



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de**  
*Bambusa vulgaris e Bambusa tuldoides.*

Pedro Varajão Spolidoro

Orientador: Alexandre Miguel do Nascimento

Seropédica – RJ

Dezembro/2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de  
*Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*.**

**PEDRO VARAJÃO SPOLIDORO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Sob a orientação do professor  
Dr. Alexandre Miguel do Nascimento

Seropédica, RJ  
Dezembro de 2008

Monografia aprovada em: 12/12./2008

Comissão examinadora

Orientador:

---

Alexandre Miguel do Nascimento

Titular1:

---

Professor Dr. Tokitika Morokawa

Titular2:

---

Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho

## **DEDICATÓRIA**

Á toda comunidade Ruralina.

Primeiramente a todos os mestres que tive a chance de conviver durante estes anos, proporcionando a ampliação de horizontes e perspectivas de vida, além de me tornarem um profissional da área.

Os funcionários que nos ajudam em todos os momentos, para realizarmos nossas ações diárias ocorrerem. Dos funcionários da limpeza, manutenção e alimentação de nosso querido Restaurante Universitário.

Aos amigos e as gatas, por estarem comigo, em todos os momentos de alegria vividos intensamente ao caminhar dos anos dentro deste universo ruralino, sabendo que daqui vão sair grandes amizades e amores para a vida toda.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me abrigar, e a cada dia agradecer por estudar em um local com construções arquitetônicas marcantes e um campus gigante com belíssimos lagos além de ter uma “magia” que só existe aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Devo um inúmeros agradecimentos, primeiramente aos meus país, que me criaram com imensa dedicação e amor

Meu orientador por me ajudar em todos os momentos.

A todos integrantes da fazendinha agroecológica, pela infra-estrutura disponível, espaço e as novas amizades formadas no cotidiano vivido.

Aos amigos e amigas que sempre me apoiaram em todo “levar” da vida acadêmica.

Ao amigo de longa data, Bruno Sales Motta, que sempre ,me iluminou em momentos difíceis, auxiliando em todos os momentos para elaboração deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Nascido em Campo Grande –MS, em 26 de setembro de 1983, logo com um ano se mudou para a o vale fluminense, numa roça bem afastada da cidade.

Sempre morou em uma fazenda onde teve sua educação escolar em Vassouras, cidade do vale Fluminense, até completar o 2º grau, de onde passou no vestibular no ano de 2002, ingressando no curso de Engenharia Florestal pela UFRRJ.

## RESUMO

Avaliações dendrométrica e tecnológicas foram feitas para as espécies de bambu *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*. Seis colmos de cada espécie foram amostrados e medidos os diâmetros a altura do peito (dap), altura total do colmo, altura útil, peso total do colmo recém abatido assim como o peso útil. Foi feita cubagem rigorosa de cada colmo onde foram medidos os comprimentos, diâmetro e espessura de cada internódio. De cada internódio foi determinado o teor de umidade, massa específica básica e índices de contração volumétrica parcial e total. Com estas informações pode se calcular o peso seco anidro de cada fuste, o peso úmido ou recém abatido de cada fuste, o volume real e volume do cilindro externo de cada fuste. Os valores de médios de DAP das touceiras de *B. vulgaris* e *B. tuldoides* foram 9,51 cm e 5,36 cm, e os desvios padrões foram de 1,26 cm e 0,62 cm, respectivamente. O fator de conversão para cálculo do volume real baseado no volume do cone é de 0,347 e 0,411, respectivamente para as espécies *B. vulgaris* e *B. tuldoides*. Nas propriedades tecnológicas, a massa específica básica para as duas espécies foram próximas de 0,6 g/cm<sup>3</sup> e os índices de contração volumétrica parcial e total em torno de 15 e 20%, respectivamente. Foram encontrados bons modelos para estimar a altura total, altura útil assim como o volume dos colmos e seus respectivos pesos, baseados apenas no dap. Boas correlações foram encontradas entre teor de umidade, índices de contrações associados com massa específica, assim como entre o diâmetro externo e a espessura do internódio. Análise do comportamento dos dados de comprimento, diâmetro, espessura e volume dos internódios ao longo do colmo foram realizados. Do mesmo modo foi feito para a propriedades de teor de umidade, massa específica e índices de contrações.

Palavras-chaves: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldoides*, propriedades do bambu, umidade, massa específica e contrações.

## ABSTRACT

Dendrometric and technological evaluation were made for two species of bamboo *Bambusa vulgaris* and *Bambusa tuldooides*. Six culms of each species were measured the diameters breast height (DBH), the total height of culm, useful height, total weight of culm and weight recently shot as well as the weight useful. Was made cubage of each culm where were measured the lengths, diameter and thickness of each internodes. Each internode was established the moisture content, specific gravity and indices of total and partial shrinkage. With this information can calculate dry weight anhydrous of each tall, the weight newly slaughtered of each tall, the real volume and volume of the cylinder external. The values of average DBH of in plantation of *B. vulgaris* and *B. tuldooides*, were 9,51 cm and 5,36 cm, respectively, and standards deviation were 1,26 cm and 0,62 cm, respectively. The conversion factor for calculation of real volume based on the volume of cylinder is 0,347 e 0,411 respectively for the species *B. vulgaris* and *B. tuldooides*. In properties technological specific gravity to the two species were close to 0,6 g/cm<sup>3</sup> and shrinkage partial and total around 15 and 20%, respectively. Found good models to estimate the total height, useful height as well as the volume of culms and their respective weights based only on DBH. Good correlations were found between moisture content and specific gravity as well as shrinkage partial and total. Found too, good correlation outside diameter and thickness of internodes. Analysis of behavior data length, diameter, thickness, and volume of internodes over culm were made. Similarly has been done to the properties of moisture content, specific gravity and shrinkage.

Keywords: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldooides*, bamboo properties, moisture content, specific gravity and shrinkage.



## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| Lista de Figuras   | viii |
| Lista de Gráficos  | ix   |
| Lista de Tabelas   | xi   |
| 1) Introdução  | 1    |
| 2) Revisão de Literatura                                       | 3    |
| 2.1) O Bambu no Mundo  | 3    |
| 2.2) Principais Espécies de Bambu no Brasil                    | 4    |
| 2.3) Descrição das Espécies utilizadas no Trabalho             | 5    |
| 2.3.1) <i>Bambusa vulgaris</i> (Figura 2)                      | 5    |
| 2.3.2) <i>Bambusa tuldoides</i> (Figura 3)                     | 6    |
| 2.4) Características Morfológicas do Bambu                     | 7    |
| 2.4.1) Principais Diferenças entre Bambus Herbáceos e Lenhosos | 7    |
| 2.5) A Planta  | 9    |
| 2.6) O Colmo   | 9    |
| 2.7) Rizomas   | 11   |
| 2.7.1) Bambus Entouceirantes                                   | 12   |
| 2.7.2) Bambus Alastrantes                                      | 13   |
| 2.8) Propriedades Físicas & Mecânicas                          | 16   |
| 3) Objetivo  | 18   |
| 4) Material e Métodos  | 18   |
| 4.1) Campo   | 18   |
| 4.2) Laboratório   | 19   |
| 4.2.1) Massa Específica Básica                                 | 20   |
| 4.2.2) Contração Volumétrica Parcial E Total                   | 20   |
| 4.2.3) Teor de Umidade   | 21   |
| 4.2.4) Calculo do Volume e Peso de cada Internódio             | 21   |
| 4.2.5) Correlações e Regressões                                | 22   |
| 5) Resultados e Discussão                                      | 25   |
| 5.1) <i>Bambusa vulgaris</i>                                   | 31   |
| 5.2) <i>Bambusa tuldoides</i>                                  | 41   |
| 6) Conclusões e Recomendações                                  | 53   |
| 7) Bibliografia  | 54   |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Histórico da ocupação de espécies de bambu nativo nas Américas, do ano 1500 até o ano 2000. | 3  |
| Figura 2. Espécie <i>Bambusa vulgaris</i>   | 5  |
| Figura 3. Espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .  | 6  |
| Figura 4. Morfologia externa do bambu.  | 8  |
| Figura 5. Denominações para as partes externas do colmo.  | 9  |
| Figura 6. Grupos distintos de bambu.  | 12 |
| Figura 7. Rizoma paquimorfo.  | 13 |
| Figura 8. Rizoma leptomorfo. Anatomia geral do bambu .  | 14 |

## Lista de Gráficos

- Gráfico 1. Relação entre o dap e comprimento útil e comprimento total dos fustes das espécies: *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados. 29
- Gráfico 2. Relação entre o dap e o volume real e volume externo dos fustes das espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados. 30
- Gráfico 3. Relação entre o dap e o peso do fuste seco e úmido e peso dos colmos das espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*., com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados. 31
- Gráfico 4. Relação entre o dap e espessura da espécie *Bambusa vulgaris* com o respectivo coeficiente de determinação e modelo ajustado. 33
- Gráfico 5. Relação entre a massa específica básica e o teor de umidade da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado. 34
- Gráfico 6. Relação entre contração parcial e massa específica básica da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo Ajustado. 35
- Gráfico 7. Relação entre contração total e massa básica da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado. 36
- Gráfico 8. Relação entre comprimento do internódio e número do mesmo (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 37
- Gráfico 9. Relação entre diâmetro e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 37
- Gráfico 10. Relação entre espessura e número do internódio (Média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 38
- Gráfico 11. Relação entre volume externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 39
- Gráfico 12. Relação entre volume real e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 40
- Gráfico 13. Relação entre umidade e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*. 40

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 14. Relação entre massa específica e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa vulgaris</i> .   | 41 |
| Gráfico 15. Relação entre contração total e número do internódio (média , mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa vulgaris</i> .   | 41 |
| Gráfico 16. Relação entre contração e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa vulgaris</i> .  | 42 |
| Figura 9. Corte longitudinal esquemático do <i>Bambusa vulgaris</i> , baseados nos raios externos, internos e alturas dos internódios.                                    | 43 |
| Gráfico 17. Relação entre contração parcial e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .   | 45 |
| Gráfico 18. Relação entre contração total e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .   | 45 |
| Gráfico 19. Relação entre massa específica básica e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .                                   | 46 |
| Gráfico 20. Relação entre teor de umidade e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .   | 47 |
| Gráfico 21. Relação entre comprimento e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .   | 47 |
| Gráfico 22. Relação entre diâmetro externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .  | 48 |
| Gráfico 23. Relação entre espessura e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .   | 49 |
| Gráfico 24. Relação entre volume externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> .  | 49 |
| Gráfico 25. Correlação entre espessura e diâmetro da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.                  | 50 |
| Gráfico 26. Correlação entre contração total e contração parcial da espécie <i>Bambusa tuldoides</i> , com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado. | 51 |

## Lista de Tabelas

- Tabela 1. Características de espécies herbáceos e lenhosos. 7
- Tabela 2. Quadro geral com informações dimensionais, volumes e pesos dos colmos das espécies de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides* . 27
- Tabela 3. Quadro geral com as propriedades físicas do lenho das espécies de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com valores mínimos, máximos, média e coeficiente de variação para as propriedades avaliadas. 28
- Tabela 4. Correlações entre as características dos internódios, como comprimento, diâmetros (externo e interno), espessura média e volume (externo e real) e das propriedades físicas. 32
- Tabela 5. Correlações entre as características dos internódios, como comprimento, diâmetros (externo e interno), espessura média e volume (externo e real) e das propriedades físicas . 44

## 1. INTRODUÇÃO

Historicamente o bambu tem acompanhado o ser humano, fornecendo alimento, abrigo, ferramentas utensílios e uma infinidade de itens. Atualmente estima-se que contribua para a subsistência de mais de um bilhão de pessoas. Igualmente importante, ao lado dos usos tradicionais, tem sido o desenvolvimento de usos industriais do bambu (SASTERY, 1999).

O bambu, uma planta predominante tropical e que cresce mais rapidamente do que qualquer outra planta do planeta, necessitando em média, de 3 a 6 meses para que um broto atinja sua altura máxima, de até 30m. Para as espécies denominadas de gigantes, apresenta uma admirável vitalidade uma grande versatilidade, leveza, resistência e facilidade de ser trabalhado com ferramentas simples, formidável beleza do colmo ao natural ou após ser processado, qualidades que tem proporcionado o mais longo e variado papel na evolução da cultura humana, quando comparado a qualquer tipo de planta (FARRELY, 1984). O bambu é o recurso natural que se renova em menor intervalo de tempo, não havendo nenhuma outra espécie florestal que possa competir com o bambu em velocidade crescimento e de aproveitamento por área (JARAMILLO, 1992).

Por se tratar de uma planta tropical, perene, renovável e que produz colmo anualmente sem necessidade de replantio, o bambu apresenta um grande potencial agrícola. Além de ser um eficiente seqüestrador de carbono, apresenta ótimas características físicas, químicas e mecânicas, pode ser utilizado em reflorestamentos, na recomposição de matas ciliares, e também como protetor e regenerador ambiental, bem como pode ser empregado em diversas aplicações ao natural ou após sofrer um adequado processamento de suas espécies, de suas características e de suas aplicações, quer seja devido à falta de pesquisas específicas e à ineficiente

divulgação das informações disponíveis. No Brasil, o uso que se faz do bambu, excetuando a produção de papel, esta restrita a algumas aplicações tradicionais, como artesanato, vara-de-pescar, fabricação de móveis, e na produção de brotos comestíveis (PEREIRA, 2001).

Traçando-se um paralelo com a cultura do eucalipto, pode-se afirmar que atualmente a cultura do bambu se comporta como a cultura do eucalipto nos anos 1960. No início, a implantação de bosques de eucalipto foi vista com muita desconfiança, e principalmente a proposta, então inédita, para seu uso na produção de celulose e papel. Atualmente, por sua grande importância para o suprimento de matéria prima para variadas aplicações, a liberação de recursos financeiros para o desenvolvimento de investigações científicas sobre o eucalipto tem alcançado cifras inimagináveis. Poder-se-ia, então, conjecturar sobre a hipótese do grau de desenvolvimento que poderia ser alcançado se apenas uma ínfima parte desses recursos fosse alocada na investigação científica sobre o bambu e no aprimoramento tecnológico de suas múltiplas aplicações.

## 2) REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1) O Bambu no Mundo

Os bambus pertencem à família Poaceae e subfamília Bambusoideae, algumas vezes tratados separadamente como pertencentes à família Bambuseaceae, com aproximadamente 50 gêneros e 1300 espécies, que se distribuem naturalmente nos trópicos às regiões temperadas, tendo, no entanto, maior ocorrência nas zonas quentes e com chuvas abundantes das regiões tropicais e subtropicais ( Figura 1) ,da Ásia, África e América do Sul. Os Bambus nativos crescem naturalmente em todos os continentes, exceto na Europa, sendo que 62% das espécies são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania ( HIDALGO LOPEZ, 2003).

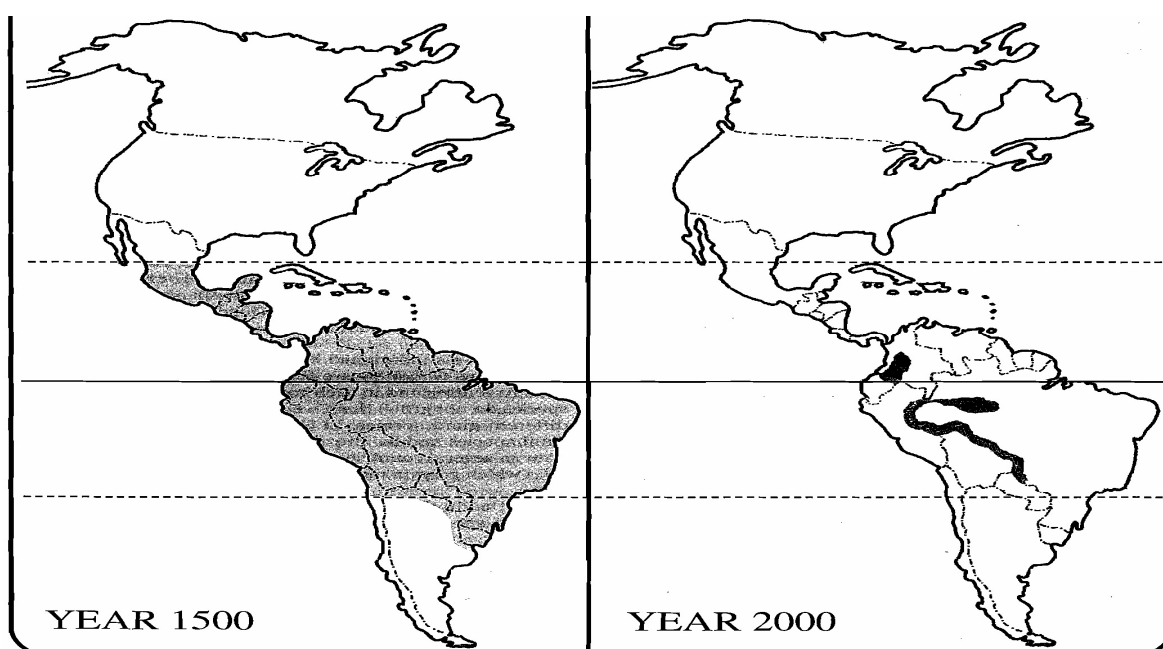


Figura 1. Histórico da ocupação de espécies de bambu nativo nas Américas, do ano 1500 até o ano 2000.



## 2.2) Principais espécies de bambu no Brasil

De acordo com Filgueiras & Gonçalves (2004), o Brasil possui 34 gêneros e 232 espécies de bambus nativos (174 espécies consideradas endêmicas), sendo considerados 16 gêneros de bambu do tipo herbáceo (ornamental) e 18 gêneros do tipo lenhoso. Entre os tipos herbáceos têm-se quatro gêneros (com 45 espécies) endêmicos, destacando-se os gêneros *Olyra* e *Pariana*, com 18 espécies cada. Dentre os bambus lenhosos existem 6 gêneros ( com 129 espécies ) endêmicos, destacando-se os gêneros: *Merostachys*, com 53 espécies; *Chusquea*, com 40 espécies; e *Guadua*, com 16 espécies. No Brasil ocorrem 89% de todos os gêneros e 65% de todas as espécies de bambus conhecidas na América. Os autores acrescentaram que dentre as espécies introduzidas no Brasil destacam-se aquelas pertencentes ao gênero *Bambusa* ( espécies: *blumeana*, *dissimulator*, *multiplex*, *tulda*, *tuldoides*, *ventricosa*, *Beecheyana* ), *Dendrocalamus* ( espécies: *giganteus*, *asper*, *latiflorus*, *strictus*), *Gigantochloa*, *Guadua*, *Pyllostachys* ( espécies: *aurea*, *purpuratta*, , *bambusoides*, *nigra*, *pubescens*), *Pseudosasa*, *Sasa* e *Sinoarundinaria*.

As espécies nativas são em sua grande maioria enquadradas na categoria ornamentais, e estão associados a um meio ambiente específico, como as florestas. A maioria das espécies de bambu que se vê plantadas são exóticas, originárias em sua maior parte de países orientais, de onde fora trazidas e aqui introduzidas desde o tempo do descobrimento, exceção feita ao gênero *Guadua*, originário das Américas, sendo muito utilizado na Colômbia e Equador, e possuindo várias espécies nativas no Brasil (PEREIRA, 2001).

## 2.3) Descrição das espécies utilizadas no Trabalho

### 2.3.1) *Bambusa vulgaris*

Descrição: espécie de bambu entoucerante, de médio porte.

Distribuição Normal: Espécie pantropical.

Internos: 30-60 cm

Altura dos colmos: 15-25 m

Espessura da Parede: 7-15 mm

Temperatura Mínima: -2 oC

Usos mais comuns: Construção, polpa e papel, cercas; móveis, andaimes, artesanato e quebra-vento.

Usos potenciais: Reabilitação de solos degradados e adaptação em áreas semi-úmidas.

Necessidades de trabalhos: Estudos sobre adaptabilidade; estudos sobre proteção (tratamento ) e durabilidade.



Figura 2. Espécie *Bambusa vulgaris*

### 2.3.2) *Bambusa tuldoides*

Descrição: espécie de bambu entoucerante, de médio porte. Distribuição

Normal: Espécie pantropical

Dimensões médias de fibras: 3,43mm comprimento; 3,73 mm espessura.

Espessura da Parede: 0,5 a 3,4 mm

Clima e solo: Variedade de clima e solos, até 1500m de altitude.

Usos mais comuns: cercas; móveis; andaimes; artesanato, divisa de propriedades rurais; quebra-vento.

Usos potenciais: diversas funções diárias; Reabilitação de solos degradados e adaptação em áreas semi-úmidas,.

Necessidades de trabalhos: Estudos sobre adaptabilidade; estudos sobre proteção (tratamento ) e durabilidade



Figura 3: Espécie *Bambusa tuldoides*.

### 2.4) Características Morfológicas do bambu

Há indícios de que a palavra bambu tenha origem no forte barulho provocado pelo estouro dos seus colmos quando submetidos ao fogo, “bam-boo”. No Brasil, para denominar esta planta, os indígenas empregavam, entre outras, as palavras taboca e taquara.

Os bambus pertencem à família das gramíneas e a subfamília Bambusoideae que por sua vez se divide em duas grandes tribos: bambus herbáceos e os bambus lenhosos cujas algumas diferenças entre eles foram descritas por Filgueiras & Gonçalves (2004) (Tab. 1).

#### 2.4.1) Principais diferenças entre bambus herbáceos e lenhosos

Tabela. 1. Características de espécies herbáceos e lenhosos.

| Características            | Herbáceos   | Lenhosos   |
|----------------------------|---|--|
| 1. Comprimento             | Geralmente , 2 m  | 35 m   |
| 2. Ramificações            | Simples   | Complexas  |
| 3. Consistência do colmo   | Não lignificado;<br>facilmente quebrável entre dois dedos | Lenhoso (lignificado;<br>inquebrável entre dois dedos) |
| 4. Folha do colmo          | Ausente   | Presente   |
| 5. Lígula externa          | Ausente   | Presente   |
| 6. Flores                  | Unissexuais   | Bissexuais   |
| 7. Florescimento           | Contínuo (Policárpico)                                    | Sazonal(monocárpico)                                   |
| 8. Exposição direta ao sol | Intolerante   | Tolerante  |

Embora seja uma gramínea, os bambus possuem hábito arborescente e da mesma forma que as árvores apresentam uma parte aérea constituída pelo colmo, folhas e ramificações e outra subterrânea composta pelo rizoma e raiz (Figura 3).

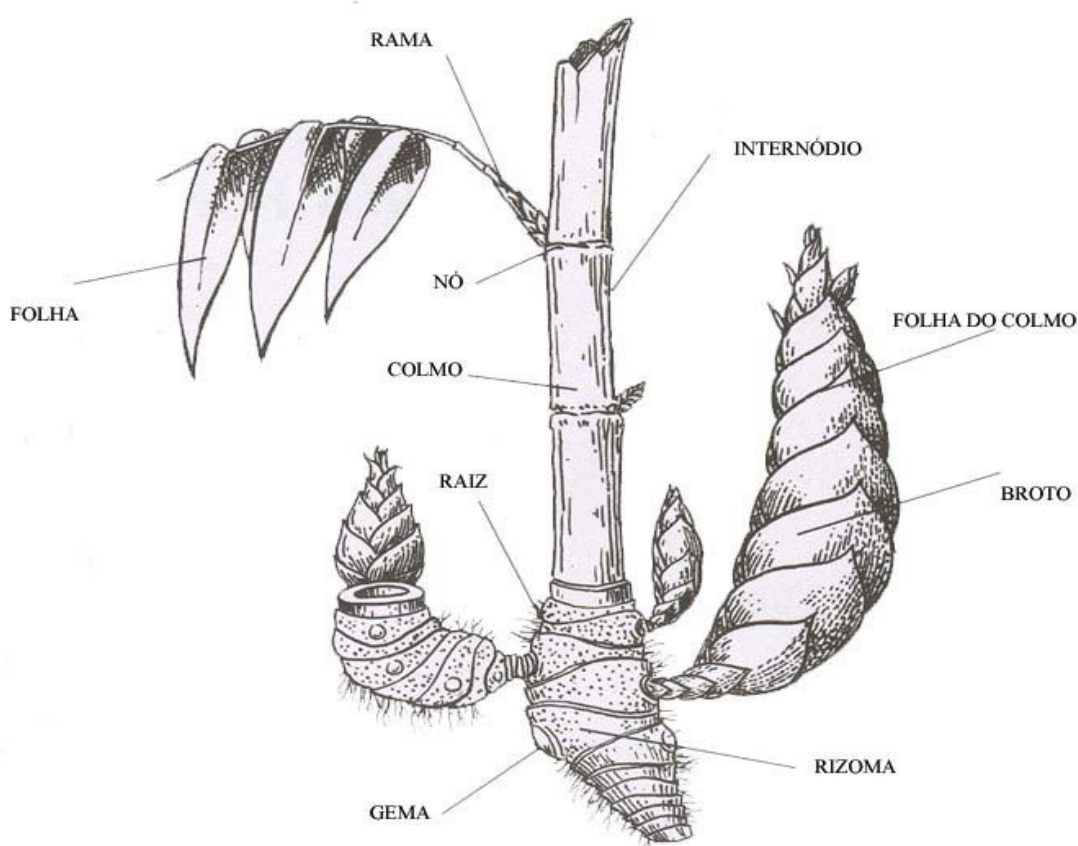


Figura 3. Morfologia externa do bambu.

O bambu é um material heterogêneo e ortotrópico, apresentando, assim, coeficientes elásticos que variam conforme a direção anatômica considerada (MANTILLA CARRASCO et al., 1995). Além disso, fatores como espécie, teor de umidade, condições edafoclimáticas ( solo e clima), idade e época de colheita afetam a resistência mecânica do bambu.

## 2.5) A planta

Pelas características de seu colmo, o bambu é considerado como sendo uma planta lenhosa, monocotiledônea e pertencente às Angiospermas (sementes protegidas). Tal como as árvores o bambu é constituído por uma parte aérea e outra subterrânea. A parte aérea (tronco ou caule das árvores) é denominada de colmo, no caso do bambu, sendo o bambu normalmente oco. A parte subterrânea é constituída de raízes e rizomas.

## 2.6) O Colmo

Embora raramente ocorram bambus maciços (gênero *Chusquea*, por exemplo), os colmos do bambu (Figura 4) em sua grande maioria se caracterizam por apresentar uma forma ligeiramente cilíndrica e por dispor de uma seqüência de entrenós (internós) ocos, separados transversalmente uns dos outros por diafragmas (septos), que aparecem externamente como nós, de onde saem ramos e folhas, dispostos alternadamente. Os diafragmas fornecem maior rigidez e resistência aos colmos, permitindo-lhes suportar ação do vento e do peso próprio.

De acordo com Azzini et al. (1977), conforme a espécie considerada e o diâmetro dos colmos, variam também as quantidades ocupadas pelos nós, entrenós e vazios. O *design* do colmo do bambu pode ser considerado sendo uma obra prima da natureza, pois associa a leveza, flexibilidade e resistência mecânica. Os colmos caracterizam-se pela ausência de raios, o que é uma grande vantagem quando se efetua um corte longitudinal (produção de palitos, por exemplo), porém se torna um grande

inconveniente no momento de realizarem-se ligações com parafusos e pregos.

Os colmos diferem-se em altura, diâmetro, espessura de parede e forma de crescimento, conforme a espécie que pertença. Assim, enquanto alguns colmos alcançam apenas alguns centímetros de altura e alguns poucos milímetros de diâmetro, sendo arbustivos ou ornamentais (algumas espécies dos gêneros *Sasa* e *Pseudosasa*), outros bambus podem atingir alturas de até 30 m e diâmetros de até 30 cm, como nas espécies gigantes (gênero *Dendrocalamus*, principalmente).

O colmo do bambu nasce com o diâmetro que terá por toda a sua vida. Esse diâmetro é maior perto da base e vai diminuindo com a altura em direção a ponta (ou seja, o bambu é geometricamente um tronco de cone), mas nunca aumenta com o passar dos anos, como ocorre normalmente como as espécies arbóreas (madeiras).

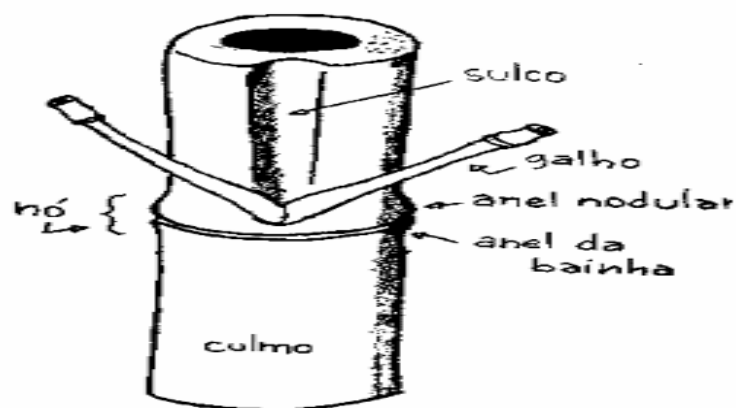


Figura 4. Denominações para as partes externas do colmo.

O colmo de qualquer espécie de bambu completa seu crescimento poucos meses após o surgimento do broto, alcançando sua altura máxima em um mínimo de 30 dias para as espécies de pequeno porte e num máximo de 180 dias para as espécies gigantes. Os brotos brotam anualmente, geralmente na estação das chuvas, alongando-se



continuamente de 20 cm a 1m diariamente, dependendo da espécie. Normalmente os colmos das espécies alastrantes crescem mais rapidamente durante o dia do que aqueles das espécies entouceirantes, os quais crescem preferencialmente durante a noite.

Os colmos, ao nascerem, possuem um tecido delicado e, por este motivo, estão protegidos por Brácteas (ou bainhas), que são folhas de formato triangular, importantes também para o acaso de identificação das espécies de bambu. Estas folhas recobrem cada um dos nós que vão se formando, e caem após o colmo completar seu máximo comprimento, quando então se inicia a formação de ramos e das folhas. Após este período inicial de crescimento o colmo começa o processo de amadurecimento, que dura cerca de até 3 a 4 anos, para maioria das espécies, quando então suas propriedades de resistência mecânica se estabilizam.

## **2.7) Rizomas**

Rizoma é um caule subterrâneo dotado de nós e entrenós com folhas reduzidas a escamas e que se desenvolve paralelamente a superfície do solo. Não deve ser confundido com a raiz que é uma parte distinta da planta e com algumas funções completares e outras completamente diferentes.

Basicamente existem dois grupos distintos de bambus quanto ao tipo de rizoma: os que formam touceiras (simpodiais) e os alastrantes (monopodiais). Muitos autores propõem o semi-entouceirante (anfipodial) como um terceiro tipo que dispõe de ambas as características anteriores (Fig. 5).



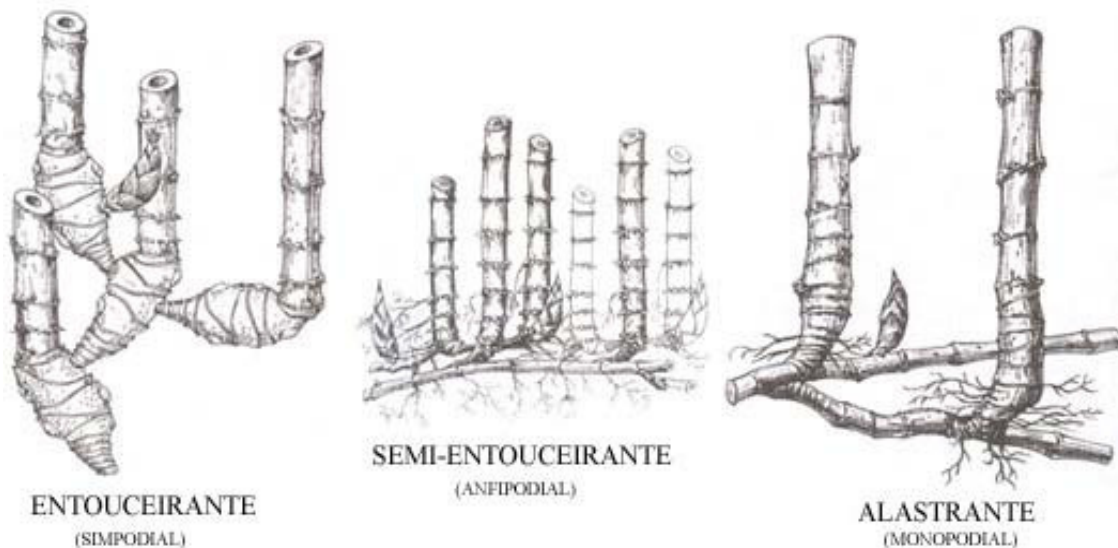


Figura 5: Grupos distintos de bambu.

### 2.7.1 ) Bambus entouceirantes

O grupo paquimorfo, também denominado entouceirantes, cespitoso ou simpodial apresenta os gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Guadua* como principais representantes. A maior parte destes bambus se desenvolve melhor em climas tropicais, apresentando um crescimento mais lento em temperaturas baixas. Seus rizomas são sólidos, com raízes na sua parte inferior e se denominam paquimorfos ( Figura 6) por serem curtos e grossos. Os rizomas são dotados de gemas laterais que dão origem somente a novos rizomas. Muitas destas gemas permanecem inativas de forma permanente ou temporariamente. Apenas a gema apical do rizoma pode dar origem ao um novo colmo e por conseqüência cada rizoma emitirá no máximo um colmo. Este processo continua de tal maneira que os rizomas se desenvolvem formando uma touceira densa e concêntrica.

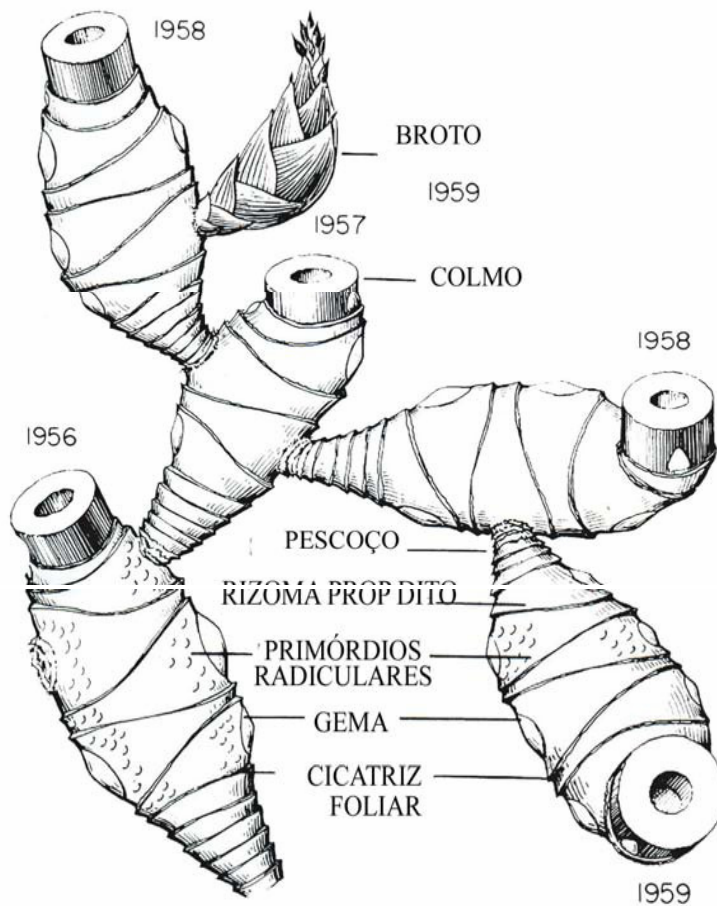


Figura 6. Rizoma paquimorfo.

### 2.7.2) Bambus alastrantes

Os tipos alastrantes, leptomorfos, ou monopodial são bem resistentes ao frio, tem como principal centro de origem a China e tem como representante mais conhecido o gênero *Phyllostachys*. Os rizomas leptomorfos raramente são sólidos e de um modo geral apresentam diâmetros menores que o dos seus colmos correspondentes. Nos nós dos rizomas encontram-se algumas gemas que permanecem por um tempo ou permanentemente dormentes. Geralmente quando em estado ativo estas gemas brotam e produzem colmos esparsos o que permite caminhar entre eles.

Estes bambus são extremamente invasores, demandando cuidados especiais ao serem cultivados. Tais cuidados referem-se à necessidade de manter a floresta plantada confinada em uma área previamente definida, evitando desta forma conflitos com vizinhos, com as áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente e a competição com outras culturas na mesma propriedade. Os bambus leptomorfos (Figura 7) podem ser isolados por meio de barreiras físicas como: mantas plásticas, estradas com trânsito regular e cursos d'água. Vale lembrar, contudo que não é recomendado o uso dos cursos naturais de água para este fim, uma vez que dado a grande capacidade de estabelecimento das espécies deste grupo, a invasão da mata ciliar seria inevitável. Tal fato além de causar um dano ambiental seria por consequência uma transgressão da legislação ambiental brasileira.

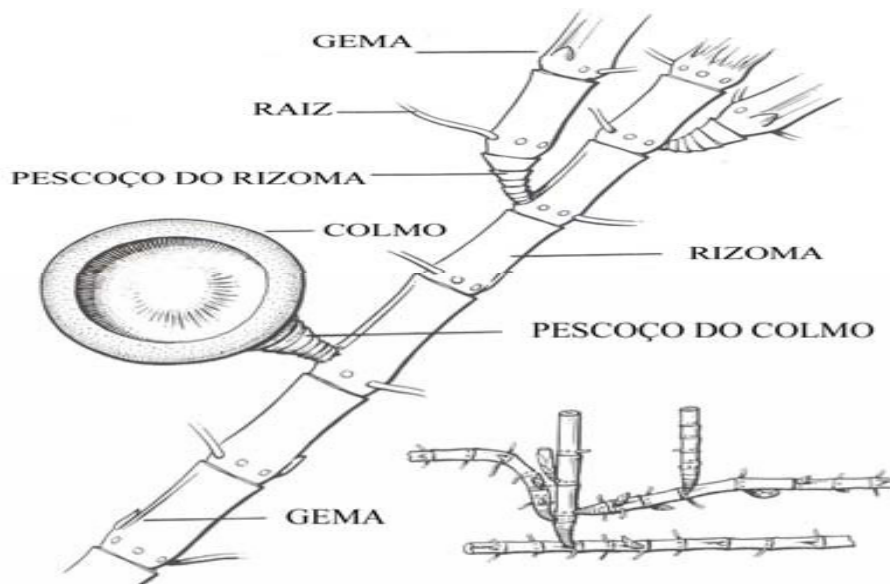


Figura 7. Rizoma leptomorfo. Anatomia geral do bambu

A parte externa do colmo é constituída por duas camadas de células epidérmicas cobertas por uma camada cutinizada e com cera. Mais internamente ocorrem uma camada mais espessa e altamente lignificada,

constituída de numerosas células esclerenquimáticas (feixe de fibras), dificultando qualquer movimentação lateral de líquidos.

O tecido de um colmo é composto pelas células de parênquima, pelos feixes vasculares e pelos feixes de fibras. O colmo, de modo geral, compreende cerca de 50% de parênquima, 40% de fibra e 10% de tecidos condutores.

Os feixes vasculares compreendem o xilema e o floema, e são menores e mais numerosos na periferia do colmo, e maiores e em menor número na sua parte interna. Dentro da parede o número total de feixes diminui da base para o topo, porém sua densidade aumenta.

As fibras constituem o tecido esclerenquimático, e são os principais responsáveis pela resistência mecânica dos colmos. Elas ocorrem nos internós servindo como proteção dos feixes vasculares, constituindo de 40 a 50% do tecido total do colmo e de 60 a 70% de sua massa. O comprimento das fibras geralmente aumenta da periferia para o centro do colmo e diminui daí até a parte interna, estando as mais curtas situadas sempre perto dos nós e as mais longas situadas no meio dos internós.

Na direção transversal, os feixes de fibras concentram-se na parte externa da parede dos colmos, contrastando com a parte interna, onde concentra o tecido parenquimatoso. Na direção vertical a quantidade de fibras aumenta da base ao topo do colmo, e a quantidade de células de parênquima diminui, onde se conclui ser um desperdício a prática comum de não se utilizar partes mais altas de um colmo, pois essas regiões possuem um alto conteúdo de fibras.

## 2.8) Propriedades físicas e mecânicas

Beraldo et al. (1995) afirmou que, em estudo realizado sobre as características físico-mecânicas de algumas espécies de bambu, o principal objetivo a ser vencido refere-se à inexistência de normas para execução dos ensaios. O autor, em experimentos efetuados com o bambu, baseou-se em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para madeira. Concluiu que as características geométricas desses dois materiais são muito distintas, não sendo possível obter determinadas proporções entre os elementos constituintes do bambu, fazendo-se necessária a criação de normas específicas para os ensaios com este material. Hoje um comitê mundial propôs e aprovou uma norma para ensaios para bambus.

No que tange às propriedades físicas do bambu, Nascimento & Della Lucia (1994) obtiveram para o *Dendrocalamus giganteus*, valores de densidade básica média da ordem de 0,63 g/cm<sup>3</sup>, sendo que os menores valores na base e os maiores no ápice, observação compartilhada por Liese (1988). Afirmam que a baixa estabilidade dimensional atribuída ao bambu está relacionada à grande porcentagem de células de parênquima (de paredes celulares delgadas) que colapsa durante a perda de água livre, mascarando dessa forma, os resultados da retratibilidade.

Kollman & Côté (1968) afirmam que as oscilações na densidade são originadas pela diferença estrutural, pela presença de extrativos e pela composição química dos materiais lenhosos. A diferença estrutural é explicada pela estrutura anatômica e pelas variações das dimensões (comprimento, espessura e diâmetro) dos elementos anatômicos, como fibras, vasos, tecidas parenquimatoso e a proporção entre tais elementos.

Segundo Azzini et al. (1997), a planta apresenta uma estrutura composta de nós, internódios e vazios em seu interior, que lhe conferem elevada resistência físico-mecânica, leveza e flexibilidade. Acrescentam

que a umidade varia dentro de um mesmo colmo (maior na base, e menor no ápice), é influenciada pela estação do ano, idade e espécie, e que brotos jovens apresentam maiores umidades que os maduros.

Quanto às propriedades mecânicas do bambu, Salgado et al. (1994) afirmam que os colmos de 03 a 06 anos apresentam melhor resistência à flexão e à compressão, por tratarem de peças maduras, já totalmente lignificadas. O bambu, assim como a madeira, é um material heterogêneo e anisotrópico, apresentando módulos de elasticidade que variam conforme o sentido de aplicação das cargas.

Ghavami (1992) atesta que o bambu trata-se de um material de eficácia comprovada do ponto de vista técnico, e viável economicamente devido ao seu baixo custo. Apresenta, contudo, duas desvantagens: baixo módulo de elasticidade (quando comparado ao aço) e variação em seu volume pela absorção de água.

Culzoni (1986) determinou a resistência à tração, compressão, flexão e cisalhamento de 7 espécies diferentes de bambu, dos gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Guadua*. Observou uma grande variação nos valores das propriedades mecânicas, em função da diversidade existente entre os diferentes gêneros, de forma que torna necessário o conhecimento prévio das características físicas e mecânicas das diversas espécies, para que se possa eleger a mais indicada na indústria da construção.

### **3) OBJETIVO**

Este estudo tem como objetivo a avaliação das propriedades dendrométricas e tecnológicas das espécies de bambu de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldooides*.

### **4) MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi realizado no campus da UFRRJ e EMBRAPA - Fazenda Agro-ecológica, Antiga estrada Rio - São Paulo, no Município de Seropédica, RJ. Sendo uma parte do trabalho realizado no campo e outra em laboratório.

A parte Laboratorial, o material foi encaminhado ao Laboratório de Produtos Florestais, para confecção dos corpos de prova para posterior análise.

#### **4.1) CAMPO**

A primeira etapa do trabalho foi à medição dos dap's de 300 colmos nas touceiras existente na EMBRAPA das espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldooides* para conhecimento da distribuição dos mesmos. Com posse dos dados da distribuição dos diâmetros, os colmos selecionados forma aqueles que estavam dentro da faixa da média mais ou menos 2 vezes o desvio padrão da espécie. O sistema de amostragem foi aleatório.

Após escolhido, o colmo foi abatido e retirado da touceira, pesado em uma balança de pesagem de sacarias. O diâmetro mínimo de interesse para espécie *B. vulgaris* e *B. tuldooides* foi 3 cm de diâmetro, estabelecendo assim o comprimento útil do colmo, Neste ponto, o bambu foi seccionado e esta parte do colmo foi posteriormente descartada como ponteira. No

campo foram medidos a comprimento total, a comprimento útil do colmo, assim como o peso total e útil do colmo recém abatidos. Com isso foram obtidos os seguintes resultados parciais: peso do colmo (fuste + ponta), peso da vara (fuste útil), peso da ponta e comprimento da ponta.

Após esta primeira etapa de campo, foram medidos os comprimentos e diâmetros externos de todos os internódios do fuste até o diâmetro mínimo de 3 cm. Após tal procedimento, cada internódio foi serrado na metade do seu comprimento, e retirado uma amostra, em forma de anel, da largura aproximada de 5 cm. Estas amostras foram devidamente identificados e embaladas em sacos plásticos resistentes e devidamente selados, para manter a umidade inicial. Assim recolhidos os corpos-de-prova foram levados para análise laboratorial.

## **4.2) LABORATÓRIO**

A chegada dos corpos-de-prova no laboratório foram medidas as espessuras dos anéis de cada internódio em 4 pontos diametralmente opostos. Posteriormente, dos anéis foram retirado duas amostras diametralmente opostas, para determinação do teor de umidade, massas específicas e para determinação dos índices de retração volumétrica parcial e total.

Para cada corpo-de-prova uma medição de massa e volume foi feita nas seguintes condições: no estado verde (saturado); climatizado em ambiente a 20° C e 65 % de umidade relativa; e secos em estufa a 103° C mais ou menos 2°C.



#### 4.2.1) Massa Específica e Massa Específica Básica

A metodologia seguida para o cálculo das massas específicas é aquela proposta por VITAL (1984), ou método hidrostático, dada pela razão entre o peso da amostra seca em estufa pelo seu volume verde (saturado) no caso da básica, e o peso da amostra saturada pelo seu volume verde (saturado) no caso da massa específica. Foi utilizado o mercúrio no lugar a água. Para o cálculo do volume da amostra, o valor de empuxo, registrado na balança analítica, foi dividido pela densidade do mercúrio a temperatura de 20 ° C.

#### 4.2.2) Contração Volumétrica Parcial e Total

O volume das amostras saturadas foram tomadas pelo deslocamento do líquido mercúrio e colocadas para secar em ambiente climatizado. Após atingirem peso constante, para determinação da contração volumétrica parcial das amostras, o volume foi medido novamente. As amostras então foram colocadas para secar em estufa a 103 +- 2° Celsius, e após atingirem peso constante, foram tomadas suas dimensões novamente.

$$C_{vp} = \frac{D_{sat} - D_{12}}{D_{sat}} \times 100 \text{ e } C_{vt} = \frac{D_{sat} - D_0}{D_{sat}} \times 100$$

Onde:  $C_{vp}$  é a contração volumétrica total;  
 $C_{vp}$  é a contração volumétrica parcial;  
 $D_{sat}$  é o volume da amostra saturada (verde);  
 $D_0$  é o volume da amostra seca em estufa  
 $D_{12}$  é o volume da amostra aclimatizada

### 4.2.3) Teor de umidade.

O teor de umidade foi determinado nas amostras recém cortadas dos colmos do bambu e também para as amostras depois de aclimatizadas, para verificar se teor de umidade de equilíbrio se aproxima dos 12%.

O teor de umidade será calculado pela formula que se segue:

$$TU = \frac{P_u - P_{se}}{P_{se}} \times 100$$

onde: TU é o teor de umidade da amostra

$P_u$  é o peso da amostra num teor de umidade qualquer

$P_{se}$  é o peso da amostra seco em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$

### 4.2.4) Calculo do volume e peso de cada internódio

Com os dados do diâmetro, comprimento e espessura de cada internódio podem se calcular o volume externo do internódio e o volume real do mesmo.

$$V_{..externo} = \frac{De^2 \cdot comprimento}{4} \pi$$

$$V_{..real} = \frac{(De^2 - Di^2) \cdot comprimento}{4} \pi$$

Onde:  $De$  é o diâmetro externo do internódio (cm) e  $Di$  é o diâmetro interno do internódio (cm) e  $V_{..externo}$  é o volume do internódio ( $\text{cm}^3$ ) e  $V_{..real}$  é volume do internódio descontado o volume do oco ( $\text{cm}^3$ )

Através de um somatório pode se calcular o volume externo e real do colmo.

Com os dados do volume, massa específica básica e umidade dos internódios, pode-se calcular o peso do internódio anidro e o peso do internódio no seu respectivo teor de umidade.

$$\text{Peso..anidro} = \text{volume.realxmassa.especifica.básica}$$

$$\text{Peso..umido} = \text{volume.realxmassa.especifica.básicaxteordeumidade}$$

Através de um somatório pode se calcular o peso anidro e o peso úmido do fuste.

#### **4.2.5) Correlações e regressões**

Através de análise de correlação e avaliação da distribuição dos dados, foi possível testar algumas equações de regressão simples para estimativas da altura, peso e volume dos colmos em função da variável dependente DAP. Foi utilizado o programa TBC que tem mais de 200 modelos pré-estabelecidos, sendo que foram usados apenas os modelos mais simples, ou seja, 46 modelos que estão listados a seguir.

Do mesmo modo o programa TBC foi usado também, para estimar a espessura do internódio em função do diâmetro externo, assim como estimar o teor de umidade, contração volumétrica parcial e total, em função da massa específica básica.

No caso da estimativa da espessura do internódio em função do diâmetro externo, só foi possível um bom ajuste com os dados a partir do décimo quinto e décimo internódio, respectivamente para as espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, ou seja, como o segundo e terceiro terço do comprimento dos colmos.

#### **4.2.6) Correlações entre as propriedades físicas e características dendrométricas.**

Foi feita também análise de correlação entre as características dendrométrica e propriedades físicas das duas espécies ao nível de 5 % de significância.

#### **4.2.7) Gráficos dos valores médios, máximos e mínimos ao longo do colmo.**

Foram feitos também gráficos de todas as propriedades estudadas assim como das características dendrométricas ao longo do colmo. Nestes gráficos estão os valores médios, os valores máximos e mínimos dos dados de interesse para cada internódio. Foram feitos também linhas de tendências, polinômios de quarto grau, com único objetivo de melhor mostrar as oscilações dos dados ao longo do colmo. Estes polinômios usaram como variável independente o número ou posição do internódio. Como os colmos têm quantidades de internódios distintos, foi possível fazer os gráficos até o quadragésimo primeiro e vigésimo primeiro internódio, para as espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, respectivamente. Estes valores foram escolhidos, pois neles encontravam-se ao menos dois dados de interesse por internódio, de modo a se ter um valor máximo, outro mínimo e outro sendo a média das duas observações.

1.  $y=(a+b/x)$
2.  $y=\exp(a+b\sqrt{x})$
3.  $y=\exp(a+b\exp(-x))$
4.  $y=(a+b\ln(x))^2$
5.  $y=1/(a+bx^2)$
6.  $y=\exp(a+b\ln(x))$
7.  $y=(a+b/x)^2$
8.  $y=\exp(a+bx)$
9.  $y=\sqrt{a+b/x^2}$
10.  $y=(a+b/x^2)$
11.  $y=1/(a+b\exp(x))$
12.  $y=(a+b\sqrt{x})^2$
13.  $y=(a+b\exp(-x))^2$
14.  $y=(a+b\ln(x))$
15.  $y=\exp(a+b\exp(x))$
16.  $y=1/(a+bx^3)$
17.  $y=(a+bx)^2$
18.  $y=(a+b\sqrt{x})$
19.  $y=(a+b\exp(-x))$
20.  $y=\exp(a+b/x)$
21.  $y=(a+b/x^2)^2$
22.  $y=1/(a+bx)$
23.  $y=\exp(a+bx^2)$
24.  $y=\sqrt{a+b/x}$
25.  $y=(a+b\exp(x))^2$
26.  $y=(a+bx)$
27.  $y=(a+bx^2)^2$
28.  $y=(a+b\exp(x))$
29.  $y=1/(a+b\exp(-x))$
30.  $y=1/(a+b\sqrt{x})$
31.  $y=\exp(a+bx^3)$
32.  $y=\sqrt{a+b\ln(x)}$
33.  $y=\exp(a+b/x^2)$
34.  $y=(a+bx^2)$
35.  $y=(a+bx^3)^2$
36.  $y=\sqrt{a+b\exp(-x)}$
37.  $y=\sqrt{a+b\sqrt{x}}$
38.  $y=1/(a+b\ln(x))$
39.  $y=(a+bx^3)$
40.  $y=\sqrt{a+bx}$
41.  $y=\sqrt{a+b\exp(x)}$
42.  $y=\sqrt{a+b\exp(x)}$
43.  $y=\sqrt{a+bx^2}$
44.  $y=\sqrt{a+bx^3}$
45.  $y=1/(a+b/x)$
46.  $y=1/(a+b/x^2)$

Modelos simples testados para fazer estimativas, do programa TBC.

## 5) RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de médios de DAP das touceiras de *B. vulgaris* e *B. tuldooides* foram 9,51 cm e 5,36 cm, e os desvios padrões foram de 1,26 cm e 0,62 cm, respectivamente. Para espécie *B. vulgaris* o valor de DAP máximo foi de 12,1cm e o mínimo foi de 5,1 cm. No caso do *B. tuldooides* os valores máximos e mínimos encontrados foram de 6,37cm e 3,34 cm, respectivamente.

Na tabela 2, estão às informações com as dimensões, volumes e pesos dos colmos, para as duas espécies. Observa se que a espécies *B. vulgaris* tem as maiores dimensões de DAP e altura, e conseqüentemente os volumes dos colmos e pesos. Se observado os volumes real e externo para as duas espécies, pode-se calcular um fator de conversão entre o volume real do fuste e o volume externo do fuste, baseado no diâmetro externo dos internódios. Estes fatores de conversão seriam 0,347 e 0,411, respectivamente para as espécies *B. vulgaris* e *B. tuldooides*. Ainda na tabela 2 observa-se que o a quantidade média de matéria seca por fuste é de 15,67 e 4,28 kg, para *B. vulgaris* e *B. tuldooides*, respectivamente.

Mais abaixo na tabela 3, estão os dados de teor de umidade, massas específicas e contrações volumétricas das duas espécies. Observado a tabela, nota-se que os valores médios encontrados de todas as propriedades estudadas, para as duas espécies, são bem semelhantes. A massa específica básica para as duas espécies são próximas de 0,6 g/cm<sup>3</sup> e os índices de contração volumétrica parcial e total em torno de 15 e 20%, respectivamente. Observa-se também que a massa específica básica para o *B. vulgaris* oscilou entre 0,50 e 0,71 g/cm<sup>3</sup>, enquanto que para o *B. tuldooides* foi entre 0,51 e 0,68 g/cm<sup>3</sup>. Apesar dos cuidados para colheita de bambus maduros ou mais lignificados, é difícil saber exatamente a idade

dos colmos coletados. Estas oscilações entre as massas específicas revelam, provavelmente, idades diferentes entre os colmos coletados.

Ainda na tabela 3, para o *B. vulgaris*, nota-se que maiores massas específicas implicam em menores índices de contração volumétrica e teores de umidade. Para a espécie *B. tuldoides*, o mesmo não ocorre entre a massa específica básica e a contração. Entre a massa específica básica e a umidade a relação é inversa, assim como para a espécie *B. vulgaris*.

Tabela 2. Quadro geral com informações dimensionais, volumes e pesos dos colmos das espécies de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldooides*

| Espécie | Colmo        | Dap<br>cm   | Comprimento<br>útil<br>m | Comprimento<br>total<br>m | Volume<br>real<br>m <sup>3</sup> | Volume<br>externo<br>m <sup>3</sup> | Peso do fuste<br>Seco - kg | Peso do fuste<br>Úmido - kg | Peso total<br>Do colmo - kg | Peso útil<br>do colmo<br>kg |
|---------|--------------|-------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1       | 1            | 8,0         | 15,3                     | 20,0                      | 0,0211                           | 0,0593                              | 10,54                      | 23,18                       | 32,0                        | 28,0                        |
| 1       | 2            | 10,0        | 17,1                     | 22,5                      | 0,0339                           | 0,1025                              | 19,72                      | 39,15                       | 51,0                        | 47,0                        |
| 1       | 3            | 7,5         | 10,4                     | 12,8                      | 0,0151                           | 0,0352                              | 10,74                      | 17,32                       | 32,0                        | 27,0                        |
| 1       | 4            | 9,0         | 15,1                     | 23,5                      | 0,0262                           | 0,0759                              | 14,03                      | 28,52                       | 50,0                        | 47,0                        |
| 1       | 5            | 9,9         | 17,0                     | 21,8                      | 0,0356                           | 0,1074                              | 23,34                      | 41,09                       | 64,0                        | 57,0                        |
|         | <b>Média</b> | <b>8,88</b> | <b>15,0</b>              | <b>20,1</b>               | <b>0,0264</b>                    | <b>0,0761</b>                       | <b>15,67</b>               | <b>29,85</b>                | <b>45,8</b>                 | <b>41,2</b>                 |
| 2       | 1            | 6,2         | 12,5                     | 16,5                      | 0,0119                           | 0,0297                              | 6,77                       | 13,01                       | 18,6                        | 16,1                        |
| 2       | 2            | 5,4         | 10,8                     | 11,8                      | 0,0086                           | 0,0204                              | 4,29                       | 8,52                        | 13,0                        | 12,0                        |
| 2       | 3            | 5,6         | 10,0                     | 13,2                      | 0,0090                           | 0,0212                              | 5,65                       | 10,09                       | 16,5                        | 12,5                        |
| 2       | 4            | 3,9         | 10,2                     | 13,9                      | 0,0052                           | 0,0135                              | 3,46                       | 5,87                        | 11,1                        | 8,0                         |
| 2       | 5            | 3,5         | 5,4                      | 10,9                      | 0,0024                           | 0,0050                              | 1,23                       | 2,59                        | 4,1                         | 3,4                         |
|         | <b>Média</b> | <b>4,92</b> | <b>9,8</b>               | <b>13,2</b>               | <b>0,0074</b>                    | <b>0,018</b>                        | <b>4,28</b>                | <b>8,016</b>                | <b>12,7</b>                 | <b>10,4</b>                 |

Dap= Diâmetro na altura do peito; comprimento útil = comprimento do colmo até 3cm de diâmetro; comprimento total=comprimento total do colmo (fuste + ponta); Volume real= volume do colmo calculado pela diferença entre o diâmetro interno e externo dos internódios; Volume externo = volume do colmo baseado no diâmetro externo dos internódios; peso do fuste seco= peso seco do fuste a 0 % de umidade; peso do fuste úmido= peso medido logo após obtenção do colmo sem a ponta e ramos laterais no campo; peso total do colmo= peso do fuste, mais ponta, mas ramificações; Peso útil do colmo= peso do fuste, mais ramificações até o internódio com 3 cm de diâmetro. ; *Bambusa vulgaris* =espécie 1 e *Bambusa tuldooides*= espécie 2.



Tabela 3. Quadro geral com as propriedades físicas do lenho das espécies de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com valores mínimos, máximos, média e coeficiente de variação para as propriedades avaliadas.

|         |              | Teor de umidade |              |               |              | Massa específica básica |             |             |              | Massa específica  |             |             |             | Contração volumétrica Parcial |             |              |              | Contração volumétrica Total |              |              |              |
|---------|--------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|         |              | %               |              |               |              | g/cm <sup>3</sup>       |             |             |              | g/cm <sup>3</sup> |             |             |             | %                             |             |              |              | %                           |              |              |              |
| Espécie | Colmo        | Média           | Min          | Max           | Cv           | Média                   | Min         | Max         | Cv           | Média             | Min         | Max         | Cv          | Média                         | Min         | Max          | Cv           | Média                       | Min          | Max          | Cv           |
| 1       | 1            | 119,40          | 93,60        | 179,10        | 18,30        | 0,50                    | 0,39        | 0,55        | 8,30         | 1,09              | 1,03        | 1,15        | 3,00        | 21,08                         | 13,76       | 28,77        | 13,30        | 25,37                       | 17,36        | 34,40        | 13,00        |
| 1       | 2            | 102,10          | 68,50        | 193,20        | 21,20        | 0,57                    | 0,46        | 0,65        | 6,70         | 1,15              | 1,06        | 1,66        | 8,00        | 18,83                         | 8,57        | 23,06        | 15,50        | 22,73                       | 14,73        | 36,76        | 17,10        |
| 1       | 3            | 61,50           | 53,60        | 86,20         | 8,80         | 0,71                    | 0,58        | 0,75        | 4,10         | 1,14              | 1,08        | 1,18        | 2,40        | 6,97                          | 3,83        | 14,53        | 34,80        | 12,06                       | 8,94         | 16,93        | 12,60        |
| 1       | 4            | 102,30          | 64,70        | 127,60        | 12,20        | 0,53                    | 0,44        | 0,66        | 7,20         | 1,08              | 1,00        | 1,17        | 3,20        | 18,86                         | 6,65        | 23,11        | 17,30        | 23,44                       | 11,77        | 28,71        | 15,40        |
| 1       | 5            | 75,00           | 61,90        | 92,30         | 10,60        | 0,66                    | 0,57        | 0,73        | 5,30         | 1,15              | 1,05        | 1,25        | 3,00        | 9,63                          | 4,91        | 14,66        | 21,30        | 13,68                       | 11,28        | 20,59        | 14,50        |
|         | <b>Média</b> | <b>92,10</b>    | <b>68,50</b> | <b>135,70</b> | <b>14,20</b> | <b>0,60</b>             | <b>0,50</b> | <b>0,70</b> | <b>6,30</b>  | <b>1,10</b>       | <b>1,00</b> | <b>1,30</b> | <b>3,90</b> | <b>15,10</b>                  | <b>7,50</b> | <b>20,80</b> | <b>20,40</b> | <b>19,50</b>                | <b>12,80</b> | <b>27,50</b> | <b>14,50</b> |
| 2       | 1            | 85,06           | 37,29        | 132,57        | 33,03        | 0,61                    | 0,46        | 0,87        | 18,65        | 1,11              | 1,05        | 1,20        | 3,54        | 14,87                         | 0,39        | 23,16        | 38,72        | 19,93                       | 7,80         | 26,92        | 23,98        |
| 2       | 2            | 100,35          | 57,72        | 151,65        | 23,10        | 0,52                    | 0,41        | 0,61        | 10,91        | 1,11              | 1,05        | 1,20        | 3,54        | 9,51                          | 3,66        | 16,83        | 39,00        | 16,18                       | 10,06        | 21,94        | 22,59        |
| 2       | 3            | 76,58           | 53,95        | 97,37         | 14,12        | 0,64                    | 0,56        | 0,76        | 6,71         | 1,03              | 0,96        | 1,09        | 2,58        | 15,20                         | 8,59        | 20,25        | 17,09        | 20,68                       | 14,24        | 25,24        | 12,10        |
| 2       | 4            | 67,17           | 45,52        | 106,69        | 23,27        | 0,68                    | 0,52        | 0,78        | 10,00        | 1,12              | 1,09        | 1,19        | 1,57        | 12,92                         | 2,33        | 20,75        | 34,40        | 18,86                       | 11,44        | 24,82        | 19,56        |
| 2       | 5            | 110,50          | 82,08        | 135,16        | 14,89        | 0,51                    | 0,45        | 0,63        | 9,22         | 1,12              | 1,06        | 1,27        | 3,48        | 17,58                         | 4,90        | 25,28        | 26,64        | 21,17                       | 10,12        | 28,01        | 19,18        |
|         | <b>Média</b> | <b>87,93</b>    | <b>55,31</b> | <b>124,69</b> | <b>21,68</b> | <b>0,59</b>             | <b>0,48</b> | <b>0,73</b> | <b>11,10</b> | <b>1,07</b>       | <b>1,02</b> | <b>1,15</b> | <b>2,70</b> | <b>14,02</b>                  | <b>3,97</b> | <b>21,25</b> | <b>31,17</b> | <b>19,36</b>                | <b>10,73</b> | <b>25,39</b> | <b>19,48</b> |

Cv= Coeficiente de variação, min= mínimo, Max= máximo; *Bambusa vulgaris* =espécie 1 e *Bambusa tuldoides*= espécie 2.

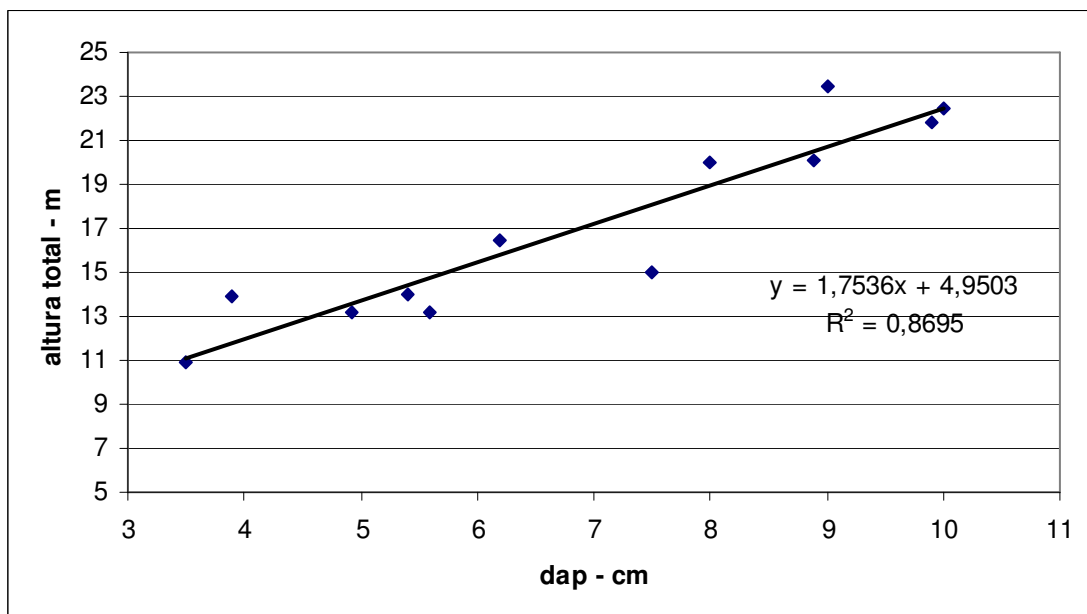
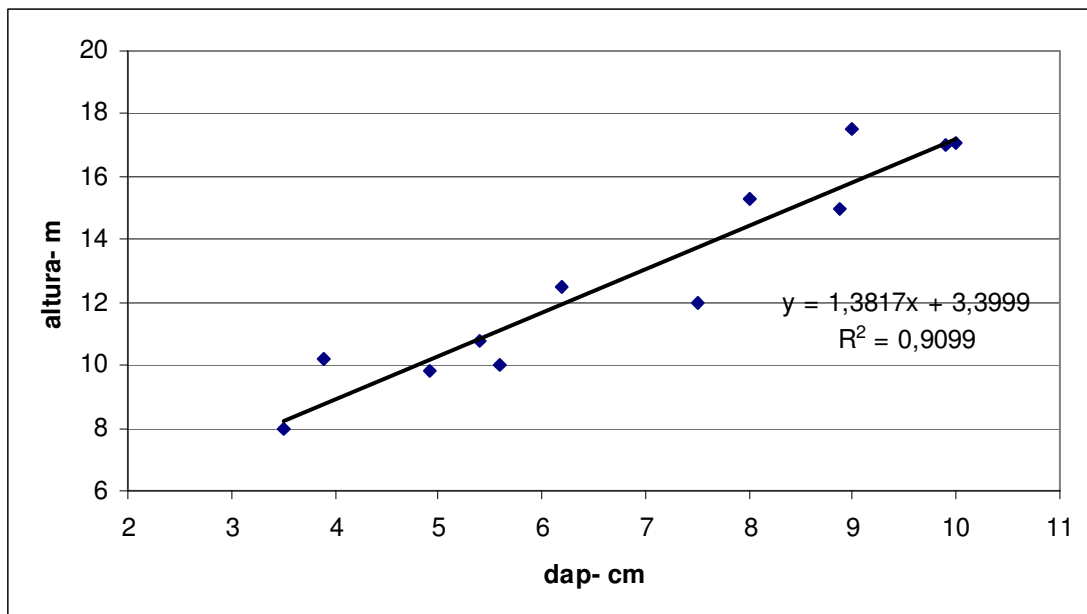


Gráfico 1. Relação entre o dap e comprimento útil e comprimento total dos fustes das espécies: *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados.

A partir dos dados da tabela 1, com as informações das duas espécies, foram construídos os gráficos 1, 2 e 3. O gráfico 1 contém a relação existente entre o DAP dos colmos e seus respectivos comprimentos útil e total. Observa-se que a melhor função ajustada foi a linear, com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para comprimento útil de 0,90

e para comprimento total 0,88. Podendo estabelecer o conhecimento dos comprimentos, coletando apenas o DAP.

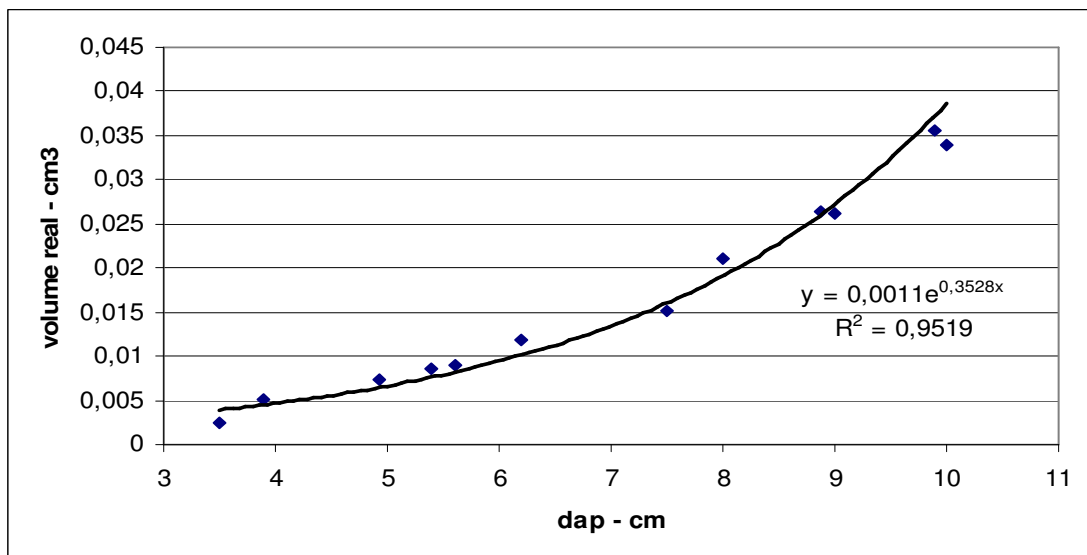
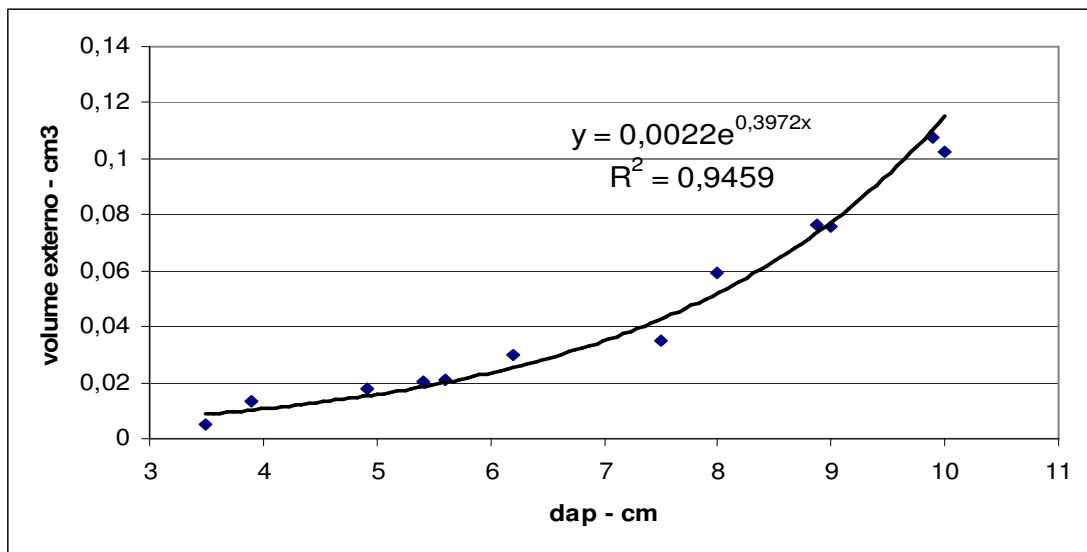


Gráfico 2. Relação entre o dap e o volume real e volume externo dos fustes das espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados.

O gráfico 2 contém a relação existente entre o DAP dos colmos e seu respectivo volume externo e real. Observa-se que a melhor função ajustada foi a exponencial, com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para volume externo e volume real de 0,946 e 0,952, respectivamente. Podendo

estabelecer o conhecimento dos volumes, coletando apenas o diâmetro e destacando a equação no gráfico.

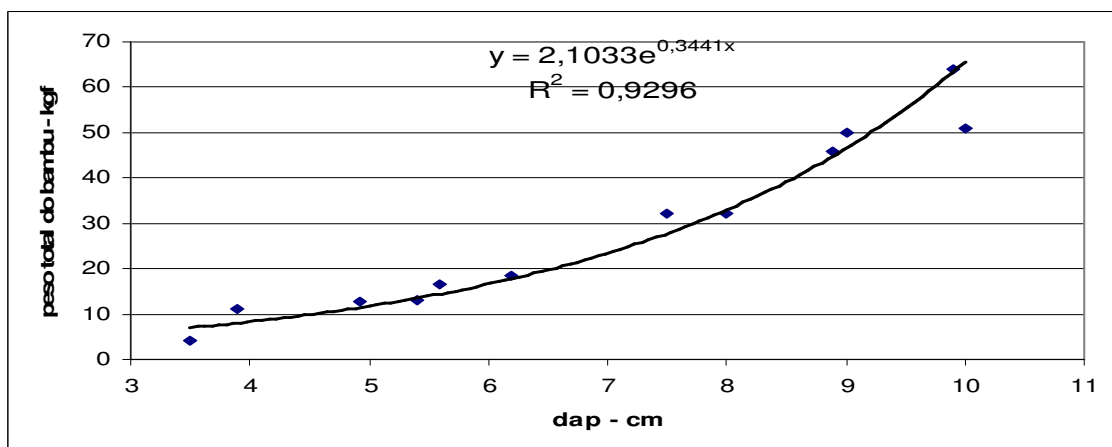
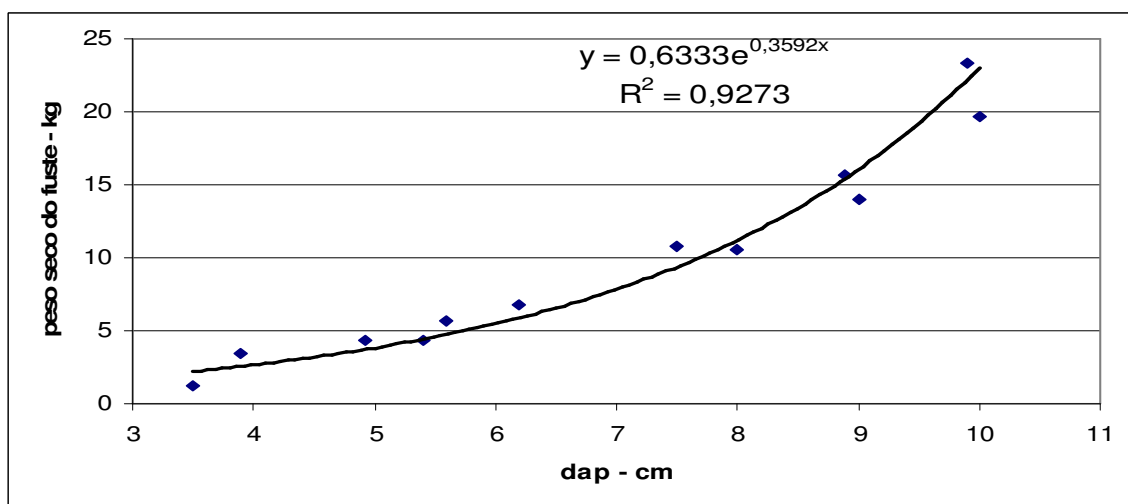
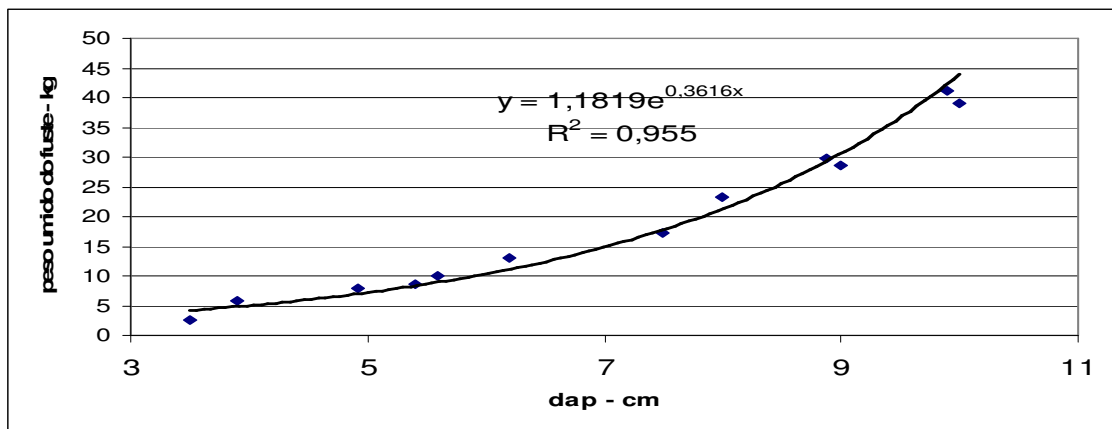


Gráfico 3. Relação entre o dap e o peso do fuste seco e úmido e peso dos colmos das espécies *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoides*., com os respectivos coeficientes de determinação e modelos ajustados.

Pode-se destacar no gráfico 3 que a função exponencial, do mesmo modo que para a estimativa dos volumes, foi a que melhor estimou os dados de peso do fuste anidro, o peso do fuste recém abatido e o peso do colmo recém abatido. Os coeficientes de determinação foram respectivamente 0,95, 0,92 e 0,92. Podendo-se estabelecer o conhecimento dos pesos, coletando apenas o diâmetro e destacando a equação no gráfico.

### 5.1) *Bambusa vulgaris*

Na tabela 4 a seguir estão às correlações entre as características dos internódios tais como: comprimento, diâmetros externo e interno, espessura, volume externo e real, teor de umidade, contração parcial e total, massa específica básica, peso seco e peso úmido dos internódios. O teste de significância das correlações foi feito ao nível de 5%. Os valores em vermelho e em negrito foram significativos. Destacam-se as boas correlações entre a massa específica básica e as demais propriedades físicas do lenho do bambu, assim como as boas correlações existentes entre diâmetro externo, o diâmetro interno e a espessura do internódio.

Tabela 4: Correlações entre as características dos internódios, como comprimento, diâmetros (externo e interno), espessura média e volume (externo e real) e das propriedades físicas.

|              | Numero do internódio | Comprimento internódio | Diâmetro externo | espessura    | Diâmetro interno | Volume externo | Volume real  | Teor de umidade | Contração parcial | Contração total | Massa básica | Peso seco    | Peso úmido   |
|--------------|----------------------|------------------------|------------------|--------------|------------------|----------------|--------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| internódio   | 1,00                 | <b>0,22</b>            | <b>-0,67</b>     | <b>-0,79</b> | <b>-0,45</b>     | <b>-0,44</b>   | <b>-0,77</b> | <b>-0,22</b>    | 0,02              | <b>-0,16</b>    | 0,09         | <b>-0,71</b> | <b>-0,76</b> |
| Comprimento  |                      | 1,00                   | 0,00             | <b>-0,64</b> | <b>0,26</b>      | <b>0,41</b>    | 0,04         | -0,03           | <b>0,32</b>       | <b>0,26</b>     | <b>-0,11</b> | 0,01         | 0,01         |
| Dia externo  |                      |                        | 1,00             | <b>0,53</b>  | <b>0,94</b>      | <b>0,88</b>    | <b>0,94</b>  | 0,05            | -0,03             | 0,08            | 0,06         | <b>0,92</b>  | <b>0,94</b>  |
| Espessura    |                      |                        |                  | 1,00         | <b>0,20</b>      | <b>0,14</b>    | <b>0,60</b>  | <b>0,22</b>     | -0,09             | 0,06            | -0,08        | <b>0,56</b>  | <b>0,61</b>  |
| Dia interno  |                      |                        |                  |              | 1,00             | <b>0,96</b>    | <b>0,84</b>  | -0,04           | 0,00              | 0,07            | 0,10         | <b>0,83</b>  | <b>0,83</b>  |
| Vol. externo |                      |                        |                  |              |                  | 1,00           | <b>0,85</b>  | 0,00            | 0,10              | <b>0,16</b>     | 0,03         | <b>0,83</b>  | <b>0,84</b>  |
| Vol. real    |                      |                        |                  |              |                  |                | 1,00         | 0,09            | 0,01              | <b>0,14</b>     | -0,02        | <b>0,96</b>  | <b>1,00</b>  |
| T. umidade   |                      |                        |                  |              |                  |                |              | 1,00            | <b>0,81</b>       | <b>0,82</b>     | <b>-0,95</b> | <b>-0,15</b> | <b>0,06</b>  |
| C. parcial   |                      |                        |                  |              |                  |                |              |                 | 1,00              | <b>0,95</b>     | <b>-0,88</b> | <b>-0,22</b> | -0,03        |
| C. total     |                      |                        |                  |              |                  |                |              |                 |                   | 1,00            | <b>-0,87</b> | -0,09        | <b>0,10</b>  |
| M. básica    |                      |                        |                  |              |                  |                |              |                 |                   |                 | 1,00         | <b>0,24</b>  | 0,03         |
| P. seco      |                      |                        |                  |              |                  |                |              |                 |                   |                 |              | 1,00         | <b>0,97</b>  |
| P. úmido     |                      |                        |                  |              |                  |                |              |                 |                   |                 |              |              | 1,00         |

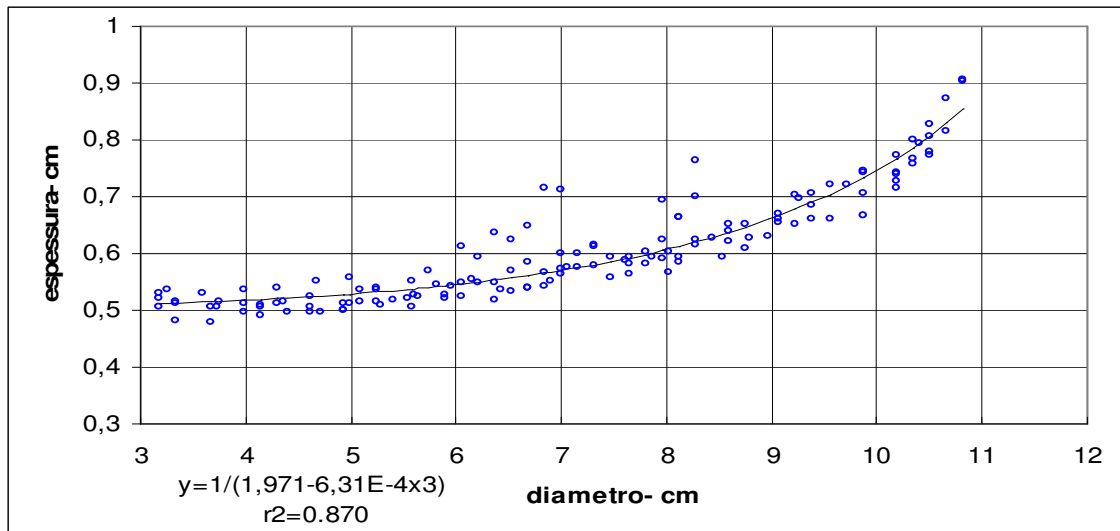


Gráfico 4. Relação entre o diâmetro e a espessura da espécie *Bambusa vulgaris* com o respectivo coeficiente de determinação e modelo ajustado.

No gráfico 4, está à relação entre o diâmetro externo dos internódios e as suas respectivas espessuras. Para se ajustar os dados de diâmetro e espessura, foram necessários descartar os valores do primeiro terço dos colmos, ou seja, até o 14 internódio. Os dados do gráfico 4 são aqueles com espessura e diâmetro dos internódios a partir do primeiro terço do colmo. Observa-se que a melhor equação simples obtida foi uma regressão cúbica inversa ( $\frac{1}{x^3}$ ) com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,87. Deste modo podem-se obter boas estimativas da espessura do internódio a partir do diâmetro externo dos mesmos.

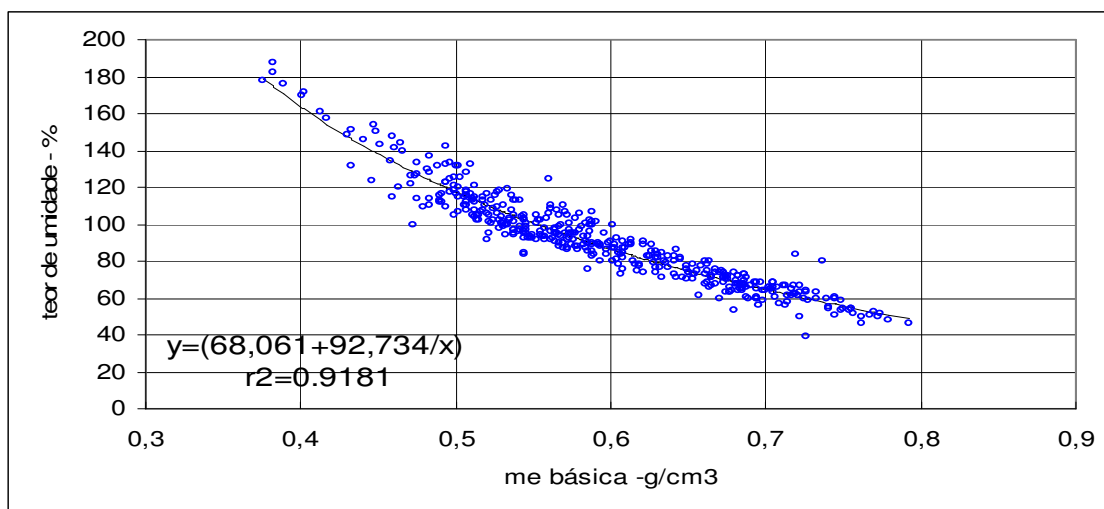


Gráfico 5. Relação entre a massa específica básica e o teor de umidade da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.

Observou-se também uma boa relação inversa entre a massa específica básica e o teor de umidade o que pode ver no gráfico 5. Observa-se que a melhor equação simples obtida foi uma a regressão

inversa ( $\frac{1}{x}$ ) com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) aproximado de 0,92. O

que se entende neste caso é que a região de maior massa específica, é aquela mais rica em feixes fibro-vasculares e com menor percentual de parênquima e que possui, por consequência, um menor teor de umidade.

Analisando a tendência negativa do gráfico 6, quanto maior a contração parcial, menor a massa específica básica. O coeficiente de

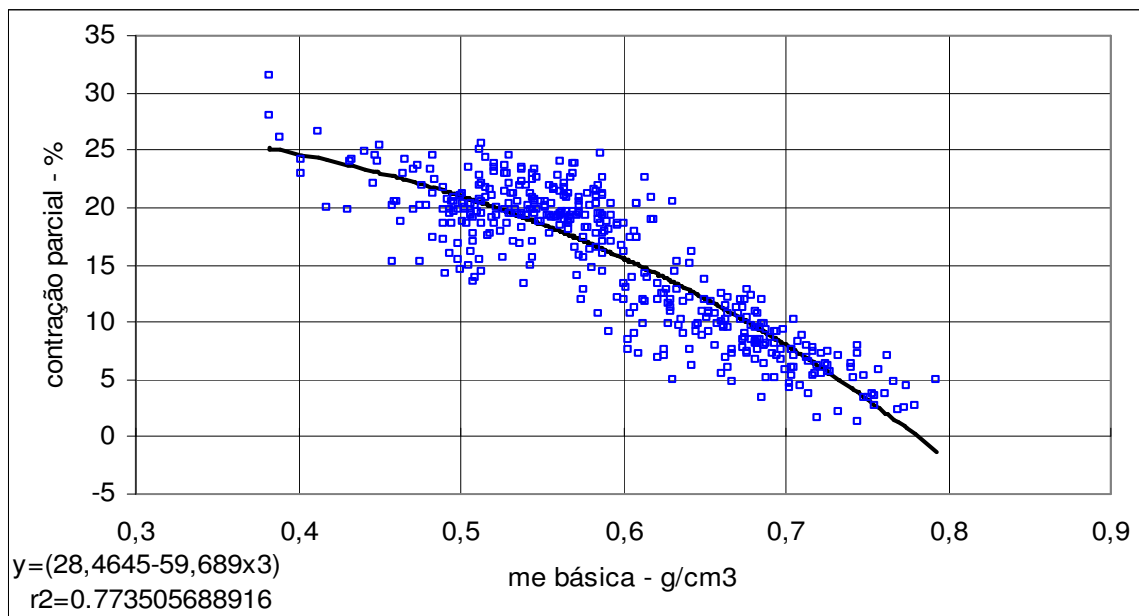


Gráfico 6. Relação entre contração parcial e massa específica básica da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.

determinação foi de 0,77. Observa-se neste gráfico que a melhor equação simples obtida foi uma a regressão cúbica. Nas coníferas e folhosa o que se vê normalmente é uma correlação positiva entre a massa específica e as contrações. Mas para bambu, observa-se o contrário. Uma explicação para tal comportamento é que a maior massa específica esta associada a maior quantidade de feixes fibro-vasculares e menor percentagem de parênquima, e que a quantidade de colapso que ocorre em células de parênquimas em bambus são em grande proporção. Então na realidade, quanto se mede a alteração dimensional não estamos medindo apenas a alteração dimensional da parede celular, mas também e principalmente o colapso. Isto já foi observado por Nascimento & Della Lucia (1994) que afirmam que a baixa estabilidade dimensional atribuída ao bambu está relacionada à grande porcentagem de células de parênquima (de paredes



celulares delgadas) que colapsa durante a perda de água livre, mascarando dessa forma, os resultados da retratibilidade.

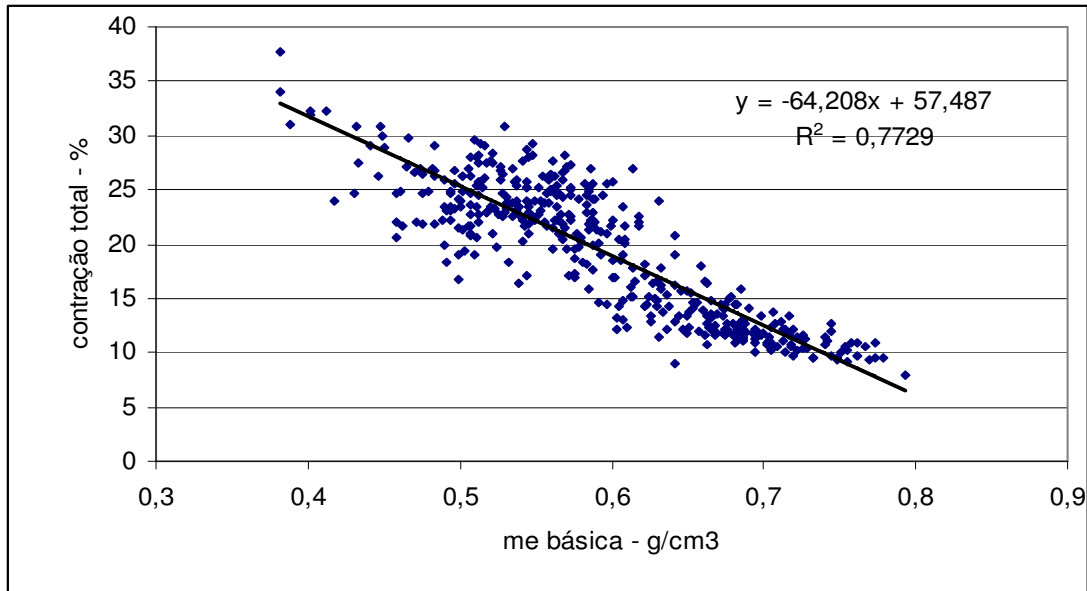


Gráfico 7. Relação entre contração total e massa básica da espécie *Bambusa vulgaris*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.

O mesmo se observou no gráfico 7, resume uma tendência de correlação linear negativa. Quanto maior a contração total, menor a massa básica. O coeficiente de determinação foi de 0,77. Destacando a equação no gráfico, de simples entrada.

Nos gráficos que se seguem tem-se a variação das propriedades estudadas ao longo do colmo, em função da numeração dos internódios. Foram plotados os valores médios, máximos e mínimos encontrados para cada internódio dos colmos amostrados. Além disto foi ajustada uma curva de tendência para mostrar a variação da propriedade ao longo do fuste do bambu.

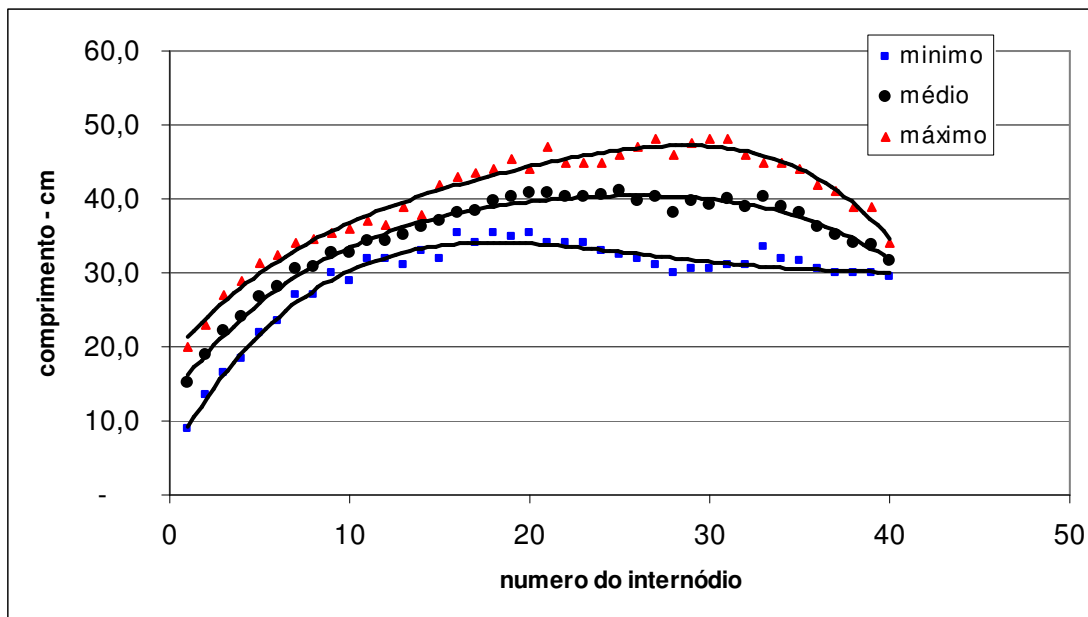


Gráfico 8. Relação entre comprimento do internódio e número do mesmo (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

No gráfico 8 observa-se a média do comprimento dos internódios que aumenta até a vigésima posição estabilizando até a vigésima quinta e depois deste ponto, diminui. Na base do colmo o comprimento oscila entre 9 e 20 cm com média em torno de 15 cm, chegando a comprimento de até 50 cm aproximadamente. Ao longo do colmo os valores de comprimentos médios oscilam entre 15 e 41cm.

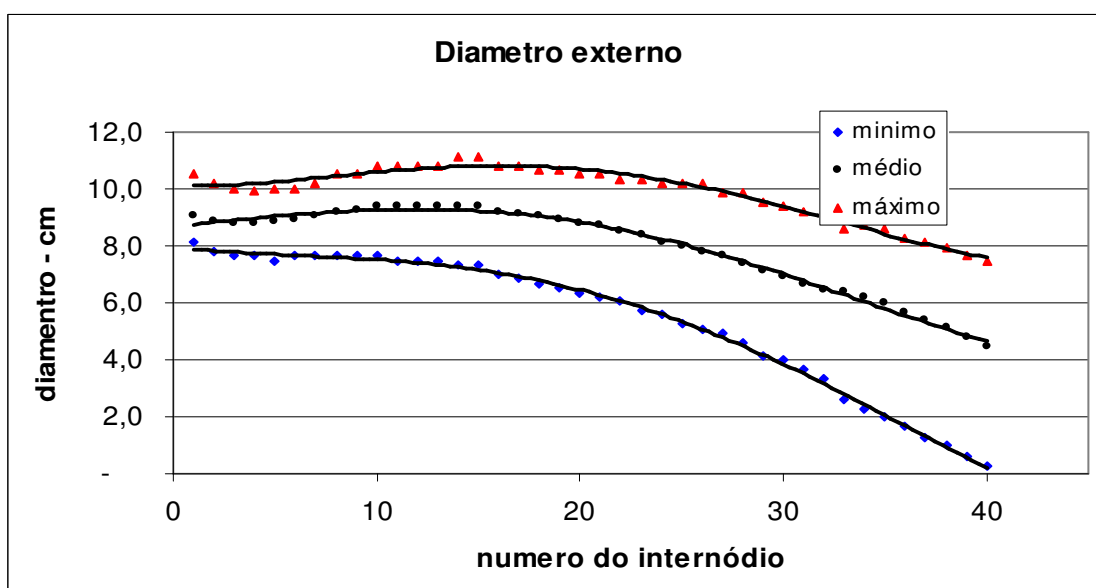


Gráfico 9. Relação entre diâmetro e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

No gráfico 9 observa-se que a média do diâmetro externo dos internódios diminuem até o terceiro internódio; depois disto aumenta gradativamente até o décimo quinto valor, e diminuindo do mesmo modo a partir deste ponto.

Na base do colmo os diâmetros oscilam ente 8 e 10,5 cm com média em torno de 9 cm, chegando ao valor máximo registrado em 11cm no décimo quinto internódio. Ao longo do colmo os valores de diâmetros médios oscilam entre 9 e 4,5 cm.

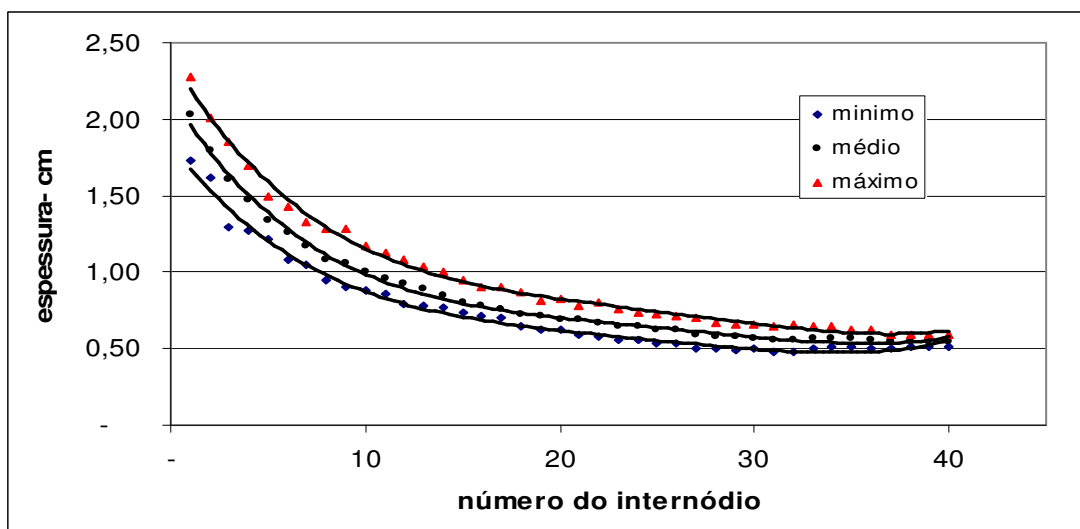


Gráfico 10. Relação entre espessura e número do internódio (Média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

Observando o gráfico 10 acima, vê-se que a espessura tem uma ampla variação, os maiores valores ocorrendo na base do colmo e os menores no ápice. Tendo seus valores máximos na base e variando entre 2,3 cm a 1,75 cm. Decaindo em forma exponencial até o internódio 20, quando começa a se manter numa faixa de amplitude de 0,25cm entre o

máximo e o mínimo. Mantendo uma espessura média ao longo do vigésimo internódios até a ponta, de 0,55 cm.

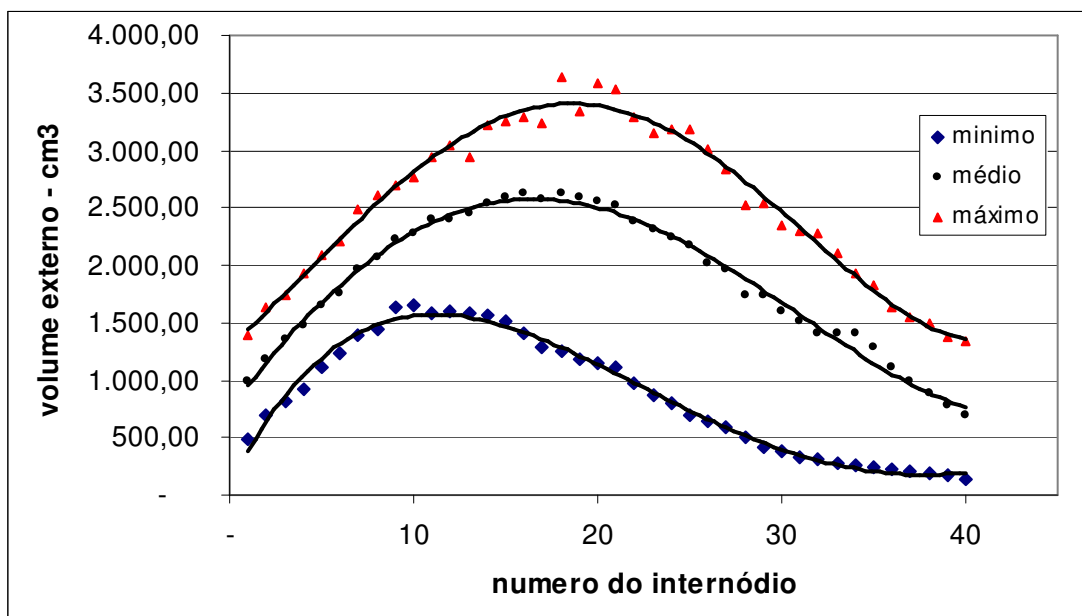


Gráfico 11. Relação entre volume externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

No gráfico 11 observa-se que a média do volume externo dos internódios que aumenta até a décima quinta posição onde se encontra o pico, e depois deste ponto diminui. Na base do colmo o volume oscila entre 500 e 1500 cm<sup>3</sup> com média em torno de 1000 cm<sup>3</sup>, chegando a volume de até 3500 cm<sup>3</sup> aproximadamente.

No gráfico 12 ocorre um aumento do volume real médio dos internódios até o oitavo internódio, a partir daí os volumes diminuem gradativamente. Na base do colmo o volume oscila entre 300 e 1000 cm<sup>3</sup> com média em torno de 700 cm<sup>3</sup>, chegando a volume de até 1150 cm<sup>3</sup> aproximadamente.

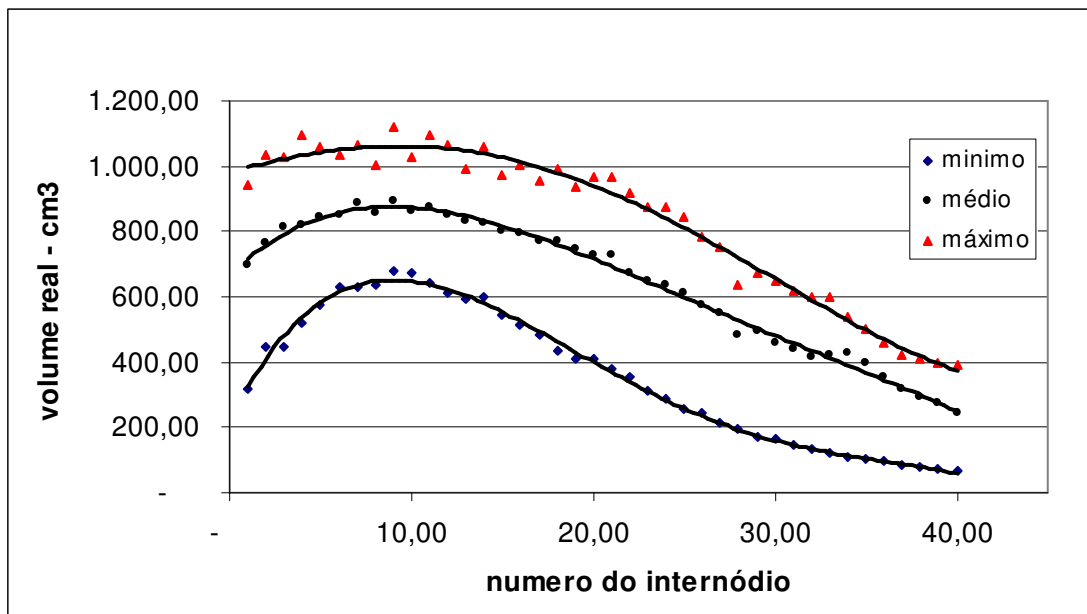


Gráfico 12. Relação entre volume real e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

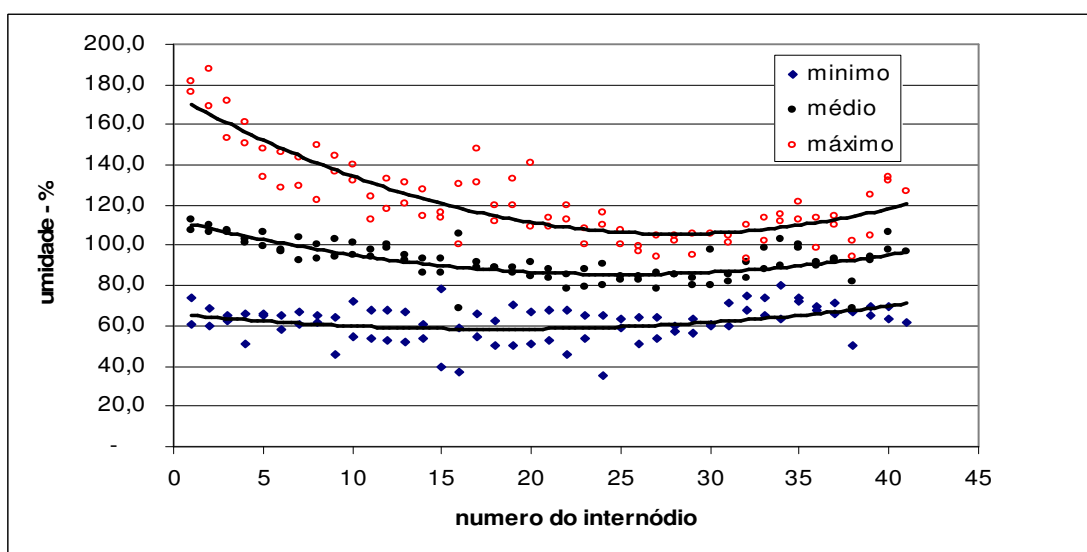


Gráfico 13. Relação entre umidade e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

No gráfico 13 acima, observa-se que no terço basal dos colmos ocorrem os maiores valores de variação e concentração de umidade. Sendo que os menores valores de teor de umidade e menores amplitudes ocorrem no terço médio, aumentando pouco no terço superior do colmo.

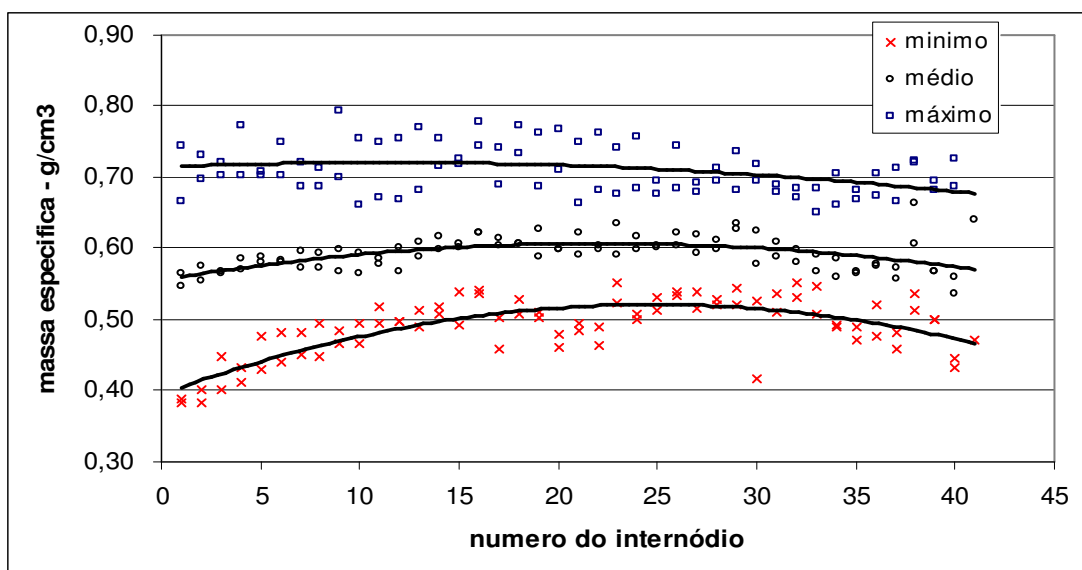


Gráfico 14. Relação entre massa específica e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

No gráfico 14, observa-se que ocorre pouca variação do valor médio da massa específica ao longo do fuste, sendo que no terço médio os maiores valores ocorrem. Os valores médios aumentam até o meio do fuste e depois diminuem gradativamente até o ápice. Os valores mínimos de massa específica ocorrem no primeiro internódio com valor de  $0,39 \text{ g/cm}^3$  e o valor máximo encontrado foi de  $0,8 \text{ g/cm}^3$ .

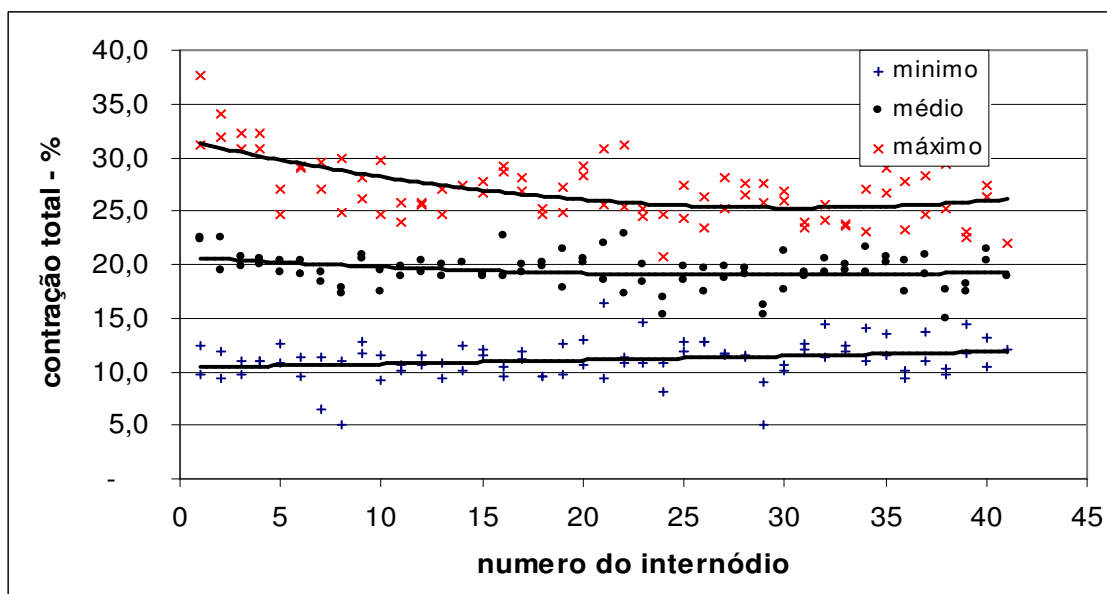


Gráfico 15. Relação entre contração total e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

Ao observar o gráfico 15 os valores médios de contração total são praticamente constantes ao longo do colmo, em torno de 20%. Os valores máximos diminuem gradativamente até 25° internódio e praticamente se estabilizam a partir deste ponto. No primeiro internódio ocorre o maior valor de contração que esta em torno de 40%. Os valores mínimos encontrados quase não variam ao longo do colmo e estão em torno de 11%.

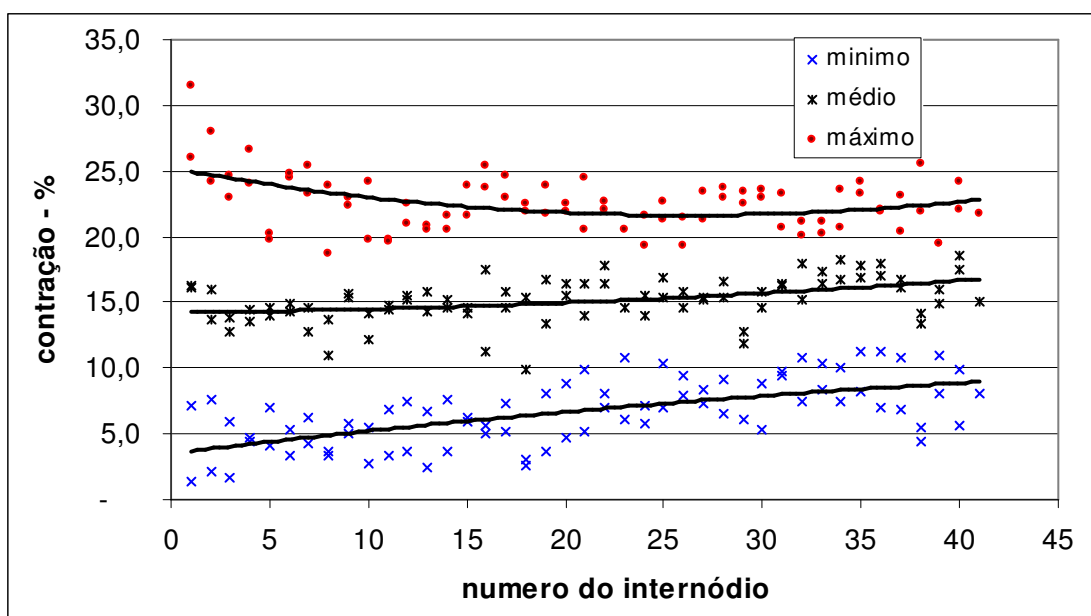


Gráfico 16. Relação entre contração e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa vulgaris*.

Ao transcrever o gráfico 16 acima, os valores máximos de contração são maiores na base e na ponta. As maiores amplitudes entre os valores máximos e mínimos ocorrem na base do colmo (21%). Os valores médios de contração aumentam suavemente da base para o ápice de 14 para 17%. Sendo uma parte mais estável do bambu, o terço médio.

Como posse dos dados dendrométricos pode-se traçar o perfil longitudinal de um colmo de bambu até o seu comprimento útil e isto esta representado na Figura 8.

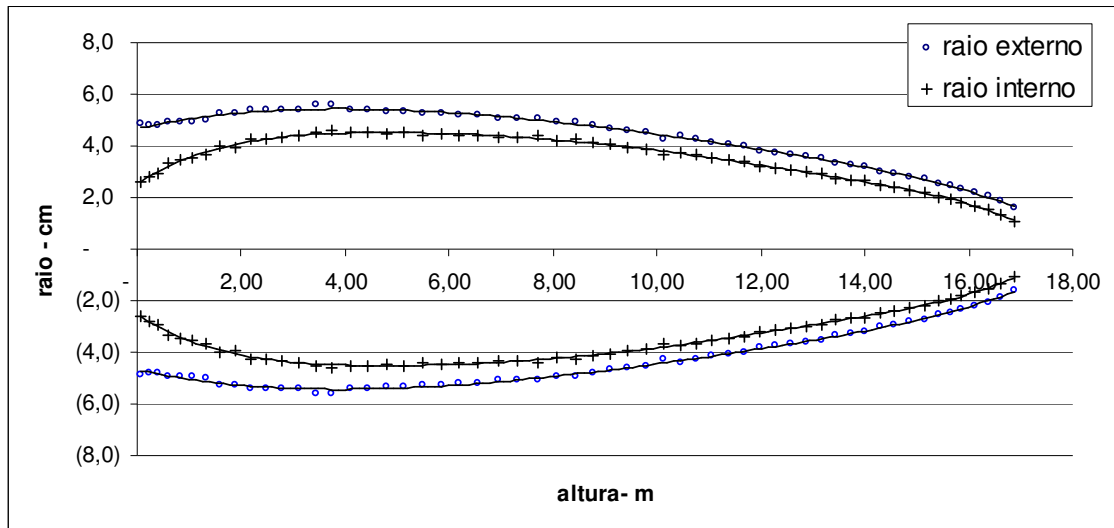


Figura 8. Corte longitudinal esquemático do *Bambusa vulgaris*, baseados nos raios externos, internos e alturas dos internódios.

### 5.2) *Bambusa tuldoides*

Na tabela 5 a seguir estão às correlações entre as características dos internódios tais como: comprimento, diâmetros externo e interno, espessura, volume externo e real, teor de umidade, contração parcial e total, massa específica básica, peso seco e peso úmido dos internódios. O teste de significância das correlações foi feito ao nível de 5%. Os valores em vermelho e em negrito foram significativos. Destaca-se a boa correlação entre a massa específica básica (m<sub>eb</sub>) e o teor de umidade sendo que para esta espécie de bambu as correlações entre m<sub>eb</sub> e os índices de contração não foram tão bons quando para a outra espécie estudada. A característica diâmetro externo do internódio teve boas correlações com as outras propriedades estudadas e todas as correlações foram significativas.



Tabela 5: Correlações entre as características dos internódios, como comprimento, diâmetros (externo e interno), espessura média e volume (externo e real) e das propriedades físicas

|                | Internódio | Comprimento | Diâmetro externo | Espessura | Diâmetro interno | Volume externo | Volume real | Teor umidade | Contração parcial | Contração total | Me básica | Peso seco | Peso úmido |
|----------------|------------|-------------|------------------|-----------|------------------|----------------|-------------|--------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| Internódio     | 1,00       | 0,08        | -0,38            | -0,76     | 0,05             | -0,28          | -0,65       | -0,74        | -0,35             | -0,22           | 0,69      | -         | -0,64      |
| Comprimento    |            | 1,00        | 0,13             | -0,51     | 0,49             | 0,45           | 0,01        | -0,12        | 0,21              | 0,24            | 0,04      | 0,10      | 0,02       |
| Dia. externo   |            |             | 1,00             | 0,52      | 0,83             | 0,93           | 0,91        | 0,35         | 0,21              | 0,19            | -0,34     | 0,93      | 0,92       |
| Espessura      |            |             |                  | 1,00      | -0,05            | 0,24           | 0,75        | 0,63         | 0,09              | -0,03           | -0,54     | 0,64      | 0,74       |
| Dia. interno   |            |             |                  |           | 1,00             | 0,92           | 0,57        | 0,00         | 0,19              | 0,24            | -0,05     | 0,67      | 0,58       |
| Volume externo |            |             |                  |           |                  | 1,00           | 0,80        | 0,26         | 0,29              | 0,28            | -0,28     | 0,84      | 0,80       |
| Volume real    |            |             |                  |           |                  |                | 1,00        | 0,58         | 0,25              | 0,17            | -0,53     | 0,95      | 1,00       |
| Umidade        |            |             |                  |           |                  |                |             | 1,00         | 0,28              | 0,16            | -0,96     | 0,33      | 0,54       |
| C. parcial     |            |             |                  |           |                  |                |             |              | 1,00              | 0,95            | -0,28     | 0,27      | 0,27       |
| C. total       |            |             |                  |           |                  |                |             |              |                   | 1,00            | -0,19     | 0,22      | 0,19       |
| Me básica      |            |             |                  |           |                  |                |             |              |                   |                 | 1,00      | -         | 0,19       |
| Peso seco      |            |             |                  |           |                  |                |             |              |                   |                 |           | 1,00      | 0,97       |
| Peso úmido     |            |             |                  |           |                  |                |             |              |                   |                 |           |           | 1,00       |

Os resultados de contração volumétrica parcial, no gráfico 17, mostram que a maior amplitude entre os valores máximos e mínimos ocorreu na primeira metade do colmo, onde ocorreram os maiores valores médios de contração, em torno de 13 e 15,5%. A partir do meio do colmo, uma redução gradual dos valores de contração parcial ocorre, chegando ao ápice com os menores valores médios de contração parcial, 10%.

Os resultados de contração total (gráfico 18) são muito semelhantes aos resultados de contração parcial e mostram que a maior amplitude entre os valores máximos e mínimos ocorreu na primeira metade do colmo, onde ocorreram os maiores valores médios de contração, em torno de 17 e 21%. A partir do meio do colmo, uma redução gradual dos valores de contração parcial ocorre, chegando ao ápice com os menores valores médios de contração parcial, 16%.

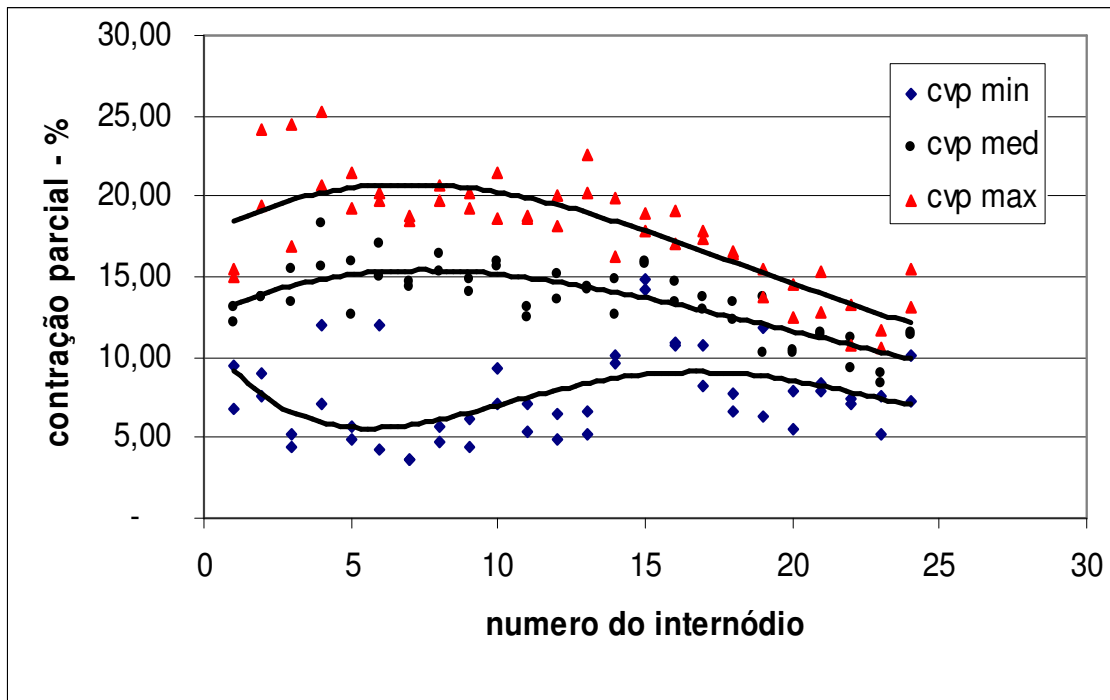


Gráfico 17. Relação entre contração parcial e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

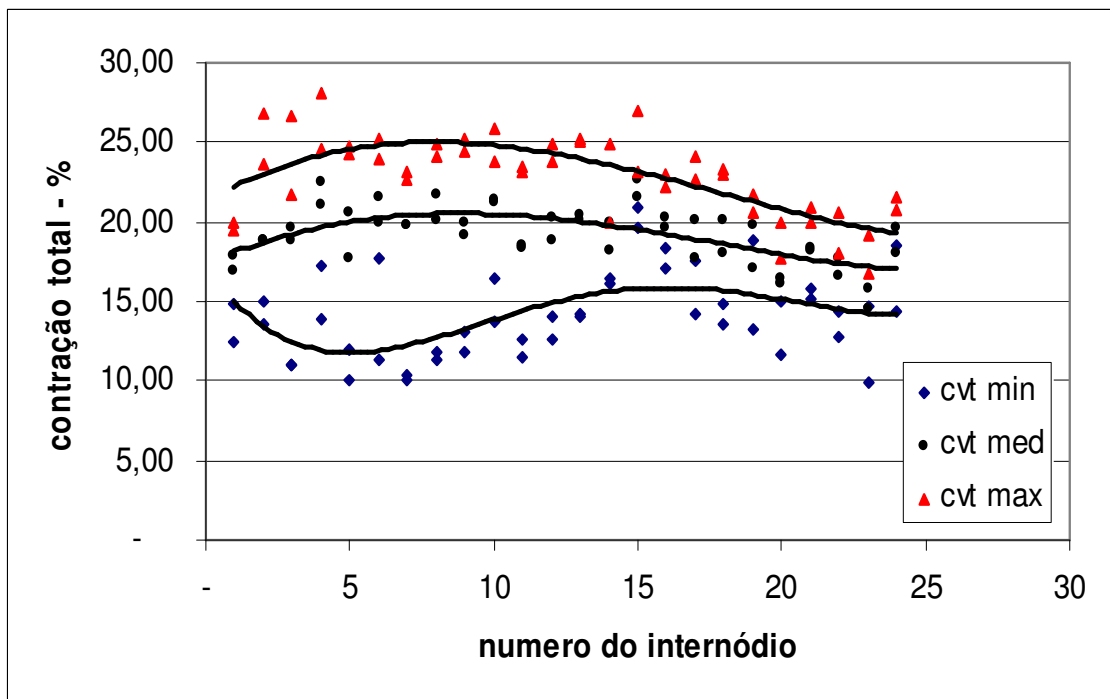


Gráfico 18. Relação entre contração total e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

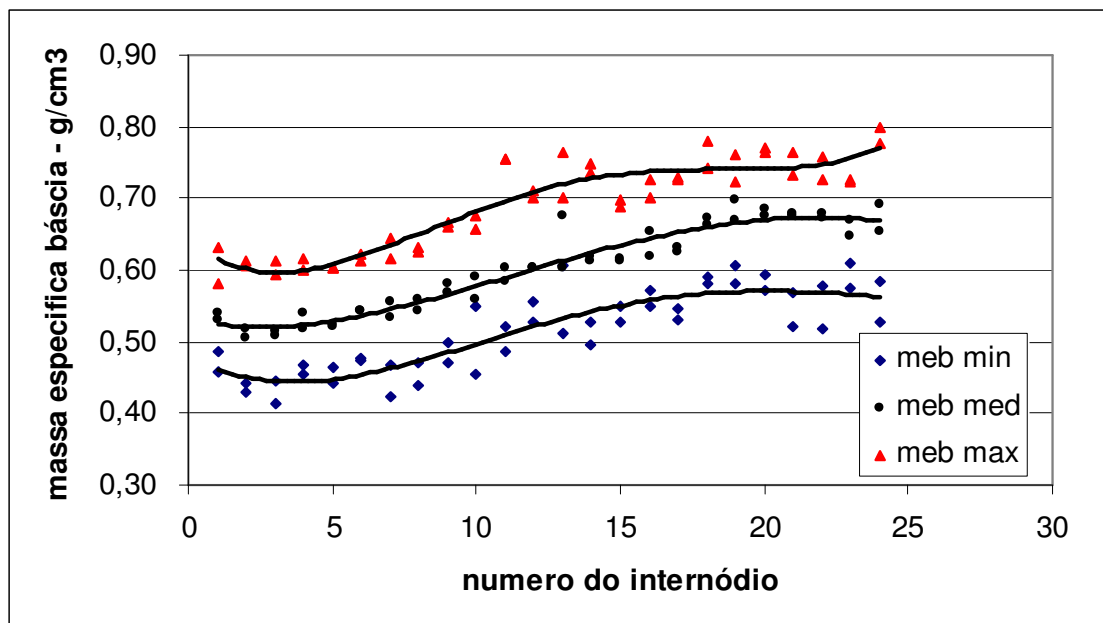


Gráfico 19. Relação entre massa específica básica e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

Observando o resultado do gráfico 19 acima, os menores valores de massa específica básica (meb) estão localizados na base, nos primeiros internódios variam de 0,47 a 0,61 g/cm<sup>3</sup>. No terço médio encontra-se um leve e progressivo crescimento, encontrando seus maiores valores no terço superior. Os valores médios variaram entre 0,54 a 0,70 g/cm<sup>3</sup> da base para o ápice.

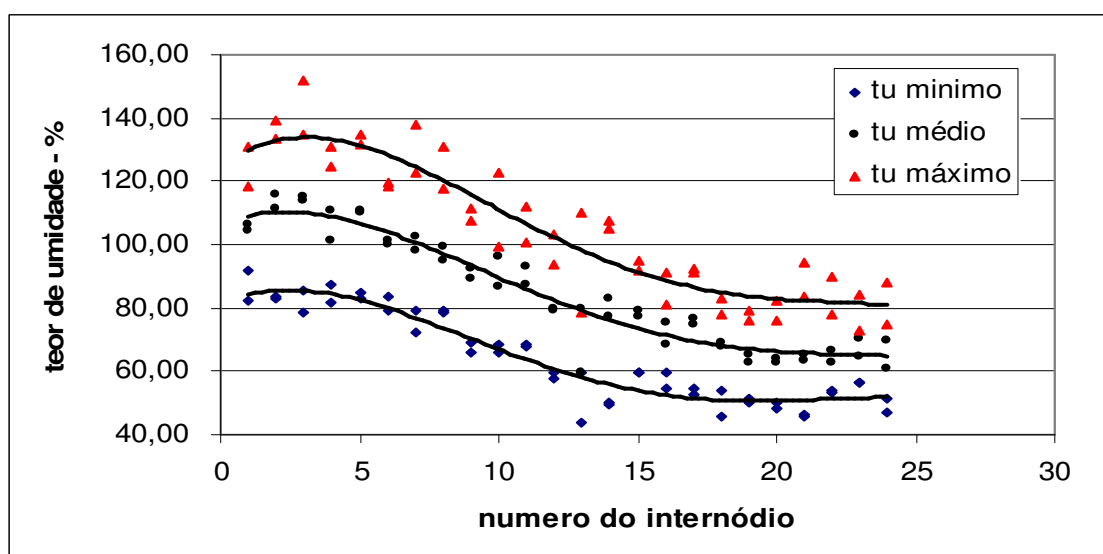


Gráfico 20. Relação entre teor de umidade e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

Observando os resultados no gráfico 20, os menores valores de teor de umidade estão localizados no ápice e variam de 50 a 80 %. No terço médio encontra-se um leve e progressivo decréscimo, encontrando seus maiores valores de umidade no terço inferior. Os valores médios variaram entre 110 e 70%, da base para o ápice.

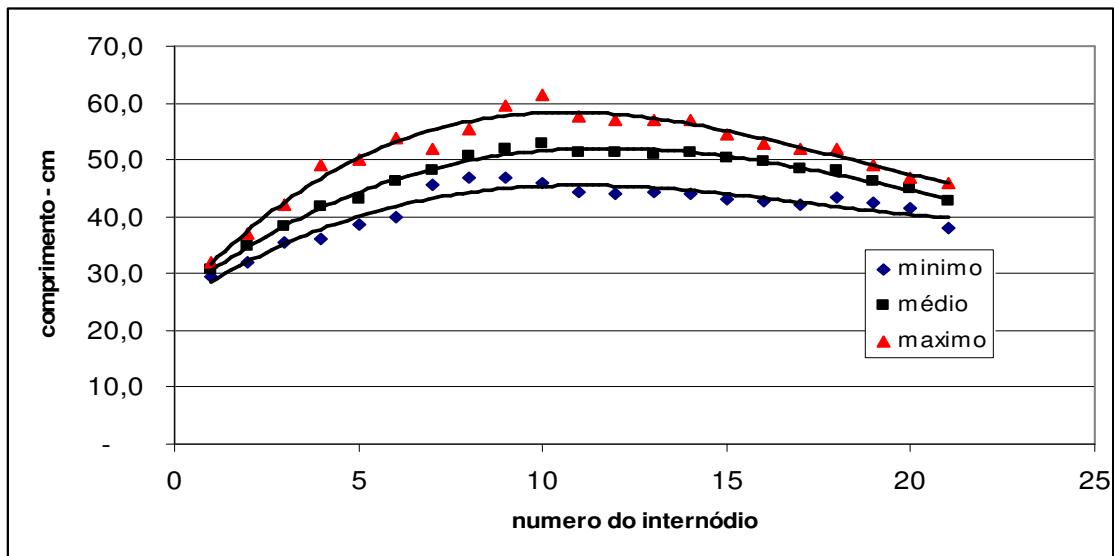


Gráfico 21. Relação entre comprimento e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldooides*.

Observando no gráfico 21 acima, vê-se que a amplitude entre os valores máximos e mínimos é pequena, ao longo de todo fuste, sendo esta amplitude maior no meio do colmo com valor de 15 cm. O comprimento dos internódios é menor na base alcançando os maiores valores no meio e depois decrescendo gradualmente. Os menores valores encontrados são de 30 cm na base e máximo de 62 cm no meio do colmo.

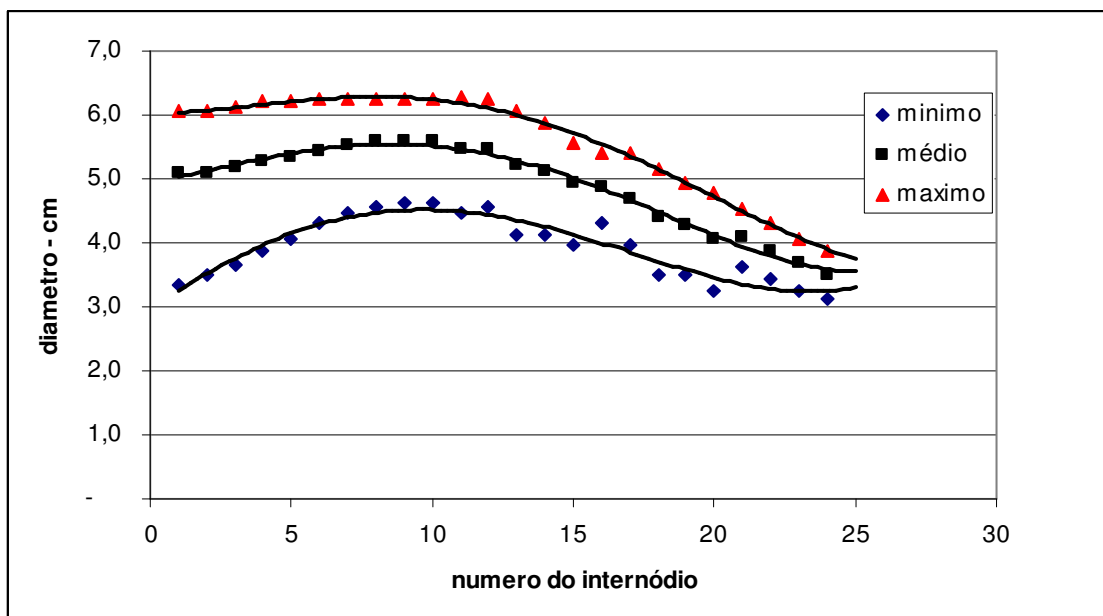


Gráfico 22. Relação entre diâmetro externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

No gráfico 22 observa-se que a média do diâmetro externo dos internódios é praticamente constante até o segundo internódio; depois disto aumenta gradativamente até o décimo valor, e diminuindo do mesmo modo a partir deste ponto.

Na base do colmo os diâmetros oscilam ente 3,4 e 6,0 cm com média em torno de 5 cm, chegando ao valor máximo registrado em 6,2 cm no décimo segundo internódio. Ao longo do colmo os valores médios de diâmetros oscilam entre 5,5 e 3,5 cm.

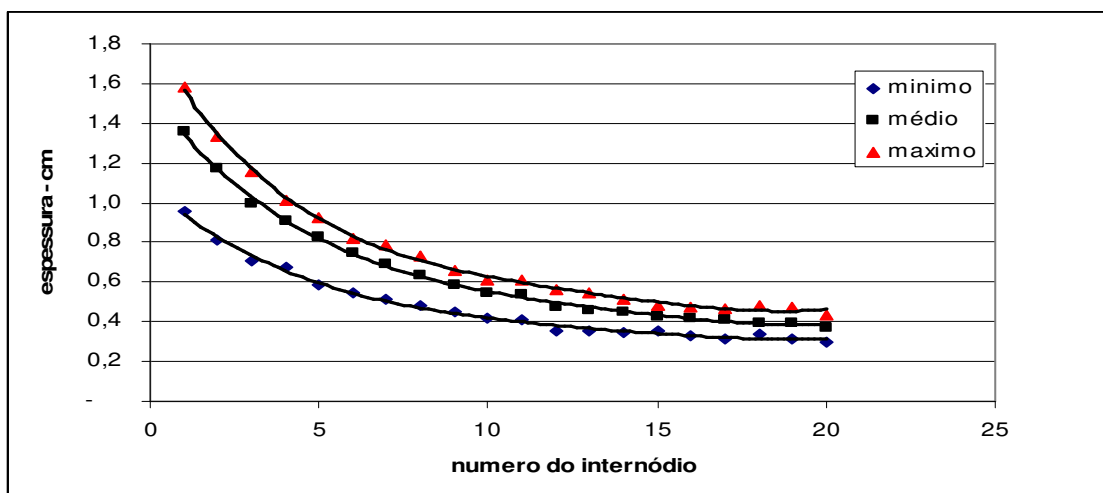


Gráfico 23. Relação entre espessura e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

Observando o gráfico 23 acima, vê-se que a espessura tem uma ampla variação ao longo do fuste, com maiores valores ocorrendo na base do colmo (1,6cm) e os menores no ápice (0,3 cm). Na base do colmo a amplitude chega a 0,9 cm, diferença entre 1,6 e 0,9 cm.

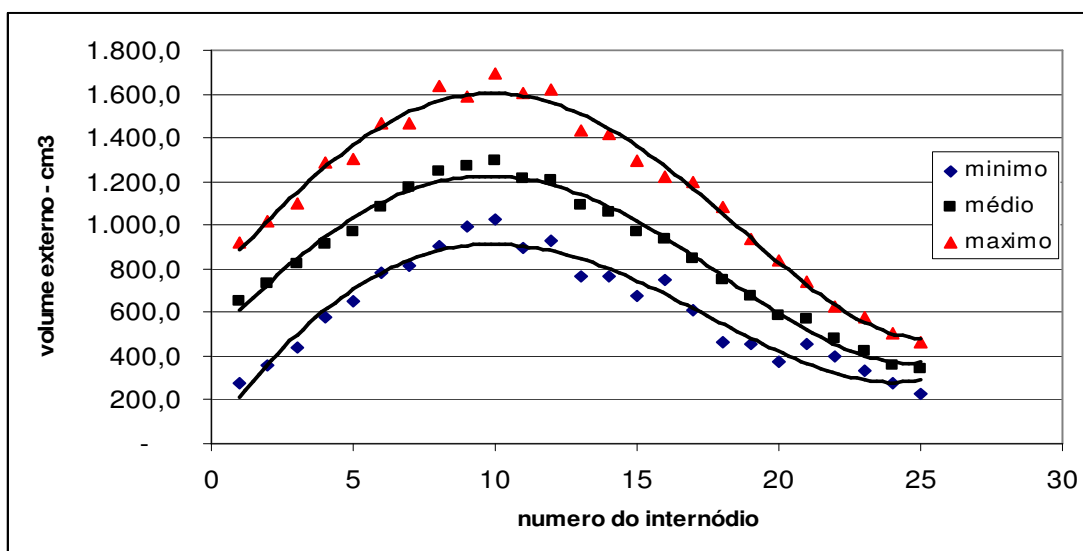


Gráfico 24. Relação entre volume externo e número do internódio (média, mínimo e máximo) da espécie *Bambusa tuldoides*.

No gráfico 24 observa-se que a média do volume externo dos internódios aumenta até a décima posição onde se encontra o pico, e

depois deste ponto diminui. Na base do colmo o volume oscila ente 200 e 900 cm<sup>3</sup> com média em torno de 600 cm<sup>3</sup>, chegando a volume de até 1700 cm<sup>3</sup> aproximadamente.

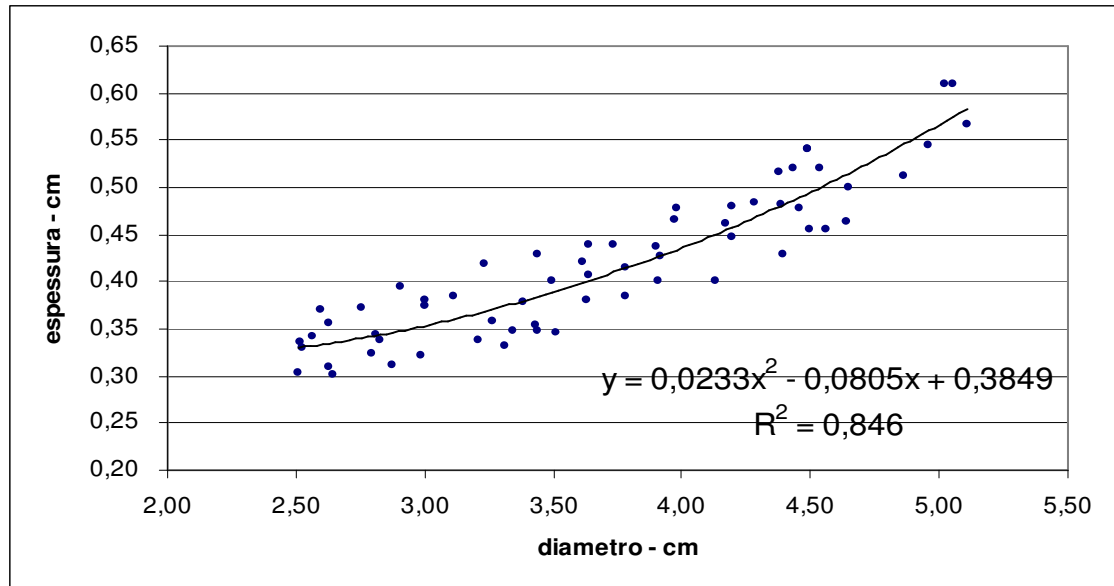


Gráfico 25. Correlação entre espessura e diâmetro da espécie *Bambusa tuldoides* com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.

Estimativas da espessura podem ser feitas baseadas no diâmetro externo do internódio. Para tal, foi necessário descartar valores de diâmetro e espessura abaixo do décimo internódio. No gráfico 25 observa-se que a melhor função ajustada foi uma quadrática, com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,846..

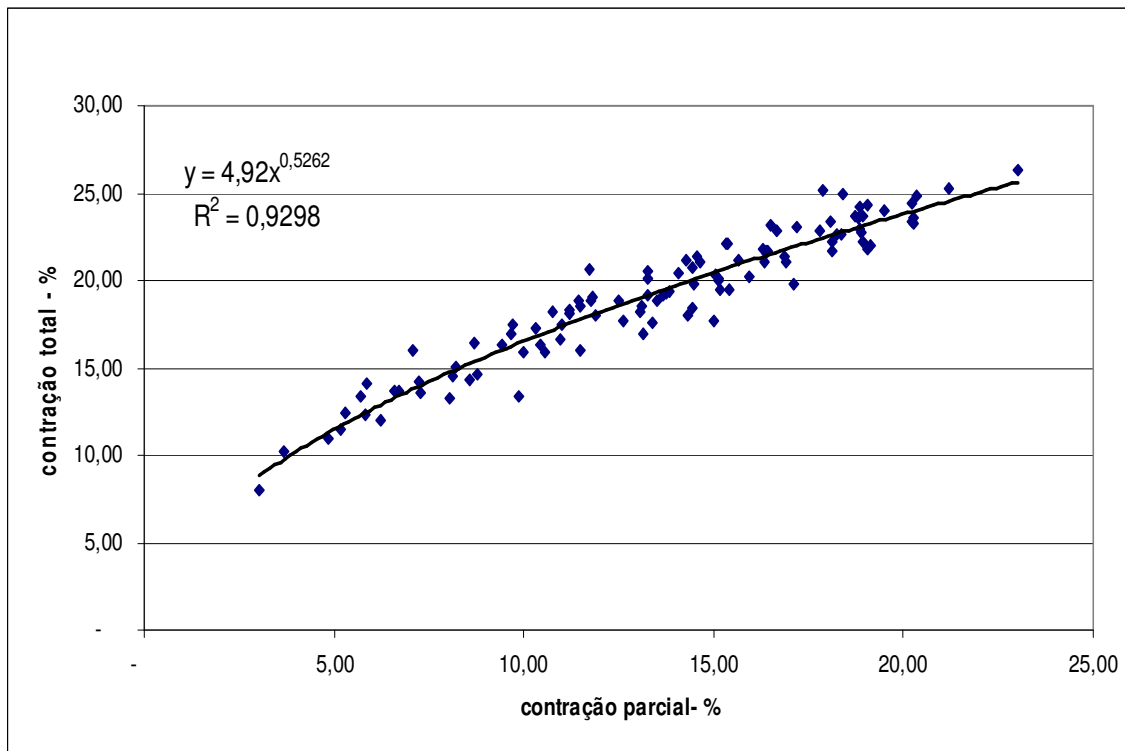


Gráfico 26. Correlação entre contração total e contração parcial da espécie *Bambusa tuldoides*, com os respectivos coeficientes de determinação e modelo ajustado.

Observa-se no gráfico 26 que a melhor função ajustada foi à logarítmica, com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,93. Estabelecendo boa correlação entre contração total e contração parcial, podendo utilizar a expressão obtida no modelo ajustado com precisão de resultados.



Como posse dos dados dendrométricos pode-se traçar o perfil longitudinal de um colmo de bambu até o seu comprimento útil e isto esta representado na Figura 9.

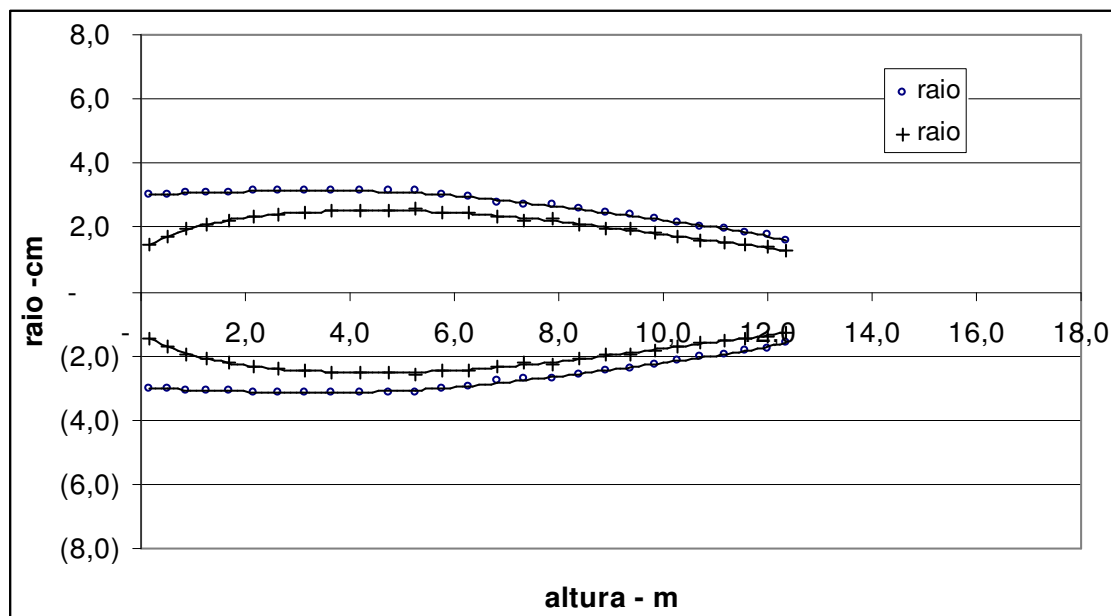


Figura 9. Corte longitudinal esquemático do *Bambusa tuldoides*, baseados nos raios externos, internos e alturas dos internódios.

## 6) CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Quanto às propriedades físicas a massa específica básica (meb) foi aproximadamente  $0,60 \text{ g/cm}^3$  para as duas espécies estudadas. No caso do *Bambusa vulgaris* houve boas correlações entre a meb e os índices de contrações volumétricas, o que não ocorreu com a espécie *Bambusa tuldoides*.

Altos índices de contrações foram encontrados para as duas espécies, sendo que a alteração dimensional sofrida não é apenas variação da espessura da parede celular, mas sim e em grande parte, colapso sofrido pelas células de parênquima, mais delgadas e com paredes menos resistentes.

Conseguiu-se fazer boas estimativas do comprimento do colmo, peso e volume dos mesmos, baseado apenas do dap, com coeficientes de determinação que variaram entre 0,86 e 0,95. Do mesmo modo, estimar a espessura da parede do internódio baseando se do diâmetro externo é possível com determinação de 0,87 e 0,85 para o *Bambusa vulgaris* *Bambusa tuldoides*, respectivamente. Se outras variáveis fossem incluídas no modelo, esta estimativa poderia ser mais precisa ainda.

Recomendam-se posteriores estudos, com maior numero de colmos e separados por classe diamétrica, o que poderá levar à resultados mais confiáveis e mais precisos especialmente para as estimativas.

Conhecer as dimensões naturais das espécies de bambu é de grande importância para a construção e outros usos, pois não há como produzir seções transversais nas dimensões desejadas e sim fazer utilização das peças com as dimensões disponíveis que a natureza oferece.

## 7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AZZINI, A., SANTOS, R.L. PETTINELLI JÚNIOR, A. *BAMBU: Material alternativo para construções rurais*. Campinas, SP, Instituto Agronômico de Campinas, Boletim Técnico, n. 171, p. 1-18, 1997.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. *Número de feixes vasculares em três espécies de bambu*. Bragantia, Campinas, 36:7-10, 1977.

BERALDO, A L.; ZOULALIAN, A. *Bambu: material alternativo para construções rurais*. In: Anais do V EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, Belo Horizonte, MG, v.2, p. 425-439, 1995.

BERALDO, A.L., ZOULALIAN, A. *Bambu – Material alternativo para construções rurais*. In: Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira, 5, 1995, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: EEUFMG; CEFET; EBRAMEM, p. 425-440, 1995.

CARRASCO, E, V, M.; MOREIRA, L.E.; XAVIER, P.V. *Bambu laminado e colado*. In: Anais do VEBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estrutura de Madeira, Belo Horizonte, MG. V. 2 p 412-424, 1995.

CULZONI, R.A.M. *Características dos bambus e sua utilização como material alternativo no concreto*. Deptº de Engenharia Civil, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 1986. 134p. (Tese de mestrado).

FARRELY, D. *The book of bamboo*. Sierra Club Books, São Francisco, 1984. 202p.

FILGUEIRAS, T.S.; GONÇALVES, A. P. *A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil*. Bamboo Science and Culture; The journal of the American Bamboo Society. 18(1):7-18,(2004).

GHAVAMI, K. *O bambu, forte como o aço*. DC Tecnologia, p. 24-26, Março, 1992.

GRAÇA, V. L. *Bambu: técnicas para cultivo e suas aplicações*. São Paulo, Icone, 1998, 124p.

HIDALGO, LOPEZ, O. *Bamboo: the gift of the gods*. D'Vinni Ltda., Bogotá, Colombia, 2003, 553p.

JARAMILLO, S.V. *La Guadua en los proyectos de inversión*. In: Anales del Congresso Mundial de Bambú/Guadua, Pereira, Colômbia, 1992.

KOLLMAN, F.F.P., CÔTÉ, W.A. *Principles of Wood Science and Technology*. New York, Springer-Verlag, V.1, 1968, 592 p.

LIESE, W. *The anatomy of bamboo culms*. Beijing, Technical Report, International Network for Bamboo and Rattan, 1988. 203 p.

MANTILLA CARRASCO, E.V., MOREIRA, L.V., XAVIER, P.V. *Bambu Laminado Colado*. In: Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas de Madeira, 5, 1995, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: EEUFMG; CEFET; EBRAMEM, p. 411-424, 1995.

NASCIMENTO, A . M., DELLA LUCIA, R.M. Propriedades físicas da madeira do bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus* (Wall) Munro). Viçosa, MG: SIF, 1994. 7p. (Boletim SIF. 6).

PEREIRA, M. A.R e BERALDO, A. L. *Bambu de corpo e alma*. Bauru, Canal 6,2007, 240p.

PEREIRA, M, A. dos R. *Viabilidade da utilização do bambu para fins de irrigação - aspectos técnicos*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita, Botucatu, SP, 104 p., 1992.

SALGADO, A.L.B., AZZINI, A. *Conservação do Bambu*. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, *O Agrônomo*, n. 46 (1-3), p. 21-26, 1994.

SASTRY,C.B. *Timber for the 21st Century*. On Line. Imbar, 1999. disponível em [www.inbar.org.cn/Timber.asp](http://www.inbar.org.cn/Timber.asp) , acesso em 30/11/2008.

VITAL, B.R. *Métodos de determinação da densidade da madeira*. Viçosa, MG, SIF- Sociedade de Investigações Florestais, Boletim técnico, n.1, 1984. 21p.