira.....115

CAPÍTULO XII

DIFERENTES TIPOS DE DOSAGENS DA CAMADA POROSA DE ATRITO UTILIZANDO NANO FIBRAS DE GRAFENO.

Bruno Henrique Simão Soares, Fábio Luis Neves Araújo e Maurides Paulo Dutra Junior.....122

CAPÍTULO XIII

ESTUDO DOS RISCOS OCUPACIONAIS INERENTES AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM EMISSORAS DE RÁDIO: O CASO DA RÁDIO OBELISCO DE PAU DOS FERROS-RN

Carla Caroline Alves Carvalho, Luzia Luana da Silva Medeiros, Gabriel Ferreira da Silva, Sara Moraes da Silva e Almir Mariano Sousa Junior.....144

CAPÍTULO XIV

GERENCIAMENTO DE COMUNICAÇÃO EM PROJETOS DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO

Roberta Cristina de Abreu, Ana Lúcia Cabanas Nascimento e Marcos Yoshio Fujisawa162

CAPÍTULO XV

INFLUÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO DAS RUAS NA TEMPERATURA DA CIDADE DE SOBRAL

Rodrigo Nunes de Sousa, Francisco Yuri Rios Osterno e Gerson Luiz A Poliano Albuquerque.....173

CAPÍTULO XVI

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND PELA CINZA DE LODO DE ESGOTO PROVENIENTE DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

Tharlys Híkaro Pinheiro Silva, Hellen de Araújo Costa Rodrigues e Maria de Lourdes Teixeira Moreira.....181

CAPÍTULO XVII	
LOCALIZAÇÃO DE CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO LOGÍSTICO: UMA QUESTÃO ESTRATÉGICA	
<i>Magalhães, Renato Sandi, Sawamura, Henrique Haruo, Silva, Ingrid Lemos Caetano, Silva, Marcio Araujo Costa e Freitas Jr., Moacir.....</i>	<i>191</i>
CAPÍTULO XVIII	
NOVA TRANSVERSAL FERROVIARIA ALPINA (NTFA): IMPACTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS	
<i>Amauri Castilho Dias, Jefherson Deconto, Edilson Redon Battini, Oliver Jürg Lips e Bruno Toribio Xavier.....</i>	<i>200</i>
CAPÍTULO XIX	
O EMPREGO DO BAMBU EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO	
<i>Audrei Felipe Lucatelli, Káthia J. Bitencourt Franco, Gustavo Augusto Bebber e Michele Gheller Dias.....</i>	<i>207</i>
CAPÍTULO XX	
PAINEL LAMINADO DE MADEIRA E TETRA PAK	
<i>Dixon Gomes Afonso, Suelem Marina de Araújo Pontes, Daniel do Nascimento Lima e Claudiane Beatriz Gurgel do Amaral Canto Sales.....</i>	<i>237</i>
CAPÍTULO XXI	
REABILITAÇÃO DA FACHADA EM MÁRMORE DE UM EDIFÍCIO – ESTUDO DE CASO	
<i>Angélica Arruda de Oliveira, Juliana Maria Mccartney da Fonseca, Rogério Rodrigues Sousa, Angelo Just Da Costa e Silva e Dione Luiza da Silva.....</i>	<i>244</i>
CAPÍTULO XXII	
REUSO DE ÁGUA E USO DA ENERGIA SOLAR	
<i>Julio Cesar Ludwig, Marcelo Petrycoski, Michelle Gheller Dias. e Vitor Guerra</i>	<i>251</i>
CAPÍTULO XXIII	
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADOS	
<i>Leandro Sbarain e Adernanda Paula dos Santos.....</i>	<i>263</i>
<i>Sobre os autores.....</i>	<i>280</i>

CAPÍTULO XIX

O EMPREGO DO BAMBU EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO

**Audrei Felipe Lucatelli
Káthia J. Bitencourt Franco
Gustavo Augusto Bebber
Michele Gheller Dias**

O EMPREGO DO BAMBU EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Audrei Felipe Lucatelli

Acadêmico do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Mater Dei.

Káthia J. Bitencourt Franco

Professor orientador do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Mater Dei.

Gustavo Augusto Bebber

Acadêmico do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Mater Dei

Michele Gheller Dias

Acadêmica do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Mater Dei

RESUMO: O presente trabalho trata da análise de viabilidade técnica do emprego de bambu como material de armadura em vigas de concreto, cujo estudo está relacionado a aspectos físicos, mecânicos e comportamentais de todos os materiais envolvidos na elaboração deste tipo de elemento estrutural. Os conceitos técnicos e os resultados, foram obtidos com base em fontes bibliográficas, portanto, sem a realização de ensaios e/ou pesquisas práticas pelo autor. Por meio dos dados concretos dos vários trabalhos científicos estudados, chegou-se à conclusão de que existe viabilidade técnica no emprego de armadura de bambu em vigas, sendo possível atender às condições da teoria dos Estados Limites Últimos, recomendados pelas NBR 6118:2014, desde que sejam levados em consideração certos aspectos primordiais de execução e tratamento dos respectivos materiais. Também foi verificada a necessidade de aprimoramento e normatização teórico-práticos e, padronização dos métodos executivos referentes a esta área da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Vigas. Bambu. Concreto. Reforçadas.

1. INTRODUÇÃO

O principal intuito de construir estruturas de concreto armado é aproveitar ao máximo as propriedades do concreto quanto à sua resistência e à da sua armadura. Em vigas, mais propriamente ditas, essa ideia consiste em aliar a boa resistência à compressão do concreto à uma armadura constituída de materiais de elevada resistência à tração (DAROLT, 2016), buscando, assim, uma relação de equilíbrio que atenda aos requisitos de desempenho e ainda proporcione economia.

A grande maioria das estruturas de concreto armado utilizam o aço como armadura de reforço, em razão da sua grande resistência mecânica, durabilidade e compatibilidade com o concreto. Porém, apesar de todas estas qualidades o aço é um material caro e sua produção gera um certo impacto ambiental, pois, é necessária muita energia no seu processo de produção.

Para haver o cumprimento das exigências das entidades governamentais

em relação ao meio ambiente, há um grande movimento entre os profissionais da área de construção civil para utilização de materiais de construção ecologicamente corretos ou não-convencionais. (FERREIRA, 2002, p. 1).

É nesse sentido que nos últimos anos vêm sendo desenvolvidos vários estudos para encontrar substitutos para o aço, dentre eles o bambu, um material amplamente difundido na construção civil em países do Oriente como a China e, em alguns países da América Latina, que o empregam em estruturas de pontes, na construção de residências, estruturas para andaimes, tubulações de água, entre outras aplicações.

E por isso, muitas pesquisas já foram feitas sobre o emprego do bambu em reforço ao concreto, principalmente em vigas, levando em consideração aspectos como a resistência mecânica das várias espécies de bambu existentes, sua umidade, seu peso específico, sua variabilidade dimensional, sua morfologia, entre outros aspectos que estão relacionados com união entre concreto e bambu.

Destes estudos pode se dizer que o bambu é um material bastante resistente, possuindo boa relação resistência/peso específico, flexibilidade, porém, também pode-se dizer que ainda existem entraves para sua utilização como reforço em estruturas de concreto, em razão, por exemplo, de seu baixo módulo de elasticidade, da sua elevada capacidade de absorção de água e da baixa aderência entre o bambu e o concreto, todos estes problemas são alvo de pesquisa no intuito de melhorar estas propriedades e tornar o uso do bambu viável tanto quanto o aço.

Com isso, pretende-se analisar a viabilidade técnica do emprego do bambu como material de armadura em vigas de concreto por meio de revisão bibliográfica, ressaltando as melhores técnicas executivas existentes e, abordando as surpreendentes propriedades do bambu, um material natural que já chamado por muitos de “aço verde”.

2. CARACTERÍSTICAS QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DE VIGAS DE CONCRETO REFORÇADO COM BAMBU

Uma viga de concreto armado é uma estrutura sujeita a vários tipos de esforços, dentre eles: compressão, tração, flexão e cisalhamento, portanto, esses são todos aspectos que devem ser levados em consideração. Também é muito importante analisar as compatibilidades físicas entre o concreto e a armadura para garantir que este dois materiais trabalhem solidariamente, agindo como um só material. Deste modo, são apresentadas as principais características necessárias para o bom desempenho de uma viga de concreto armada com bambu.

2.1. CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

O bambu é um material que possui elevada relação resistência/peso

específico, sendo inclusive superior à do alumínio que é considerado um metal leve. Pereira e Beraldo (2016), apresentam uma tabela com os valores desta relação, nas diferentes alturas de um colmo, expressos com o nome de coeficiente K.

Tabela 1 – Valores para K (coeficientes de resistência/peso específico).

UMIDADE	COMPRESSÃO	FLEXÃO	CISLHAMENTO
seco (12%)	0,094	0,14	0,021
verde (úmido)	0,075	0,11	

Fonte: Adaptado de Jansenn (2000 apud Pereira; Beraldo 2016).

Na tabela 1 pode ser observado também que esta relação é maior quando o bambu está seco, uma vez que, nesta situação, sua resistência aumenta e seu peso diminui.

Nesta seção será comentada a importância de cada característica mecânica para o emprego do bambu em reforço ao aço e, posteriormente, na seção de resultados serão apresentados valores concretos de ensaios realizados por vários pesquisadores.

2.1.1. RESISTÊNCIA DO BAMBU À TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS

A principal característica mecânica do bambu é a resistência à tração paralela às fibras. Esta propriedade varia entre as espécies de bambu e também varia entre as regiões de um mesmo colmo. Os vários ensaios realizados até hoje revelam que na parte mais alta do colmo a resistência à tração é maior e vai diminuindo conforme vai se aproximando da região basal. Analisando as pesquisas disponíveis na bibliografia de várias fontes, tais como: (ALVES, 2006; BARBOSA et al., 2000; CULZONI, 1986; FERREIRA, 2002; FERREIRA, 2007; GHAVAMI e MARINHO, 2005), entre outros, é possível verificar que a média à tração de uma vara de bambu fica em torno de 100 Mpa, sendo, em alguns casos, maior e, em outros, menor.

Além disso, se a espessura de um colmo for dividida em três partes, o terço mais externo será mais resistente e, esta resistência vai decrescendo conforme vai percorrendo a parte interna do colmo, fato este que está ligado à quantidade de fibras presentes nestas diferentes regiões da parede do colmo.

No emprego do bambu em vigas de concreto armado, esta é uma propriedade muito importante, pois uns dos principais esforços em uma viga é a tração por flexão e, resistir a este esforço é a função principal de qualquer tipo de reforço em concreto.

2.1.2. RESISTÊNCIA DO BAMBU À COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS

A resistência à compressão do bambu é bem menor que à tração, segundo Ferreira (2002, p.11). Ainda assim, é considerada alta quando comparada ao seu

peso, ficando em torno de 30 a 50 Mpa.

Para o uso do bambu em reforço à vigas de concreto esta característica não é tão importante, uma vez que a maior parte da compressão em vigas é resistida pelo concreto, mesmo assim, o bambu resiste mais à compressão do que a maioria dos concretos utilizados convencionalmente.

2.1.3. MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO

O módulo de elasticidade à está ligado com a capacidade do bambu fletir (deformar-se), sendo que, quanto menor o módulo de elasticidade de um material dúctil, maior será a deflexão.

Ferreira (2002, p. 53) ressalta que esta característica é considerada bem baixa no bambu quando comparado ao aço. Ficando em torno de 10 Gpa a 20 Gpa contra 200 Gpa do aço. Isso faz com que o bambu se deforme bastante quando sujeito a esforços de flexão. Como o Estado Limite Último propõe valores limite de deformação (flecha máxima), muitas vezes é necessário utilizar uma área de bambu muito maior do que de aço em função disso.

2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

O estudo das características físicas estão relacionados ao comportamento do bambu quando exposto aos diferente meios, levando em consideração sua umidade natural, sua capacidade de absorção de umidade, sua variabilidade dimensional, sua durabilidade, entre outros fatores que determinam a viabilidade do uso de bambu junto ao concreto, verificando as compatibilidades físicas deste dois materiais.

2.2.1. ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BAMBU E VARIABILIDADE DIMENSIONAL

A absorção de água do bambu, conforme argumenta Ferreira (2007, p. 19) é um dos entraves que dificultam seu emprego em reforço ao concreto, principalmente, pelo fato de o mesmo, quando sem tratamento superficial, absorver grande quantidade da água de amassamento, aumentando seu volume dentro do concreto, este fenômeno é demonstrado na figura 1.

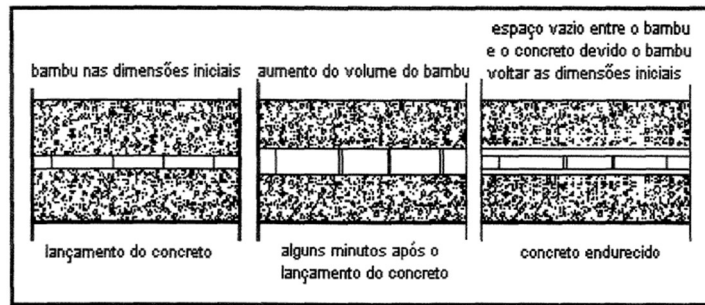


Figura 1: Comportamento do bambu durante a cura do concreto - Fonte: (MESQUITA et al., 2006).

Observa-se, neste caso, que quando o concreto está fresco, o bambu absorve água, aumentando seu volume e comprimindo o concreto. Quando ocorre a cura do mesmo, o bambu vai gradativamente se retraindo e fica um espaço entre o concreto e a armadura. Este fenômeno prejudica muito a aderência entre os dois materiais, enfatizando a necessidade de tratamentos que minimizem este problema.

Ghavami (2005), após deixar imersas, por 24 horas, amostra da espécie *D. giganteus*, obteve uma absorção de 27,45%, nesta mesma pesquisa, foi estudada a capacidade de absorção de água de 7 espécies, sendo os seus resultados expressos na figura 2.

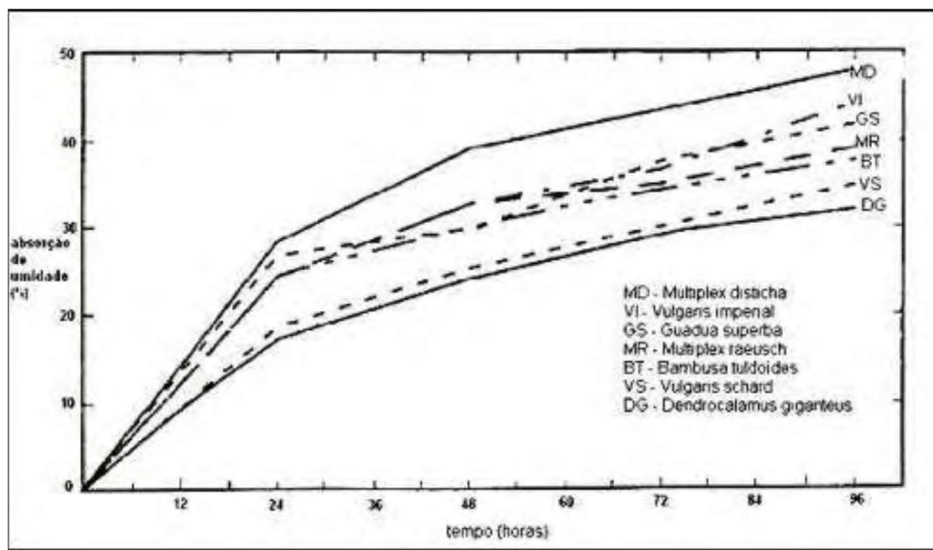


Figura 2 - Absorção de água de várias espécies de bambu - Fonte: (GHAVAMI, 2005 apud FERREIRA, 2002).

Dentre as espécies ensaiadas, a *Dendrocalamus Giganteus* e a *Bambusa Vulgaris Schard*, foram as que tiveram menor variação da seção transversal (6%), quando imersas em água por 7 dias, significando, também, que as mesmas absorvem menos umidade que as demais.

A absorção de água pelo bambu ocorre em função de sua casca não ser totalmente impermeável, e por sua possuir, em sua estrutura, veios o bambu tem capacidade de armazenar considerável quantidade de água dentro do seu colmo.

Vijay Raj (1991 apud FERREIRA, 2007), observou uma absorção entre 57% e 64% para amostras da espécie *Dendrocalamus strictus* com 2,5 anos de idade,

quando imersas em água por 7 dias.

Culzoni (1986 apud FERREIRA, 2005), observou que a absorção é maior na base do colmo, obtendo nas primeiras vinte e quatro horas os valores de 18,5%, 17% e 16,5%, para base, meio e colmo, respectivamente, também para amostras de DG. Em contrapartida, Geymayer et al. (1970), através de ensaios, concluíram que depois de alguns dias imerso, a absorção se torna praticamente igual tanto na parte interna quanto na externa.

A variação dimensional é observada, pelos pesquisadores, em 3 sentidos: na sua espessura, no seu diâmetro e no seu comprimento, sendo que este último é desprezível.

Vijay Raj (1991 apud FERREIRA, 2002), concluiu que a variabilidade dimensional é menor quando o bambu está na fase adulta, ficando em torno de 4% a 7% no seu diâmetro e de 3% a 7% na espessura da parede do colmo. Ferreira (2002) também cita que Geymaier e Cox (1970) obtiveram uma variação dimensional semelhante à da madeira, sendo de 5% na direção radial.

Ferreira (2007) recomenda que além de um tratamento impermeabilizante é importante usar um concreto rico e com rápida secagem como, por exemplo, o CPV-ARI.

2.2.2. UMIDADE DO BAMBU

A umidade varia de espécie para espécie, de região para região na qual a planta encontra e inclusive nas diferentes partes de um mesmo colmo. Sendo influenciada também pela idade e pela época de corte. (HIDALGO-LOPEZ, 2003 apud PEREIRA; BERALDO, 2016).

Como em qualquer tipo de material de origem natural (higroscópico), a exemplo da madeira, as propriedades mecânicas estão diretamente ligadas ao teor de umidade, assim, quanto maior a umidade, menor será a resistência mecânica. Neste sentido é necessário encontrar um teor ótimo de umidade.

Pereira e Beraldo (2016) afirmam que a região de maior umidade é a base, seguida pelo meio e pelo topo que é a parte que apresenta menor umidade.

No âmbito da construção interessa saber principalmente qual a umidade natural do bambu, ou seja, qual o teor de umidade em que o mesmo se estabiliza, deixando de perder ou ganhar umidade do meio em que se encontra.

Para Ghavami (2005) este valor, para a espécie *Dendrocalamus Giganteus*, varia entre 13% e 15%. Outros pesquisadores buscaram avaliar umidade nas diferentes alturas do colmo, Culzoni (1986 apud FERREIRA, 2005) obteve os valores de 19% na base, 18,9% no meio e 15,5% no topo para o bambu gigante.

Deve-se salientar que estes valores também dependem das condições do ambiente em que as amostras estiverem inseridas, podendo ser maiores ou menores, em cada região.

2.3. ADERÊNCIA ENTRE O BAMBU E O CONCRETO

Outra dificuldade de reforçar concreto com bambu está na pouca aderência entre esses dois materiais que prejudica o desempenho solidário entre os mesmos. Quando há aderência eficiente o concreto continua a resistir esforços mesmo após sua fissurado. (PARK e PAULEY, 1985 apud DAROLT, 2016).

Vários estudiosos do assunto consideram que existem três parcelas de aderência: por adesão, por atrito e mecânica (FIB,1999).

Quando forças pequenas atuam em uma estrutura de concreto armado, inicia-se o estágio 1, que é a aderência por adesão. Esta fase se desenvolve tanto pela reação química que ocorre durante a hidratação do concreto, quanto pelo efeito físico da capilaridade que está ligado às deformações elásticas das camadas de concreto que envolvem a armadura. Esta adesão rompe-se facilmente e torna-se desprezível a partir disso. Logo após isso, ocorre a adesão por atrito que é uma resposta da rugosidade da interface concreto-armadura que reage como uma força normal à força de compressão causada pela retração do concreto. A rugosidade da interface de contato depende principalmente do efeito de cunha das partículas de concreto (pequenas pontas em formato de agulha que penetram microscopicamente a armadura) e, quando há deslizamento no sentido longitudinal da armadura, as cunhas rompem e este tipo de aderência diminui. (MESQUITA et al., 2006).

Mesquita et al. (2006) ainda destaca que o estágio 3 é o que proporciona maior aderência, uma vez que, o mesmo acontece em superfícies de plano irregular e/ou com reentrâncias, portanto o efeito de cunha é potencializado, fazendo com que o deslizamento, proveniente da aplicação de esforços, se desenvolva em um plano que não coincide com a superfície de contato, o que oferece resistência ao deslocamento do bambu. É observado que em barras lisas ocorre apenas a aderência por atrito, enquanto que, em barras de superfície irregular, ocorrem simultaneamente a adesão por atrito e a mecânica, isso explica o fato de as barras de aço nervurado possuírem maior aderência do que as barras de aço liso.

Então, conforme já comentado anteriormente, além de o bambu sem tratamento absorver água de amassamento, fato que por si só já prejudica a aderência, este material também possui uma superfície relativamente lisa, sendo este outro fato que impede que sua aderência ao concreto seja mais baixa que a do aço nervurado. Ferreira (2007) afirma que vários estudiosos concluíram, através de ensaios, que a tensão aderência (de dimensionamento) do bambu ao concreto é 20% inferior à do aço liso ao concreto.

Portanto, para que se torne viável o uso do bambu como reforço ao concreto é necessário empregar técnicas e/ou tratamentos que aumentem a aderência entre os dois. Além disso, Ferreira (2007) afirma que ao aplicar tratamentos de impermeabilização é necessário verificar se os mesmos não vão diminuir ainda mais esta aderência.

A tensão de aderência é medida levando-se em consideração a força que provocou o deslocamento entre a barra de bambu e o concreto e, a área de contato entre este dois materiais, sendo que esta força é referente à tração à que é

submetido o corpo de prova. Portanto, de acordo com Rillen-Ceb-Fib (1973 apud DAROLT, 2006), a tensão de aderência é calculada pela seguinte expressão:

$$\tau_{bm} = \frac{F_{arr}}{u \times lb}$$

Onde:

τ_{bm} = Tensão de aderência média;

F_{arr} = Força de arrancamento;

u = Perímetro de contato;

lb = comprimento da barra em contato com o concreto.

Os ensaios são realizados pelo método Pull-out, recomendado por Rillen-Ceb-Fib (1979), e que consiste em ensaiar corpos de prova constituídos de barras inseridas em uma massa de concreto, onde a parte das barras que fica livre do concreto é presa às garras de uma prensa que, por sua vez, exerce esforço de tração no corpos de prova e, por meio do qual são medidos deslocamentos para cada acréscimo de carga.

Este método de ensaio de arrancamento é considerado o mais adequado, pois diferentemente dos outros métodos, não sofre influência de deslocamentos parasitas que não estão relacionados com a força de arrancamento.

Ferreira (2002), realizando ensaios Pull-out com taliscas de bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, concluiu que a inserção de anéis de arame farpado em taliscas revestidas com verniz obtiveram uma aderência cerca de duas vezes maior que taliscas sem nenhum tipo de tratamento, chegando a 1,2 Mpa para o deslocamento da talisca de 0,5 mm.

Ensaio desta mesma espécie conduzidos por Mesquita et al. (2006), também revelaram que o fck do concreto influencia na aderência, sendo que quanto maior a resistência do concreto à compressão maior é a tensão de aderência. Neste mesmo trabalho também foi verificado que a inserção de 2 pinos de aço ou de bambu, cravados no sentido de eixo transversal do bambu, aumenta 80% e 50% a tensão de aderência, respectivamente, sendo que, com os 2 pinos de aço, a tensão média alcançado foi de 2,43 Mpa.

O tratamento com Sikadur 32 – Gel, também mostrou-se bastante eficaz no incremento de aderência, em estudos semelhantes aos de Ferreira (2002), em Ghavami (apud Piazza, 2009), obteve-se uma tensão de aderência de 2,75 Mpa, utilizando este tipo de tratamento.

2.4. CRESCIMENTO DO BAMBU E CORTE

O bambu, segundo Farhat (2010), é considerado a planta de mais rápida ascensão, em uma velocidade cerca de 30% superior ao das espécies de árvores consideradas de bom crescimento.

A velocidade média de crescimento, nas condições ideais, de um colmo é de 8 a 10 cm/dia, porém em alguns casos é ainda maior, como o exemplo da espécie *Dendrocalamus giganteus*, da qual seus colmos pode crescer até 40 cm em um

único dia (FERREIRA, 2002).

Do que se encontra na bibliografia, o crescimento recorde pertence a uma muda da espécie *Phillostachys reticulata* cultivada no Japão que chegou a crescer 1,21 m em um único dia. (OLIVEIRA, 2013 apud UEDA. K, 1960).

Pereira e Beraldo (2016), afirmam que o corte dos colmos pode ser feito com motosserra, serrote, machado ou até mesmo com facão, as figuras 3 e 4 demonstram, respectivamente, as maneiras correta e incorreta de cortar os colmos de bambu.



Figura 3 – Maneira correta de cortar colmos de bambu – Fonte: IPD TAIPAL (2011)



Figura 4 – Maneira incorreta de cortar colmos de bambu – Fonte: IPD TAIPAL (2011)

Para as espécies alastrantes, o corte deve ser rente ao solo e, para as entouceirantes a uma altura de 20 cm do solo. É importante cortar logo acima de um nó, conforme ilustra a figura 3. Este procedimento evita o apodrecimento dos colmos por causa do acúmulo de água, como o caso da figura 4.

Segundo Pereira e Beraldo (2016), para uso estrutural, a fase madura é a que apresenta maior resistência, portanto, é aconselhável que se corte os colmos acima de três anos de idade. O autor supracitado ainda recomenda que a colheita seja feita na estação seca, pois nesta época, o colmo tem menor teor de seiva e amido.

2.5. SECAGEM, DURABILIDADE E TRATAMENTO

A secagem é muito importante na aplicação do bambu na construção civil, sendo uma etapa que, se não realizada corretamente, compromete o seu uso. Suas

técnicas de secagem são semelhantes ao da madeira, sendo aplicados por exemplo, tratamentos de imersão e secagem na sombra para evitar retração rápida que pode ocasionar fissuras nas paredes do bambu.

Além disso, quando não aplicadas as técnicas corretas de secagem e tratamento, a durabilidade é prejudicada. Ferreira (2002) afirma que a retração do bambu não é uniforme durante a sua secagem, sendo observado que na espessura da parede esta característica varia entre 4% e 16% e entre 3% e 12% no seu diâmetro, estes valores variam de acordo com a espécie.

Neste sentido é importante observar mais afundo as características de umidade e retração específicas da espécie que se pretende trabalhar, definindo o tempo e as condições de secagem da mesma para se atingir a umidade ótima. Beraldo e Azzini (2003) definiram o modelo matemático a seguir que calcula a umidade em função do tempo, para seções retangulares da espécie *Guadua angustifolia*.

$$h = 11,20 + 111,76 * (\exp (-0,18211 * t^{1,1027}))$$

Onde:

t = tempo (horas);

h = umidade (%).

Esta expressão foi desenvolvida de forma estatística, por meio da curva expressa na figura 3.

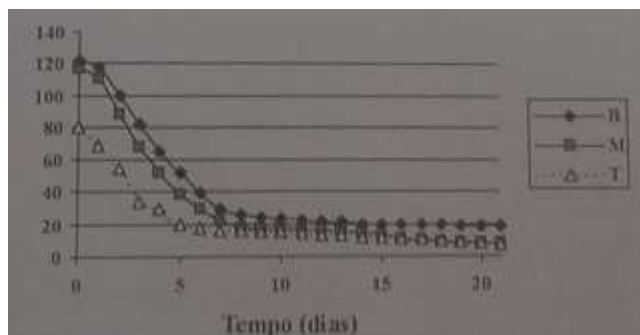


Figura 5 - Curva de secagem do bambu em função do tempo (B = Base, M = Meio, T = Topo) - Fonte: (PEREIRA; BERALDO, 2016).

Pode se notar, por meio desta curva, que a secagem da base, do meio e do topo, em função do tempo, possuem comportamentos muito parecidos. Beraldo et al. (2003 apud Pereira e Beraldo, 2016) afirmam que após o corte do colmo, torna-se necessário um período de um a quatro meses de secagem ao ar.

A durabilidade, por sua vez, varia entre as diferentes espécies. Esta propriedade depende muito do tipo de tratamento que recebe o colmo, sendo observado que um bambu sem tratamento, exposto diretamente ao meio ambiente, dura cerca de 3 anos, enquanto que, se tratado dura entre 10 a 15 anos. (PEREIRA e BERALDO, 2016).

Ghavami (2001), comparando uma viga com armadura de bambu, exposta ao ar por 15 anos, e um pilar com armadura de aço, exposta ao ar por 10 anos, verificou que a o bambu estava preservado, enquanto que, as barras de aço apresentavam corrosão. Este autor realizou ensaios com este bambu e não foram encontradas

alterações na sua resistência.

De maneira semelhante, Ferreira, S. (2005), estudou pilares armados com bambu, inseridos durante 4 anos no concreto e tratados com o impermeabilizante Sikadur 32 – Gel, onde concluiu que os pilares estava com suas características físicas inalteradas, mesmo estando em contato com elementos alcalinos do concreto e, não foram encontrados indícios de penetração destes elementos no bambu, evidenciando, assim, a eficiência do tratamento de impermeabilização com o referido produto.

Segundo Pereira e Beraldo (2016), existem vários métodos de tratamento, classificados em:

Métodos tradicionais:

- a) **Cura ou maturação na mata:** As varas de bambu devem ser mantidas na posição vertical, não se deve cortar as folhas, para que as mesmas consumam a seiva e para que o amido seja reduzido, tratamento não muito eficiente se o bambu, futuramente, for posto em contato com o solo;
- b) **Imersão em água:** Redução do amido por meio de fermentação biológica anaeróbica, por meio da imersão em água entre 4 a 7 semanas. Quando for imerso em água estagnada, deve ser tomada o cuidado de não deixar por muito tempo para evitar a proliferação de fungos e larvas;
- c) **Cura pela ação do fogo:** Os colmos são colocados diretamente em contato com o fogo, eliminando a seiva por exsudação, nesse processo a seiva também é alterada quimicamente deixando de se tornar atrativa aos organismos deterioradores;
- d) **Cura pela ação da fumaça:** Processo que se assemelha à defumação de alimentos. Este tratamento é realizado por cerca de 20 minutos, com temperatura entre 120 a 150 °C. (LIESE, 1980 apud PEREIRA; BERALDO, 2016);

Métodos químicos:

- a) **Produtos oleosos:** O método mais utilizado com produtos oleosos é o banho quente/frio com o óleo creosoto, sendo o quente feito a 90° C, durante 2 a 3 horas, sendo utilizados cerca de 21 litros de creosoto por m³ aparente de bambu, que é imerso neste produto. Após o tratamento a quente é efetuado o tratamento à frio, com o mesmo processo, porem com o óleo em temperatura ambiente;
- b) **Produtos oleossolúveis:** É utilizado, geralmente, o pentaclorofenol em concentração de 5% em massa, este produto é um pó que deve ser dissolvido em óleo diesel ou óleo queimado, também podem ser empregados inseticidas na solução. Recomenda-se deixar os colmos imersos em temperatura ambiente na solução por cerca de 7 dias;
- c) **Hidrossolúveis:** Pode ser feito pela imersão dos colmos secos, por duas a quatro semanas, em solução de sais hidrossolúveis, uma formulação sugerida é: dicromato de sódio (1%) + sulfato de cobre (1%) + ácido bórico (1%). Há também a possibilidade de substituir a seiva por estes sais

hidrossolúveis através da transpiração, para isso, os colmos devem estar recém-cortados e ter no máximo 2,5 de altura, os colmos, então, são posicionados verticalmente e imersos na solução a uma profundidade de 0,80 m, a base dos colmos devem ser chanfradas. Este método dura 7 dias e depois disso deve ser invertida a posição dos colmos por mais 7 dias. Por fim, os mesmos devem secar na sombra por cerca de 30 dias;

Tratamentos hidrossolúveis sob pressão:

- a) **Autoclave:** Este processo é o mesmo utilizado em madeiras, onde a solução hidrossolúvel é aplicada sob pressão. Porém, o bambu deve estar seco, recomenda-se efetuar um tratamento preliminar por imersão antes da secagem dos colmos. Os colmos devem ser perfurados por hastes metálicas para evitar a explosão dos colmos na criação do vácuo.
- b) **Método Boucherie modificado:** Consiste em uma acelerada substituição da seiva, é aplicado aos colmos recém cortados de bambu por meio do equipamento da figura 5.

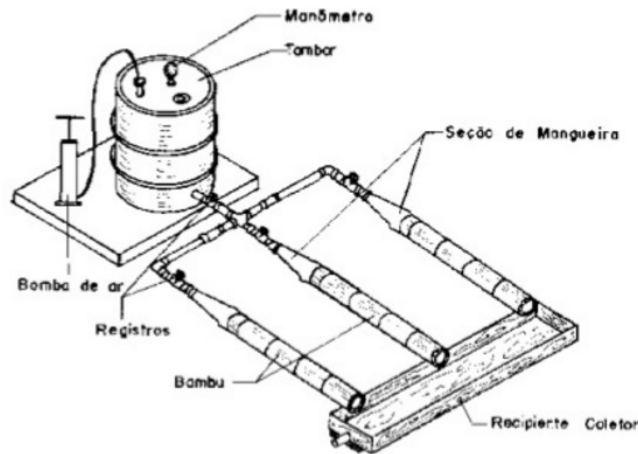


Figura 6 – Equipamento artesanal de Boucherie modificado – Fonte: (PEREIRA, 1997).

Conforme mostra a figura 6, a solução é injetada no colmo, a pressão de cerca de 0,7 atm, sendo a mesma composta pelo produto CCB (Borato de Cobre Cromatado) a uma concentração de 6%, este material tem ação fungicida e inseticida. São necessárias cerca de 2,5 a 3 horas para penetração total da solução nos vasos internos dos colmos, porém esse tempo pode variar de um colmo para o outro em razão das diferentes geometrias dos vasos internos de cada colmo, portanto, para analisar se a solução já entrou em estabilização, deve verificar a concentração de seus sais ao longo do tempo. (PEREIRA; BERLDO, 2016).

2.6. DIMENSIONAMENTO E ENSAIOS DE VIGAS REFORÇADAS COM BAMBU

No dimensionamento de vigas com armaduras de bambu, o principal aspecto a ser considerado é como se comporta o bambu frente aos esforços, sendo observados a compatibilidade de comportamento elástico entre armadura

longitudinal o concreto, resistência da viga ao cisalhamento e à flexão, bem como a sua deformação máxima. Considerando estes, entre outros fatores, é pré-determinada a carga última de ruptura de uma viga em função da área de seção transversal dos materiais utilizados e da resistência característica destes materiais, obtida em ensaios.

As principais pesquisas de dimensionamento desta vigas utilizam o método do estado limite último, que é o mesmo método utilizado para dimensionar vigas armadas com aço, previsto pela NBR 6118, 2014.

Neste método são levados em conta, condições de segurança, desempenho, conforto dos usuários, e economia, sendo que as vigas de concreto armado são dimensionadas de levando-se em consideração os seguintes critérios:

- Carga última teórica resistente da armadura; (carga que teoricamente causará ruína na estrutura por alongamento máximo na armadura);
- Encurtamento último do concreto;
- O domínio de dimensionamento;
- Coeficientes de segurança para o concreto e para o material da armadura;
- Carga cortante última teórica;
- Momento máximo;
- Flecha máxima.

São estipulados valores limite para estes critérios, recomendados pela NBR 6118, 2014, de acordo com a classe de utilização e servem de parâmetros para calcular a área da armadura e da seção transversal da viga, bem como, a resistência característica do concreto.

Existem várias maneiras de montar uma armadura de bambu em uma viga, tais como:

- Montagem convencional, com armaduras longitudinal e transversal de bambu;
- Com armadura longitudinal de bambu e armadura transversal de aço;
- Armadura longitudinal mista de aço e bambu.

Além disso, Ferreira (2007) utilizou o método de dobragem das extremidades das taliscas longitudinais inferiores, fazendo-as alcançarem a parte superior da viga, conforme mostra a figura 7.

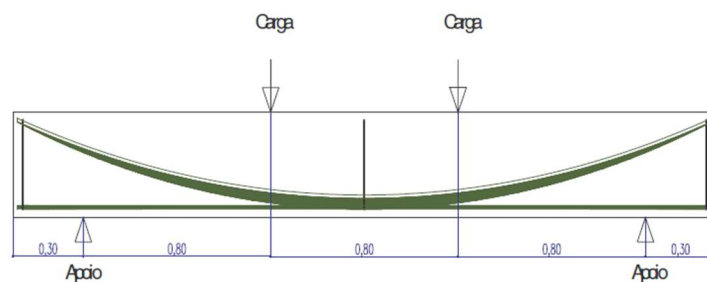


Figura 7 - Armadura com taliscas dobradas nas extremidades – Fonte: (FERREIRA, 2007).

A dobra, segundo Ferreira (2007), serve para dar maior ancoragem à armadura, fazendo-a trabalhar melhor em conjunto com o concreto, permitindo, assim, com que a viga suporte maior carga. Já Tsutsumoto (2016), reforçou os nós, conforme a figura 8.

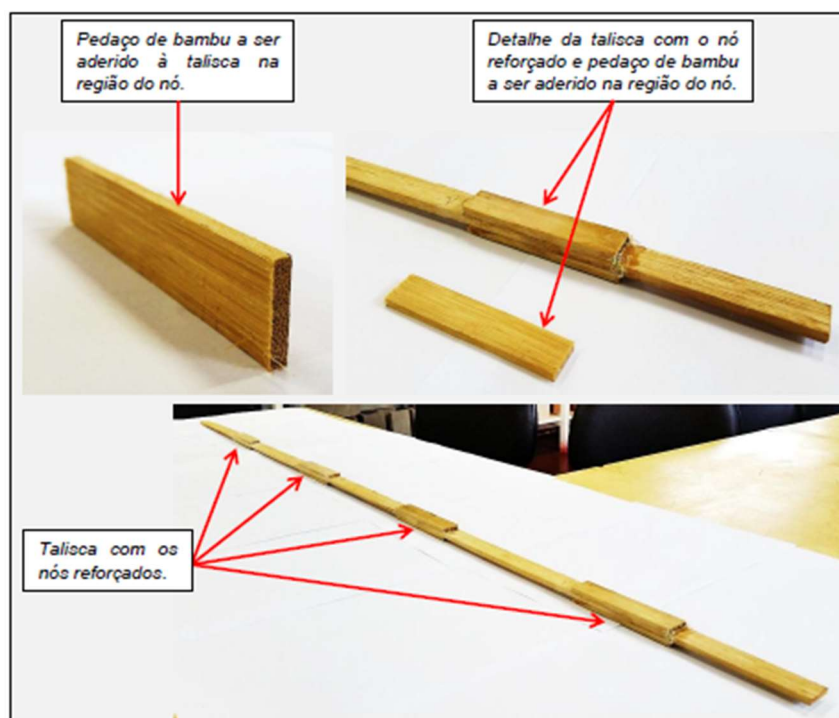


Figura 8 - Reforço nos nós das taliscas de bambu – Fonte: (TSUTSUMOTO, 2016).

Esta técnica, consiste em de reforçar os nós, colando sob os mesmos, pequenas taliscas de bambu, evitando que a armadura da viga rompa nos nós que são pontos fracos em razão de diminuída presença de fibras nesta região.

2.7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA DIMINUIR A ABSORÇÃO DE ÁGUA

Os métodos de redução da absorção visam aplicar tratamentos superficiais de impermeabilização do bambu. RAJ (1991 apud Ferreira, 2007), por exemplo, realizou testes com 6 situações de tratamento superficial do bambu, com o objetivo

de reduzir a absorção de umidade, dentre eles:

- 1) Bambu sem tratamento superficial;
- 2) Bambu revestido com uma camada de óleo;
- 3) Bambu revestido com camada de verniz e grafite branco;
- 4) Bambu revestido com uma mistura de betume e querosene na proporção em massa de 4:1;
- 5) Infiltração de uma mistura de óleo e aguarrás na proporção em massa de 1:1;
- 6) Bambu imerso em material betuminoso aquecido.

Dos vários ensaios o autor acima citado, concluiu que o melhor tratamento de impermeabilização é a imersão em material betuminoso aquecido, onde, obteve-se 9% de absorção, enquanto que, para o bambu sem tratamento obteve-se 45% de absorção.

Ferreira (2002) analisou corpos de prova sem tratamento, tratados com Igol-2 e outros tratados com Sikadur 32-Gel, do qual é apresentado um gráfico comparativo do desempenho destes dois tipos de tratamentos.

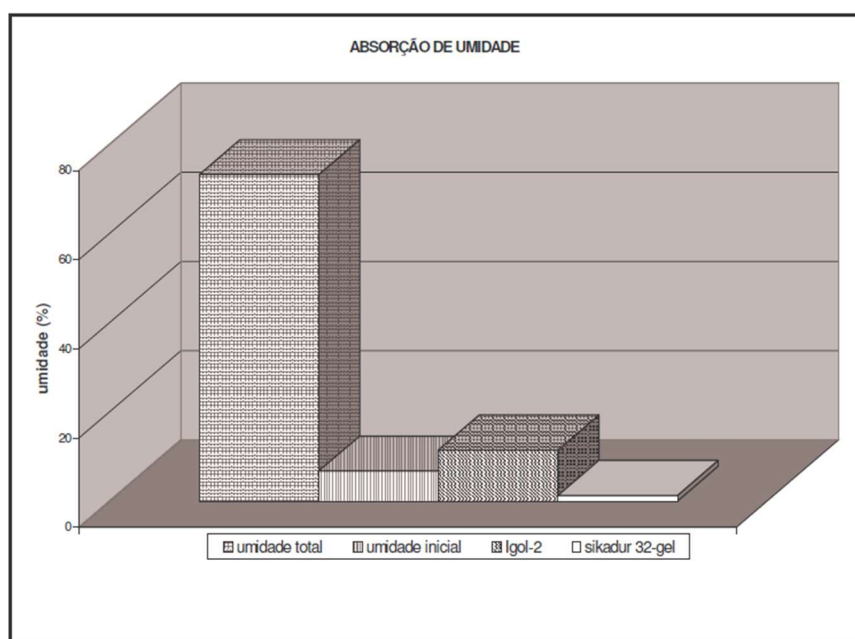


Figura 9 – Resultados de ensaios com vários tratamentos para diminuir absorção do bambu –
Fonte: (FERREIRA, 2002).

Conforme, demonstra o gráfico, que o tratamento com Sikadur 32-Gel, diminuiu significativamente a absorção de água, sendo de apenas cerca de 1%.

Ghavami (1995 apud FERREIRA, 2002), após ter realizado vários ensaios com diferentes tipos de tratamentos, concluiu que os melhores produtos para usar como revestimentos impermeabilizantes foram:

1. Tinta asfáltica dispersa em água, fabricada pela Sika S.A;
2. Adesivo estrutural à base de resina epóxi, fabricado pela Sika S.A.

Com o produto 2, o bambu, da espécie *Dendrocalamus Giganteus*, apresentou

absorção de apenas 4%.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção dos resultados deste trabalho foram utilizadas apenas fontes bibliográficas, sendo feita uma seleção das pesquisas consideradas mais compatíveis com o objetivo deste estudo e que utilizaram os métodos mais adequados na obtiveram resultados mais precisos e condizentes com a realidade.

Dentre os vários trabalhos pesquisados, estão: (ALVES, 2006; BARBOSA et al., 2000; BRAGA FILHO et al., 2010; CHOU, 1914; CULZONI, 1986; FERREIRA, 2002; FERREIRA, 2007; GHAVAMI e MARINHO, 2002; GHAVAMI e MARINHO, 2005; GHAVAMI e SOUZA, 2000; GHAVAMI e TOLÊDO FILHO, 1992; LIMA JR. et al., 2005 – II; LIMA JR. et al., 2007; LOPES, 1974; MESQUITA et al., 2006; MOREIRA, 1991; OLIVEIRA, 2012; PEREIRA e BERALDO, 2016; SARTORI e CARDOSO JR., 1998 e SILVA 2007), estes de cunho científico que atestaram, com dados concretos, as propriedades de resistência mecânica do bambu, do comportamento deste material junto ao concreto, e das principais características de vigas de concreto reforçadas com bambu.

Estas pesquisas, do tipo descritivo, forneceram parâmetros de dimensionamento e execução deste tipo de viga, comprovaram a eficiência (ou ineficiência) de algumas técnicas e tratamentos e possibilitaram, por meio dos resultados de abordagem qualitativa e quantitativa, definir qual o grau de viabilidade técnica do emprego do bambu como reforço à vigas de concreto armado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados considerados neste estudos mais relevantes para o bom desempenho de vigas de concreto reforçadas com bambu são: as características mecânicas do bambu, a aderência entre o bambu e o concreto e a resistência de vigas armadas com bambu, portanto foram pesquisadas várias fontes bibliográficas, as quais utilizaram as mais variadas técnicas para alcançar resultados o mais satisfatórios possíveis em relação a estas propriedades acima citadas, a seguir são apresentados estes resultados.

4.1. RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS

Um grande número de pesquisadores realizaram ensaios para verificação da resistência à tração do bambu, sendo que a grande maioria dos testes analisaram as várias partes de um mesmo colmo de bambu e de uma mesma vara de bambu. A tabela abaixo demonstra estes resultados.

Tabela 2 – Resistência do bambu à tração paralela às fibras

Referência	Espécie	Resistência à tração (Mpa)			
		Com nó	Sem nó	Local da vareta	Valor médio com nó
Lima Jr et al. (2007)	Não informado	97,51	277,19	Não informado	97,51
Sartori e Cardoso Jr. (1998)	B. Vulgaris var. vittata	120		Não informado	120
	B. Vulgaris	170		Não informado	170
	D. Giganteus	140		Não informado	140
Alves (2006)	D. Giganteus	100		Não informado	100
Lima Jr. et al. (2005 - II)	D. Giganteus	105		Não informado	105
Ferreira (2007)	D. Giganteus	108,22		Não informado	108,22
Ghavami e Marinho (2005)	Não informado	69,88	93,38	Base	72,25
		82,62	95,8	Centro	
		64,26	115,94	Topo	
Culzoni (1986)	Guadua Superba	110	135	Não informado	110
Barbosa et al. (2000)	D. Giganteus	106,2	214,1	Não informado	106,2
Ferreira (2002)	D. Giganteus	188,74			188,74
Ghavami e Tolêdo Filho (1992)	D. Giganteus	106,8	147	Base	121,47
		143,6	188,1	Centro	
		114	157,6	Topo	
Valor Médio					119,95

Fonte: Autor (2017).

Como pode ser analisado, existem, em alguns resultados, certas discrepâncias, por isso, é necessário considerar o fato de que os ensaios foram feitos em épocas diferentes, inclusive alguns, com métodos diferentes e em regiões e climas diferentes, portanto é compreensível que hajam certas diferenças nos resultados, sendo imprescindível, no entanto, o emprego coerente de coeficientes de segurança, no dimensionamento de vigas, que nivelem estes desvios. Ferreira (2002), por exemplo, diferentemente da maioria dos pesquisadores, executou

ensaios com taliscas de bambu e não com colmos inteiros, razão pela qual obteve valores maiores de resistência, pois a maior parte das fibras se concentra perto da casca, nas camadas mais externas da colmo.

Como era de se esperar, os corpos de prova sem nó apresentaram maior resistência do que os com nó, fato que, conforme já explicado se dá em razão de que na região dos nós há uma descontinuidade das fibras que são as partes responsáveis pela resistência à tração.

Porém, para o estudo do emprego de bambu como armadura longitudinal de vigas é necessário utilizar também os nós, uma vez que, o comprimento dos internós é de 50 cm a 60 cm (já os vão usuais de vigas são de 3 m a 5 m). Portanto, foram considerados os resultados dos ensaios de corpos de prova com nós, dos quais se chegou ao valor médio de 119,95 Mpa, que é um resultado bastante satisfatório para um material natural e de simples produção como o bambu, representando cerca de 24% da resistência à tração do aço CA-50.

Desta tabela também pode ser observado que a região (base, centro ou topo) a qual pertence o colmo não influencia significativamente na resistência à tração, sendo, possível, portanto, utilizar uma vara inteira de bambu como armadura longitudinal, desde que sejam considerados coeficientes de padronização da resistência.

4.2. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS

Vários foram os ensaios de diferentes pesquisadores para estudar a resistência à compressão do bambu, há muitos anos são feitos ensaios desta natureza, sendo os mesmos aprimorados com o passar do tempo para expressar valores o mais aproximados possível da realidade. Seguem, na tabela 3, algumas destas pesquisas.

Tabela 3 – Resistência do bambu à compressão paralela às fibras

Referência	Espécie	Resistência à compressão (Mpa)			
		Com nó	Sem nó	Local da vareta	Valor médio com nó
Lopes (1974)	D. Giganteus	35	38	Não informado	35
Alves (2006)	D. Giganteus	15,1		Não informado	15,1
Ferreira (2007)	D. Giganteus	22,19	19,95	Não informado	22,19
		53,9			53,9
Culzoni (1986)	D. Giganteus	38,96	45,54	Não informado	38,96
Ghavami e Marinho (2002)	Phyllostachys Pubescens	50,54	54,97	Meio	50,54
	Guadua	27,57	25,6	Base	27,57
	Angustifolia	34,71	30,46	Meio	34,71

Ghavami e Tolêdo Filho(1992)	D. Giganteus	58,66	56,61	Base	58,66
		53,96	63,77	Meio	53,96
		54,04	72,87	Topo	54,04
Barbosa et al. (2000)	D. Giganteus	56,65	57,99	Não informado	56,65
Média Geral					41,77

Fonte: Autor (2017).

Estes resultados indicam que a resistência à compressão do bambu é bem menor que à tração, sendo esta última cerca de 3 vezes maior. Também, diferentemente dos testes de tração, a presença ou não de nós é insignificante para os testes de compressão sendo os valores quase os mesmos para estas duas situações.

A resistência média à compressão paralelas às fibras, levando em consideração estas pesquisas, é de 41,77 Mpa, sendo portanto o bambu mais resistente à compressão que grande parte dos concretos convencionais, o que significa que o mesmo pode contribuir com o concreto também na compressão de vigas sujeitas à flexão.

4.3. RESISTÊNCIA DO BAMBU AO CISALHAMENTO PARALELO ÀS FIBRAS

Nesta parte da pesquisa bibliográfica foram considerados apenas os estudos de resistência ao cisalhamento na direção paralela às fibras que é o tipo de esforço cortante que sofrem estribos de vigas. Durante esta pesquisa foi verificado que a resistência ao cisalhamento na direção transversal às fibras é cerca de 5 a 10 vezes maior que na direção paralela, portanto é importante não confundir estes dois tipos distintos de esforços. Vide tabela 4 com os resultados de algumas pesquisas:

Tabela 4 – Resistência do bambu ao cisalhamento paralelo às fibras

Referência	Espécie	Resistência ao cisalhamento (Mpa)				Valor Médio com nó
		Com nó	Sem nó	Local da vareta	da	
Ghavami e Marinho (2005)	Guadua angustifolia	2,2	1,67	Base	com nó	2,02
		2,27	1,43	Centro	com nó	2,27
		2,42	2,11	Topo	com nó	2,42
Moreira (1991)	D. Giganteus	Não informado	Não informado	Não informado		7
Ghavami e Souza (2000)	D. Giganteus	Não informado	Não informado	Não informado		3,1
Chou (1914)	Phillostachys	Não informado	Não informado	Não informado		8
Média Geral						4,135

Fonte: Autor (2017).

Os respectivos resultados evidenciam a anisotropia do bambu, característica presente em qualquer material natural, se por um lado um ponto forte é sua resistência à tração, o mesmo não pode ser dito da sua resistência média ao cisalhamento paralelo às fibras que, nesta pesquisa, chega aos modestos 4,135 Mpa. Portanto, se torna um tanto quanto inviável o uso de estribos de bambu em armaduras de vigas, sendo muito mais viável utilizar estribos de aço.

4.4. RESISTÊNCIA À FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE À FLEXÃO

Os ensaios de flexão são talvez os que mais bem retratam o comportamento de uma armadura longitudinal de bambu em uma viga, seguem na tabela 5 algumas das principais pesquisas encontradas na bibliografia.

Tabela 5 – Resistência do bambu à flexão e módulo de elasticidade à flexão.

Referência	Espécie	Resistência à Flexão (Mpa)				Módulo de elasticidade à flexão (Gpa)
		Com nó	Sem nó	Local da vareta	da	Valor médio com nó
Culzoni (1986)	D. Giganteus	93,04	124,36	não informado		9,94
Ghavami e Tolêdo Filho (1992)	D. Giganteus	90,1	115,1	Base		não informado
		99,5	127,4	Meio	90,1	
		86	136,7	Topo	99,5	
					86	

Pereira Beraldo (2016)	D. Asper	118,7	169,1	Base	111,83	12,3
		104,9	161,1	Meio		
		111,9	170,7	Topo		
	D. Giganteus	115	175	não informado	115	12
				Média Geral	99,25	11,41

Fonte: Autor (2017).

Os resultados de resistência à flexão são muito parecidos com os de resistência à tração, o que evidencia que na flexão, o bambu trabalha muito mais à tração do qualquer outro esforço. Na flexão, a presença de nós também diminui a resistência, ficando em torno de 99,25 Mpa, se considerarmos estas quatro pesquisas. Com estes resultados é possível afirmar que a resistência do bambu à flexão representa aproximadamente 20% da resistência à flexão do aço CA-50.

Já o módulo de elasticidade do bambu é baixo em relação ao aço, tendo o aço CA-50 um módulo de elasticidade à flexão (MOE) de 200 Gpa contra apenas 11,41 Gpa do bambu com nós, sendo, portanto, cerca de 15 a 20 vezes maior o MOE do aço. Isto significa que o bambu deforma-se muito mais na flexão, fato este que deve ser analisado com muito cuidado, uma vez que, existem valores limites para deflexão de vigas, em função do vão teórico, na teoria dos Estados Limites Últimos, além disso deformações excessivas da armadura podem causar ruptura do concreto.

4.5. ADERÊNCIA ENTRE O BAMBU E O CONCRETO

Como já dito anteriormente, aderência entre o bambu e o concreto é um ponto crítico em vigas, pois é ela que garante o comportamento solidário destes dois materiais e, a falta ou insuficiência da mesma compromete toda a estrutura sujeita à flexão. Neste sentido muitos pesquisadores testaram vários métodos de incremento de aderência dos quais foram elencados na tabela a seguir alguns dos mais eficientes.

Tabela 6 – Resultados de diferentes tratamentos para incremento de aderência do bambu ao concreto.

Referência	Tipo de tratamento	Deslocamento da talisca	Tensão (Mpa)
Ferreira (2002)	Verniz + arame farpado	0,5 mm	1,25
	Sem tratamento	0,5 mm	0,7
Ferreira (2007)	Sem tratamento	0,1 mm	0,26
	Inserção de 1 pino de ferro com aderência	0,1 mm	0,25
Mesquita et al. (2006)	aumento do fck do concreto (35 Mpa)	0,1 mm	1,458
	Inserção de 2 pinos de aço com	0,1 mm	2,29

aderência		
Inserção de 2 pinos de bambu com aderência	0,1 mm	1,88

Fonte: Autor (2017).

Ferreira (2002), testou várias técnicas entre elas, tratamento com piche e areia, tratamento com verniz e areia, e tratamento com verniz e anéis de arame farpado. Destes ensaios, este autor concluiu que o melhor método é o tratamento com verniz e anéis de arame farpado, chegando à tensão de aderência de 1,25 Mpa para os 0,5 mm de deslocamento, enquanto que os corpos de prova sem tratamento apresentaram tensão de aderência de 0,7 Mpa, obtendo, ainda assim, para taliscas sem tratamento, resultados melhores que o tratamento com piche e areia.

Mesquita et al. (2006) foram ainda além no que diz respeito ao incremento de aderência, chegando aos notáveis 1,458 Mpa para apenas 0,1 mm de deslocamento, com o simples uso de um concreto com fck de 35 Mpa. Em seus testes estes mesmos autores verificaram que, quanto maior resistência à compressão do concreto, maior é a tensão de aderência.

No trabalho de Mesquita et al. (2016) ainda foi testada a técnica de cravar pinos sob pressão, de forma transversal, em taliscas de bambu, alcançando com a cravação de 2 pinos de aço a tensão de aderência de 2,29 Mpa e de 1,88 Mpa com 2 pinos de bambu. Se fosse aplicado o coeficiente de segurança de 2,15; recomendado pelo Eurocode (1992 apud Mesquita et al., 2006) esses valores, para efeito de dimensionamento, seriam respectivamente de 1,06 Mpa e 0,8744.

Para efeito de comparação, caso fossem utilizadas as mesmas dimensões e características do concreto utilizado nos ensaios destes dois métodos (cravação de pinos de bambu ou aço), apenas substituindo os colmos de bambu pelo aço corrugado/nervurado, teríamos no lugar do corpo de prova com 2 pinos de aço a tensão de aderência de 0,84 Mpa e, de 0,838 Mpa, no lugar do corpo de prova com 2 pinos de bambu. (MESQUITA et al., 2006).

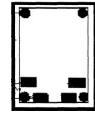
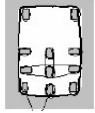

A cravação sob pressão de pinos nas taliscas tornaram a tensão de aderência entre o concreto e o bambu superior à do aço nervurado com o bambu, porém estes pinos reduzem bastante a área de seção transversal das taliscas de bambu, podendo comprometer a resistência das mesmas.

O simples uso de um concreto resistente (acima dos 35 Mpa) por si só já melhora muito a aderência do concreto com o bambu, tornando-a comparável com a do concreto e o aço liso, e o mesmo acontece com a técnica de tratamento das taliscas de verniz com anéis de arame farpado, portanto, estes vários métodos mostram que é possível alcançar aderência suficiente entre o bambu e o concreto para o bom desempenho estrutural de vigas.

4.6. ENSAIOS DE FLEXÃO DE VIGAS REFORÇADAS COM BAMBU

Nos testes de flexão, as vigas armadas com bambu são dimensionadas de maneira semelhante a estruturas de concreto armado com aço, com base, em calcular uma área de bambu equivalente à de aço. Neste dimensionamento são considerados critérios de aderência, deformação máxima, carga de ruptura ou escoamento, entre outros fatores. Os ensaios que serão apresentadas a seguir foram feitas por autores que adotaram as mais diferentes técnicas de montagem de armadura, tratamento para incremento de aderência, entre outras técnicas, das quais se pode ter uma ideia do quanto de carga pode suportar uma viga composta por armadura longitudinal de bambu.

Tabela 7 – Resultados de ensaios de flexão realizados com vigas de concreto armadas com bambu.

Ensaio	1	2	3	4	5	
Referência	Ferreira (2002)	Ferreira (2007)	Silva (2007)	Braga Filho et al. (2010)	Oliveira (2012)	Média
Carga última de ruptura (kN)	60	22,35	5,5	33	22,13	28,60
Momento de ruptura (kN.m)	15	9	1,1	14,025	10,69	9,96
Comprimento (cm)	180	300	120	250	290	-
Seção da viga (b x h)	15 cm x 20 cm	15 cm x 30 cm	10 cm x 20 cm	10 cm x 25 cm	12 cm x 40 cm	-
Área de bambu (m ²)	8	17,93	5,4	4	5,26	8,12
área de aço cm ² (armadura positiva)	0,4	0	0	0	0	0,08
Area de concreto (cm ²)	291,6	432,07	174,6	246	474,74	323,80
fck do concreto (Mpa)	20,6	25	20	25,62	25	23,24
Taxa de armadura (%)	2,80%	3,98%	3%	1,6%	1,10%	0,02
Tensão na flexão (Mpa)	2	0,4967	0,275	1,32	0,461	0,91
Espécie de bambu	D. Giganteus	D. Giganteus	B. Vulgaris Schard	D. Giganteus Munro	D. Giganteus	-
Deflexão %	1,11	0,21	0,035	1,4375	0,2056	0,60
Causa da ruptura	escoamento da armadura de tração	ruptura das taliscas na região nodal	colapso por deficiência de aderência	ruptura da armadura de tração	não informado	-
tratamento na armadura	taliscas revestidas com verniz e anéis de arame farpado	cravação de 2 pinos nas taliscas de bambu	não informado	cravação de 4 pinos de aço por internódio das ripas de bambu	aberturas nos colmos para aumentar a aderência	-
Detalhe da seção transversal		não disponível			não disponível	

Fonte: Autor (2017).

Os resultados obtidos nestas pesquisas são, em sua grande maioria, satisfatórios, evidenciando que vigas armadas com bambu resistem a cargas

bastante significativas desde que sejam aplicados procedimentos eficientes na execução destes elementos.

O ensaio 1 elaborado por Ferreira (2002), foi o que alcançou maior carga de ruptura, ou seja, 60 kN, que inclusive é muito mais alta em relação aos demais ensaios, porém é importante lembrar que a armadura longitudinal positiva desta viga conta com 2 barras de aço CA-60 de 5 mm de diâmetro que potencializaram a resistência da viga. Ainda assim é notória a contribuição do bambu, uma vez que o autor elaborou um corpo de prova com armadura composta apenas por duas barras de aço CA-60 de 5 mm (testemunho) a qual resistiu uma carga de 17,7 kN, portanto, nota-se que inserção da armadura de bambu aumentou em cerca de 2,4 vezes a resistência da viga.

A viga do ensaio 1 também teve suas taliscas tratadas com verniz e anéis arame farpado, o que elevou a resistência da mesma, que chegou a uma tensão de flexão igual a 2 Mpa e ao momento fletor de ruptura de 15 kN.m.

Nos ensaios 2 e 5, conduzidos por Ferreira (2007) e Oliveira (2012), respectivamente, foram obtidos resultados bastante semelhantes em relação à carga de ruptura, momento fletor de ruptura, deflexão e tensão de flexão.

Porém a viga do ensaio 5 se mostrou mais eficiente, uma vez que, foram utilizados 5,26 cm² de bambu, contra 17,96 cm² no ensaio 2. Nesta última viga, verifica-se que a ruptura, segundo ao autor, não foi na região de momento máximo e sim na região nodal, caracterizada por pontos fracos, por isso, para prevenir este tipo de problema recomenda-se que as taliscas (ou colmos) sejam posicionadas de maneira que seu nós fiquem intercalados com os nós das outras taliscas para não criar linhas de ruptura.

A abertura de janelas nos colmos do ensaio 5 certamente aumentou a aderência entre o bambu e o concreto, por isso, essa viga alcançou um bom desempenho de resistência à flexão, mesmo com uma área reduzida de bambu. Segue, na figura 10, a imagem das aberturas nos colmos no ensaio 5.



Figura 10 - Abertura no colmos de bambu para incremento de aderência (ensaio 5) – Fonte: (OLIVEIRA, 2012).

A viga do ensaio 4 também alcançou resultados significativos chegando aos 1,32 Mpa de resistência à flexão, fato que pode ser explicado pela grande aderência que deve ter proporcionado a inserção de 4 pinos de aço por internó de cada colmo.

Já o ensaio 3 foi o que apresentou menor força de ruptura, sendo de apenas 5,5 kN. Segundo Silva (2005), autor da pesquisa, a ruptura se deu por deficiência de aderência, não expressando, portanto, a capacidade total da estrutura.

Pode ser observado que as únicas 2 vigas que atingiram colapso por ruptura da armadura longitudinal foram as dos ensaios 1 e 4, além disso, as mesmas foram as que suportaram maior carga e maior tensão na flexão, outro fato em comum é que apenas nestes dois ensaios a deflexão relativa foi maior que a de norma (vão/250).

Diante de todos estes fatos, pode ser afirmado que, apenas os ensaios 1 e 4 chegaram ao seu objetivo principal que foi a ruptura por escoamento da armadura longitudinal e, verifica-se que os esforços suportados por estas duas vigas são relativamente significativas se comparados a vigas análogas armadas com aço CA-50. Já a deformação nas mesmas foi um tanto quanto excessiva, portanto, observa-se que em muitos casos, no dimensionamento de vigas de concreto armadas com bambu, o critério crítico é a flecha máxima e não a carga última de ruptura.

Por fim, comparando os dados da viga do ensaio 4, (que é a que mais condiz com o objeto de estudo deste trabalho), com uma viga análoga, de mesma seção transversal, mesmo vão e mesmo f_{ck} do concreto, apenas substituindo a armadura longitudinal de bambu por uma de aço CA-50, temos os seguintes valores:

Tabela 8 – Comparativo entre uma viga armada com bambu e uma viga armada com aço CA-50.

ITEM	AÇO CA-50	BAMBU - ENSAIO 4
Área armadura longitudinal (cm ²)	1,591	4
Seção da viga (b x h)	10 cm x 25 cm	10 cm x 25 cm
f_{ck} do concreto (Mpa)	25,62	25,62
Vão teórico (m)	2,5	2,5
Deflexão %		1,44%
Momento de ruptura (kN.m)		14,025
Deflexão máxima (norma - l/250)		0,4%

Fonte: Autor (2017).

Se for desconsiderada a flecha máxima, pode-se dizer que a área de bambu equivalente para uma viga armada com este material seria de 2,5 a 3 vezes maior que a área de aço necessária para resistir aos mesmos esforços. Porém a área de bambu deveria ser muito maior para não atingir a flecha máxima, evidenciando que o critério mais crítico a ser considerado no dimensionamento de vigas armadas com bambu é a flecha máxima em razão do baixo módulo de elasticidade à flexão do bambu.

Para ter-se uma ideia prática do comportamento de uma viga nestas condições, se devidamente executada, com as técnicas adequadas, significa que a mesma resiste ao peso de:

- a) 1 parede de blocos cerâmicos furados de 2,5 m de comprimento por 2,7 m de altura e 0,165 m de espessura (incluso revestimentos);
- b) 1 laje de 3,5 m² x 0,10 m de espessura (inclusa a carga de uso);
- c) Seu peso próprio.

Com uma deformação máxima no centro de seu vão de aproximadamente 3,6 cm. Estas cargas foram calculadas com base na NBR 6120: 1980.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que as várias pesquisas feitas, até hoje sobre o bambu, mostram é, que é viável, do ponto de vista técnico, o emprego de vigas armadas com bambu em edificações de pequeno porte, podendo estas, suportar, simultaneamente, o peso de paredes, lajes, carga de uso, além de seu peso próprio.

Observa-se que estudiosos do assunto, ao longo dos anos, aprimoraram técnicas de execução de vigas armadas com bambu, resolvendo alguns entraves que antes impossibilitavam o uso deste tipo de elemento, com o desenvolvimento de tratamentos que diminuem a sua absorção de água, como o revestimento com Sikadur 32 – Gel, com a aplicação de técnicas para incremento de aderência, como o tratamento com verniz e anéis de arame farpado e a cravação de pinos de aço. Além, disso, desenvolveram, também, métodos de dimensionamento, forneceram resultados e desenvolveram conceitos que dão parâmetros para o desenvolvimento de novas pesquisas na área.

Diante das conclusões deste vários autores, outrora citados no desenvolvimento deste trabalho, é necessário considerar alguns aspectos para o bom desempenho de vigas reforçadas com bambu, tais como:

1. Faz-se necessário aplicar um tratamento ao bambu que aumente sua aderência com o concreto, para que estes dois materiais trabalhem de maneira unificada;
2. Deve-se impermeabilizar os colmos ou as taliscas para estes diminuam sua absorção de água e conseqüentemente mantenham sua estabilidade dimensional durante o processo de cura do concreto;
3. As taliscas de bambu são mais resistente que o colmo inteiro de bambu, uma vez que aproveita-se melhor o terço mais externo da parede do colmo, região que possui mais fibras;
4. Os nós são pontos fracos do bambu, portanto, na montagem da armadura deve-se intercalar de um colmo ou talisca com os nós do (a) outro (a) para não criar linhas frágeis de ruptura;
5. Recomenda-se usar uma área de bambu em torno de 10 vezes maior que a área equivalente de aço, em razão do baixo módulo de elasticidade do

- bambu que faz com que o mesmo deforme-se muitos mais do que o aço;
6. No dimensionamento, é necessário o emprego de um coeficiente de minoração de resistência que nivele os desvios padrões de resistência existentes em função da heterogeneidade do bambu;
 7. Recomenda-se usar armadura transversal (estribos) de aço, uma vez, que a resistência do bambu ao cisalhamento paralelo às fibras é muito baixa;

Por fim, sabendo-se da comprovada a eficiência de armadura de bambu em vigas, por meio de pesquisas, ao longo de muitos anos, se fazem necessários, no Brasil, a criação de normas para o uso tipo de material na construção civil, e o desenvolvimento de uma padronização de todos os aspectos acima citados para que existam parâmetros que possibilitem que os profissionais de engenharia civil e arquitetura sintam-se habilitados, do ponto de vista técnico, a utilizar este tipo de material em vigas e demais estruturas nas obras de construção civil.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Aos trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizados ensaios práticos, que sejam feitos estudos de aprimoramento das técnicas de execução de vigas de concreto armadas com bambu e que, principalmente, seja realizada, uma análise da viabilidade econômica do emprego deste tipo de elemento estrutural em edificações, comparando seu custo com o custo de vigas de concreto armadas com aço que tenham desempenho estrutural equivalente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro – RJ: ANBT, 2014.

_____. **NBR 6120: cargas para o cálculo de estruturas de edificações: procedimento**. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 1980.

BERALDO, Antonio L, PEREIRA, Marco A. R. **Bambu de Corpo e Alma**. 2.ed. Bauru – SP: editora Canal 6, 2016.

BRAGA FILHO, Antonio C. et al. **Comportamento estrutural de vigas de concreto reforçadas com ripas de bambu cravejadas de pinos**. Campina Grande – PB: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 14, n. 10, 2010.

DAROLT, Luiz Renato Henrique. **Análise aderência bambu-concreto**. Araranguá – SC: Revista on-line IPOG Especialize, 2016.

DE OLIVEIRA, Luiz Fernando Andrade. **Conhecendo Bambus e suas Potencialidades para Uso na Construção Civil**. Belo Horizonte – MG: Universidade Federal de Minas

Gerais, 2013.

FARHAT, Filipe Braga. **Proposições para um programa de governo de desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do bambu no estado do Paraná.** Curitiba – PR: UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2010.

FERREIRA, Gisleiva Cristina dos Santos et al. **Armadura de bambu em vigas de concreto.** Cuiabá – MT: IX Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2004.

FERREIRA, Gisleiva Cristina dos Santos et al. **Vigas de concreto armadas com taliscas de bambu *Dendrocalamus giganteus*.** São Paulo - SP: Universidade Estadual de Campinas, 2007.

FERREIRA, Gisleiva Cristina dos Santos et al. **Vigas de concreto armadas com bambu.** Campinas – SP: Universidade Estadual de Campinas, 2002.

FERREIRA, Leandro Silva. **Durabilidade das armaduras de bambu tratado utilizadas como reforço em pilares de concreto armado.** Rio de Janeiro – RJ: PUC-RIO, 2005.

<http://ipdtaipal.blogspot.com.br/2011/06/> - Acesso em 21 de setembro de 2017.

LIESE, Walter. **A preservação do colmo de bambu com relação à sua estrutura.** Beraldo, AL (trad.). Pereira – COLÔMBIA: Simpósio Internacional Guadua, 2004.

MESQUITA, Ligia P. et al. **Determinação da tensão de aderência do bambu-concreto.** Campina Grande – PB: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 2, p. 505-516, 2006.

NACCACHE, Anna Carolina Aiex. **Tratamentos do bambu como reforço em concreto.** Rio de Janeiro – RJ: PUC-RIO, 2013.

OLIVEIRA, Claiton Sommariva de. **Substituição total do aço, usando bambu como armadura de combate a flexão em vigas de concreto.** Santa Catarina: UNESC – Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina, 2013.

PAES, Juarez Benigno et al. **Caracterização e aspecto de um piso confeccionado com bambu (*Dendrocalamus giganteus* Munro).** Pelotas - RS: Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 1, n. 1, p. 10-12953/2177-6830. v01n01a05, 2010.

PEREIRA, M. A. dos R. **O uso do bambu na irrigação montagem de um sistema de irrigação por aspersão de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu.** Bauru – SP: In: SBEA, Congresso Brasileiro de Engenharia. 1997.

PIAZZA, Joel. **Análise experimental da substituição parcial do aço por varetas de bambu em vigotas pré-moldadas.** Criciúma – SP: Unesc – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2009.

SILVA, Osvaldo Ferreira da et al. **Estudo sobre a substituição do aço liso pelo bambusa vulgaris, como reforço em vigas de concreto, para o uso em construções rurais.** Maceió – AL: Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, 2007.

TSUTSUMOTO, Nayra Yumi. **Avaliação do comportamento estrutural de vigas de concreto armado com taliscas de bambu reforçadas nos nós.** Ilha Solteira – SP: UNESP - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2016.

ABSTRACT: The present work deals with the technical feasibility analysis of the use of bamboo as reinforcement material in concrete beams, whose study is related to physical, mechanical and behavioral aspects of all the materials involved in the elaboration of this type of structural element. The technical concepts and the results were obtained based on bibliographic sources, therefore, without the accomplishment of tests and / or practical researches by the author. Through the concrete data of the various scientific studies studied, it was concluded that there is technical feasibility in the use of bamboo reinforcement in beams, and it is possible to meet the conditions of the theory of the Latest Limit States, recommended by NBR 6118: 2014, since that certain key aspects of the execution and treatment of their materials are taken into account. It was also verified the need for improvement and standardization of theoretical and practical and standardization of the executive methods related to this area of civil construction.

KEYWORDS: Beams. Bamboo. Concrete. Strengthened.

Sobre os autores

Abel Sidney Bravin Junior Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina – PR

Adernanda Paula dos Santos Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC Campus de Joaçaba/SC (2011). MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção - Instituto de Pós graduação -IPOG (2016). Mestranda na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Área do Conhecimento: Materiais e Engenharia de Estruturas (2015 - Atual). Exerceu a função de professora (Introdução a Engenharia Civil, Construção Civil II, Construção Civil III, Construção Civil IV, Materiais de Construção II, Laboratório de Materiais de Construção), orientadora e Coorientadora de projetos de Iniciação Científica na Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC campus de São Miguel do Oeste, Coordenadora de Estágios Supervisionados (I, II, III) e Trabalho de Conclusão de Curso na Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC campus de São Miguel do Oeste. Atualmente exercendo a função como docente na Faculdade Mater Dei, ministrando as disciplinas de Tecnologia da Construção I e II, exercendo também a função de coordenadora dos estágios I e II. É responsável técnica pela empresa Artefatos de Cimento Rossi LTDA ME (2012 - Atual). Exerceu a função de Engenheira Civil nas prefeituras municipais de Sul Brasil - SC; Serra Alta - SC e Romelândia - SC. Atua na elaboração de projetos, fiscalização e execução de obras civis, bem como consultoria técnica. Atua como responsável técnica na área de qualidade, controle, planejamento e gestão física e financeira, na A3M Construtora e Arquitetura

Adriana de Paula Lacerda Santos Professora Adjunto da Universidade Federal do Paraná; Graduação em Tecnologia da Construção Civil (1996); Mestrado em Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná (2002); Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006). Grupo de Pesquisa: Grupo de Estudos em Inovação Tecnológica (GESIT). Bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPQ – Nível 2

Ajadir Fazolo Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR. Graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – Santa Catarina. Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos – São Paulo. Doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos – São Paulo. E-mail para contato: afazolo@utfpr.edu.br

Allan Araújo Veloso Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail para contato: allan_velozo@hotmail.com

Almir Mariano Sousa Junior Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental, Mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás Natural e Doutor em Ciência e Engenharia de Petróleo (UFRN). Atualmente é professor Efetivo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido e professor do Mestrado Acadêmico em Planejamento e Dinâmicas Territoriais da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Foi Professor e Coordenador de Curso de Graduação e Pós Graduação em Eng. de Petróleo e Gás Natural da Universidade Potiguar, Gerente e Assessor Técnico e Gerente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte (CREA-RN).

Amauri Castilho Dias Acadêmico de Engenharia Civil, Faculdade Mater Dei, Pato Branco PR, amauri_dias@msn.com

Ana Lúcia Cabanas Nascimento Comunicóloga. Especialista em Metodologia Científica do Ensino. Especialista em Educação Especial com ênfase em Deficiência Intelectual. Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional. Doutora em Humanidades y Artes com Mención en Ciencias de la Educación. Directora Académica del Kriterion Educare. Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Humanidades y Artes. Rosario, Argentina

Angélica Arruda de Oliveira Graduação em engenharia civil pela universidade de Pernambuco. Email: angelica91eng@gmail.com

Angelo Just da Costa e Silva Doutor em engenharia civil pela universidade de são Paulo. Professor do curso de engenharia civil na universidade de Pernambuco. Membro do corpo docente do programa de pós-graduação em engenharia civil da universidade de Pernambuco. Email: angelo@tecomat.com.br

Audrei Felipe Lucatelli Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Materdei

Bernardo Borges Pompeu Neto Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2004). Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (1976). Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (1973). Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Saneamento Urbano. Membro do Corpo Docente no Grupo de Análise Experimental de Estruturas e Materiais. Professor Titular da Universidade Federal do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em materiais, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino pesquisa e extensão.

Bruno Henrique Simão Soares Graduação de engenharia civil, pelo centro universitário de patos de minas. Grupo de pesquisa: Bruno Henrique Simão Soares, Fábio Luis Neves Araujo e professor Maurides Paulo Dutra júnior. Email para contato: brunohssoares29@gmail.com

Bruno Ítalo Franco de Oliveira Graduação em Engenharia Civil pela UFRSA.

Bruno Toribio Xavier Dr. em Solos e Nutrição de Plantas, Professor Faculdade Mater Dei, Pato Branco-PR, brunotoribio@gmail.com

Carla Caroline Alves Carvalho Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFRSA). Bacharel em Ciência e Tecnologia - UFRSA. Na referida instituição de ensino participa de grupos de pesquisa e extensão voltados para o estudo do semiárido nordestino no tocante ao planejamento urbano, políticas públicas, e regularização fundiária. Durante a formação do ensino médio participou de projetos de iniciação científica vinculados ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Claudiane Beatriz Gurgel do Amaral Canto Sales Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre (2013)

Daniel do Nascimento Lima Graduado em Engenharia Florestal com experiência na área de Tecnologia da Madeira para avaliação da qualidade, indicações de usos e caracterização física e mecânica de madeiras. Experiência em produtos tecnológicos com uso de bambu e caracterização tecnológica de espécies de bambu nativas do Sudoeste da Amazônia. Atualmente é Assistente técnico no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre.

Deize Daiane Pinto Guilherme Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail para contato: deize_daiane@hotmail.com

Dione Luiza da Silva Mestranda em engenharia civil pela universidade de Pernambuco. Professora do curso de engenharia civil na universidade de Pernambuco. Bolsista produtividade em pesquisa pela fundação x; Email: dione_luiza@hotmail.com

Dixon Gomes Afonso Graduado em Tecnologia da Construção Civil - Mod. Edificações, pela Universidade Federal do Acre-UFAC (1990), pós-graduação em Agente de Inovação e Difusão Tecnológica, pela ABIPTI/UFAC (2007), MBA em Gerenciamento de Projetos, pela FGV (2010), e Especialização em Gestão Madeireira pela UFPR (2011). Atualmente é Diretor Presidente do Instituto SI Amazônia. Faz parte de Grupo de Trabalho para o Estudo e Desenvolvimento do Bambu Nativo do Acre. Faz parte do Grupo de Pesquisa do Bambu Nativo.

Ediane Cristina Daleffe Atualmente é Engenheira Ambiental da empresa JD Assessoria Florestal LTDA. Mestre em ENGENHARIA CIVIL, com linha de pesquisa em Tecnologia Ambiental no Ambiente Construído, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pós-graduada em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa de Carbono, pela Universidade Federal do Paraná (2015). Possui

graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2014). Vem atuando principalmente nos temas relacionados a geoinformação, capacidade de uso do solo, estoques de carbono em bacias hidrográficas, estabilidade do solo urbano bem como demais temas vinculados à área ambiental.

Edilson Redon Battini Acadêmico de Engenharia Civil, Faculdade Mater Dei, Pato Branco-PR, edilson_battini@hotmail.com

Edvanilson Jackson Da Silva Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail para contato: eng.edvanilson@hotmail.com

Elisa Degrandi Fochesato: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI; elisafochesato@hotmail.com Atualmente cursando Pós-graduação em Arquitetura e Design de Interiores para o Mercado de Luxo pela Universidade do Vale do Itajaí (conclusão prevista em 2018).

Fábio Luis Neves Araujo Graduação de engenharia civil, pelo centro universitário de patos de minas. Grupo de pesquisa: Bruno Henrique Simão Soares, Fábio Luis Neves Araujo e professor Maurides Paulo Dutra júnior. Email para contato: fabiolnevesa@gmail.com

Francisco Yuri Rios Osterno Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Vale do Acaraú – CE. Email para contato: osterno.engcivil@gmail.com

Gabriel Ferreira da Silva Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bacharel em Ciência e Tecnologia – UFERSA.

Gérson Luiz Apoliano Albuquerque Engenheiro Civil. Mestrado em Gestão e Modernização Pública pela Universidade Internacional, Lisboa, Portugal. em convênio com a Universidade Estadual Vale do Acaraú – CE. Professor do curso de Engenharia Civil, da Universidade Estadual Vale do Acaraú – CE. Email para contato: gersonapoliano@hotmail.com

Giorgio Eugênio Oscare Giacaglia Professor da Universidade de Taubaté. Membro do Corpo Docente e Coordenador de Programas de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica, Gestão de Processos Industriais e Projeto Mecânico da Universidade de Taubaté. Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Graduação em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Mestrado em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Ph.D. pela Yale University, New Haven, EUA. Pós Doutorado em Geofísica Espacial pelo Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, EUA. Grupo de pesquisa: ENERGIA (Coordenador Prof. Dr. José Luz Silveira UNESP). E-mail para contato: giorgio.giacaglia@unitau.com.br

Gustavo Augusto Bebber Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Materdei

Hellen de Araújo Costa Rodrigues: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí; E-mail para contato: hellen_acr@hotmail.com.

Henrique Haruo Sawamura Graduado em Tecnologia em Logística pela Faculdade de Tecnologia da Zona Sul

Ingrid Lemos Caetano Silva Graduado em Tecnologia em Logística pela Faculdade de Tecnologia da Zona Sul

Jefferson Deconto Acadêmico de Engenharia Civil, Faculdade Mater Dei, Pato Branco-PR, jefdeconto@gmail.com

Jerfson Moura Lima Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; Bolsista produtividade em Pesquisa pela Fundação CNPq; jerfsonlima2009@hotmail.com.

Juliana Maria McCartney Da Fonseca Graduação em engenharia civil pela universidade de Pernambuco. E-mail: mccartney.juliana@gmail.com

Julio C. Ludwig, Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Materdei. Email: julio_ludwig@hotmail.com

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR. Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – São Paulo. Mestrado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos – São Paulo. Doutorado em Ciências Ambientais pela Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos – São Paulo

Laércio Gouvêa Gomes Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2012). Mestrado em Geofísica Aplicada pela Universidade Federal do Pará (2002). Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (1997). Membro do Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais. Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Materiais, Estruturas e Construção. Professor do Instituto Federal do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Civil e de Materiais, com ênfase em concreto, construção civil, materiais de construção e saneamento básico, processos de fabricação. Atuando nos temas: Materiais Alternativos, Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Geofísica de Poço.

Leandro Sbarain Graduação em Engenharia Civil pela Faculdade Mater Dei – 9º Período. Endereço da instituição: R. Mato Grosso, 200 - Baixada, Pato Branco - PR, 85501-200 – telefone (46) 2101-8200

Lucas Ramos da Costa Graduação em Agronomia pela UFERSA; Mestrado em Manejo de Solo e Água pela UFERSA; Grupo de pesquisa: Estudo em ambientes hipersalinos; Bolsista produtividade em Pesquisa pela Fundação CAPES.

Luís Eduardo Figueiredo de Carvalho: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI; luisefcarvalho@gmail.com. Atualmente cursando Pós-graduação MBA em Plataforma BIM – Modelagem, Planejamento e Orçamento pela Universidade Paulista (conclusão prevista em 2018). Sócio da Neo Concept – Engenharia e Arquitetura, escritório especializado em projetos e execução de obras de pequeno e médio porte, na região do Vale do Itajaí – SC

Luzia Luana da Silva Medeiros Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bacharel em Ciência e Tecnologia – UFERSA. Bolsista de Iniciação Científica atuando em um Projeto de Pesquisa no ramo de Avaliações de Empresas. Atuou em um Projeto de Pesquisa sobre o desenvolvimento de um modelo de implantação de tecnologias de convivência com o semiárido.

Manoel Jobson Costa Da Silva Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Marcelo Petrycoski Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Materdei

Marcelo Tavares Gurgel Professor da UFERSA; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA) da UFERSA; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade da Paraíba – UFPB; Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; Pós-doutorado em Recursos Naturais pela UFCG.

Marcio Araujo Costa Silva Graduado em Tecnologia em Logística pela Faculdade de Tecnologia da Zona Sul

Marco Antonio Barbosa de Oliveira Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2015). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade da Amazônia (2010). Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2005). Membro Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Materiais, Estruturas e Construção e do Grupo de Análise Experimental e Pesquisa aplicada à Tecnologia e Eco-Tecnologia do Concreto. Professor do Instituto Federal do Pará. Tem experiência na área de Engenharia Civil, de Materiais e de Segurança do Trabalho, com ênfase na Construção Civil, Materiais da Construção Civil, Prevenção e Combate a Incêndio e Controle de Pânico, nos temas: Tecnologia de Argamassas e Concreto, Materiais Alternativos, Reforço com Fibras, Resíduos da Construção Civil e Segurança na Construção Civil

Marcos Antonio Araújo da Costa Graduação em Engenharia Civil pela Universidade

Federal Rural do Semi-Árido. E-mail para contato: marcosmaac3@gmail.com

Marcos Yoshio Fujisawa Possui graduação em Engenharia Industrial Mecânica pela Escola de Engenharia Industrial de São José dos Campos (1999), graduação em Licenciatura em Matemática pela Faculdade de Ciências Aplicadas de São José dos Campos (2000) e graduação em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Cidade de São Paulo (2013). Pós Graduado em Ensino da Matemática e Física pela Faculdade Internacional de Curitiba (2011). Estudante do Mestrado em Astronomia e Física pela UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba 2012. Estudante de Doutorado Ciências Humanas e Educação - Universidad Nacional de Rosario - Argentina - 2014. Estudante de Mestrado Ciências Humanas e Educação - Universidad Nacional de Rosario - Argentina - 2016.

Marcus Vinicius Souza Dias Professor convidado da Universidade de Taubaté. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Processos Industriais da Universidade de Taubaté. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Faculdade Anhanguera de Taubaté. Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté. E-mail para contato: marvinidias28@gmail.com

Maria de Lourdes Teixeira Moreira Professora da Universidade Federal do Piauí; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Doutorado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo; E-mail para contato: mmoreira@ufpi.edu.br.

Matheus Henrique Anderle Engenheiro Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2013);

Maurides Paulo Dutra Junior Professor do Centro Universitário de Patos de Minas, no curso de Engenharia Civil; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Uberaba - UNIUBE; Grupo de pesquisa: Bruno Henrique Simão Soares, Fábio Luis Neves Araujo e professor Maurides Paulo Dutra júnior. E-mail para contato: maurides@hotmail.com

Michele Gheller Dias Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo na Faculdade Materdei. Email: michele_gheller@msn.com

Mike Pereira da Silva Mestrado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2008). Especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho (2013). Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2005). Engenheiro Civil da Universidade Federal do Pará e Doutorando em Engenharia Civil do PPGE. Professor da Universidade da Amazônia. Membro do Grupo de Análise Experimental de Estruturas e Materiais. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil e Materiais de Construção, atuando nos temas: Tecnologia do

Concreto, Planejamento, Construção Civil, Saneamento, Tecnologia em Sistemas de Revestimentos, Solo Cimento e Resíduo e Meio Ambiente.

Moacir Freitas Jr. Mestre em Engenharia da Produção pela UNIP - Universidade Paulista. Pós graduado em Logística Empresarial pela UASP. Pós graduado em Gestão de Recursos Humanos pela UCAM. Em Formação Profissional em Educação pelo UNIA e em Sistemas da Computação pela Universidade Federal de Uberlândia/Unisanta.

Ney Lissandro Tabalipa Graduado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (1995) e Faculdade Mater Dei (2004). Mestre (2002) e Doutor (2008) em Geologia pela UFPR. Pós-Doutor em Geologia pela Università degli Studi di Siena, TO, Itália (2015). Atualmente é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da UTFPR, campus Pato Branco. Membro da Sociedade Brasileira de Geologia - SBGEO. Líder do Grupo de Pesquisa NUPRU - Núcleo de Pesquisa em Riscos Urbanos (CNPq). Tem experiência na área de Geotecnia, Geociências e Direito, atuando principalmente nos seguintes temas: Geologia Ambiental, Mecânica dos Solos, Estabilidade de Vertentes, Riscos ambientais e Catastróficos, Direito Ambiental, Direito dos Desastres e Uso e Ocupação do Solo.

Oliver Jürg Lips Mestre em Filosofia, tradutor, oliverlips@hotmail.com

Regina Célia Brabo Ferreira Prof^a Dr^a da Universidade Federal do Pará, ministra disciplinas de transportes na Faculdade de Engenharia Civil. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Pará (1994) e mestrado em Engenharia de Transportes pela Universidade de Brasília (2005) Doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Pará, no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos-NAEA (2011). Coordenadora do Grupo de Estudo Mobilidade Urbana Sustentável – GEMOB. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Transportes, atuando principalmente nos seguintes temas: transporte e mobilidade, trânsito, transporte e desenvolvimento.

Renato Sandi Magalhães Graduado em Tecnologia em Logística pela Faculdade de Tecnologia da Zona Sul

Ricardo Rocha de Oliveira Professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Londrina (1988); Mestrado em Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993); Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2010)

Rodrigo Nunes de Souza Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Vale do Acaraú – CE. Bolsista de Iniciação Científica PIC-PBU pela Universidade Estadual vale do Acaraú. Email para contato: rodrigons.1995@gmail.com

Rogério Rodrigues Sousa Graduando em engenharia civil pela universidade de

Pernambuco. E-mail: rogerio_rodrigues51@hotmail.com

Sara Morais da Silva Graduada em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Saulo Elam Vilches da Costa Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Pará (2016). Tem experiência na área de construção civil e planejamento de transportes.

Sílvia Santos Professora da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Grupo de pesquisa: Gestão da Edificação e Desenvolvimento de Materiais – GEMAT. ssantos@univali.br

Simone Minuzzo Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2012); Especialização em Engenharia de Gestão e Prevenção Contra Incêndio e Pânico pela FAG (2014). Mestrado em Engenharia Civil pela UTFPR (2017), na linha de Tecnologia Ambiental no Ambiente Construído. Atua na elaboração projetos hidrossanitários, gás e prevenção de incêndio, prestando serviço para construtoras e indústrias que necessitam de tais projetos.

Suelem Marina de Araújo Pontes Farias Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Acre. Especialista em Gestão da Indústria Madeireira pela UFPR. Mestre em Engenharia Florestal com ênfase em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais pela UFPR. Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede BIONORTE. Experiência na área de Recursos Florestais, com ênfase em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, atuando principalmente no seguinte tema: Caracterização de espécies madeireira, Biomassa Florestal, Resíduos madeireiros e bambu.

Tamiris Evangelista Martins Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2016), tendo realizado um trabalho de conclusão de curso envolvendo concretos especiais e estruturas de concreto armado. E-mail para contato: tami_rmc@hotmail.com

Tatiana Cristina Shneider Ghisi Possui graduação em Tecnologia em Construção Civil - Gerência de Obras pelo Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET/PR (2002) e graduação de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade paranaense – UNIPAR (2014). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo CEFET/PR (2004). Mestre em Engenharia Civil - Linha de pesquisa em tecnologia Ambiental do Ambiente Construído da UTFPR - PATO BRANCO. Atualmente trabalha na Universidade Federal Fronteira Sul no setor de engenharia e fiscalização de obras e na UNIPAR, como docente na graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em gerenciamento, execução e

fiscalização de obras e elaboração de projetos arquitetônicos.

Thalita Pereira Delduque Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão – PR. Mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina – PR

Tharlys Hikaro Pinheiro Silva: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Piauí; E-mail para contato: tharlys.hikaro@gmail.com.

Thiago Cezar Oliveira Graduando de Engenharia Civil na Universidade Federal do Pará, fez Graduação Sanduíche pelo Programa Ciência Sem Fronteiras na Université de Cergy-Pontoise na França (2015-2016). Bolsista UFPa do Grupo de Estudos de Mobilidade Urbana Sustentável - GEMOB. Tem experiência acadêmica na área de instrumentação geotécnica, fundações, planejamento de transportes, infraestrutura de rodovias, transporte urbano de cargas.

Tiago Alves Cardoso Engenheiro Civil da Prefeitura Municipal de Cascavel; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2011); Especialização em Engenharia e Gestão Contra Incêndio e Pânico (2014); Mestrado em Engenharia de Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná (2017). Grupo de Pesquisa: Grupo de Estudos em Inovação Tecnológica (GESIT)

Ticiane Sauer Pokrywiecki Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002), doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006) e Pós doutorado em Engenharia Química na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto-Portugal (2007). Experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em processos industriais, atuando principalmente com fotocatalise, reatores fotocatalíticos, adsorção e desenvolvimento de novos produtos. Na área ambiental tem experiência no tratamento de águas e efluentes, recuperação de resíduos sólidos e líquidos

Valkiria Zucchetto Padilha: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI; valkiria@edu.univali.br. Atualmente cursando Pós-graduação em Estruturas de Concreto Armado e Fundações pela Universidade Paulista (conclusão prevista em 2018) e Mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina (conclusão prevista em 2019).

Vitor Preto Guerra Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1997) e é especialista em Administração Financeira e Sistemas Preventivos contra Incêndio e Pânico. Atualmente é Coordenador do Núcleo de Engenharias da Faculdade Mater Dei, em Pato Branco, sócio-gerente - GUERRA ENGENHARIA e Presidente do Conselho de Administração da Pato Branco Tecnópole , atuando principalmente nos seguintes temas: otimização de recursos,

desenvolvimento, administração financeira, emprego e instituição de ensino. Email: guerravitor@uol.com.br

Wellington Mazer Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (1994), especialização em Engenharia Civil Estruturas (1996), mestrado em Engenharia Hidráulica pela Universidade Federal do Paraná (2003) e doutorado em Infraestrutura Aeronáutica pelo ITA. Atualmente é professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ministrando aulas no curso de Engenharia Civil e na Pós-graduação em Patologia das Construções, nas disciplinas de Argamassas e Concretos, Concretos Especiais e Patologia das Construções. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Concreto, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto, durabilidade, estruturas, patologia do concreto e dosagem de concretos. E-mail para contato: wmazer@utfpr.edu.br.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-56-1



9 788593 243561