

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE TUBOS DE BAMBU GIGANTE

M.A.dosR.PEREIRA¹

Escrito para apresentação no
XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA 2000
Imperial Othon Palace, Fortaleza – Ceará, 4 a 7 de Julho de 2000.

RESUMO: As espécies gigantes de bambu parecem ser adequadas para utilização como tubulação na condução de água, especialmente devido as suas características físicas, mecânicas, agrônômicas e silviculturais. Entretanto, pouca informação pode ser encontrada sobre as características hidráulicas de tubos de bambu. Neste trabalho, colmos de bambu gigante da espécie *Dendrocalamus giganteus* foram testados como condutor de água sob pressão, verificando algumas características hidráulicas como o coeficiente C da equação de Hazen-Williams, a relação $f \times Re$ para uso na equação de Darcy-Weisbach, a pressão de ruptura dos tubos e o comportamento das uniões de borracha. Uma bancada de testes foi montada para ensaio dos tubos de bambu, os quais foram usinados internamente para retirada dos diafragmas, utilizando-se de uma ferramenta de impacto manual e uma ferramenta giratória de acionamento elétrico, capazes de produzir diferentes qualidades de usinagem interna. Os resultados mostraram um valor de $C = 63$ e uma expressão de $f = 0,3459 Re^{-0,117}$ para os tubos usinados por ferramenta manual e um valor de $C = 101$ e uma expressão de $f = 0,1107 Re^{-0,097}$ para os usinados por ferramenta giratória. Foi ainda observado um valor mínimo de 0,51 MPa (51 mca) para a pressão de ruptura dos tubos e uma pressão máxima de 0,22 MPa (22 mca) para as uniões de borracha.

PALAVRAS-CHAVE : bambu, tubo, perda de carga

HIDRAULIC CHARACTERISTICS OF GIANT BAMBOO TUBES

SUMMARY : The giant bamboo species seem to be suitable to be used as a water conductor, concerning to its good physical, mechanical, agronomical and silvicultural characteristics. Nevertheless, few information is available about its hydraulic characteristics. In this research, giant bamboo culms (*Dendrocalamus giganteus* specie) were tested as a water conductor when submitted to a pressurized flow. The C coefficient of Hazen-Williams equation, the f factor of Darcy-Weisbach formula, the rupture pressure of the bamboo tubes and the rubber joint pressure behavior were verified. A testing bench was constructed to the tests. The bamboo tubes had its diaphragm removed by two different tools : a hand working impact tool and an electrical working rotate tool, that could produce different quality of inner mill. The results showed a value of $C = 63$ and an expression of $f = 0,3459 Re^{-0,117}$ for a manual impact tool and a value of $C = 101$ and an expression of $f = 0,1107 Re^{-0,097}$ for an electrical rotate tool. A minimum value of 0.51 MPa (51 mca) was observed to the rupture pressure of the bamboo tubes and a maximum value of 0.22 MPa (22 mca) can be recommended for the rubber joints tested.

KEYWORDS : bamboo, conduct, head-loss.

¹ ENGENHEIRO AGRÍCOLA, PROFESSOR DOUTOR, UNESP/CAMPUS DE BAURU-SP, DEPTO DE ENG^oMECÂNICA, AV. LUIZ EDMUNDO COUBE,S/N, BAURU,SP, CXP 473, E-MAIL: PEREIRA@BAURU.UNESP.BR,TEL(14)2216000 R.6409

INTRODUÇÃO : O bambu, é uma planta predominantemente tropical, de rápido crescimento e grande produtividade, sendo o recurso florestal que menos tempo leva para se renovar. As boas características físicas e mecânicas tem possibilitado ao bambu milhares de aplicações nos mais diversos campos, entre eles, como condutor de água para a irrigação de pequeno porte (PEREIRA, 1992). O bambu é também um material barato e fácil de ser trabalhado com ferramentas simples, o que o torna acessível a pequenos produtores rurais. De acordo com vários autores, FARRELY (1984), LIESE (1985), HSIUNG (1988), SASTRY (1999), o bambu é conhecido e utilizado há séculos na vida diária das pessoas de muitos países tropicais, especialmente da Ásia, devido principalmente as suas excelentes características físicas e mecânicas de retidão, leveza, força, dureza, conteúdo de fibras, flexibilidade e facilidade de trabalho. Sendo um recurso renovável e de múltiplos usos, o bambu tem despertado uma crescente curiosidade em todo o mundo, mas seu conhecimento e divulgação são ainda incompletos. No Brasil, apesar de conhecido e comum, o bambu não tem sido muito utilizado, principalmente por falta de conhecimentos agrônômicos e tecnológicos desenvolvidos especificamente para ele (AZZINI & SALGADO, 1981). São escassas as informações sobre as características hidráulicas de tubos de bambu, notadamente com relação à perda de carga, coeficientes de atrito, bem como informações com respeito ao comportamento destes tubos à pressão. Este trabalho objetivou contribuir para o desenvolvimento do bambu como condutor de água para fins de irrigação de pequeno porte, através da determinação dos coeficientes C e f das equações de Hazen-Williams e Darcy-Weisbach respectivamente, bem como verificar o comportamento dos tubos de bambu e das uniões de borracha utilizadas quanto submetidos à pressão.

MATERIAL E MÉTODOS : A Figura 1 ilustra a bancada utilizada para os ensaios de perda de carga, mostrando os medidores de pressão estática, de vazão e a seção destinada aos tubos de bambu. A bancada tinha comprimento de aproximadamente 20 metros e foi previamente calibrada através da colocação e ensaio de um tubo PVC na seção destinada aos tubos bambu, de modo a reproduzir os resultados clássicos da literatura (Equação de Blasius) com erro inferior à 5 %. A Figura 2 mostra a bancada utilizada nos testes de ruptura dos tubos e para verificação do comportamento das uniões de borracha submetidas à pressão, mostrando ainda o tampão metálico para vedação utilizado na entrada dos tubos de bambu, a bomba de pressão estática e o manômetro utilizados. As equações de Darcy-Weisbach e Hazen-Williams foram utilizadas na determinação dos coeficientes f e C respectivamente. Os tubos foram ainda usinados internamente para remoção dos diafragmas através de duas ferramentas diferentes quanto a qualidade de remoção, uma manual de impacto e outra de acionamento elétrico e giratória

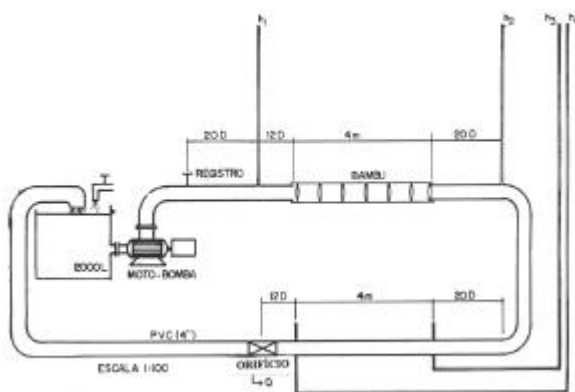


Figura 1 – Bancada para ensaio de perda de carga

Figura 2 – Bancada para testes de pressão

RESULTADOS E DISCUSSÃO : A Figura 3 mostra as curvas finais $f \times Re$ obtidas obtidas para os tubos de bambu usinados pelas ferramentas de impacto e giratória, e mostra ainda para efeito comparativo a curva para um tubo de PVC liso (Equação de Blasius).

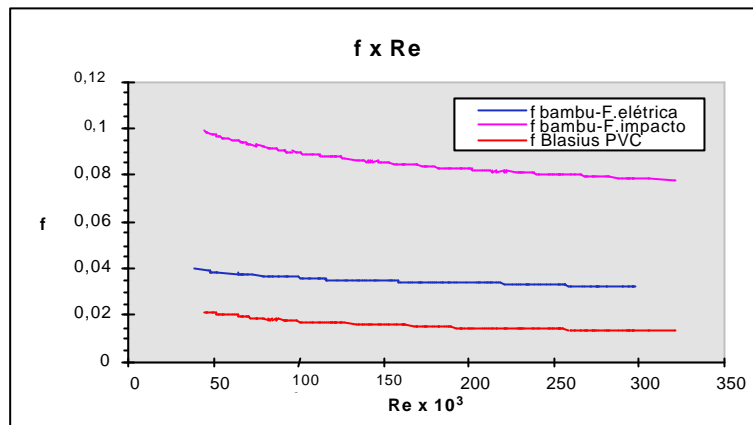


Figura 3 – Curvas finais $f \times Re$ para tubos de bambu e PVC

A Figura 3 mostra que os tubos de bambu são inferiores hidraulicamente a um tubo liso de PVC, e que a qualidade da usinagem com ferramenta giratória, $C = 101$ e $f = 0,1107 Re^{-0,097}$, mostrou-se superior à usinagem por impacto $C = 63$ e $f = 0,3459 Re^{-0,117}$, sendo ambas as equações obtidas por análise de regressão. As Figuras 4 e 5 mostram o comportamento dos tubos de bambu e das uniões de borracha utilizadas entre os tubos, quando submetidas à pressão.

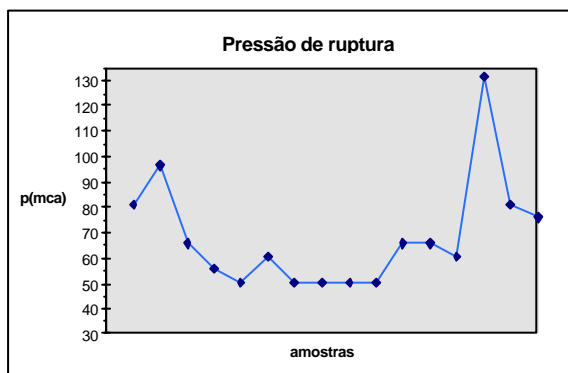


Figura 4 – Ruptura em tubos de bambu

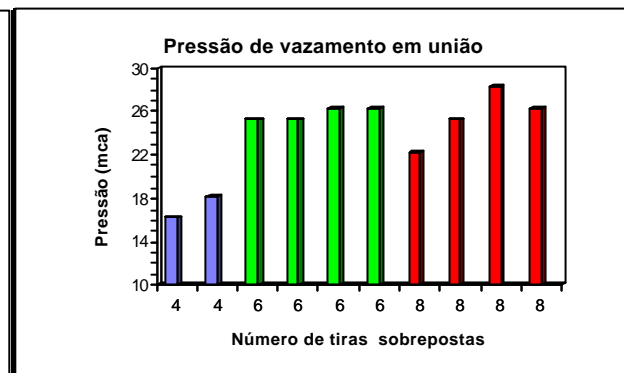


Figura 5 – Vazamento em uniões de borracha

A Figura 4 mostra que os tubos de bambu gigante suportam pressão e que a ruptura dos tubos sempre ocorreu acima de 0,5 MPa (50 mca). A Figura 5 mostra que as uniões de borracha com 6 ou 8 tiras sobrepostas apresentaram vazamentos com pressões inferiores à 0,28 MPa (28 mca).

CONCLUSÕES : De acordo com os resultados obtidos os colmos de bambu da espécie testada podem ser utilizados como tubos para condução de água para fins de irrigação de pequeno porte , sendo que o sistema de união dos tubos por meio de borracha deve ser melhorado em função dos valores obtidos com a pressão de ruptura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS :

- AZZINI, A.& SALGADO, L.A. Possibilidades agrícolas e industriais do bambu. IAC, Campinas, S.P. 1981. O Agrônomo, 33 : 61 - 80
- HSIUNG, W..Prospects for bamboo development in the world”, In : **IB C 88**, 1988, Prafrance.
- LIESE, W., Bamboos - Biology, silvies, properties, utilization. Eschborn, dt.Ges.fur.Techn. Zusammenarbeit (GTZ). 1985 , 132p.
- PEREIRA, M. A. dos R. , Viabilidade da utilização do bambu para fins de irrigação - aspectos técnicos (Dissertação de mestrado) , FCA/UNESP, Botucatu,S.P., 1992, 103p.
- SASTRY, C.B. Timber for the 21st Century. ?on line?. Inbar, 1999, www.inbar.org.cn/Timber.asp