

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266870652>

USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TESTES DE COMPRESSÃO EM CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DA ESPÉCIE DENDROCALAMUS GIGANTEUS

Article

CITATIONS

0

READS

1,099

4 authors, including:



André Luiz Aquere
University of Brasília

10 PUBLICATIONS 54 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Luciano Mendes Bezerra
University of Brasília

99 PUBLICATIONS 517 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TESTES DE COMPRESSÃO EM CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS DA ESPÉCIE *DENDROCALAMUS GIGANTEUS*

Vitor Hugo Silva Marçal*¹, André Luiz Aquere¹, Luciano Mendes Bezerra¹

¹Universidade de Brasília (UnB), Depart. Eng^a Civil – Brasília, Brasil

*Email: vitormarcal@projetobambu.com

RESUMO: O uso do bambu surge como uma possível solução para o desenvolvimento de “novos” sistemas estruturais, substituindo alguns elementos no processo construtivo atual. A utilização do bambu não é nenhuma idéia inovadora - o mesmo já foi utilizado por diferentes culturas antigas para produção de ferramentas, mobiliário, moradias, etc. Sua utilização atual é bastante significativa, sendo em alguns países utilizada de forma normatizada na construção civil. Outro fator importante é a industrialização do bambu que aumenta as possibilidades do seu uso, gerando produtos de excelente qualidade. As resistências a compressão de corpos de prova cilíndricos comprovam seu potencial como elemento construtivo e demonstram como esse material pode atingir valores maiores que alguns concretos em apenas 3 anos de maturação do colmo.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao constante crescimento de um pensamento sustentável e uma aparente economia, a utilização de materiais não convencionais na construção civil se torna cada vez maior. Um grande número de construções vem sendo desenvolvidas com técnicas que utilizam elementos naturais com funções estruturais e arquitetônicas. Na maioria das vezes esses sistemas já são usados a muito mais tempo do que as “convencionais” formas de construção - que são relativamente novas para o tempo em que os seres humanos ocupam e estabelecem moradias fixas no planeta. O uso do bambu surge como uma possível solução para o desenvolvimento de “novos” sistemas estruturais, substituindo alguns elementos no processo construtivo atual. A utilização do bambu não é nenhuma idéia inovadora - o mesmo já foi utilizado por diferentes culturas antigas para produção de ferramentas, mobiliário, moradias, etc. Sua utilização atual é bastante significativa, sendo em alguns países utilizada de forma normatizada na construção civil. Outro fator importante é a industrialização do bambu que aumenta as possibilidades do seu uso, gerando produtos de excelente qualidade.

Existem alguns fatores que dificultam a utilização desta gramínea na construção civil. Podemos citar a falta de acesso à material de qualidade, falta de incentivo por parte do governo, falta de mão de obra especializada. Todavia um dos maiores problemas é a falta de parâmetros de cálculo para que essas obras possam ser regulamentadas e, desta forma, possam ser melhor projetadas e desenvolvidas pelos profissionais responsáveis.

Existem hoje mais de 1250 espécies de bambu identificados, cada qual com características próprias, sendo que algumas possuem potencial para serem utilizadas na construção civil. No presente trabalho a espécie utilizada é a *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante), bambu originário do sudeste da Ásia, com alturas máximas de colmo de 30 metros e diâmetros máximos de 30 cm. No centro-oeste a época de rebrota acontece no começo do ano entre Janeiro e Abril.



Figura 1.1. Colmos de *Dendrocalamus giganteus*



Figura 1.2. Touceira de *Dendrocalamus giganteus*

Existem algumas características que podem nos auxiliar a estipular a idade de um colmo:

- Presença de proteção caulinar ou bainha caulinar – Para tornar possível o sistema de crescimento tão rápido do bambu, o mesmo possui uma proteção durante os primeiros

meses de vida, que aparenta uma folha protetora em torno de todo colmo, servindo como uma armadura, dura e cheia de pequenos “pêlos” urticantes (Figuras 1.7 e 1.8). A mesma é descartada quando o bambu já possui propriedades físicas para suportar os esforços por si só.



Figura 1.3. Brotos de *Dendrocalamus giganteus*



Figura 1.4. Bainhas ou folhas caulinares

- Após a queda da proteção caulinar o bambu ainda está bastante imaturo e necessita de proteções contra possíveis predadores, por esta razão a textura do mesmo ainda é áspera (figura 1.5), como se estivesse coberto por “pêlos”. Que como os da proteção anterior também são urticantes. A tonalidade de bambus imaturos também é bastante singular, uma tonalidade mais viva, brilhante, como se o bambu fora recentemente limpo e encerado.



Figura 1.5 Aparência de colmos imaturos ou jovens

- Bambus mais novos podem ser caracterizados pela pouca presença de galhos, já que os mesmos se desenvolvem com passar do tempo (Figura 1.6). Ou seja, uma boa maneira de estipular a idade de um bambu seria pela quantidade de galhos secundários

(Hidalgo, 2003). Vale lembrar que bambus muito antigos também podem apresentar poucos galhos, já que os mesmos podem ter caído pela ação do vento, contudo é possível perceber as marcas deixadas onde existia a gema originária dos galhos.



Figura 1.6. Copa de uma touceira de *Dendrocalamus giganteus* de 3 anos

- Em uma touceira existem vários colmos de bambus, e quanto maior o tempo que um colmo esta na touceira maior é a presença de fungos, manchas, marcas deixadas pelo atrito com outras varas e manchas de incidência de chuva e sol (figura 1.7). Podemos presumir que quanto mais “suja” ou cheia de manchas for a vara maior é sua idade.



Figura 1.7. Foto da parte basal da touceira extraída



Figura 1.8 . Aparência de um colmo mais antigo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha da espécie de bambu *Dendrocalamus giganteus* se deve a alguns fatores; é o bambu mais usado no centro – oeste brasileiro, já que existem várias touceiras espalhadas por diversas propriedades rurais locais. Suas propriedades físico-mecânicas são muito boas - possibilitando seu uso como pilar, vigas e peças de cobertura, além de possuir diâmetro e espessura de parede que possibilitam o uso de peças individuais em estruturas de maior porte. Outra característica importante é o fato de possuir sistema de rizoma paquimorfo, ou seja, cresce em touceiras, facilmente controladas e delimitadas. Somado a uma alta produção de biomassa estas características acima citadas fazem deste um excelente bambu para produção comercial.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizadas varas colhidas durante o mês de Maio de 2010, próximo a região de Luziânia - Goiás. Por decisão do proprietário do terreno foi feito um corte raso, ou extração total, das varas em um dos bambuzais que se situava entre duas casas, e oferecia riscos aos moradores. Para o desenvolvimento deste processo foram usados moto-serra, sistemas de polia e muita corda. O bambuzal em questão possuía em torno de 12 anos desde plantado, pelo dono do terreno, e todos os brotos do ano de 2010 haviam sido impedidos de progredir seu crescimento. Observando alguns bambuzais próximos que haviam sido plantados em torno de três anos antes da data em que ocorreu o corte, e as mudas haviam sido retiradas do mesmo bambuzal anteriormente especificado. Observou-se que as varas possuíam diâmetros bem próximos aos menores diâmetros dos bambus presentes na touceira a ser cortada. Logo podemos pensar que os bambus que seriam cortados possuíam idade máxima de até nove anos, e idade mínima de 1 ano. Em conversa com o caseiro do terreno foi verificado que a touceira recebia frequentes manejos para limpeza, corte de varas maduras e produção de novas mudas.

Para tornar o processo mais sustentável, foram produzidos durante a extração vários subprodutos como: Varas de bambu com 6 metros de comprimento, sendo cada colmo dividido em pelos menos duas varas. Produção de mudas com as galhadas presentes no 1/3 superior de cada colmo, limpeza e separação da parte de cada galhada que não foi utilizada para o desenvolvimento da muda e um volume muito grande de folhas que caíam ou eram separadas das galhadas.



Figura 2.1. Touceira de 12 anos



Figura 2.2. Touceira de 3 anos

As varas foram estocadas próximas ao local de extração e ali ficaram por 20 dias, esperando o transporte. No final de cada dia trabalhado uma solução de óleo queimado de motor e octoborato tetrahidratado dissódico era pincelado nas pontas recém cortadas, o intuito de tal procedimento era dificultar ou tornar menos agradável a presença de insetos nessas pontas, que juntamente com os nós são os locais de maior introdução desses possíveis agentes patológicos. Cada entre nó foi furado com uma broca fina, e introduzido uma solução de DDVP, Cipermetrina e Octoborato tetrahidratado dissódico com o uso de uma bomba disponível em casas agropecuárias. O bambu foi então rotacionado para que a solução impregnasse toda a parte interna. Finalmente as peças foram transportadas e estocadas em local coberto e bem ventilado.

Essas varas foram então separadas em 3 grupos usando como referência as características que foram citadas anteriormente:

- Varas com idade estimadas entre 0 – 3 anos
- Varas com idade estimadas entre 3 – 6 anos
- Varas com idade estimadas entre 6 – 9 anos

3. METODOLOGIA

3.1 Seleção do material

Foram seleccionadas três varas de 6 metros da parte basal do bambu *Dendrocalamus giganteus* (bambu gigante) de forma que os mesmos fossem divididos em 3 grupos:

- 1 Vara com idade estipulada entre 0 – 3 anos (verde)
- 1 Vara com idade estipulada entre 3 – 6 anos (Azul)
- 1 Vara com idade estipulada entre 6 – 9 anos (Amarelo)



Figura 3.1. Varas seleccionadas para os ensaios.

3.2 Coleta e preparo do material

Cada uma dessas varas foi numerada desde o primeiro entrenó até o último e pintadas com uma pequena mancha de cores diferentes para uma melhor diferenciação. Os corpos de prova foram retirados seguindo recomendação da norma colombiana NTC5525, possuindo altura próxima a duas vezes o diâmetro externo. Como a altura do entrenó aumenta desde a base até o topo das varas ensaiadas de bambu, os corpos de prova dos primeiros entrenós possuíam altura menor que a recomendada. Durante a retirada dos corpos de provas dos entrenós superiores foi possível também confeccionar corpos de prova que possuíam um nó próximo a parte central do mesmo (figura 3.2).

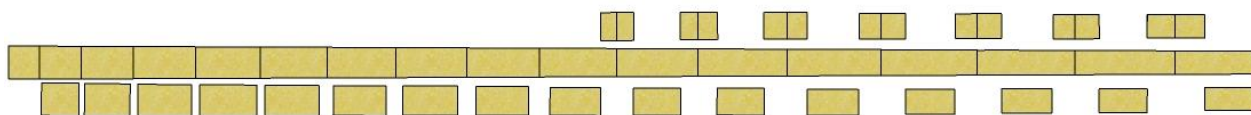


Figura 3.2. Modelo do processo de confecção dos corpos de prova.

O primeiro processo de corte foi feito com o uso de uma serra circular de mão, resultando em peças com tamanho médio, que foram acabadas no laboratório do CPAB/ UnB (Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais).

Para o acabamento dos corpos de provas foi necessário o uso dos seguintes equipamentos:

- Serra fita de bancada.
- Lixa circular de bancada (figura 3.3)
- Prumo para garantir um correto paralelismo entre as faces.

Durante o corte dos corpos de prova na serra fita não foi possível fazer com que as faces tivessem paralelismo satisfatório. Por esta razão foi necessário lixar essas faces com uma lixadeira circular de bancada, para obter um paralelismo mais adequado ao estipulado pela norma NTC5525, que normatiza que as faces devem ser planas com um desvio máximo de 0,2 mm.



Figura 3.3 . Lixadeira circular de bancada usada para acabamento dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram divididos em três grupos, o intuito era que os mesmos fossem confeccionados no máximo um dia antes de serem ensaiados. Os corpos de prova foram guardados em sacos plásticos, desta forma a perda de umidade foi amenizada. Alguns corpos de provas estavam rachados ou acabaram rachando pela perda de umidade e fissuras menores pré existentes que acabaram aumentando. Por esta razão alguns deles foram descartados.

Os ensaios de compressão foram realizados no laboratório de tecnologia da madeira do departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. Os seguintes equipamentos foram utilizados para medição, pesagem e ensaio à compressão dos corpos de prova.

- Máquina para ensaio à compressão utilizada foi uma EMIC - DR 3000 com capacidade máxima de 300 KN (figura 3.4).



Figura 3.4. Máquina utilizada para os ensaios de compressão.

- Para a pesagem dos corpos de prova foi utilizada uma balança digital Marconi As 2000c. Peso máximo = 2000g e mínimo = 0,5g, erro = 0,1 g.
- Para a medição dos diâmetros e espessura dos corpos de prova foi utilizado um paquímetro digital 6 (figura 3.5).



Figura 3.5. Paquímetro digital.

Como a maior parte dos corpos de prova possuía forma e espessuras irregulares (figura 3.6), foi utilizada uma forma de cálculo sugerida pela norma NTC5525. Os diâmetros externos foram medidos duas vezes em direções perpendiculares entre si, sendo usado o valor médio dessas medidas. A espessura foi medida quatro vezes, nos mesmos lugares onde foram feitas as medidas de diâmetro, sendo usado o valor médio entre elas para cálculo do diâmetro interno.



Figura 3.6. Locais de medição de diâmetro e espessura nos corpos de prova.

O diâmetro interno foi calculado pela seguinte expressão:

$$DI = \text{Diâmetro externo} - (2 \times \text{espessura média})$$

A área usada para o cálculo de tensões foi calculada pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Área útil} &= \text{Área do círculo com diâmetro externo} - \text{Área do círculo com diâmetro interno} \\ \text{Área útil} &= (3,14 \times (\text{raio externo})^2) - (3,14 \times (\text{raio interno})^2) \end{aligned}$$

Os corpos de prova foram ensaiados individualmente. O equipamento de medição de deformação foi instalado e posteriormente o CP foi levado para a máquina de ensaio. Inicialmente foi aplicada a força de 1 kN para acomodação do corpo de prova. O equipamento foi ajustado para que a parte móvel da máquina se movimentasse com velocidade de 0,01 mm/s durante o ensaio. O ensaio foi realizado até o rompimento do corpo de prova ou até o limite de carga ao qual a máquina podia exercer (300 kN).

Foi utilizado o software Tesc versão 3.04 durante os ensaios, desta forma os valores foram facilmente armazenados e calculados diretamente pelo computador durante o tempo em que foi realizado o ensaio. Foram gerados gráficos e tabelas que facilitaram uma melhor interpretação dos resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como a máquina utilizada para os ensaios tinha limite de 300 kN de carga aplicável, alguns corpos de prova não chegaram a romper. Por esta razão alguns valores reais não foram atingidos. Os resultados encontrados serão demonstrados e analisados de forma a uma melhor interpretação dos dados.

Inicialmente serão apresentados gráficos separados por idade que relacionam a posição do corpo de prova no colmo utilizado e valores obtidos durante os testes: Carga máxima, área e tensão máxima.

Desta forma foi possível visualizar algumas características do colmo de bambu como:

- Aumento de área útil desde o topo até a base do colmo.
- “Carga máxima” de ruptura de cada corpo de prova.
- Tensão máxima “calculada” de cada corpo de prova.

Os valores encontrados para as tensões em cada corpo de prova podem expressar resultados errôneos, já que em alguns casos o valor máximo aplicado não coincide com o valor máximo ao qual o corpo de prova resistiria. Desta forma os valores de carga são quase que constantes e as áreas variaram, causando uma diminuição dos valores encontrados em alguns corpos de prova mais próximos da base e com maiores áreas. Contudo estes valores, se calculados com a carga máxima real, seriam maiores que os encontrados. Nos casos em que os valores estavam muito afastados da média foi usado o bom senso para descartá-los em análises de máximo e mínimo.

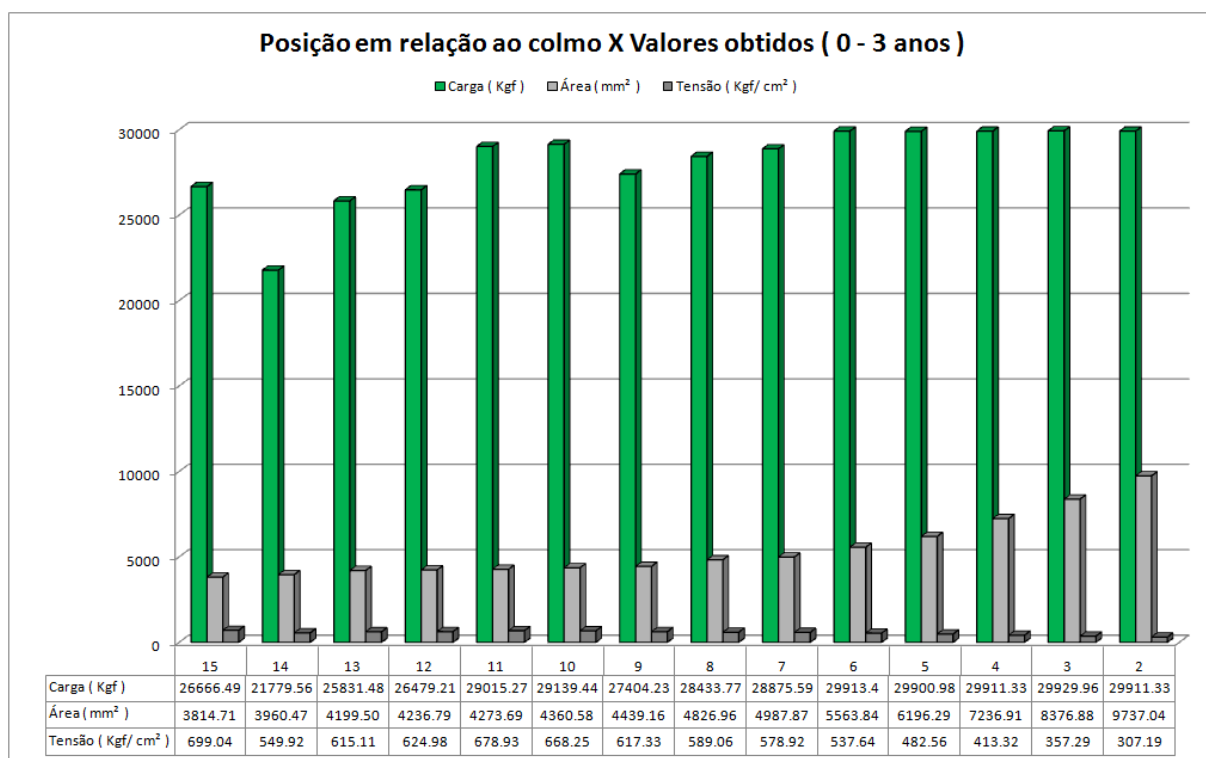


Gráfico 4.1. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Verde / 0 – 3 anos)

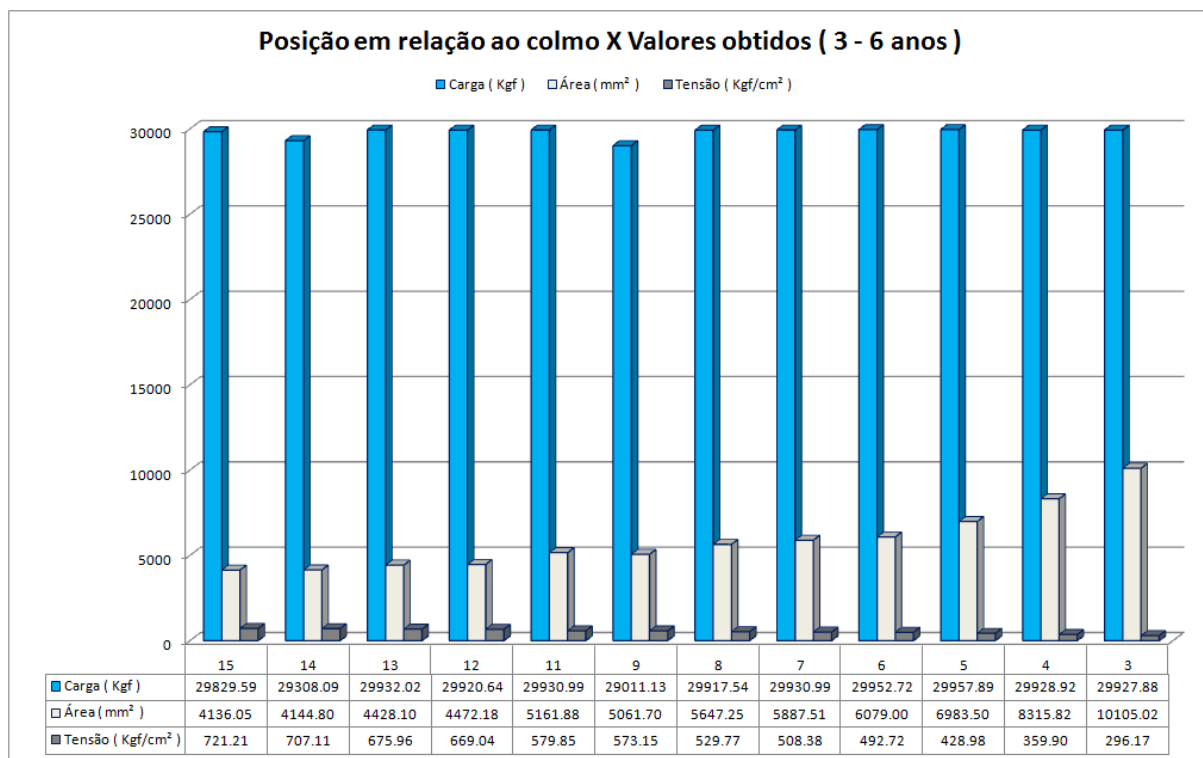


Gráfico 4.2. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Azul / 3 – 6 anos)

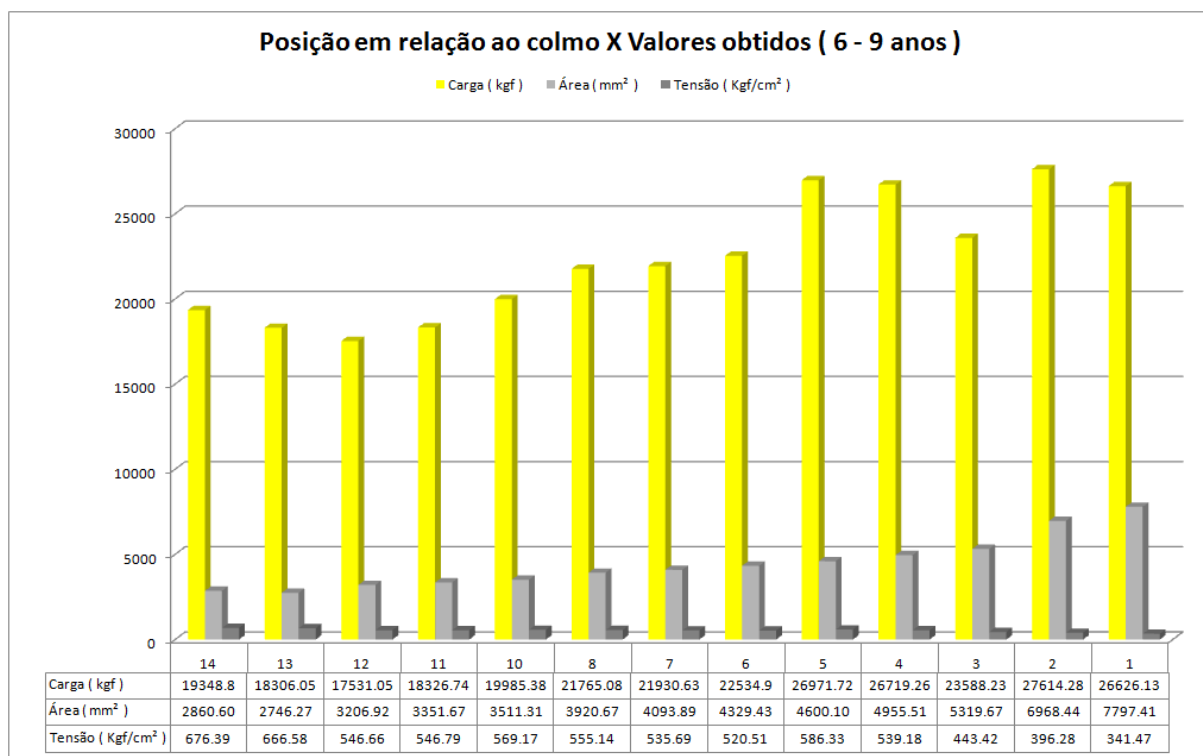


Gráfico 4.3. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Amarelo / 6 – 9 anos)

Uma primeira análise que poderíamos fazer seriam as cargas máximas obtidas em corpos de prova de diferentes idades, localizados em entrenós similares. Esta poderia ser uma forma de observarmos como a idade e localização influenciam na resistência do bambu e quais os valores máximos de carga obtidos em todos os ensaios.

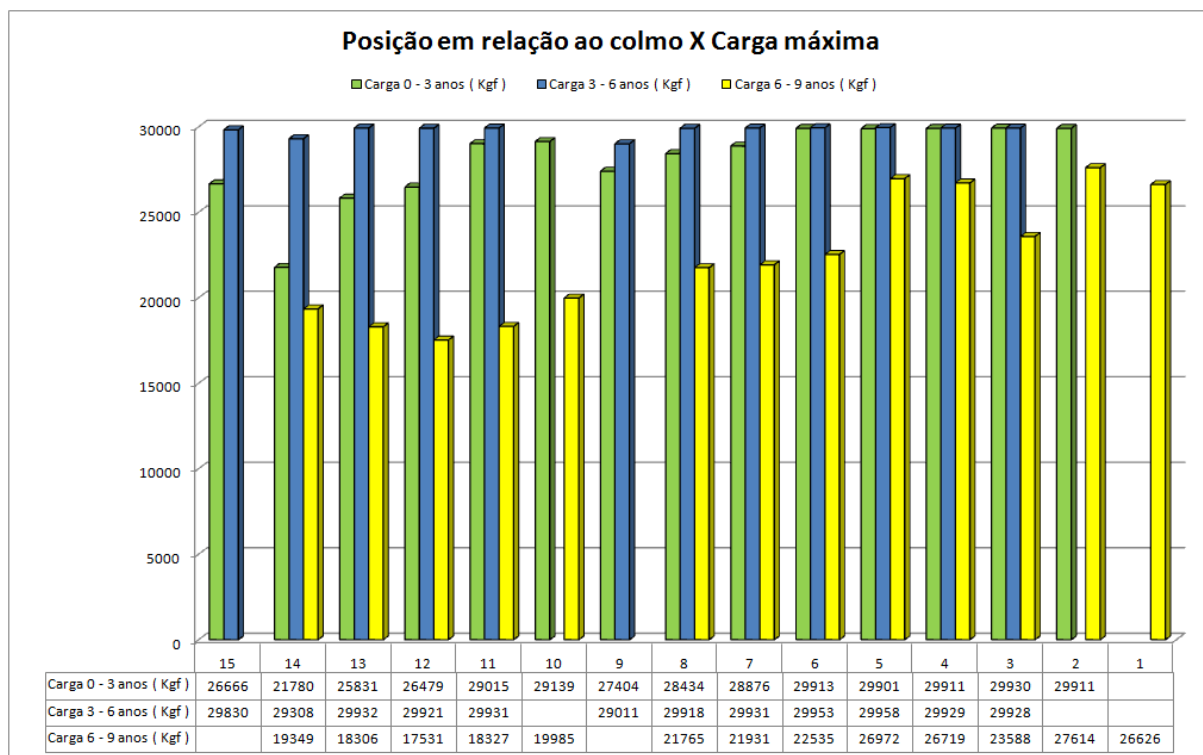


Gráfico 4.4. Posição em relação ao colmo X Carga máxima

Ao observarmos os resultados notamos que os valores para os corpos de prova mais antigos apresentam um resultado menor. Em um primeiro momento poderíamos pensar que as resistências diminuem com o passar do tempo ou que as partes localizadas mais longe do chão são menos resistentes. Porém a carga máxima esta diretamente relacionada a um fator muito importante que não é levado em consideração neste gráfico, a área útil dos corpos de prova. Quanto maior for a área útil do corpo de prova, teoricamente, maior é a carga a qual ele irá resistir. O gráfico abaixo representa as áreas úteis de corpos de prova de idades diferentes, localizados em entrenós similares.

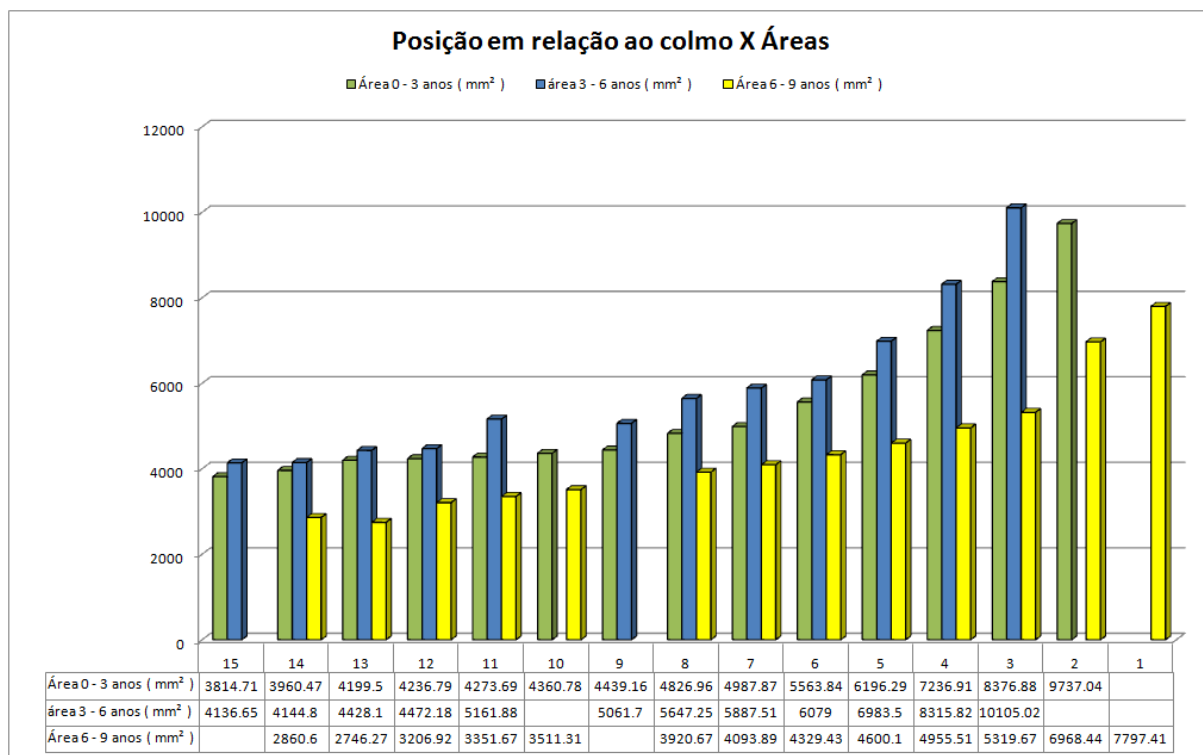


Gráfico 4.5. Posição em relação ao colmo X Áreas úteis

Ao observarmos as áreas dos corpos de prova utilizados é notável a diferença entre elas. Por esta razão os valores de carga máxima não podem ser utilizados como parâmetro para compararmos as resistências em relação a idade ou localização no colmo. O gráfico 3.5 também demonstra como as áreas sofrem alterações em cada entrenó, podendo em alguns casos não seguir a tendência de diminuição desde a base até o topo. Por exemplo, no caso do corpo de prova azul 11 que apresenta uma área maior que o corpo de prova posterior e anterior a ele.

Uma boa forma de comparar os resultados obtidos seria pela tensão máxima que cada corpo de prova resistiu. Este valor é calculado pelo produto da carga máxima pela área de cada corpo de prova.

$$\text{Tensão máxima} = (\text{Carga máxima} / \text{área útil})$$

Desta forma todos os valores seriam levados a um mesmo “parâmetro”, que correlacionaria as cargas e as áreas. Podendo desta forma comparar os resultados entre diferentes corpos de prova com diferentes características. O gráfico abaixo representa as tensões calculadas para corpos de prova de idades diferentes, localizados em entrenós similares.

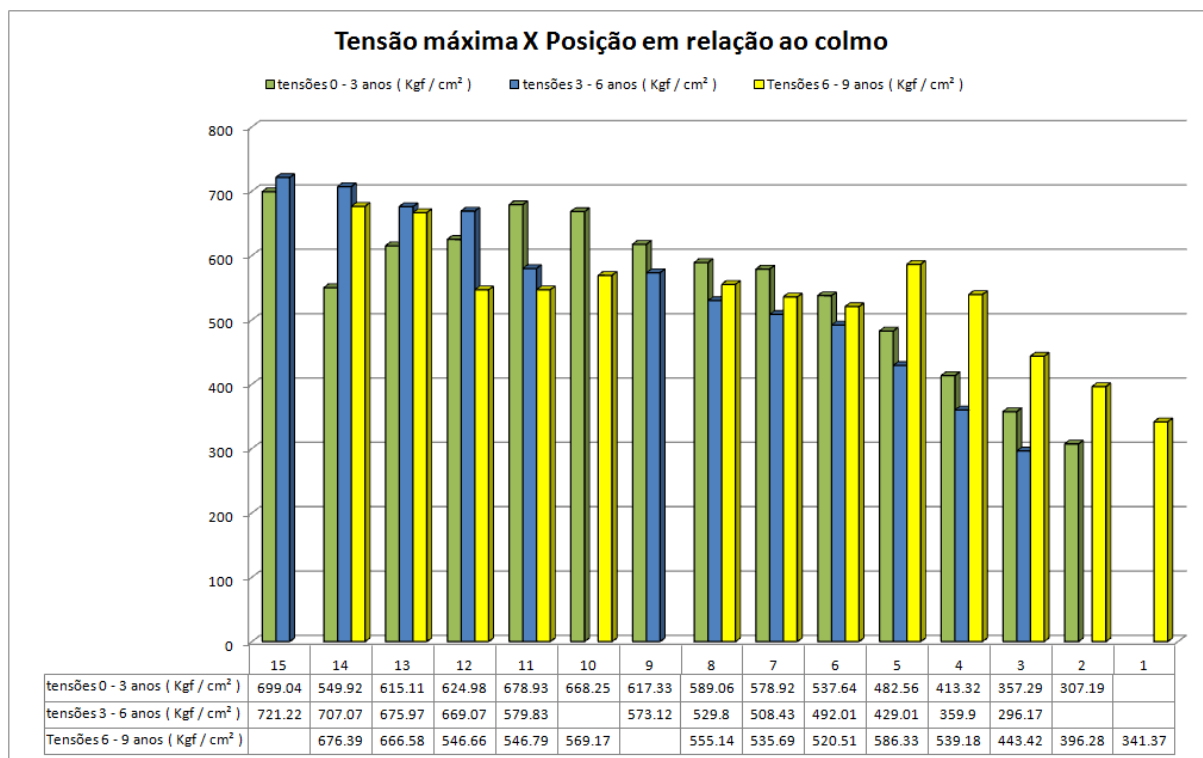


Gráfico 4.6. Posição em relação ao colmo X Tensão máxima

Este gráfico pode nos fornecer muitas informações importantes, porém é necessário analisá-lo com cautela. Por esta razão iremos separar esta análise por idades, utilizando todas as informações obtidas nos gráficos anteriormente citados.

- Grupo Verde (0 – 3 anos)

Se olharmos com atenção o gráfico 4.1 iremos reparar que os corpos de prova até o sexto entrenó atingiram a carga máxima da máquina e não romperam. Desta forma os resultados obtidos para o cálculo de tensão máxima são menores do que realmente seriam. Esses resultados ainda são afetados pelo aumento de área dos corpos de prova anteriormente citados à medida que os mesmos se aproximam do primeiro entrenó.

Logo podemos estimar que os resultados das tensões até o sexto corpo de prova do grupo verde sofreriam um aumento de valores, já que a área tende a ser maior a medida que o CP esta mais próximo a base e a carga máxima que a máquina exerce sobre os CPs permanece quase a mesma.

- Grupo Azul (3 – 6 anos)

Se olharmos com atenção o gráfico 4.2 iremos reparar que apenas os corpos de prova 9 (que apresentava fissura antes do ensaio) e 14 romperam, os demais atingiram a carga máxima. Desta forma os resultados obtidos para o cálculo de tensão máxima são menores do que realmente seriam. Esses resultados ainda são afetados pelo aumento da área à medida que os mesmos se aproximam do primeiro entrenó. Outro ponto que merece atenção são as áreas do grupo azul, que são as maiores entre os corpos de prova. Desta forma como a variação de

carga máxima é pequena as tensões deste grupo acabam sendo menores em relação aos outros dois grupos em alguns casos.

Logo podemos estimar que os resultados das tensões - com exceção dos corpos de prova 9 e 14 - sofreriam um aumento de valores, já que a área tende a ser maior a medida que o CP esta mais próximo a base e a carga máxima que a máquina exerce sobre os CPs permanece quase a mesma.

- Grupo Amarelo (6 – 9 anos)

Se olharmos com atenção o gráfico 4.3 iremos reparar que todos os corpos de prova romperam antes de atingir a carga máxima. Os valores encontrados neste caso podem ser utilizados sem maiores problemas.

Com os resultados obtidos e as informações coletadas é possível estimar que os valores de tensões máximas foram crescentes do grupo verde para o azul e a taxa de crescimento dos valores de tensão foi menor e em alguns casos decrescente do grupo azul para o amarelo.

Estas informações nos mostram que os valores à compressão do bambu já são bem interessantes em idades precoces, tendo em vista que o menor valor calculado corretamente do grupo verde foi de 549,92 Kgf/cm². E tendem a aumentar até uma idade onde o mesmo está maduro e com propriedades excelentes, tendo em vista que o menor valor calculado corretamente para o grupo azul foi de 573,15 Kgf/cm² - em uma peça que apresentava fissura anterior ao ensaio. Podendo perder estas propriedades por um processo de “deterioração”, quando o mesmo já esta “sobre maduro” ou muito maduro, tendo em vista que o menor valor calculado para o grupo amarelo foi de 341,77 Kgf/cm².

Podemos também observar - mesmo que de uma forma induzida - já que os valores da parte basal não foram realmente calculados em alguns casos, que as tensões são maiores nos entrenós superiores. Isto pode estar relacionado ao fato de que com áreas menores, maior é a proporção de fibra em relação a parênquima (matéria orgânica) nas paredes do bambu. Aumentando a resistência e diminuindo a área, fazendo com que as tensões aumentem.

O tecido básico ou fundamental é denominado parênquima e representa 40 a 60 % da composição do colmo. Esse tecido, embora envolva fibras e vasos, não é distribuído igualmente, ou seja, 60% se encontram na parte basal e 40 % se encontram na parte apical do colmo. Também é maior sua proporção na camada interna, e sua função é a de estocar nutrientes e água. A umidade contida no parênquima decresce a medida que o colmo envelhece. (Pereira A.R; Beraldo A.L, 2008)

Os mesmos ensaios foram realizados em corpos de prova que continham um nó na parte média e foram extraídos dos mesmos colmos separados por grupos anteriormente citados. Os gráficos a seguir representam os resultados obtidos nesses ensaios.

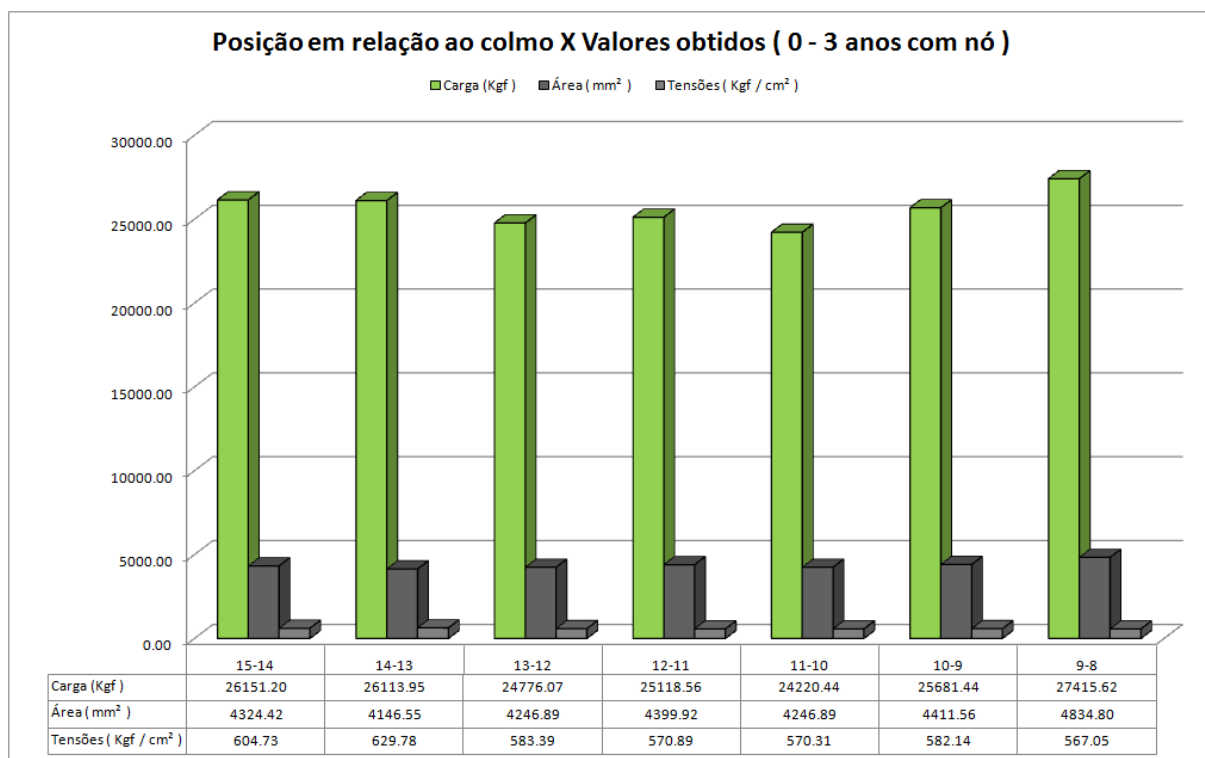


Gráfico 4.7. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Verde com nó / 0 – 3 anos)

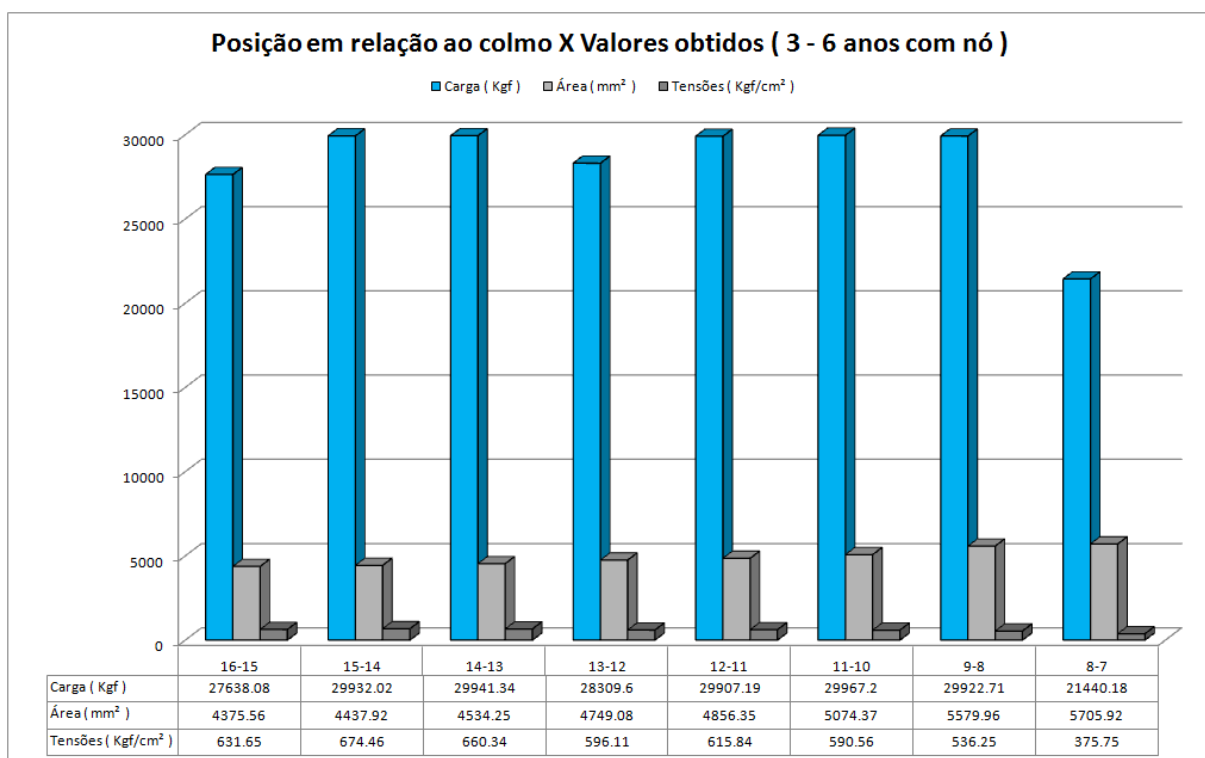


Gráfico 4.8. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Azul com nó / 3 – 6 anos)

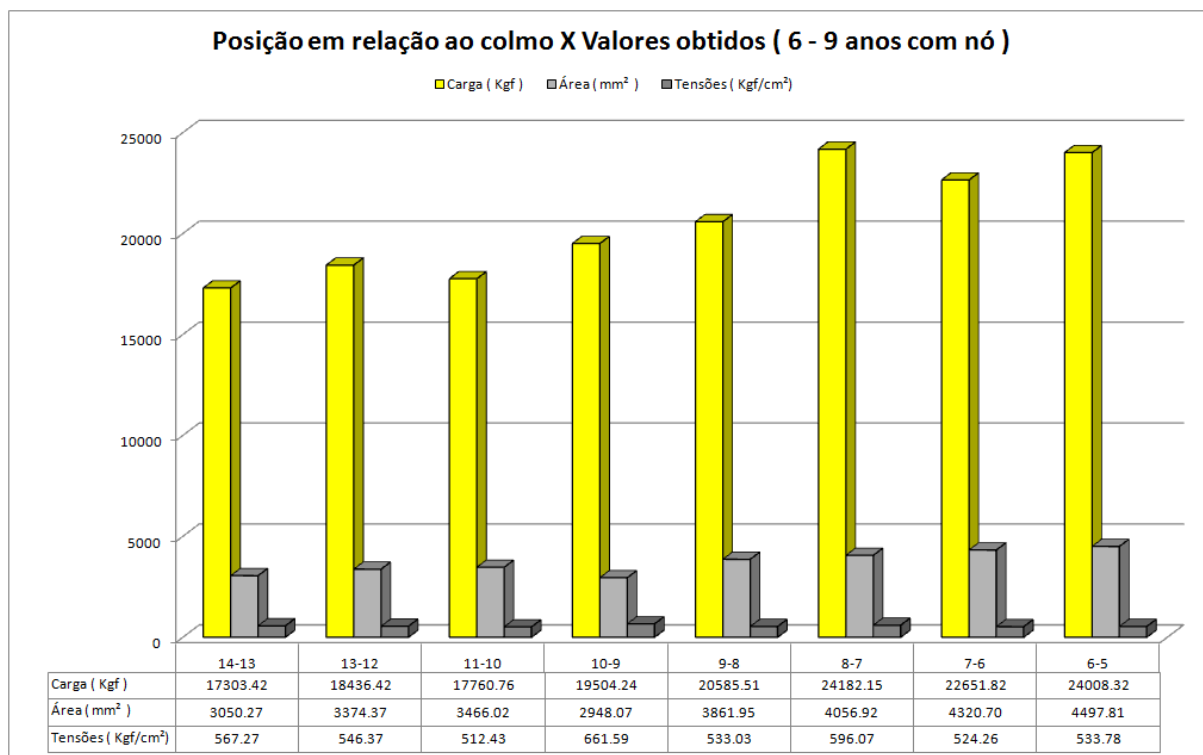


Gráfico 4.9. Posição em relação ao colmo X Valores obtidos (Amarelo com nó / 6 – 9 anos)

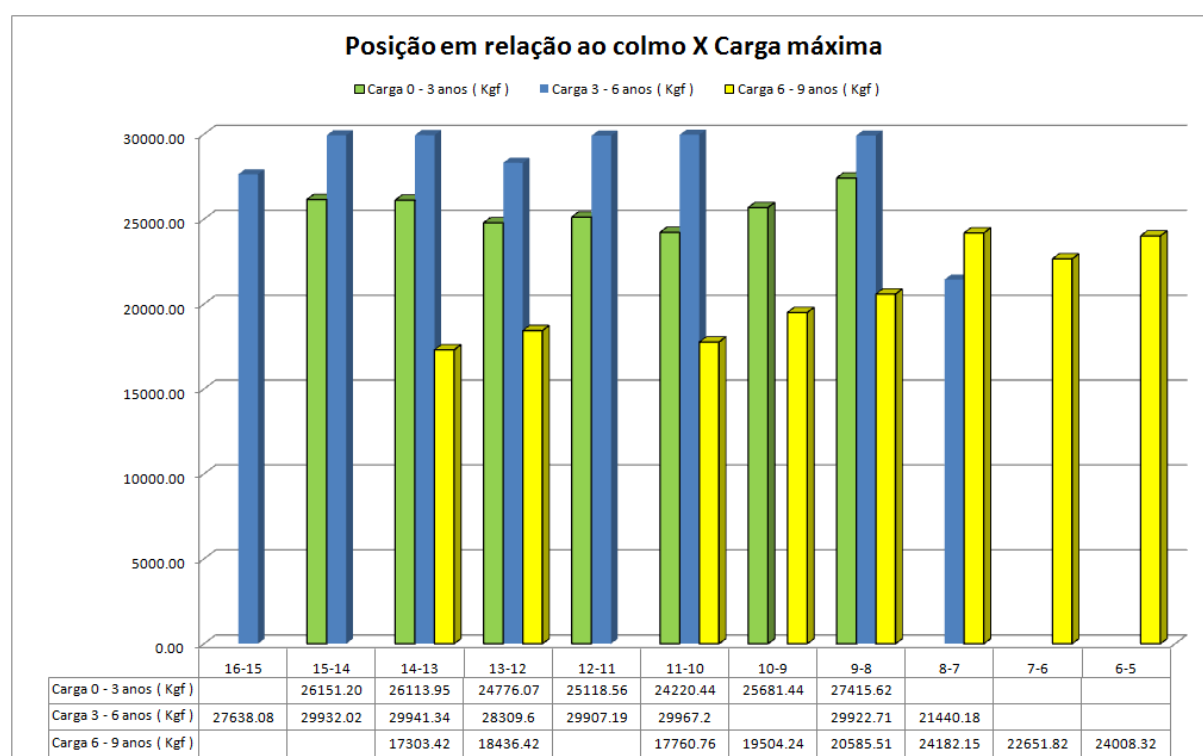


Gráfico 4.10. Posição em relação ao colmo X Carga máxima (corpos de prova com nó)

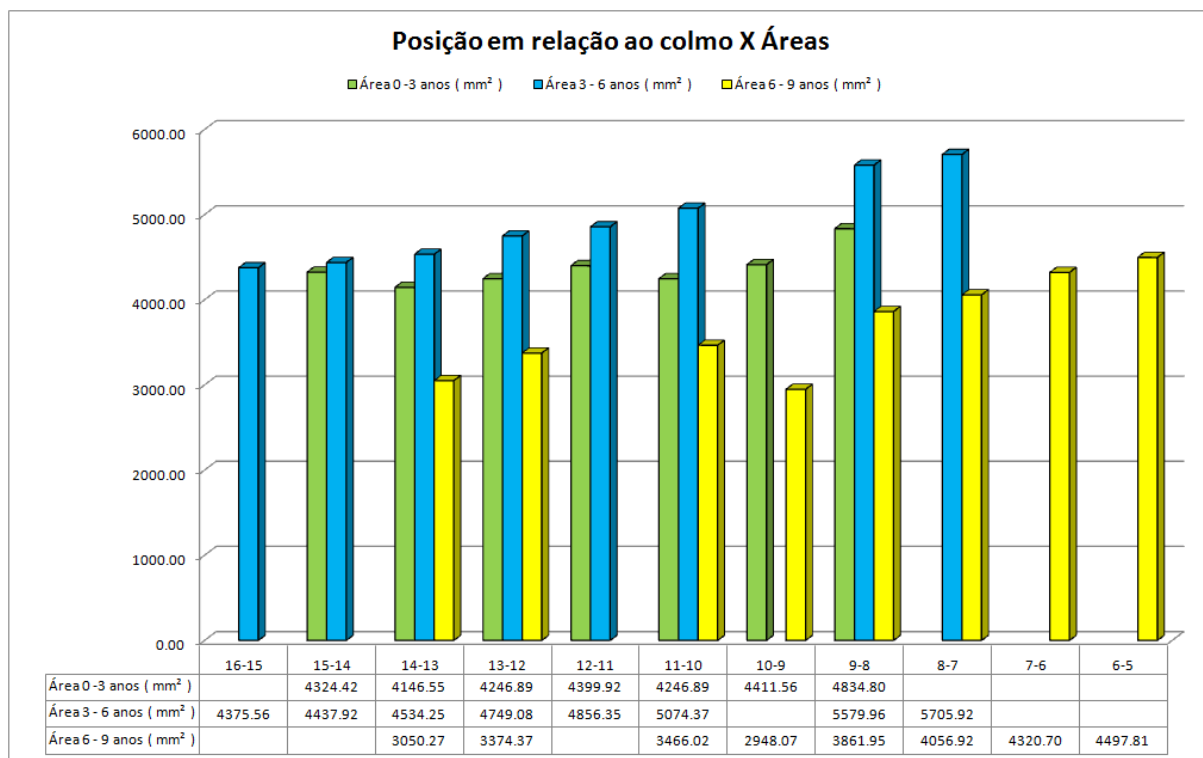


Gráfico 4.11. Posição em relação ao colmo X Áreas úteis (corpos de prova com nó)

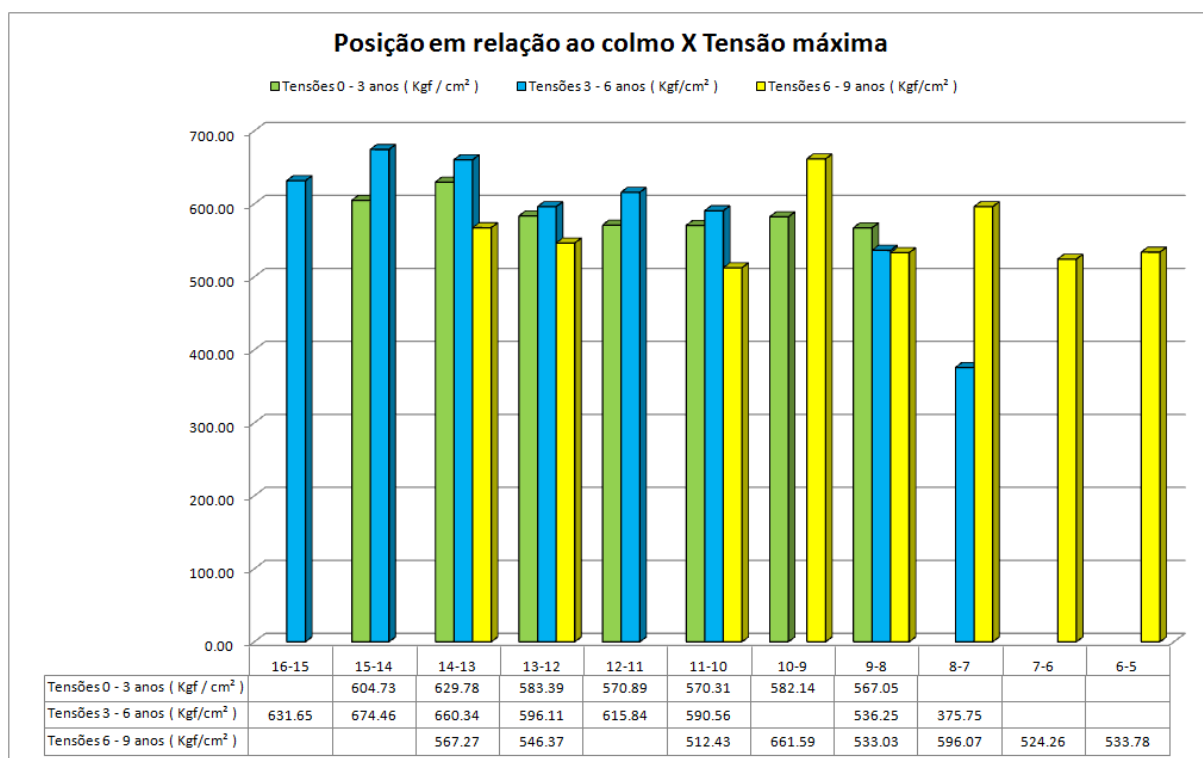


Gráfico 4.12. Posição em relação ao colmo X Tensão máxima (corpos de prova com nó)

Observando o Gráfico 4.10, é possível ver que somente os corpos de prova do grupo azul atingiram valores de carga máximas. Pelo gráfico 4.8 observa-se que esses corpos de prova foram: 15-14, 14-13, 12-11, 11-10 e 9-8. Ou seja, os valores de tensão para esses corpos de

prova tenderiam a ser maiores. O corpo de prova 8-7 possuía fissuras e ataque de insetos *Dinoderus minutus* antes do ensaio.

Com os resultados obtidos e as informações coletadas é possível estimar que os valores de tensões máximas são crescentes do grupo verde para o azul e decrescente do grupo azul para o amarelo, mesmo em corpos de prova com nó.

Estas informações nos mostram que os valores a compressão do bambu já são bem interessantes em idades precoces, tendo em vista que o menor valor calculado corretamente do grupo verde com nó foi de 567,05 Kgf/cm² (Gráfico 4.7). E tendem a aumentar até uma idade onde o bambu está maduro e com propriedades excelentes, tendo em vista que o menor valor calculado corretamente para o grupo azul com nó foi de 596,11 Kgf/cm² (Gráfico 4.8). Podendo perder estas propriedades por um processo de “deterioração”, quando o mesmo já esta “sobre maduro” ou muito maduro, tendo em vista que o menor valor calculado para o grupo amarelo com nó foi de 512,43 Kgf/cm² (Gráfico 4.9).

O valor do corpo de prova azul 8-7 (375,75 Kgf/cm²) foi desprezado pois o mesmo possuía patologias bem severas antes do ensaio, sendo testado simplesmente para uma mensuração do quanto essas patologias iriam interferir nos valores encontrados.

5.CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos foi possível observar os valores com os quais os corpos de prova preparados para os ensaios romperam. Os valores alcançados nos teste (gráfico 5.1) demonstram o potencial do bambu em relação à esforços de compressão, atingindo valores maiores que 30 Mpa com facilidade em varas de apenas 3 anos desde que saíram do solo. Os menores valores encontrados pertencem ao grupo das varas mais antigas no bambuzal. É possível que com o passar do tempo as varas de bambu acabem perdendo as propriedades físicas mecânicas, já que o bambuzal esta em constante renovação e novas varas são produzidas todo tempo. Dessa forma além do material possuir resistência para ser utilizado com função estrutural também possui agregado o fator sustentável de utilização das varas que seriam descartadas pelo próprio bambuzal.

O uso do bambu ainda é limitado já que por mais resistente que o mesmo seja é necessário que o material seja tratado e seco de forma correta para que essas características permaneçam com o passar do tempo. Como já vem sendo provado por muitos pesquisadores e instituições por todo mundo o bambu possui resistência e durabilidade para ser empregado em diversas etapas da construção civil atual e com demonstrado pelos resultados desta pesquisa (gráfico 5.1) pode ser utilizado em colunas e peças solicitadas a compressão, já que sua resistência se enquadra nas mínimas normatizadas para utilização do concreto (25 Mpa).

Outro ponto importante a ser levado em consideração é o peso próprio de estruturas desenvolvidas de bambu roliço, que tem seu interior vazio, diminuindo muito o peso estrutural em comparação a madeira e concreto armado.

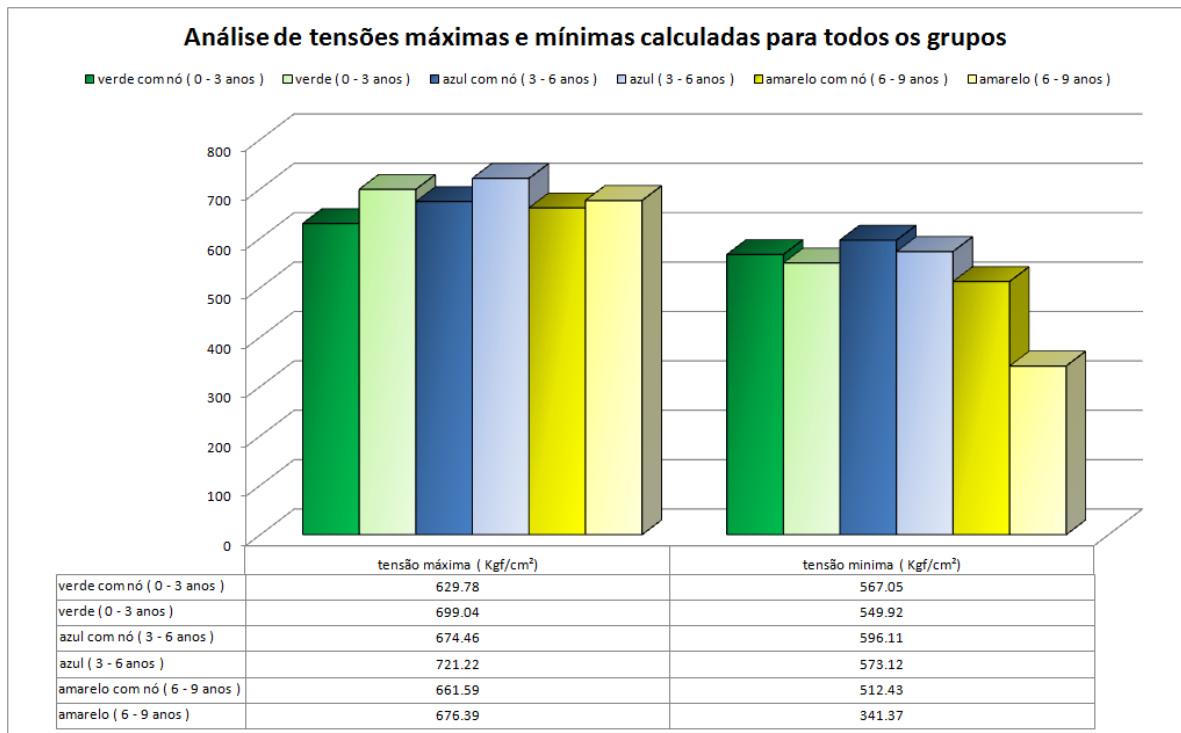


Gráfico 5.1. Tensões máximas e mínimas para os 6 grupos ensaiados

REFERÊNCIAS

Ghavami, k. *Application of bamboo as a low-cost energy material in civil engineering*. Third CIB – RILEM Symposium on Material for Low Income Housing. Cidade do Mexico, México, p. 526-536, 1989.

Hidalgo, Lopes O. *Bambú – su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía*. Estudios Tecnicos Colombianos L^{tda}. Colombia, 318 p., 1974

Hidalgo, Lopes. *Bamboo, The gift of the gods*. 553 p., 2003.

Instituto colombiano de normas tecnicas e certificacion. NTC5525: *Métodos de ensaio para determinar las propiedades físicas e mecânicas de La Guadua angustifolia kunth*. Bogota, 2007. 22 p.

Pereira Marco A.R, Beraldo Antonio. (2008). *Bambu de corpo de alma*. 240 p.