

## Comparativo orçamentário entre parede convencional e de concreto armado com bambu

Djuliana Antonia Ribas, Vanderson Andreola Bortolotto, Ana Claudia Dal Pra Vasata, Keli Starck

**Resumo:** Com a constante busca por materiais e processos mais sustentáveis na construção civil, o bambu apresenta-se como uma alternativa proveniente de recurso natural renovável com grandes qualidades e propriedades em reforço estrutural, para tanto são necessárias algumas adaptações em normas internacionais e diretrizes técnicas para sua aplicação. O artigo tem o objetivo de propor um método construtivo para paredes de concreto armado, utilizando bambu como reforço estrutural, a partir de um comparativo orçamentário. Para tanto, realizou-se um detalhamento da armação da malha do bambu. Após o detalhamento das paredes convencional e de concreto armado com bambu, foi possível a comparação do quantitativo de materiais e custos entre os métodos construtivos. A pesquisa, apesar de não aplicada, resultou em um orçamento com 45,53% da redução de custos de materiais no método de concreto armado com bambu quando comparado com o método tradicional. Verificou-se que a evolução em pesquisas por alternativas mais sustentáveis aplicadas a construção civil propicia economia em recursos financeiros e amplia a busca por alternativas que se utilizam de recursos naturais de fontes renováveis.

**Palavras chave:** Sustentabilidade, Inovação e Métodos Construtivos.

## Budget comparison between conventional wall and bamboo reinforced concrete

**Abstract:** With the constant search for more sustainable materials and processes in civil construction, bamboo presents itself as an alternative from a renewable natural resource with great qualities and properties in structural reinforcement. Therefore, some adaptations to international standards and technical guidelines are required for its use. application. The article aims to propose a constructive method for reinforced concrete walls, using bamboo as structural reinforcement, from a budget comparison. For that, a detailing of the bamboo mesh frame was made. After detailing the conventional walls and bamboo reinforced concrete, it was possible to compare the quantity of materials and costs between the construction methods. The research, taken from non-applied, resulted in a budget with 45.53% of material cost savings in the bamboo reinforced concrete method when compared to the traditional method. It has been found that the evolution in research for more sustainable alternatives applied to civil construction provides savings in financial resources and broadens the search for alternatives that use natural resources from renewable sources.

**Key-words:** Sustainability, Innovation and Construction Methods.

### 1. Introdução

Em 29 de julho de 2019 a conta da humanidade com a Terra entrou no vermelho, pois a partir dessa data o ser humano passou a consumir mais recursos do que a capacidade de regeneração do planeta para o referido ano. Estima-se que em 2030 seja necessário o equivalente a dois planetas Terra para suprir essa demanda de recursos naturais em um único ano. Esse déficit ecológico é consequência do atual padrão de consumo e das altas taxas de emissão de CO<sub>2</sub>, principal impulsionador da crise climática (ROSA, 2019).

Segundo o Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (2007), a cadeia produtiva da construção civil, juntamente com a manutenção de infraestrutura, consome cerca de 75% dos

recursos naturais extraídos. Sendo a maior consumidora desses recursos, as práticas adotadas pela construção civil têm importante impacto no desempenho econômico de um país, na biodiversidade, no desenvolvimento social e na qualidade de vida da população. A Confederação Nacional da Indústria - CNI (2018), ressalta que com a redução na disponibilidade de recursos naturais, coloca-se em primeiro plano a busca pela eficiência em processos, além disso, a crescente preocupação das atividades econômicas sobre o meio ambiente intensifica a demanda por novos modelos de negócios.

Tendo em vista a necessidade de buscar processos construtivos sustentáveis, este artigo tem como objetivo propor a substituição do aço por um material não-convencional, o bambu, em construções de paredes estruturais térreas em obras de pequeno porte.

Apresenta na seção 1 a introdução, na seção 2 os conceitos necessários para a abordagem do tema como o crescimento exponencial da utilização de recursos naturais e a necessidade de construções sustentáveis, finalizando o referencial teórico com características do bambu. Na sequência, na seção 3, apresenta-se a metodologia e na seção 4 a análise da pesquisa, finalizando com as considerações finais.

## 2. Referencial teórico

O Plano de Ação para a Produção e Consumo Sustentável do Ministério do Meio Ambiente (2019), objetiva fomentar políticas, ações e programas que destaquem a produção e consumo sustentável no país, e a construção civil enquadra-se entre os setores principais.

A eficiência no uso de recursos naturais trata-se de uma condição fundamental para garantir a sustentabilidade econômica e ambiental, diante disso são muitas as possibilidades para o universo da economia de baixo carbono, a grande preocupação sobre o ambiente e as mudanças climáticas aumentam a demanda por produtos e processos produtivos com menos impacto no meio ambiente (CNI, 2018).

A CNI (2018) destaca ainda que as marcas e imagens corporativas estão cada vez mais ligadas à postura das empresas diante das questões ambientais, o que reflete na necessidade de elevar a eficiência no uso dos recursos naturais e reduzir as emissões de gases, dessa forma os modelos de gestão ganham competitividade na economia de baixo carbono, ou seja, as empresas que melhor aproveitarem o novo padrão de consumo e produção, no uso inteligente dos recursos naturais, ganharão destaque na competitividade.

Para Gomes e Lacerda (2014), promover práticas de construção sustentável é buscar um equilíbrio entre o desempenho econômico, social e ambiental na concepção de projetos de construção, por tanto, as práticas sustentáveis motivam o setor da construção civil a desenvolver novos materiais, produtos, serviços e atitudes para uma construção mais sustentável e objetivam melhorar a gestão dos recursos para o futuro.

A busca por materiais alternativos no setor da construção civil despertou o interesse no estudo do bambu. Esse material possui propriedades mecânicas que se assemelham ao aço, com a vantagem de ser mais econômico e requerer baixo consumo de energia em sua produção (BOCHNIE & BRUN, 2013).

Conforme Carneiro (2003) o bambu é de uso milenar e vem conquistando o mercado brasileiro pelas vantagens que representa. A planta vem ganhando destaque na área de meio ambiente, pois favorece a infiltração das chuvas no solo, auxilia na contenção de encostas e no controle da erosão. Também utilizado na recomposição florestal no resgate de CO<sub>2</sub> da atmosfera.

A Revolução Industrial, que teve início no século XVIII na Inglaterra, marcou a passagem de uma economia essencialmente agrária para outra baseada na industrialização, que trouxe consigo inúmeras mudanças, inclusive nos materiais da construção civil, que passaram a ser industrializados, tais como o cimento Portland e o aço (BRAGA et al., 2005; GHAVAMI & MARINHO, 2005).

Para que a utilização do bambu como material estrutural torne-se economicamente viável e com possibilidade de industrialização, são necessários estudos científicos nos processos de plantação, colheita, cura, tratamento e pós-tratamento, requerendo também uma completa análise das propriedades físicas e mecânicas do bambu. Somente a partir desses estudos, serão determinados critérios confiáveis de dimensionamento e viabilidade econômica na industrialização do bambu em grande escala (GHAVAMI & MARINHO, 2005).

Segundo Novaes (2019), o bambu tem elevada resistência mecânica aos esforços de tração paralela as fibras e mesmo touceiras de uma mesma espécie podem apresentar variabilidade nos valores de resistência, apresentando valores médios de 120 Mpa. Já para Ferreira (2005) *apud* Beraldo et al. (2003), a resistência à compressão situa-se na faixa de 20 MPa a 120 Mpa, e a resistência à tração axial do bambu pode atingir 370 Mpa, caracterizando-se como um dos principais atrativos do uso do bambu como substituto do aço.

Para Novaes (2019), o controle de qualidade do bambu depende muito do cultivo, manejo e colheita, pois uma colheita em períodos inadequados pode ocasionar a deterioração mais rápida do material, além de tornar atrativo para ataques xilófagos. Por outro lado, com a colheita adequada pode-se elevar a resistência dos colmos. Outra questão é observar a idade de colheita, que apresenta melhor desempenho nas propriedades mecânicas entre 3 e 6 anos, pois bambus com idade inferior a essa possuem alto teor de umidade e elevada quantidade de amido, não sendo indicados para utilização em elementos estruturais.

O bambu, preferencialmente, deve ser colhido em períodos de baixa intensidade pluviométrica, pois torna-se menos atrativo a insetos, é mais leve e seca mais rapidamente. O bambu deve ser armazenado em local seco, protegido do sol e da umidade e sem contato direto com o solo. Esses cuidados aumentam a durabilidade e, conseqüentemente, a resistência dos colmos de bambu (NOVAES, 2019). A determinação de propriedades físicas e mecânicas é regida pela norma internacional ISO 22157, que dispõe acerca dos procedimentos laboratoriais realizados em testes de bambu.

Em uma entrevista para o Fórum de Desenvolvimento do Rio (2010), o professor Khosrow Ghavami disse que ao ver o bambu pensou que deveria ser um material muito resistente, devido ao diâmetro e a altura. Ainda citou que após fazer alguns estudos e utilizar o bambu sobre estruturas metálicas, notou que a resistência do bambu era semelhante ao do aço e passaram a colocar o bambu como armadura dentro do concreto, mas identificou problemas relacionados a insetos e fungos e, também, com a absorção de água, evidenciando a necessidade de combiná-lo com outros materiais. Em contrapartida, se bem tratado, apresenta vantagem sobre o aço, pois o bambu não sofre corrosão.

Com relação ao tratamento do bambu, um estudo realizado por Naccache (2013), utilizou tiras de bambu para testar quatro tipos de impermeabilização. As peças foram analisadas quanto a absorção de água até o quarto dia e os resultados mostram que as peças de bambu com recobrimento de resina de epóxi Sikadur 32 e resina de mamona apresentaram melhores resultados referente à absorção de água quando comparado com as peças sem tratamento. Com isso, ressalta-se a importância do tratamento de impermeabilização do bambu antes de

ser usado como reforço estrutural no concreto.

Ferreira (2005), analisou amostras de pilares de concreto armado com aço, com 10 anos de idade, e uma viga de concreto reforçado com bambu tratado com 15 anos de idade. O bambu apresentou boas condições físicas e os ensaios mecânicos realizados no material não detectou modificações na sua resistência. Já as barras de aço dos pilares não foram realizadas ensaios mecânicos, porém apresentavam corrosão, sendo necessários reforços para estrutura.

Na pesquisa realizada por Ferreira (2005), foram ensaiados pilares com quatro anos de idade, sendo analisados ensaios realizados em 2001 e 2005, onde três pilares são de concreto armado em bambu (B4, B10 e B12) e um pilar de concreto armado com aço, na Tabela 1 é possível analisar as cargas de rompimento dos pilares tanto em comparação entre o intervalo de quatro anos, quanto os valores de força obtidos em relação ao aço e bambu.

		Taxa de armadura (%)	Força última para resistência máxima do concreto – $f_c$ (kN)	Carga última obtida nos pilares (kN)	Relação entre 2005 e 2001
B4	2001	3,00	1.072,00	750,00	1,33
	2005			996,01	
B10	2001	7,50	1.000,00	680,00	1,56
	2005			1.063,82	
B12	2001	9,00	1.008,00	710,00	1,24
	2005			877,93	
AÇO	2001	0,70	1.084,00	890,00	1,35
	2005			1.199,19	

Fonte: Ferreira (2005)

Tabela 1 - Valores da força obtida nos ensaios de compressão em 2001 e 2005

Segundo Ferreira (2005), em uma análise visual dos corpos de prova rompidos (conforme dados da Tabela 1), as ripas de bambu, aparentemente, estavam em um bom estado de conservação sem apresentar sinais de apodrecimento em suas amostras, enquanto que as armaduras do pilar aço já apresentavam sinais de corrosão.

### 3. Materiais e métodos

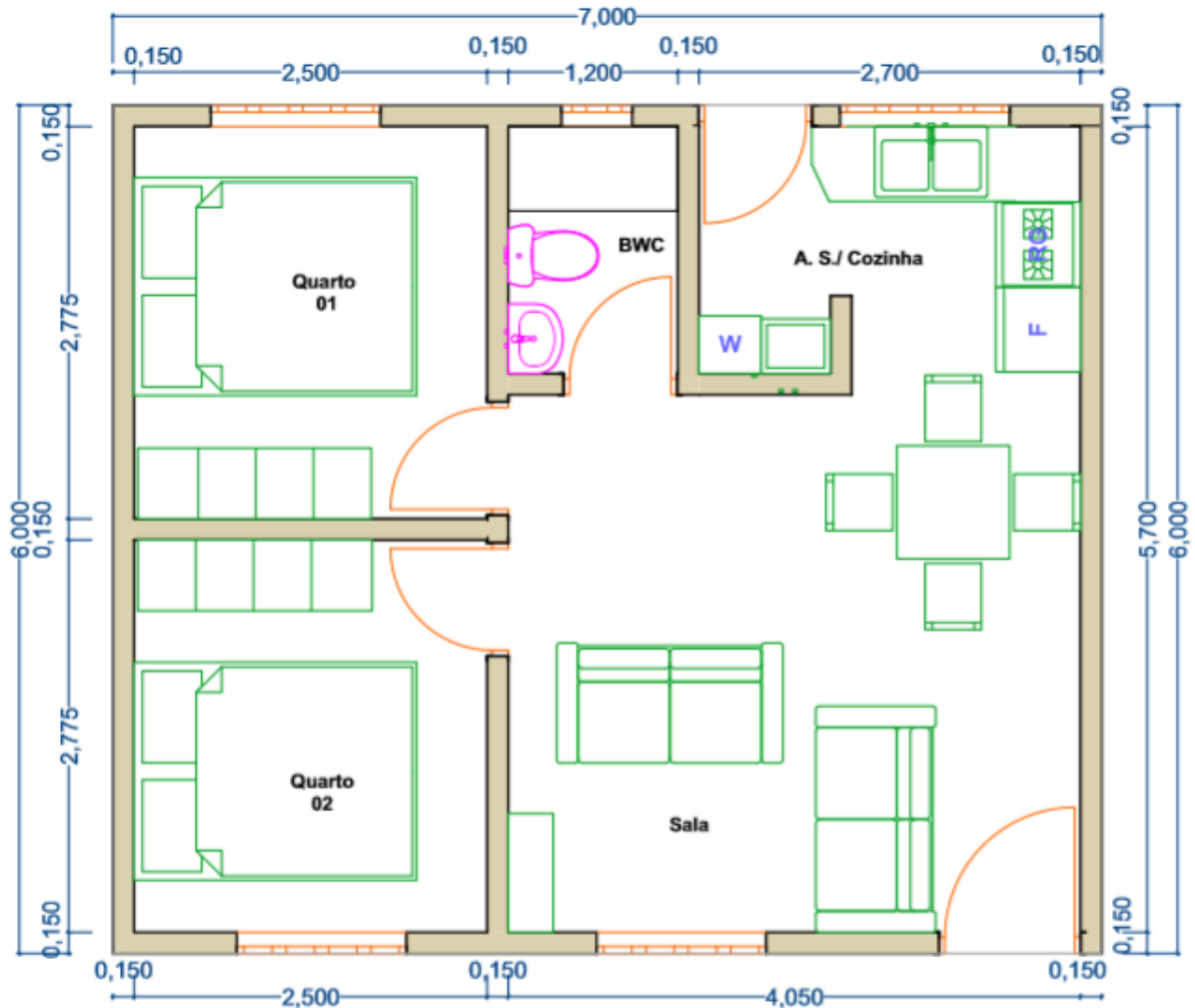
O presente artigo trata de uma pesquisa exploratória, realizado a partir de uma revisão bibliográfica, que buscou avaliar a utilização de bambu em novos métodos construtivos, visando um desenvolvimento mais sustentável na construção civil.

Posteriormente, requereram-se três orçamentos em empresa do Sudoeste Paranaense para que se pudesse avaliar financeiramente a substituição de paredes de alvenaria convencional por paredes de concreto armado com bambu, traçando comparativos de custos dos materiais.

Existem várias normas que regem os métodos construtivos sejam eles tradicionais ou com aplicação de novas tecnologias, porém na utilização de estruturas em bambu combinado com concreto, não há nenhuma norma brasileira específica, apenas referências normativas internacionais. Para tanto, utilizou-se na pesquisa a Diretriz para Avaliação Técnica de paredes estruturais de concreto moldadas no local (SINAT, 2017).

A pesquisa propôs a análise orçamentária na utilização do bambu armado em paredes

estruturais de concreto, sendo estas consideradas maciças moldadas *in loco*. O orçamento foi realizado a partir de um *layout* de uma residência unifamiliar, térrea, no padrão de habitações populares, com 2 quartos, 1 banheiro, 1 sala e 1 cozinha/área de serviço, totalizando 42 m<sup>2</sup>, como representado na Figura 1.



### PLANTA BAIXA (TÉRREO)

Figura 1 - Planta baixa utilizada como modelo base

Fonte: Autoria própria

O modelo possui as seguintes características:

- Pé direito: 2,5 m;
- Espessura da parede: 15 cm;
- Parede linear: 40 m;
- Chapisco, reboco e esboço: 3 cm para cada face;
- Pilares em encontros de parede: 13x20 cm;
- Vigas superiores: 13x20 cm.

As paredes de alvenaria convencional são compostas por tijolo, argamassa de assentamento e não tem função estrutural, já as vigas e pilares absorvem os esforços estruturais. Para o revestimento da parede é utilizado o chapisco, esboço e reboco, que tem o objetivo de

regularizar a superfície, proporcionar maior aderência entre a alvenaria e a camada de acabamento, como pode ser observado na Figura 2.

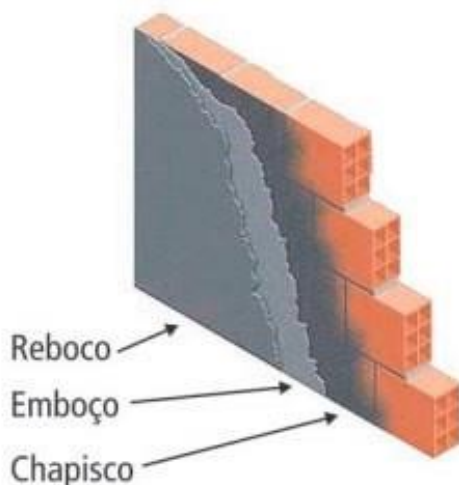


Figura 2 - Revestimento parede de alvenaria  
Fonte: Frollini (2016)

Para o quantitativo dos materiais foram consideradas as etapas para execução das paredes, mão-de-obra e materiais da região do sudoeste do Paraná.

Etapas de execução:

- Assentamento dos blocos cerâmicos;
- Execução de pilares e vigas;
- Instalação elétrica e hidráulica;
- Chapisco;
- Emboço;
- Reboco.

Materiais considerados:

- Tijolo cerâmico: 9x14x19 centímetros;
- Assentamento dos blocos: argamassa 1 cm;
- Vigas: aço armado e concreto;
- Pilares: aço armado e concreto;
- Chapisco: argamassa, espessura 0,5 cm por face;
- Emboço: argamassa, espessura 1,5 cm por face;
- Chapisco: argamassa, espessura 1,0 cm por face.

Segundo SINAT (2017), para a execução de paredes em concreto armado deve-se atentar para algumas limitações, conforme representado na Tabela 2.

	<b>Limitações parede de concreto armado</b>		
	Máximo	Mínimo	Adotado
Altura	3 m	2,5 m	2,5 m
Espessura	10 cm	-	10 cm
Espaçamento da malha	30 cm	2 x espessura	20 cm
Comprimento	-	1 m	Projeto

Fonte: SINAT (2017)

Tabela 2 - Limitações para projetos de paredes em concreto armado

As paredes de concreto com bambu armado foram caracterizadas, para o presente estudo, como paredes estruturais, moldadas *in loco* com a utilização de formas metálicas. Para tanto, considerou-se a espessura da parede de 10 cm, adaptado as Diretrizes do SINAT (2017). Para a armação da parede considerou-se uma malha de bambu com área seis vezes maior que se executado com aço.

Os materiais que seriam utilizados para execução das paredes consistem basicamente em uma malha de bambu e concreto.

Etapas consideradas de execução:

- A base da malha de bambu é chumbada junto à execução da viga baldrame;
- São instaladas as fôrmas, niveladas e plumadas;
- Instalação do elétrica, hidráulica e afastadores (forma e malha de bambu);
- Concretado de forma uniforme;
- A desenforma acontece de 12h a 24h, sendo a resistência a compressão do concreto superior a 1Mpa.

Materiais considerados:

- Malha de bambu com perfis de espessura 1x3cm;
- Concreto convencional;
- Afastadores.

A malha de bambu foi adotada conforme a Figura 3, onde pode-se visualizar um espaçamento de 20 cm entre os perfis, tanto na vertical, quanto na horizontal.

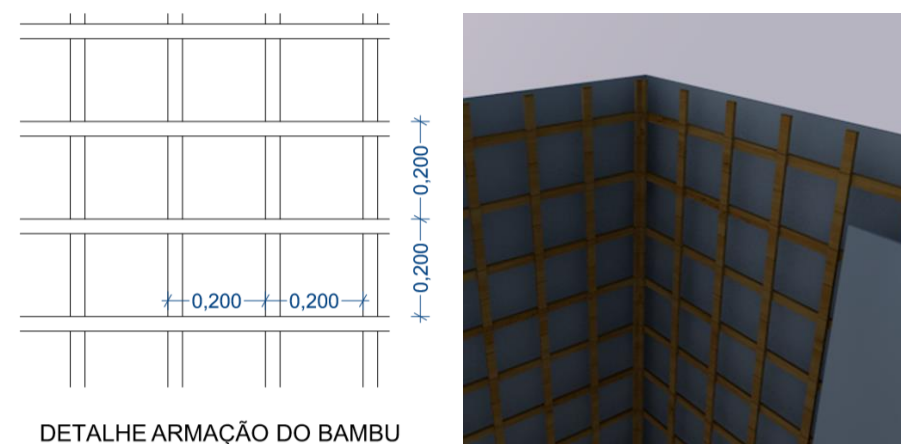


Figura 3 - Detalhe da armação do bambu e fôrmas

Fonte: Autoria própria

Em todas as paredes considerou-se a armação da malha de bambu, que por sua vez é chumbada no centro da parede, conforme Figura 4.

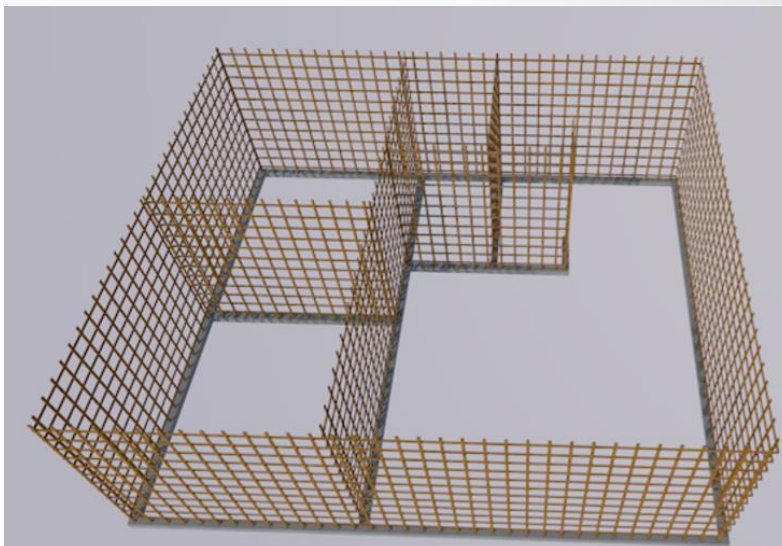


Figura 4 - Malha do bambu

Fonte: Autoria própria

Para o orçamento das paredes - tanto convencional quanto de concreto armado com bambu -, consideraram-se valores de mercado na região sudoeste do Paraná, sendo este orçado em três empresas distintas, estabelecendo-se como valores para determinação orçamentária a média aritmética entre eles.

Foi utilizado concreto convencional e bambu do tipo *Dendrocalamus asper*, conhecido também como bambu gigante, de comprimento útil de 14 m, diâmetro de 8 a 20 cm e espessura de 1 a 2 cm (NOVAES, 2019).

#### 4. Resultados e discussões

A quantidade orçamentária dos materiais foi calculada por m<sup>2</sup> e considerado a metragem total das paredes, conforme Tabela 3 para paredes convencionais e Tabela 4 para paredes maciças armadas com bambu, considerando na planta baixa do projeto base. Para o orçamento de custos dos materiais, tanto pelo método tradicional quanto pelo método de armação com bambu, foram consultadas três empresas denominadas Empresa 1, Empresa 2 e Empresa 3.

Material	Un	Quantidade de mat./m <sup>2</sup>	Quantidade (m)	Empresa 1 (R\$)	Empresa 2 (R\$)	Empresa 3 (R\$)	Média (R\$)
Bloco cerâmico	un	32	100	2208,00	2208,00	2080,00	2165,33
Argamassa assentamento	m <sup>3</sup>	0,0383	100	1225,60	1302,20	1302,20	1276,66
Aço treliça viga	m	1	40	1680,00	1280,00	1135,60	1365,20
Aço coluna pilar	m	1	32,5	958,75	926,25	685,75	856,91
Concreto viga e pilar	m <sup>3</sup>	0,026	72,5	622,05	678,60	659,75	653,47
Chapisco	m <sup>3</sup>	0,01	100	320,00	340,00	340,00	333,33
Emboço	m <sup>3</sup>	0,03	100	960,00	1020,00	1020,00	1000,00
Reboco	m <sup>3</sup>	0,02	100	640,00	680,00	680,00	666,67
<b>Total</b>				<b>8614,40</b>	<b>8435,05</b>	<b>7903,30</b>	<b>8317,58</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 - Orçamentos para paredes com materiais convencionais



Material	Un	Mat./m <sup>2</sup>	Qtd (m)	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Valor médio
Bambu	m	10	100	866,67	755,56	952,38	858,20
Concreto	m <sup>3</sup>	0,1	100	3300,00	3600,00	3500,00	3466,67
Impermeabilizante	Kg	0,60	100	155,94	175,10	171,23	167,42
Afastadores	un	2	100	29,26	39,80	45,00	38,02
<b>Total</b>				<b>4351,87</b>	<b>4570,46</b>	<b>4668,61</b>	<b>4530,31</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 - Orçamentos para paredes de concreto armado com bambu

Com base nas informações orçamentárias das empresas de materiais de construção realizou-se o comparativo de custo das paredes pelo método convencional e concreto armado com bambu, tal como apresentado no gráfico da Figura 5.

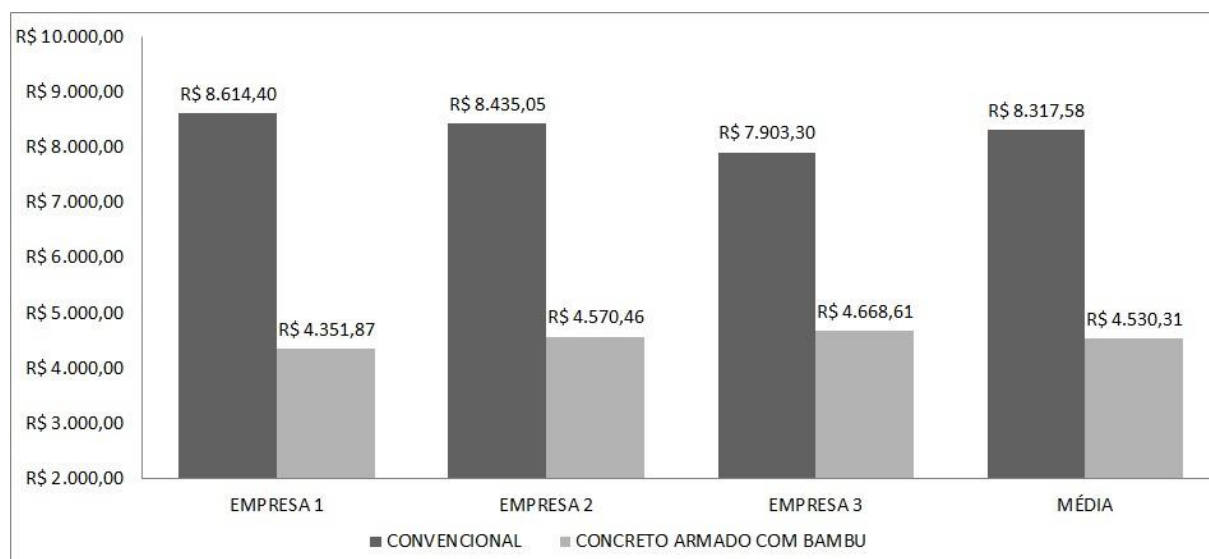


Figura 5 - Comparativo orçamentário

Fonte: Autoria própria

É possível analisar que, no orçamento elaborado pela Empresa 1, o valor do concreto armado com bambu é de 50,519% do valor que seria gasto caso a edificação fosse feita pelo método convencional. Já para a Empresa 2, o valor do concreto armado com bambu é de 54,184% e, por fim, para a Empresa 3, o valor é de 59,072%.

## 5. Considerações finais

O bambu possui grande potencial de se tornar o aço do futuro, tanto que, já foram realizados diversos testes para identificação de suas propriedades mecânicas, para certificação de sua qualidade e durabilidade, principalmente quando utilizado como reforço de estruturas. Entretanto, no Brasil não existem normas técnicas da aplicação de bambu como elemento estrutural na construção civil, sendo as pesquisas norteadas por normas internacionais.

No presente trabalho realizou-se uma pesquisa orçamentária para dois métodos construtivos de parede, sendo paredes com material convencional e de concreto armado com bambu. Para o método de concreto armado com bambu utilizaram-se as Diretrizes para Avaliação Técnica

de paredes estruturais de concreto moldadas no local - SINAT, sendo realizado o projeto de detalhamento da malha de bambu a partir das especificações da malha de aço.

Na pesquisa analisaram-se os critérios de detalhamento e custo dos materiais dos métodos construtivos. A pesquisa revelou fatores positivos no método construtivo de concreto armado com bambu, assim como fatores que demandam maior atenção para utilização do método como, por exemplo, a escolha do material, o manuseio e a execução.

Apesar do projeto não ser aplicado, o estudo comparativo a partir da avaliação de custos entre os dois métodos, apresentou resultados positivos para o método de parede de concreto armado com bambu, tendo em vista que este método resultou em uma economia de 45,53% nos custos quando comparado com o método tradicional. Dessa forma, a pesquisa atingiu seus objetivos, proporcionando um método construtivo com maior economia financeira e sustentabilidade ambiental.

### Referências

BOCHNIE, L. L.; BRUN, M. G. **O bambu em substituição ao aço**. Universidade Federal do Paraná, 2013.

BRAGA, B. et al. 2005. **Introdução à engenharia ambiental**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

CARNEIRO, Fabrícia. **Alagoas ganha Instituto de pesquisa sobre o uso do bambu**. 2013. Disponível em: <http://www.al.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/AL/alagoas-ganha-instituto-de-pesquisa-sobre-o-uso-do-bambu,a4988242d5e67410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em 06 set.2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Mapa estratégico da indústria 2018-2022 / Confederação Nacional da Indústria**. Rev. e atual. Brasília: CNI, 2018.

CONSELHO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Sustentabilidade na Construção**. 2017 Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/noticia/show.asp?npgCode=DBC0153A-072A-4A43-BB0C-2BA2E88BEBAE>. Acesso em: 06 set. 2019.

FERREIRA, Leandro Silva. **Durabilidade das armaduras de bambu tratado utilizadas como reforço em pilares de concreto armado**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Civil, 2005.

FÓRUM DE DESENVOLVIMENTO DO RIO. **Construções sustentáveis: entrevista com Khosrow Ghavami**. 2010. Disponível em: <http://www.querodiscutiromeuestado.rj.gov.br/noticias/2795-construcoes-sustentaveis-entrevista-com-khosrow-ghavami>. Acesso em: 06 set. 2019.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, A. B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifolia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.1, p.107-114, 2005 Campina Grande, PB.

GOMES, J. O.; LACERDA, J. F. S. B. L. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: Análise do estado da arte**. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional**. 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/plano-nacional>. Acesso em: 06 set. 2019.

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

NOVAES, A. M. C. **Projeto de Estruturas em Bambu – Princípios de Dimensionamento e Verificações de Segurança**. Ed. 3ª. ITHAKA, 2019.

ROSA, Mayara. **Terra chega à sua sobrecarga de recursos naturais**. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/terra-chega-a-sua-sobrecarga-de-recursos-naturais-2019/>. Acesso em: 06 set. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS DE PRODUTOS INOVADORES – SINAT. **Diretriz para Avaliação Técnica de paredes estruturais de concreto moldadas no local**. Brasília: SINAT, 2017.