



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778  
Nº 1, volume 6, artigo nº 04, Janeiro/Junho 2020  
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v6n1a4>

## A UTILIZAÇÃO DA FIBRA DE BAMBU COMO ADITIVO NO CONCRETO

**Barbosa, Franklim Gualberto<sup>1</sup>**  
Graduando em Engenharia Civil

**Silva, Marco Antônio Alves Machado<sup>2</sup>**  
Graduando em Engenharia Civil

**Folly, Priscila Oliveira<sup>3</sup>**  
Graduanda em Engenharia Civil

**Miller, Cristiano Pena<sup>4</sup>**  
Mestre em Engenharia Civil

### RESUMO

Com o desenvolvimento da tecnologia e a procura por métodos mais sustentáveis na construção civil, tem-se buscado novos materiais que envolvam menores quantidades de energia, matéria prima acessível, menos poluente e seja economicamente viável. Estes materiais possuem alto desempenho, com excelentes resultados para as resistências mecânicas. A sua inserção faz-se necessária para diminuir o impacto ambiental gerado pelo descarte dos materiais tradicionais. No caso do projeto em desenvolvimento a fibra natural de bambu, assim como outras fibras naturais, possui valores consideráveis quanto à resistência, custo e benefício. Devido a isso será realizado, a avaliação da fibra de bambu no concreto, através do ensaio de resistência à compressão, apresentado o resultado que em 57% dos corpos de prova rompidos ocorreu um aumento da resistência e em 43% ocorreu uma diminuição média.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil, Fibra de Bambu, Resistência.

### ABSTRACT

With the development of technology and the search for more sustainable methods in civil construction, new materials have been sought that involve smaller amounts of energy, accessible raw material, less polluting and is economically viable. These materials have high

<sup>1</sup> Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, [franklimgualberto@gmail.com](mailto:franklimgualberto@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, [marco.antonio.machado.alves@gmail.com](mailto:marco.antonio.machado.alves@gmail.com)

<sup>3</sup> Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, [priscilafolly123@gmail.com](mailto:priscilafolly123@gmail.com)

<sup>4</sup> Centro Universitário Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, [cristianomiller@yahoo.com.br](mailto:cristianomiller@yahoo.com.br)

performance, with excellent results for mechanical resistance. Its insertion is necessary to reduce the environmental impact generated by the disposal of traditional materials. In the case of the project under development, natural bamboo fiber, as well as other natural fibers, has considerable values in terms of strength, cost and benefit. Because of this, the evaluation of bamboo fiber in concrete will be carried out, through the compressive strength test, showing the result that in 57% of the broken specimens there was an increase in strength and in 43% there was an average decrease.

**KEYWORDS:** Civil Construction, Bamboo Fiber, Resistance.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Marçal (2008) o bambu é um material sem muito valor econômico, social ou cultural na sociedade brasileira, mas em outros países é motivo de orgulho e material favorável ao desenvolvimento de grandes pesquisas, devido ao seu potencial em diversas e comprovadas áreas de atuação. Material como o bambu não é poluente, não requer grande consumo de energia e oxigênio em seu processo de preparo, sua fonte é renovável e de baixo custo.

O uso do bambu surge como uma possível solução para o desenvolvimento de novos sistemas estruturais, substituindo no processo atual, alguns elementos. A utilização do bambu não é uma ideia revolucionária, pois vem sendo utilizado pelos povos antigos, permitindo a fabricação de ferramentas, utensílios, moradias, etc. Sua utilização atual é bem significativa, sendo em alguns países, seu uso já normatizado na construção civil. Outro fator relevante é a industrialização do bambu, capaz de criar produtos de excelente qualidade, em curto prazo.

O foco em retratar o bambu como elemento estrutural se aplicará a residências populares, onde serão utilizados ensaios para conhecimento de sua resistência e comportamento como um elemento na fundação, como vigas e pilares. Estudos realizados apontam que na África utiliza-se muito o bambu nas residências populares. Na Colômbia, depois do terremoto de janeiro de 1999, extensas áreas residenciais de classe média foram destruídas, mas as casas de bambu permaneceram de pé (Braga, 2011).

Segundo Souza e Bourscheid (2008), no Brasil são encontradas 34 gêneros e 232 espécies de bambus, das quais destacam-se *Bambusa vulgaris*; *Bambusa lako*; *Bambusa ventricosa*; *Phyllostachys aurea*; *Phyllostachys Moso*; *Phyllostachys nigra*; *Dendrocalamus*

asper; *Dendrocalamus giganteus*; *Guadua*. E o escolhido para este trabalho foi o Bambu Taquara, uma espécie cujo colmo é reto e de cor escura. Este bambu resiste muito bem às geadas, é originário da China e bastante comum no Brasil, forma moitas e não se alastra. Apresenta bons resultados em paisagismo, cercas vivas, servem como barreira acústica e contra a poeira.

Além de ser um bambu com favoráveis características é um tipo de bambu muito cultivado na região Noroeste Fluminense, contribuindo para que se tenha uma grande quantidade de material para o desenvolvimento do estudo. A retirada do material deverá respeitar as formas de cultivo e colheita, analisando, de forma visual, o colmo que representa um bambu maduro próprio para colheita.

Existem vantagens para a utilização dos concretos reforçados com fibras vegetais, estas têm baixo custo de obtenção e com características adequadas ao emprego como reforço de materiais frágeis. Além de ser um material com recursos naturais renováveis, e, portanto, não degrada o meio ambiente. Neste caso, a fibra de bambu agirá como um aditivo para o concreto.

Para Marçal (2008), as características mecânicas do bambu são influenciáveis principalmente pelos seguintes fatores: espécie, idade, tipo de solo, condições climáticas, época da colheita, teor de umidade das amostras, localização destas com respeito ao comprimento do colmo, presença ou ausência de nós nas amostras testadas e o tipo de teste realizado.

Então foram realizados procedimentos no laboratório do Centro Universitário Redentor, para avaliar a influência da adição da fibra de bambu no concreto, através de ensaios de resistência a compressão, além dos ensaios para a caracterização do material, seguindo sempre as Normas técnicas devidas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os aditivos para concreto são incorporados na mistura entre cimento, água, areia (agregado miúdo) e brita (agregado graúdo) para proporcionar características especiais ao concreto. Essas substâncias alteram as propriedades do material no estado fresco e endurecido, sendo exploradas para ampliar as qualidades e minimizar desvantagens da mistura.

Guilge (2008) afirma que o concreto aditivado pode ter sua trabalhabilidade, resistência, compacidade, entre outras propriedades, melhoradas, bem como permeabilidade, retração e absorção de água reduzida.

O concreto com adição de fibras tem sua aplicação conforme as necessidades de cada obra, mas são utilizados normalmente em pavimentos rígidos, pisos industriais, concreto projetado em túneis, contenção de encostas, reforço estrutural, etc., ou seja, a fibra deve possuir um bom desempenho para auxiliar na resistência do concreto.

Segundo Baratto (2014), o bambu se mostra mais adequado em comparação com outros materiais, no ensaio de resistência. Este fato deve-se a sua estrutura tubular oca. De fato ainda é preciso ser desenvolvidas alguns estudos acerca da utilização desse material na construção civil, primeiro que ainda não se tem uma norma detalhada para que seja trabalhado ensaios com o bambu devido a isso utiliza-se as normas pertinente a madeira, que também é um material natural com um bom desenvolvimento estrutural.

Como todo material, o bambu apresenta características específicas, qualidades e defeitos. Podemos citar como vantagem do uso do bambu a captura de CO<sub>2</sub>, sombreamento, contribuição para a melhoria do microclima local, condicionamento de ar natural através da evapotranspiração, paisagem contemplativa, quebra vento, pode ser plantado em consórcio com outras culturas, proteção do solo contra erosão servindo como contenção de encostas, alta eficiência produtiva, baixa geração de resíduos, biodegradável, alimento (broto de bambu), combustível não fóssil, renovável, baixo custo de produção, fácil manejo, planta adaptada ao nosso clima e mercado em expansão.

E como desvantagem destacam-se durabilidade natural baixa, necessidade de tratamento, apresenta grande risco quanto ao fogo, os colmos não são totalmente retos, falta na normatização no Brasil e ausência de profissionais capacitados para trabalhar com esse material.

Além disso, a escassez de normas para a regulamentação do uso do bambu e a ausência de profissionais capacitados para trabalhar com este material, são obstáculos para sua aplicação na construção civil. Apesar de ser um material de grande potencial, nota-se que ainda há desinteresse por parte dos profissionais em aplicá-lo em seus projetos. Para a disseminação do uso do bambu na construção civil é necessário um aprofundamento em estudos relacionados, proporcionando melhores formas de se trabalhar com o material, além da conscientização da população sobre a importância do uso de um material mais sustentável.

### 3. METODOLOGIA

Segundo ABNT (2015) Os moldes do corpo de prova em concreto, mas no caso são de bambu, devem ser cilíndricos e ter altura igual ao dobro do diâmetro. O diâmetro deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm, a depender do tipo de concreto e da dimensão dos agregados utilizados. Para concretos convencionais ou compostos por agregados com dimensão máxima característica igual a 25 mm, pode-se utilizar os moldes com dimensões de 10 cm de diâmetro de 20 cm de altura. Como os corpos de prova eram de bambu e este possui um diâmetro de 3 cm, foi adaptada a situação e então usou-se altura de 6 cm.

Foram confeccionados 12 corpos de prova de bambu, onde 6 possuindo um preenchimento com argamassa e os demais ficaram ao natural, ou seja, com o interior oco. A argamassa foi desenvolvida a partir de traço determinado de forma experimental pelos executores deste trabalho, para que seja um traço que melhor se adeque ao material em estudo. Vale ressaltar que todos os corpos de provas adaptados em bambu foram capeados para que a superfície ficasse uniforme.



**Figuras 01 e 02: Corpos de prova preenchidos com argamassa.**

Fonte: Autor, 2019

Os doze corpos de prova em bambu foram submetidos ao teste de resistência à compressão gerando valores que serão propostos para uma comparação entre os preenchidos com argamassa e os ao natural. Ressalta-se que todos os corpos de provas foram capeados para que sua superfície ficasse o mais liso e plano possível.

Em seguida foi realizada a extração das fibras e, posteriormente, a caracterização desse bambu, quanto a sua Massa Específica Aparente, Absorção, Massa Específica Saturada e Massa Específica Seca da Amostra

### **3.1 DETERMINAÇÕES MASSA ESPECÍFICA, MASSA ESPECÍFICA APARENTE E ABSORÇÃO DO BAMBU.**

Segundo ABNT (2009) entende por Massa específica a relação entre a massa do agregado seco e seu volume, sem considerar os poros permeáveis à água. A Massa específica aparente é definida como a relação entre a massa do agregado seco e seu volume, incluindo os poros permeáveis à água. As determinações de volume são feitas na balança hidrostática, pela diferença de massa do material ao ar e submerso. Absorção é o aumento de massa do agregado devido ao preenchimento de seus poros permeáveis por água, expressa em porcentagem de sua massa seca.

A primeira etapa do ensaio é coletar a amostra do bambu, pesar e deixar na estufa a 105°C, em um período de 24 horas. Após passar o tempo pesa-se a amostra e passa-se a segunda etapa.

A segunda etapa é pegar a amostra e mergulhá-la em água por um tempo de 20 a 28 horas, neste estudo o material ficou imerso por 48 horas. Após passar o tempo, é preciso secar superficialmente toda amostra e pesar novamente, pois agora a amostra encontra-se saturada.

A terceira etapa é a realização do ensaio na balança hidrostática, o aparelho tem um formato de cesta com um suporte que é colocado em cima da balança e a amostra é depositada dentro do cesto que encontra-se imerso em água.

Após a realização dos ensaios e possuindo em mãos os valores encontrados, passa-se a determinação da Massa Específica Aparente do Agregado, Absorção, massa específica do material saturado, massa específica do material seco.



**Figuras 03 e 04: Ensaio na balança Hidrostática.**  
**Fonte:** Autor, 2019

### **3.2 DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO MIÚDO - MÉTODO DO FRASCO DE CHAPMAN (NBR 9775:1987)**

Depois da caracterização do bambu passou-se a caracterização do concreto, começando pela determinação da massa específica do agregado miúdo pelo método do Frasco de Chapman (NBR 9775/1987). Neste procedimento a água que adere à superfície dos grãos é expressa em porcentagem da massa do agregado úmido em relação à massa do agregado seco. E define se essa areia está apta a ser utilizada

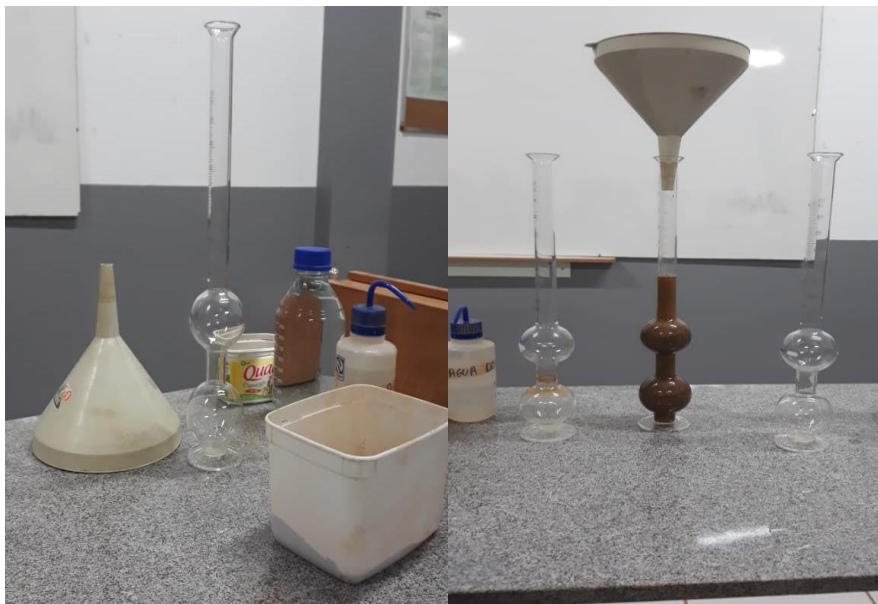
Neste ensaio busca-se determinar a umidade do agregado miúdo com o auxílio de um frasco especial idealizado por Cloyd Chapman. Que consiste em vaso de gargalo estreito e comprido graduado e com um estrangulamento no corpo a meia altura.

Assim será preenchido com água até a divisão de 200 cm<sup>3</sup> ou 200 ml e deixar em repouso até que a água aderida nas paredes interna escorra totalmente, é necessário a observação perpendicular na marca do frasco.



Em seguida, deve-se inserir com cautela os 500g de agregado miúdo úmido no frasco, o qual deve ser agitado com os devidos cuidados para eliminar todas as bolhas de ar, pois estas podem alterar no desempenho do resultado final.

Logo depois de realizar estas etapas é necessária à visualização da medida total (água + agregado miúdo) no frasco, buscando sempre fazer a observação perpendicular ao recipiente, obtendo os devidos valores.



**Figuras 05 e 06: Ensaio Frasco de Chapman.**  
Fonte: Autor, 2019

### **3.3 ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA REAL DO MATERIAL FINAMENTE PULVERIZADO**

O método para Determinar a Massa Específica consiste em encher o frasco com a querosene até uma marca entre 0 e 1cm<sup>3</sup>, com auxílio do funil de haste longa, como representado. Depois é colocado o frasco de Le Chatelier no banho d'água até que seja obtido o equilíbrio térmico (por 5 min) e faz-se a primeira leitura do nível superior do líquido.

Pesa-se 60 g de cimento, em seguida retira-se o frasco do banho e coloca-se nele todo o cimento, em pequenas porções. Submeter o frasco a movimentos giratórios para que todo o ar do material seja expulso. Coloca-se novamente o frasco em banho a fim de fazer-se a leitura final. Após a leitura efetua-se o cálculo da massa especifica de acordo com a Equação 1.0.



$$\rho = \frac{m}{v_f - v_o} \quad (1.0)$$

$\rho$  : Massa específica [g/cm<sup>3</sup>];  $m$ : Massa de cimento [g];  $v_f$ : Volume final [g];  $v_o$  : Volume inicial.

### 3.4 GRANULOMETRIA EM AGREGADO GRAÚDO E MIÚDO

Por meio da NBR 7211:2005, podem-se determinar os agregados graúdos para o concreto. Através do ensaio de granulometria, será conhecido qual o tipo de brita que está sendo utilizado, para os agregados graúdos e qual o tipo de areia estará sendo utilizada, quando fala-se em agregados miúdos.

Separa-se uma quantia de 1 kg (um quilograma) de brita e areia, despejando no Kit de peneiras onde eles passarão por movimentos para a reorganização dos grãos. Após a realização do ensaio desmonta-se o kit e pesa a quantidade de agregado que ficou retido naquela peneira, logo após é feita a porcentagem de material retido.

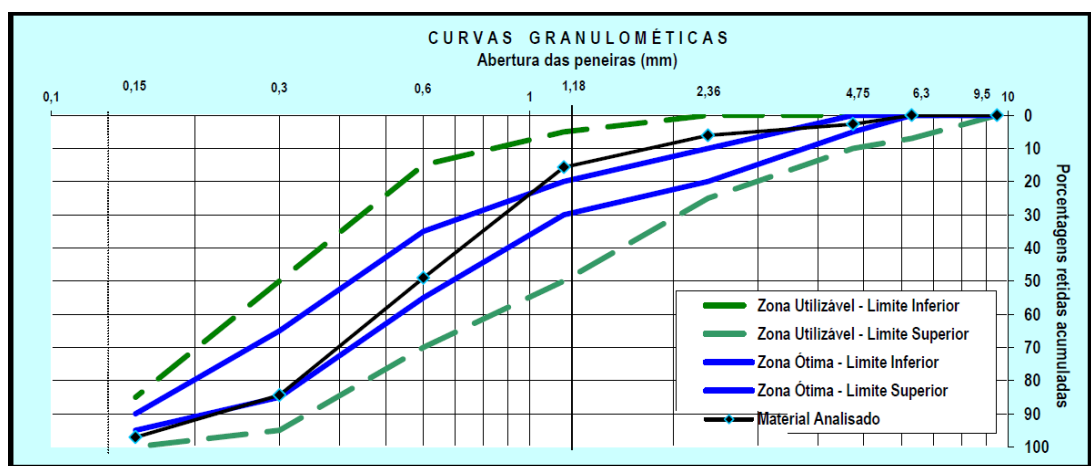
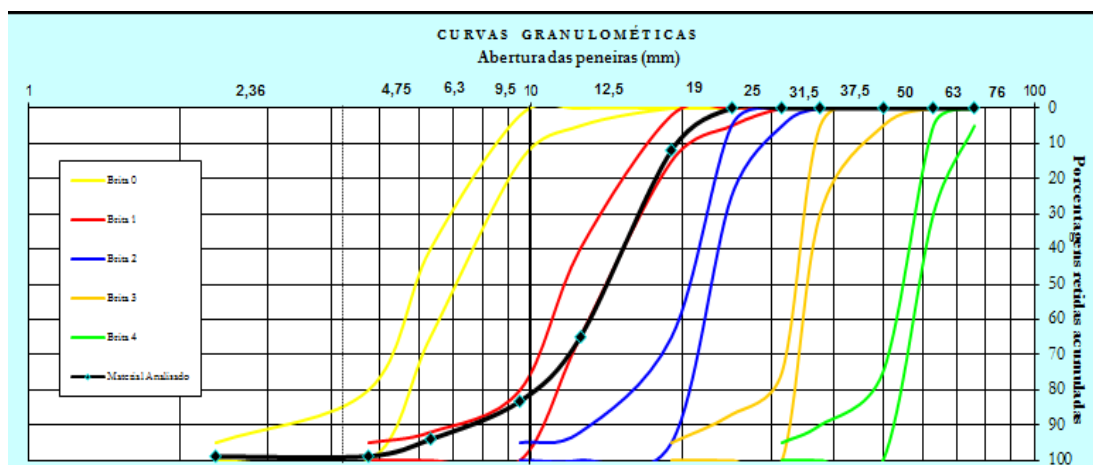


Figura 07: Análise Granulométrica Agregado Miúdo.

Fonte: Autor, 2019



**Figura 08: Análise Granulométrica Agregado Graúdo.**

Fonte: Autor, 2019

Após as devidas caracterizações dos materiais desenvolveu-se o cálculo do traço corrigido do concreto para sete corpos de prova cilíndricos possuindo dimensão de 10x 20 cm. Este traço foi utilizado para o concreto com aditivo, mas será inserida a fibra de bambu, representando uma parcela de 2% da quantidade utilizada de cimento no traço.

Foi realizado o *Slump Test* para conhecer e conferir o abatimento do concreto e logo após moldados os corpos de prova. Em um período de 24 horas após a moldagem dos corpos de prova, foram retirados dos moldes e imergiram-se os em água durante o período de 15 dias, devido à falta de tempo para que ficassem os 28 dias.

Após os dias decorridos foram retirados da água e colocados para secar, em seguida foram rompidos no ensaio de resistência a compressão.



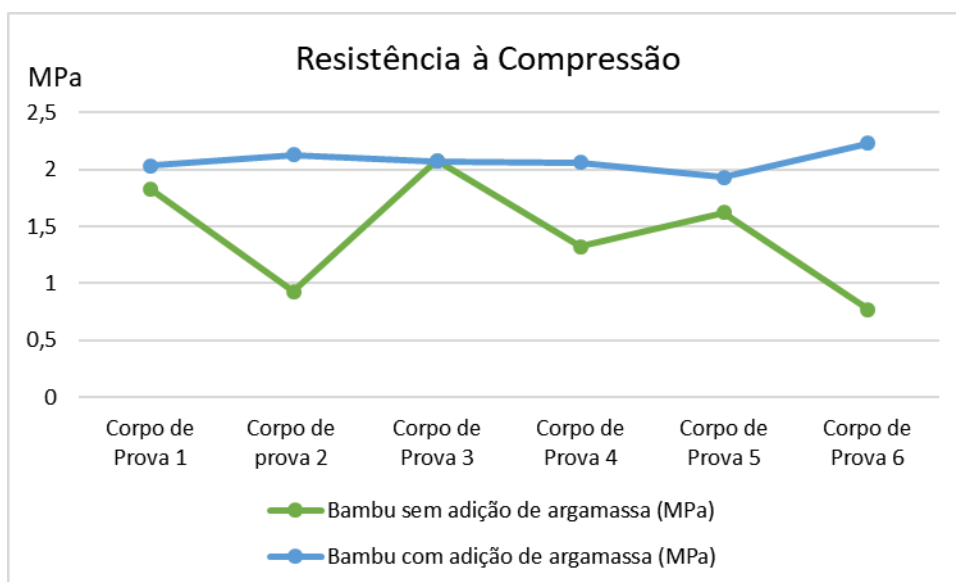
**Figuras 09 e 10: Corpos de prova de concreto (Figura 5), corpo de prova de concreto em ensaio de Resistência a Compressão (Figura 6).**

**Fonte:** Autor, 2019

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a confecção dos corpos de prova de bambu, e preenchimento de 6 com argamassa, pôr-se-á ensaio de Resistência à compressão. Onde notou-se que os corpos de prova que estavam capeados e preenchidos com a argamassa de cimentos obtiveram uma resistência maior dos que estavam somente capeado e com o corpo vazio, oco como é o natural do bambu. O Gráfico 1 poderá representar de forma visual os valores obtidos no ensaio para as resistências do corpo de prova.

**Gráfico 1: Resultados do Ensaio de Resistência a Compressão**



**Fonte:** Autor, 2019

Pode-se perceber que a média obtida para os corpos sem argamassa foi de, aproximadamente, 1,43 MPa e para os corpos preenchidos com argamassa foi de, aproximadamente, 2,08 MPa. Podendo demonstrar que o bambu combina bem com o cimento, possivelmente poderá desempenhar um ótimo trabalho quando misturado com o concreto.

Os corpos de prova 1 e 3 nos dois momentos, com argamassa, tiveram valores de resistência à compressão muito próximos, o que pode relatar que nesta parte do colmo do bambu maduro ele possui uma resistência em um ponto que preenchido ou não ele estará neste valor, a máquina ela registra o momento onde teve o rompimento, isso pode levar a entender que o corpo do bambu que recebeu a carga e rompeu.

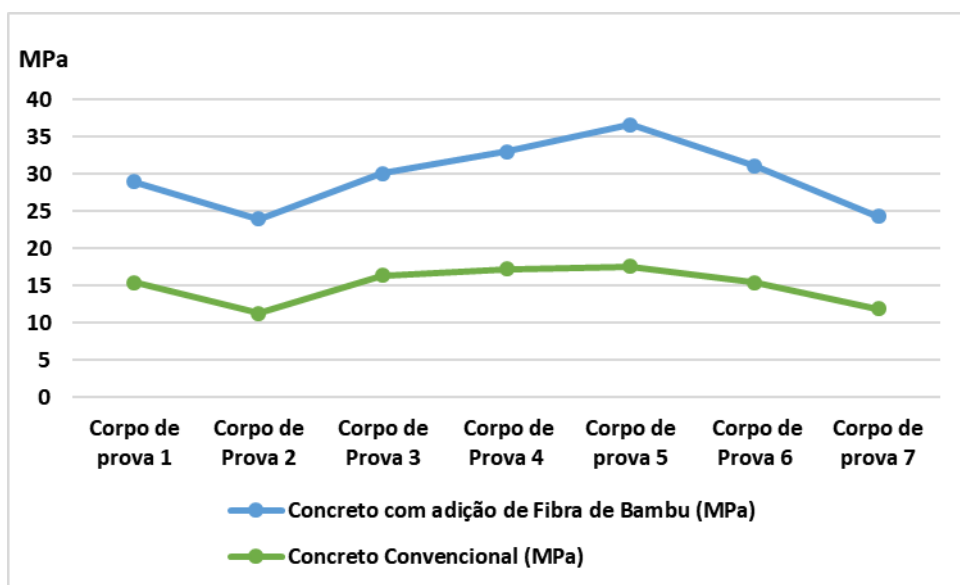
O agregado miúdo, em ensaio, possui teor de umidade aceitável em conformidade com as especificações normativas que é de apresentar até 0,5% de umidade. Isto indica que este pode ser comercializado e utilizado em construções.

E realizado o ensaio de análise granulométrica e finura do agregado miúdo através da NBR NM 248 (2003), onde verificou-se que o agregado tem diâmetro 2,4 milímetros e módulo de finura de 2,55. Verificou-se que a brita é tipo brita 1, possuindo diâmetro máximo de 12,5 milímetros e módulo de finura de 6,89.

O traço corrigido calculado foi de **1:1,59:1,67:0,46**, onde foi calculado para uma massa de **13, 82 kg** de cimento para o concreto convencional e utilizando do mesmo traço pode-se obter um valor de **276,4 g** de fibra de bambu.

Ao colocar os corpos de prova em ensaio de Resistência a Compressão pode-se obter os seguintes valores, onde os corpos de prova foram numerados nos valores de 1 a 7.

**Gráfico 2: Resultados do Ensaio de Resistência a Compressão dos corpos de prova em concreto.**



Fonte: Autor, 2019



**Figuras 13 e 14: Corpos de prova preenchidos com argamassa.**

**Fonte:** Autor, 2019

Nas figuras 7 e 8 pode ver a deformação do corpo de prova em ensaio a resistência a compressão e pode perceber que a fibra de bambu encontra-se agindo de forma a resistir essa força de compressão, quando o corpo de prova encontra-se contraindo a fibra do bambu encontra-se tracionando de forma a tentar conter a deformação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo dados apresentados em trabalhos científicos o bambu possui resistência mecânica estrutural elevada, possuindo nenhum concorrente no reino vegetal. Somam-se as características favoráveis uma forma tubular acabada, estruturalmente estável, uma baixa massa específica, uma geometria circular oca, otimizada em termos da razão resistência / massa do material. Os resultados dessas características implicam baixo custo de produção, facilidade de transporte e trabalhabilidade, as quais se revertem em diminuição nos custos das construções (GHAVAMI, 1989,1992; MOREIRA e GHAVAMI,1995 *apud* MARÇAL, 2008).

Por meio da análise dos resultados obtidos através deste projeto, e de todas as pesquisas e procedimentos elaborados, afirma-se que em 57% dos corpos de prova rompidos ocorreu um aumento da resistência e em 43% ocorreu uma diminuição média. Com isso, conclui-se que no ensaio de resistência a compressão da fibra de bambu no concreto mostrou-se parcialmente vantajosa, entende-se que ela pode vir a ser mais utilizável no processo de tração, onde o concreto possui uma resistência mais baixa.

## REFERÊNCIAS

NBR 7217, **Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Disponível em <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-7.217-Determina>>. Acesso em Abril/2019.

NBR 5738, Concreto – **Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Disponível em: <[http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%205738%20-%2015\\_aula.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%205738%20-%2015_aula.pdf)>. Acesso em Abril/2019

NBR 5739 – **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Disponível em: <http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001169-522fc532a8/NBR%205739%20-%20Concreto%20-%20Ensaio%20de%20Compress%C3%A3o%20de%20Corpos-de-pro.pdf>. Acesso em Abril/2019.

NBR 12655, **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Disponível em: [http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001290-4323c441bd/NBR%2012655%20-%2015\\_aula.pdf](http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001290-4323c441bd/NBR%2012655%20-%2015_aula.pdf). Acesso em Maio/2019.

GRECO, T.M.; CROMBERG, M.; RÍOS, H. C. **Bambu – cultivo e manejo**. Florianópolis. Insular. 2011. 184 p. Il.

UFMG, **Estudo do Concreto Reforçado com Fibra de Aço e Fibra de Bambu**. Disponível em: <[http://www.sbpnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2367\\_1832eec2fe71d6067610c7c11cefed611.pdf](http://www.sbpnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2367_1832eec2fe71d6067610c7c11cefed611.pdf)>. Acesso em Maio/2019.



MARÇAL, V. H. S. **Uso do Bambu na Construção Civil**. Disponível em: <[http://bambusc.org.br/wpcontent/uploads/2009/05/tratamentobambu\\_vitor\\_hugo\\_marcal.pdf](http://bambusc.org.br/wpcontent/uploads/2009/05/tratamentobambu_vitor_hugo_marcal.pdf)>. Acesso em Maio/2019.

PROJETO BAMBU.COM. **Uso do Bambu**. Disponível em: <<http://www.projetobambu.com/usos-do-bambu/>>. Acesso em Maio/2019.

Silva, Juarez Ramos; Barbalho, Greice Hellen de N. **Bambu, um material alternativo para trilhar caminhos conscientes e sustentáveis**. Disponível em: <<http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2018/12/03.pdf>>. Acesso em Maio/2019..

ESO. **Concreto Corpos de Prova**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=992>>. Acesso Maio/2019..

### **Sobre os Autores**

**Franklim Gualberto Barbosa:** Aluno graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Redentor. Atua na área de Engenharia Civil. E-mail: franklimgualberto@gmail.com.

**Marco Antônio Alves Machado da Silva:** Aluno graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Redentor. Atua na área de Engenharia Civil. E-mail: marco.antoniomachado.alves@gmail.com

**Priscila Oliveira Folly:** Aluno graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Redentor. Atua na área de Engenharia Civil. E-mail: priscilafolly123@gmail.com .

**Cristiano Pena Miller:** Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Redentor. Mestre em Engenharia Civil. E-mail: cristianomiller@yahoo.com.br