

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
FACULDADE DE TECNOLOGIA - FT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL - EFL**

**MORFOLOGIA EXTERNA E ANATOMIA DO COLMO DE  
*Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) EM DUAS  
LOCALIDADES NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL**

**EDUARDA MARIA BHERING PRATES**

**ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE FLORIAN DA COSTA  
CO-ORIENTADOR: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. DALVA GRACIANO RIBEIRO  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM214/2013**

**BRASÍLIA/DF: MAIO - 2013**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**MORFOLOGIA EXTERNA E ANATOMIA DO COLMO DE *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) EM DUAS LOCALIDADES NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL**

**EDUARDA MARIA BHERING PRATES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa (Departamento de Engenharia Florestal, UnB);  
(Orientador)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Dalva Graciano Ribeiro (Departamento de Botânica, IB/UnB)  
(Co-orientadora)**

---

**Prof. Dr. Ailton Teixeira do Vale (Departamento de Engenharia Florestal, UnB);  
(Examinador interno)**

---

**Prof. Dr. Tarciso de Sousa Filgueiras (Instituto de Botânica de São Paulo);  
(Examinador externo)**

---

**Dr<sup>a</sup>. Vera Teresinha Rauber Coradin (Laboratório de Produtos Florestais – LPF/SFB);  
(Examinador suplente)**

**Brasília, 03 de maio de 2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

P912m Prates, Eduarda Maria Bhering.  
Morfologia externa e anatomia do Colmo de *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) em duas localidades no Distrito Federal, Brasil / Eduarda Maria Bhering Prates.-- 2013.  
xii, 84 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2013.  
Inclui bibliografia.  
Orientação: Alexandre Florian da Costa.

1. Bambu - Análise. 2. Botânica - Morfologia. 3. Anatomia vegetal. I. Costa, Alexandre Florian da. II. Título.

CDU 633.584.5

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PRATES, E. M. B. (2013). Morfologia Externa e Anatomia do Colmo de *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) em Duas Localidades no Distrito Federal, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Publicação **PPGEFL.DM214/2013**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília – UnB, Brasília/DF.2013.84p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Eduarda Maria Bhering Prates

TÍTULO: Morfologia Externa e Anatomia do Colmo de *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) em Duas Localidades no Distrito Federal, Brasil.

GRAU: MESTRE ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Eduarda Maria Bhering Prates  
*dudabhering@yahoo.com*

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus por guiar meus passos e por me dar coragem e força para chegar onde estou.

Agradeço aos meus pais e ao meu irmão Bernardo por todo o apoio, palavras de incentivo, abraços e principalmente pela paciência que tiveram comigo ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa, que mais uma vez me orientou dando exemplo de profissional dedicado, responsável e sempre presente, me ajudando de todas as maneiras possíveis ao longo das etapas do meu Mestrado.

À minha co-orientadora Prof. Dra. Dalva Graciano que me ajudou a entender e a criar gosto por uma nova área na minha carreira, apoiando o meu trabalho.

Ao Prof. Tarciso Filgueiras pela enorme contribuição para o meu trabalho e por ter aceitado contribuir ainda mais participando da minha banca.

À Dra. Vera Coradin por sempre se prontificar a me ajudar e pela contribuição para o meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Ailton Teixeira por toda a ajuda durante a parte de campo e por ter aceitado participar da minha banca.

Ao José Arlete pelo imenso apoio, ajuda, por ter esclarecido minhas dúvidas e por ter me passado tranquilidade durante várias fases do meu Mestrado.

Ao programa REUNI, pelo apoio financeiro.

A todos os meus amigos do Instituto de Biologia da UnB pela imensa ajuda, amizade e companheirismo durante a execução desse trabalho, em especial à Daiane e Jéssika.

Às minhas amigas de mestrado que acompanharam de perto, sofreram e foram felizes junto comigo ao longo dessa jornada, Marcela, Loureine e Olívia.

Aos futuros Doutores que sempre se prontificaram a me ajudar Patrícia Ribeiro e Ricardo Teles.

Às queridas de sempre: Amanda, Anna Marina, Ana Júlia, Brenda, Caroline, Cecília, Chrystianne, Elisa, Eloah, Flora, Jéssica, Juliana, Larissa, Maria Eduarda, Mariana, Mirella, Rafaela, Tainah, Vivian e Wendy, muito obrigada por sempre estarem por perto, pelas palavras, carinho, amizade e paciência que sempre tem comigo.

A todos os meus amigos e familiares que sempre me incentivam e apoiam.

Y a ti, por el amor, paciencia, amistad y por aunque de lejos, siempre estar cerca.

## RESUMO

### MORFOLOGIA EXTERNA E ANATOMIA DO COLMO DE *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) EM DUAS LOCALIDADES NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL

**Autor:** Eduarda Maria Bhering Prates

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa

**Co-orientador:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dalva Graciano Ribeiro

**Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais**

**Brasília, 3 de Maio de 2013.**

Devido a crescente pressão sobre as florestas nativas e o elevado preço da madeira, surgiu a necessidade de materiais vegetais alternativos. Dessa forma, o bambu torna-se uma opção viável, por ser uma planta de rápido crescimento e uma fonte renovável e de baixo custo, além de ser a maior consumidora de gás carbônico do reino vegetal, garantindo assim um forte apelo ambiental e a aceitação direta da população, além de apresentar grande importância econômica. Porém, seu uso está muito subestimado. A ausência de estudos mais detalhados tem dificultado a caracterização adequada das espécies de bambu, sua diferenciação taxonômica, bem como a determinação de seus usos futuros. Nesse sentido, o estudo das características anatômicas, principalmente do colmo do bambu se torna de suma importância, já que permitem conhecer de forma mais precisa a estrutura macro e microscópica do bambu, possibilitando uma melhor definição de uso final mais adequada para diferentes espécies. Este trabalho teve como objetivo a caracterização da morfologia externa e anatômica do colmo do bambu *Dendrocalamus asper* em 3 diferentes alturas a partir de colmos coletados em duas regiões do Distrito Federal, uma fazenda em Brazlândia e a Fazenda Água Limpa da UnB (FAL). Foi realizada a caracterização da morfologia externa em campo de ambas as regiões e a anatômica em laboratório. Para esta última utilizou-se corpos de prova incluídos em PEG dos quais se prepararam lâminas de secção transversal, corpos de prova não emblocados e ainda lâminas de macerado. Foram medidas as dimensões dos feixes vasculares, dimensões dos metaxilemas, porcentagem de fibra, porcentagem de parênquima e porcentagem dos tecidos condutores e ainda os comprimentos de fibras, diâmetro das fibras, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras. Encontrou-se que as diferentes condições dos locais de crescimento dos bambus estudados podem ser responsáveis por diferenças encontradas nas características morfológicas externas bem como nas anatômicas; que existem diferenças anatômicas ao longo da altura do colmo e ao longo da espessura da parede do colmo; que os colmos de *Dendrocalamus asper* em ambas as regiões apresentam composição média de 50% de parênquima, 40% de fibra e 10% de tecidos condutores; que espessura da parede do colmo, tanto na região periférica quanto na mediana e na interna, variou ao longo da altura do mesmo, diminuindo da base em direção ao ápice e que os feixes vasculares dos colmos de ambas as regiões estudadas diminuem de tamanho da base em direção ao ápice. Não foi verificado um padrão de crescimento das fibras ao longo da altura do colmo, e essas foram classificadas como longas e finas.

**Palavras-chave:** Bambu, *Dendrocalamus asper*, Caracterização Anatômica, Morfologia Externa, Feixes Vasculares.

## ABSTRACT

### EXTERNAL MORPHOLOGY AND ANATOMY OF *Dendrocalamus asper* (Poaceae: Bambusoideae) CULM IN TWO SITES OF THE DISTRITO FEDERAL, BRASIL

**Author:** Eduarda Maria Bhering Prates

**Advisor:** Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa

**Co-advisor:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Dalva Graciano Ribeiro

**Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais**

**Brasília, May 3<sup>rd</sup>, 2013.**

Due to an increasing pressure on native forests and the high price of wood, the need for alternative plant materials emerged. Thus, the bamboo becomes a viable option, because it is a fast growing plant and a renewable, low-cost material, besides of being the largest consumer of carbon dioxide from the plant kingdom, ensuring a strong environmental appeal and direct acceptance from the population, in addition to presenting great economic importance. However, its use is much underrated. The absence of more detailed studies has hampered the proper characterization of the bamboo species, their taxonomic distinctness as well as the determination of their future uses. In this sense, the study of anatomical features, especially from the bamboo culm becomes of paramount importance, since it allows knowing more precisely the macroscopic and microscopic structure of bamboo, providing a better definition of the most appropriate end use for different species. This study aimed to characterize the external morphology and anatomy of the culm of the bamboo *Dendrocalamus asper* in 3 different heights from culms collected in two regions of the Distrito Federal, a farm in Brazlândia and Fazenda Água Limpa of UnB (FAL). An external morphology characterization was made in the field of both regions and the anatomical, in laboratory. Specimens included in PEG were made, from which cross-sections slides were prepared, specimens not embedded in PEG and macerated slides were also used. The dimensions of the vascular bundles, dimensions of metaxylem were measured, and the percentages of fibers, of parenchyma tissue and of conducting tissue were observed. The lengths of fibers, fiber diameter, lumen diameter and wall thickness of the fibers were also measured. It was found that the different growth conditions of the studied sites may account for differences found in the external morphology as well as in the anatomical structure of the culms; that exist anatomical differences along the height of the culm and along its wall thickness; that the culms from *Dendrocalamus asper* in both regions consist of about 50% parenchyma, 40% fiber and 10% conducting tissue; that the wall thickness of the culm varies along its height, decreasing from the base toward the apex; and that the vascular bundles of the culms of both studied regions decrease in size from the base to the apex. It was not observed a growth pattern for the fibers along the height of the culm, and these were classified as long and thin.

**Key words:** Bamboo, *Dendrocalamus asper*, Anatomical Characterization, External Morphology, Vascular Bundles.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. OBJETIVO GERAL .....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. HIPÓTESE.....	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.1. OS VÁRIOS USOS DO BAMBU .....	15
4.2. FAMÍLIA <i>POACEAE</i> .....	16
4.3. SUBFAMÍLIA <i>BAMBUISOIDEAE</i> .....	17
4.4. TRIBO <i>BAMBUSEAE</i> .....	19
4.5. GÊNERO <i>DENDROCALAMUS</i> NEES .....	19
4.6. O COLMO E SUA ANATOMIA .....	21
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
5.1. MORFOLOGIA EXERNA.....	24
5.2. ANATOMIA.....	24
5.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
6.1. MORFOLOGIA EXTERNA .....	27
6.2. ANATOMIA.....	37
6.2.1. Córtex .....	39
6.2.2. Parede do Colmo .....	39
6.2.3. Características dos Feixes Vasculares ao longo da parede e altura do Colmo .....	42
6.2.4. Classificação dos Feixes Vasculares .....	44
6.2.5. Dados Quantitativos .....	45
6.2.5.1. Brazlândia.....	45
6.2.5.1.1. Composição do Colmo .....	45
6.2.5.1.2. Dimensões de Feixes Vasculares .....	47
6.2.5.1.3. Dimensões de Metaxilemas.....	48
6.2.5.1.4. Dimensões de Fibras .....	50
6.2.5.2. FAL .....	53
6.2.5.2.1. Composição do Colmo .....	53

6.2.5.2.2. Dimensões de Feixes Vasculares .....	55
6.2.5.2.3. Dimensão de Metaxilemas .....	56
6.2.5.2.4. Dimensões de Fibras .....	57
6.2.5.3. Comparação entre os bambus coletados em Brazlândia e na FAL. ..	60
6.2.5.3.1. Dimensão de Feixes Vasculares .....	61
6.2.5.3.2. Dimensão de Metaxilemas .....	62
6.2.5.3.3. Dimensões de Fibras .....	63
7. CONCLUSÕES.....	69
APÊNDICES .....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78



## Índice de Tabelas

Tabela 1. Valores médios do diâmetro das touceiras e dos parâmetros dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	27
Tabela 2. Características morfológicas externas dos nós dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	30
Tabela 3. Características morfológicas externas dos entrenós dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	31
Tabela 4. Média dos valores de espessura da parede e diâmetro da medula do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	32
Tabela 5. Média dos valores de comprimento do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus da espécie de <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL.	32
Tabela 6. Características morfológicas externas das lâminas foliares dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	34
Tabela 7. Características morfológicas externas das bainhas das folhas dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	35
Tabela 8. Características morfológicas externas dos ramos dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	36
Tabela 9. Características morfológicas externas das folhas das ramificações dos colmos dos bambus da espécie <i>Dendrocalamus asper</i> das localidades de Brazlândia e da FAL. ....	37
Tabela 10. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em $\mu\text{m}$ , para as três posições dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia..	47
Tabela 11. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	47
Tabela 12. Valores médios de dimensão de metaxilema, em $\mu\text{m}$ , nas três posições dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	49
Tabela 13. Valores médios de dimensão de metaxilema, em $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	49
Tabela 14. Valores médios de comprimento de fibra, em mm, nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	51
Tabela 15. Valores médios de diâmetro de fibra, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	51
Tabela 16. Valores médios de diâmetro do lume das fibras, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	52
Tabela 17. Valores médios de espessura de parede das fibras, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade de Brazlândia. ....	52
Tabela 18. Valores médios de perímetro dos Feixes Vasculares, em $\mu\text{m}$ , para as três posições dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL. ....	55
Tabela 19. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em $\mu\text{m}$ , para as três regiões da parede dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL. ....	55

Tabela 20. Valores médios de dimensão de metaxilema, em $\mu\text{m}$ , nas três posições dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL.....	56
Tabela 21. Valores médios de dimensão de metaxilema, em $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL. ....	56
Tabela 22. Valores médios de comprimento de fibra, em mm, nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL.....	58
Tabela 23. Valores médios de diâmetro de fibra, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL.....	59
Tabela 24. Valores médios de diâmetro do lume das fibras, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL.....	60
Tabela 25. Valores médios de espessura de parede das fibras, em $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus <i>Dendrocalamus asper</i> da localidade da FAL. ....	60
Tabela 26 - Análise estatística descritiva dos dados de morfologia externa. ....	71
Tabela 27 - Análise de variância dos dados de morfologia externa .....	72
Tabela 28 - Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados em Brazlândia .....	74
Tabela 29 - Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados na FAL .....	75
Tabela 30 - Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia.....	76
Tabela 31 - Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia..	77
Tabela 32 - Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras da FAL	77
Tabela 33 - Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras da FAL.....	78

## Índice de Figuras

Figura 1 - Corpos de prova emblocados em PEG (A). Detalhe para o corpo de prova emblocado em PEG no micrótomo após alguns cortes (B). Micrótomo rotativo com o material utilizado (C). Detalhe dos cortes na fita adesiva (D). Fotos: Eduarda Prates. .	25
Figura 2- Preparo e coloração dos macerados. Fotos: Eduarda Prates.....	26
Figura 3– Touceira de <i>Dendrocalamus asper</i> localizada em Brazlândia (A); Folha do colmo ainda neste, e no chão (B e C); Detalhe para um colmo jovem (verde) e um mais velho (D). Fotos: Alexandre Florian e Eduarda Prates.....	28
Figura 4– Touceira de <i>Dendrocalamus asper</i> localizada na FAL (A); detalhe do colmo com suas folhas ainda em sua base (B); folhas da ramificação (C); folhas do colmo começando a se soltar do mesmo (D). Fotos: Alexandre Florian e Eduarda Prates.....	28
Figura 5– CórTEX (A), Ct – cutícula, Ep – Epiderme, Hp – Hipoderme, Pr – Parênquima. Seção Longitudinal (B), F – Fibras, Pr – Parênquima, Ev – Elementos de vaso. Fotos: Eduarda Prates. ....	38
Figura 6 – Regiões da parede do colmo ao longo da altura do <i>Dendrocalamus asper</i> coletado em Brazlândia e na FAL no aumento de 4x. (A) Porção basal, (B) Porção do meio e (C) Porção do ápice. Fotos: Eduarda Prates. ....	40
Figura 7– Feixe Vascular (A) com detalhe para o floema (B). Foto: Eduarda Prates....	40
Figura 8– Extensão da parede do colmo de <i>Dendrocalamus asper</i> nas três alturas. Foto: Eduarda Prates. ....	41
Figura 9– Tipos de Feixes Vasculares. Tipo III (A) e Tipo IV (B) Fotos: Eduarda Prates. ....	45
Figura 10– Composição das três alturas do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia.....	45
Figura 11– Composição da base do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia. ...	46
Figura 12– Composição do meio do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia. ...	46
Figura 13– Composição do ápice do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia...	47
Figura 14– Detalhe de uma fibra espessa e uma fibra mais fina e algumas células de elemento de vaso de um colmo de Brazlândia. Foto: Eduarda Prates. ....	50
Figura 15– Composição das três alturas do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> da FAL. .	53
Figura 16– Composição da base do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> da FAL. ....	54
Figura 17– Composição do meio do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> da FAL. ....	54
Figura 18– Composição do ápice do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> da FAL.....	54
Figura 19 – Detalhe de uma fibra espessa com ápice assimétrico e uma fibra delgada de um colmo da FAL. Foto: Eduarda Prates. ....	58
Figura 20– Variação da dimensão de feixe vascular nas três posições do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL. ....	61
Figura 21– Variação do tamanho de feixe vascular ao longo da parede do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL.....	62
Figura 22– Variação da dimensão de metaxilema ao longo do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL. ....	63
Figura 23– Variação da dimensão de metaxilema ao longo da parede do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL. ....	63

Figura 24– Variação do comprimento de fibras ao longo da altura do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL.....	64
Figura 25– Variação do diâmetro de fibras ao longo da altura do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e da FAL.....	66
Figura 26– Variação do diâmetro do lume de fibras ao longo da altura do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia na FAL. ....	67
Figura 27– Variação da espessura da parede de fibras ao longo da altura do colmo do <i>Dendrocalamus asper</i> de Brazlândia e na FAL.....	68

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente pressão sobre as florestas nativas e o elevado preço da madeira, a necessidade de materiais vegetais alternativos vem aumentando. Dessa forma, o bambu torna-se uma opção viável, por ser uma planta de rápido crescimento e uma fonte renovável e de baixo custo (Ripper 1994). Essa planta é a maior consumidora de gás carbônico do reino vegetal, garantindo assim um forte apelo ambiental e a aceitação direta da população, sendo motivo de estudos milenares na Ásia e mais recentemente na América por apresentar grande importância econômica. Além disso, possui uma alta eficiência estrutural, sendo utilizada em construções civis como, por exemplo, o Taj Mahal, que utilizou estrutura de bambu durante 700 anos. Mais recentemente, o bambu vem sendo utilizado na construção civil como prática de sustentabilidade, pois suas propriedades se adequam às exigências estruturais, por ser leve, resistente, flexível, de fácil manejo e transporte. Segundo Teixeira Junior *et al.* (2009), o bambu é utilizado como pilar, viga, caibro, ripa, telha, dreno, piso e revestimentos, e se tratados adequadamente podem durar como madeira de lei, podendo ser assim utilizado em diversas formas na construção, poupando a madeira e impedindo danos ao meio ambiente.

Segundo Montiel *et al.* (2006), os bambus são encontrados não só nas selvas úmidas do mundo, mas também nos bosques andinos e ainda nas savanas brasileiras, o Cerrado.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, estendendo-se por uma área de mais de 2 milhões de km<sup>2</sup>. Abrangendo quinze estados do Brasil além do Distrito Federal (Marimon Junior & Haridasan, 2005) e representando cerca de 23% do território nacional, este bioma possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo com alto nível de endemismo (Klink & Machado, 2005). O Cerrado é um complexo vegetacional, que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como África e Austrália, apresentando fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro e Walter, 1998).

Ainda que os múltiplos usos do bambu tenham uma larga tradição na América Latina e na Ásia, o bambu está muito subestimado (Obermann e Laude, 2004). No Brasil está localizada no estado do Acre, a maior reserva nativa de bambu do mundo, porém, seu uso é ainda pouco difundido, o que ocorre devido à falta de conhecimentos tecnológicos e de mão de obra especializada para o seu manejo.

A ausência de estudos mais detalhados dentre outras situações, tem dificultado a caracterização adequada das espécies de bambu, sua diferenciação taxonômica, bem como a determinação de seus usos futuros. Nesse sentido, o estudo das características anatômicas, principalmente do colmo do bambu como enfatiza Liese (1998), se torna de suma importância. Estudos dessa natureza permitem conhecer de forma mais precisa a estrutura macro e microscópica do bambu, possibilitando uma melhor definição de uso final mais adequada para diferentes espécies.

O bambu pertence à família das gramíneas (*Poaceae*), e à subfamília *Bambusoideae*. Possui aproximadamente 45 gêneros e mais de 1000 espécies espalhadas pelo mundo (Lee *et al.*, 1968). As principais espécies encontradas em solo brasileiro são: *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris* var. *vittata*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper* e algumas do gênero *Phyllostachys* (Azzini *et al.*, 1977).

Em face do acima exposto, o presente trabalho está inserido no contexto de uma série de estudos que visam gerar informações e difundir conhecimentos que possibilitem melhorar o uso do bambu para as mais diversas finalidades, e visa ainda esclarecer uma frequente confusão em relação a duas espécies de bambu gigante, *Dendrocalamus giganteus* e *Dendrocalamus asper*, que apesar de terem características similares, são espécies distintas, que apresentam diferenças principalmente em sua morfologia externa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Este trabalho teve como objetivo a caracterização da morfologia externa e anatômica do colmo do bambu *Dendrocalamus asper* em 3 diferentes alturas a partir de colmos coletados em duas regiões do Distrito Federal.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterização da morfologia externa de colmos de *Dendrocalamus asper* oriundo de touceiras das Regiões de Brazlândia e da Fazenda Água Limpa da UnB;
- Caracterização anatômica das regiões basal, mediana e apical do colmo de *Dendrocalamus asper* oriundo das Regiões de Brazlândia e da Fazenda Água Limpa da UnB;

- Gerar informações para melhorar e estimular o uso do bambu *Dendrocalamus asper* para as mais diversas finalidades.

### **3. HIPÓTESE**

Há diferenças na morfologia externa e na anatomia em posições de base, meio e ápice em colmo de *Dendrocalamus asper* cultivado em duas regiões do Distrito Federal e ainda diferenças anatômicas ao longo da extensão da parede dos colmos.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. OS VÁRIOS USOS DO BAMBU**

O bambu é considerado uma das plantas mais úteis do mundo, podendo ser utilizado para os mais diversos fins e possuindo importância ambiental, econômica, cultural e social (Londoño, 2002; Greco *et al.*, 2011). Pertencente à família das gramíneas (*Poaceae*), e à subfamília *Bambusoideae*, existe aproximadamente 45 gêneros de bambu e mais de 1000 espécies espalhadas pelo mundo (Lee *et al.*, 1968).

Até pouco tempo atrás, a importância econômica dos bambus no Brasil restringia-se a simples usos no meio rural, à confecção de artesanatos e à produção de móveis, porém, atualmente o bambu já vem sendo aproveitado em grandes e pequenas construções, quiosques, estruturas para eventos e casas (Greco *et al.*, 2011).

As principais espécies encontradas em território brasileiro são *Bambusa blumeana*, *Bambusa dissimulator*, *Bambusa multiplex*, *Bambusa tulda*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa ventricosa*, *Bambusa vulgaris*, *Bambusa vulgaris var. vittata*, *Bambusa beecheyana*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Dendrocalamus strictus*, *Gigantochloa*, *Guadua*, *Phyllostachys aurea*, *Phyllostachys purpurata*, *Phyllostachys bambusoides*, *Phyllostachys nigra*, *Phyllostachys pubescens*, *Pseudosasa*, *Sasa* e *Sinoarundinaria* (Oliveira, 2009; Azzini *et al.*, 1997).

A maior aplicação do bambu se dá na construção, na fabricação de móveis, artesanato, como alimento e como recurso natural para a conservação e transformação do meio ambiente (Londoño, 2002). Porém são também importantes na fabricação de papel, no sequestro de carbono, na prevenção da erosão e são ideais para a conservação do solo e recuperação de áreas degradadas (Londoño, 2002; Greco *et al.*, 2011).

Em alguns países da Ásia, como a China, Índia, Taiwan e Tailândia, os bambus são responsáveis por grande parte do rendimento de suas economias, sendo utilizados para o consumo interno bem como para exportação; além disso, essa planta também tem uma enorme importância cultural para diversos povos de diversos países, já que muitas vezes está relacionada a estratégias de sobrevivência desses povos, e ainda está presente em vários tipos de artesanatos e peças históricas (Londoño, 2002; Greco *et al.*, 2011).

Socialmente, o bambu representa uma excelente matéria prima para a construção de casas populares de baixo custo, e já vem sendo utilizado em países da América Latina para este fim, como é o caso da Colômbia e do Equador; além disso, no Brasil já existem projetos sociais com o fim de capacitar agricultores a trabalhar com o bambu e aproveitar esse recurso de uma forma que possa gerar renda na propriedade rural (Greco *et al.*, 2011).

#### **4.2. FAMÍLIA POACEAE**

Conhecida anteriormente como *Gramineae*, a família *Poaceae* pertence à ordem *Poales*, que é composta por 7 famílias segundo Dahlgren *et al.* (1985), sendo estas: *Flagellariaceae*, *Joinvilleaceae*, *Poaceae*, *Ecdeiocoleaceae*, *Anarthriaceae*, *Restionaceae* e *Centrolepidaceae*.

A família *Poaceae* é de interesse particular dos humanos, já que muitas pessoas dependem das gramíneas, como o arroz e o milho em grande proporção em sua dieta; e ainda muitos animais domésticos são criados com dieta parcialmente ou completamente à base de gramíneas (Kellogg, 2001). Sendo assim as *Poaceae* tem grande importância econômica e ecológica, o que levou a um extenso interesse na sua evolução e classificação (GPWG, 2001).

A origem da família *Poaceae* pode ser datada pelo aparecimento de grãos de pólen nos registros fósseis, já que esses são bem característicos da família (Kellogg, 2001), no fim do período Cretáceo na América do Sul e na África, entre 60 e 55 milhões de anos atrás (Jacobs *et al.*, 1999). Historicamente sua classificação foi baseada em características morfológicas das espiguetas, frutos e flores (Dahlgren *et al.*, 1985; GPWG, 2001). Porém a validade dessa classificação foi logo contestada por Avdulov (1931) baseado em seus estudos citológicos. Na mesma época, estudos sobre anatomia de folhas e morfologia de sementes de Prat (1932) suportaram a visão de Avdulov. Desde então muitos estudos anatômicos surgiram provando que dados microscópicos



são mais úteis para a classificação da família e para definir subfamílias (Dahlgren *et al.*, 1985; Clark *et al.*, 1995).

A *Poaceae* apresenta plantas das mais diversas variedades, podendo estas ser anuais ou perenes, lignificadas ou não. Geralmente são rizomatosas e apresentam colmo oco ou sólido. O colmo pode ainda variar enormemente em tamanho e diâmetro, podendo ser ereto, ascendente ou mais ou menos procumbente, terminando em uma inflorescência. Os nós presentes nos colmos são cobertos por folhas quando jovens. Os entrenós são geralmente sólidos. As raízes são fibrosas e raramente tuberosas. As folhas são quase sempre dísticas e alternas; apresentam bainha longa, dotada de lígula, algumas vezes pilosa. A inflorescência é uma panícula de espiguetas ou pseudo-espiguetas. O pólen é típico da ordem *Poales*, possuindo apenas uma abertura, porém nas gramíneas sua parede não possui escrobículo. Quanto às flores, essas são geralmente hermafroditas, protegidas por duas glumelas, lema inferior e a pálea superior. O ovário é súpero e o fruto, exclusivo da família, é uma cariopse (ou ‘grão’) com o tegumento externo fundido à parede interna do ovário (Dahlgren *et al.*, 1985; GPWG, 2001; Metcalfe, 1960).

Segundo Clark *et al.* 1995, muitos sugerem que as gramíneas mais primitivas são os bambus, por apresentarem em muitos táxons, partes das flores apresentadas em trímeros.

#### **4.3. SUBFAMÍLIA BAMBUSOIDEAE**

A subafamília *Bambusoideae* é um táxon monofilético que compreende os bambus tanto herbáceos como os bambus lignificados sendo assim dividida em duas tribos: *Oryleae* e *Bambuseae* respectivamente (Dahlgren *et al.*, 1985; Clark *et al.*, 1995; Londoño, 2002; Filgueiras & Gonçalves, 2004).

Os bambus apresentam uma vasta distribuição, englobando um total de aproximadamente 111 gêneros e 1575 espécies que ocorrem desde os 51° de latitude Norte (Japão) até os 47° de latitude Sul (Chile), desde o nível do mar até os 4300 metros de altitude registrada nos Andes equatoriais, sendo encontrados em todos os continentes, exceto na Europa, geralmente junto a plantas lenhosas, podendo estas ser árvores gigantes da floresta tropical, pequenas árvores retorcidas do árido cerrado brasileiro ou ainda arbustos do frio e úmido páramo da vegetação andina (Soderstrom & Calderón, 1974; Ohrnberger, 1999; Londoño, 2002; Filgueiras & Gonçalves, 2004; Greco *et al.*, 2011).

Os bambus são encontrados de diversas formas e tamanhos, sendo assim o grupo mais diverso da família *Poaceae*, porém, todos possuem o mesmo tipo básico de anatomia foliar, o que os difere das demais gramíneas (Soderstrom & Calderón, 1979). Ainda se tratando da sua anatomia, eles apresentam mesofilo não radiado com células fusóides, parênquima com células invaginantes e fusóides, os feixes vasculares se encontram em grupos e em quantidades maiores que um, superpostos na nervura central apresentando uma ou duas bainhas, a epiderme apresenta células curtas e longas sobre e entre as veias; os corpos siliciosos são de diversos formatos e são verticalmente orientados (Metcalf, 1960; Dahlgren *et al.*, 1985; Soderstrom & Ellis, 1987; Londoño 2002; Londoño *et al.*, 2002).

Os bambus são plantas com uma grande diversidade morfológica, que florescem raramente, num intervalo de 30 a 120 anos; possuem hábito perene, são geralmente rizomatosos sendo estes bem desenvolvidos e robustos, os colmos são, na maioria das vezes, lignificados e fortes, com sistema de ramificação complexo saindo dos nós, podendo estes últimos ser ocos ou sólidos; as folhas apresentam pseudopecíolo, com venação tessellada, apresentam lígula, geralmente são planas, largas, lanceoladas ou linear-lanceoladas, apresentam bainha e a nervura central proeminente; quanto à sua estrutura reprodutiva, apresentam brácteas, as inflorescências são em panículas ou espiga apresentando de uma a muitas flores, estas últimas possuindo três ou mais lodículas, e sendo fortemente vascularizadas, o pistilo apresenta 1-6 estigmas, o androceu, 2-6 estames e o fruto é uma cariopse típica (Soderstrom & Calderón 1974, 1979; Calderón & Soderstrom, 1980; Azzini & Mary, 1982; Soderstrom & Young, 1983; Dahlgren *et al.*, 1985; Clark *et al.*, 1995; Londoño 2002; Londoño *et al.*, 2002).

Nas Américas, encontram-se 41 gêneros e 440 espécies nativas, que se distribuem desde o norte do México até o Chile, além de uma única espécie nativa do sudeste dos Estados Unidos (Greco *et al.*, 2011). Já no Brasil, existem 16 gêneros de bambus herbáceos sendo 4 endêmicos, e 18 gêneros de bambus lenhosos sendo 6 endêmicos, totalizando assim 34 gêneros de bambu no país (Filgueiras & Gonçalves, 2004). O Brasil é o país com a maior diversidade de espécies de bambu do Novo Mundo, apresentando 232 espécies, das quais 155 são de bambus lenhosos com 129 (83%) endêmicas e 75 são de bambus herbáceos com 45 (60%) endêmicas (Filgueiras & Gonçalves, 2004; Judziewicz *et al.*, 1999).

#### **4.4. TRIBO *BAMBUSEAE***

A tribo *Bambuseae* possui aproximadamente 1290 espécies distribuídas em 70 gêneros, classificados em nove subtribos (Schmidt & Longhi-Wagner, 2009). Essa tribo reúne os bambus lenhosos, que são os mais numerosos e dispersos da subfamília *Bambusoideae* com espécies no Velho e no Novo Mundo, ocorrendo desde os trópicos até áreas temperadas com ocorrência de neve vários meses no ano (Londoño, 2002, Schmidt & Longh-Wagner, 2009). Sua distribuição é igual a da subfamília *Bambusoideae*, ocorrendo os 51° de latitude Norte (Japão) até os 47° de latitude Sul (Chile), desde o nível do mar até os 4300 metros de altitude, tendo como centro de diversidade a cordilheira dos Andes, abrigando 87% das espécies (Londoño 2002, Schmidt & Longh-Wagner, 2009).

A tribo *Bambuseae* inclui principalmente plantas monocárpicas e plurianuais, com colmos geralmente lignificados de entrenós ocos ou sólidos, chamadas de bambus lenhosos, se caracterizam por apresentar rizomas fortes e bem desenvolvidos, podendo ser paquimorfos, leptomorfos ou anfimorfos, possui sistema de ramificação complexo, possui diferenciação entre as folhas dos colmos e as folhas dos ramos, sendo os brotos novos protegidos pelas folhas especializadas dos colmos, a lâmina foliar é decídua, com lígula interna e externa, podem ocorrer estruturas como fímbrias e apêndices laterais ou aurículas no ápice da bainha foliar, as florações são cíclicas e monocárpicas, com longos intervalos, possui espiguetas multifloras ou precedidas por brácteas estéreis quando são unifloras, as flores são bissexuais organizadas em espiguetas ou pseudoespiguetas, o número básico de cromossomos é de  $x = 12$ , células fusóides estão quase sempre presentes e apresentam corpos silicificados verticalmente alongados (Soderstrom & Calderón 1974, 1979, Calderón & Soderstrom, 1980; Soderstrom & Ellis, 1987; Londoño 2002; Schmidt & Longh-Wagner, 2009; Greco *et al.*, 2011).

Os bambus lenhosos são os mais importantes para os humanos, por apresentar grande utilidade econômica, social, cultural e ambiental, e ainda por apresentar múltiplos usos, que vão desde matéria prima para construções, movelaria, artesanato até para geração de energia, medicina e alimentação (Londoño, 2002; Greco *et al.*, 2011).

#### **4.5. GÊNERO *DENDROCALAMUS* NEES**

O gênero *Dendrocalamus* Nees é um dos mais relevantes da subfamília *Bambusoideae* por apresentar numerosos usos na construção, na indústria farmacêutica, na produção de móveis, na produção de papel, artesanatos e outros (Montiel & Sánchez,

2006<sup>2</sup>). É composto por 27 espécies no subcontinente Indiano e por duas espécies mais ao sudeste da Ásia e da Península da Malásia, encontrando-se em altitudes de 0-1500 metros e se adaptando a solos secos e úmidos, crescendo melhor em solos ricos, além disso, ainda tolera baixas temperaturas até -3°C (Seethalakshmi & Kumar, 1998; Montiel & Sánchez, 2006<sup>1</sup>). Em campo, o gênero pode ser reconhecido por seus colmos de paredes espessas, nós dilatados e raízes aéreas nos nós mais baixos (Dransfield, 1980).

Algumas espécies desse gênero crescem muito e chegam a atingir 30 m ou mais, muitas delas, como os *Dendrocalamus* do sudeste da Ásia, *Gigantochla* da Indomalásia e *Oxytenanthera* da África, que fornecem “madeira” de excelente qualidade, além disso, brotos de algumas espécies como *Gigantochla verticillata* são comestíveis; os *Dendrocalamus* são também fonte de tabashir (secreção sílica que alguns bambus apresentam) e são a base da indústria de papel na Índia; alguns gêneros apresentam frutos carnosos e suculentos, outros apresentam frutos duros (Dahlgren *et al.*, 1985).

Dentre as espécies do gênero *Dendrocalamus*, *D. asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne se destaca pela excelente qualidade e resistência de sua “madeira”. É uma espécie asiática, originada no Sudeste da Ásia, provavelmente natural da Malásia, introduzida e cultivada em vários países tropicais (Ciaramello & Azzini, 1971; Montiel & Sanchez, 2006<sup>2</sup>). Essa espécie é plantada em todo o arquipélago da Península da Malásia, desde as terras baixas até 1000 m de altitude. Seus colmos são altamente prezados como material de construção, apresentando parede espessa, e diâmetro de até 20 cm, e ainda, o broto dessa espécie é considerada uma das melhores para alimentação (Dransfield, 1980). É um bambu de porte gigante, que apresenta colmos de 15 a 20 metros de altura, comprimentos dos entrenós de 30 a 50 cm e diâmetro dos colmos entre 6 e 12 centímetros (Ciaramello & Azzini, 1971; Shirasuna, 2012). Shirasuna (2012), ressalta que essa espécie, é algumas vezes, erroneamente classificada como *Dendrocalamus giganteus* (Munro). É também conhecida como *Bambusa aspera* Schultes f. (1830), *Gigantochloa aspera* (Schultes f.) Kurz (1876), *Dendrocalamus flagellifer* e *Dendrocalamus marrillianus* Elmer (1915) (Montiel & Sanchez, 2006<sup>2</sup>), e comumente conhecida como bambu gigante, bambu betung, phai-tong na Indonésia, sweet bamboo na Tailândia e manh-tong no Vietnam (Widjaja 1995 *apud* Montiel & Sanchez, 2006<sup>2</sup>). Essa espécie é utilizada em paredes de cabanas, móveis, implementos de agricultura, jangadas para carregar madeira, artesanatos em geral como cestos, baldes, containers, e ainda tem seus brotos utilizados como alimento (Sharma, 1980).

#### 4.6. O COLMO E SUA ANATOMIA

O colmo origina-se de uma gema ativa do rizoma, compondo a parte aérea dos bambus, dando sustentação para ramos e folhas, sendo geralmente de formato cilíndrico e fistuloso, podendo algumas vezes ter formato levemente quadrado (Silva, 2005; Greco *et al.*, 2011). Por não apresentar crescimento radial, o colmo já surge com seu diâmetro máximo na base e afunila em direção ao ápice assumindo sua forma cônica; geralmente apresenta uma sequência de entrenós ociosos, sendo estes menores na base, aumentando seu comprimento na parte mediana e reduzindo novamente o tamanho à medida que se aproxima do ápice; são separados transversalmente uns dos outros por diafragmas, que aparecem externamente como nós; estes diafragmas conferem maior rigidez e resistência aos colmos, permitindo-lhes suportar a ação do vento e do próprio peso (Silva, 2005; Pereira & Beraldo, 2007; Greco *et al.*, 2011).

Na classificação das plantas, além dos seus caracteres morfológicos, se utilizam da anatomia como uma ferramenta chave para sua identificação; em especial, a característica anatômica dos colmos de bambu tem um valor considerável para a identificação taxonômica, já que existem diferenças na estrutura dos feixes vasculares entre gêneros e espécies (Grosser & Liese, 1971; Liese, 1992; Londoño *et al.*, 2002). As propriedades do colmo do bambu são determinadas pela sua estrutura anatômica, e estas propriedades irão refletir no seu uso final (Liese, 1980; Londoño *et al.*, 2002; Greco *et al.*, 2011).

Como já mencionado, o colmo consiste em entrenós e nós. Nos primeiros, as fibras apresentam-se axialmente orientadas (paralelas ao eixo de crescimento), enquanto os nós proporcionam interconexões transversais apresentando fibras espessas, aforquilhadas e distorcidas; não existem nos entrenós elementos celulares radiais; na região dos chamados diafragmas, a parte interna dos nós, as fibras fazem curvas e regressam à região da parede, sendo que na parte mais central, praticamente não existem fibras; a camada externa dos colmos é formada por uma camada única de células epidérmicas, e o seu interior é coberto por uma camada de células de esclerênquima (Liese, 1980; Liese, 1998; Greco *et al.*, 2011).

Basicamente o total do colmo apresenta 50% de parênquima, 40% de fibras e 10% de tecidos condutores, como vasos e tubos crivados (Liese, 1980, 1992). Os colmos consistem de três sistemas de tecidos: o dérmico, o fundamental e o vascular (Esau, 1976; Sajo & Castro, 2003). Os tecidos dos colmos dos bambus consistem dos seguintes tipos celulares: epiderme, parênquima, esclerênquima, vasos xilemáticos,

tubos crivados e células companheiras (Grosser & Zamuco, 1971; Grosser & Liese, 1971). As camadas externa e interna do colmo estão diferenciadas em córtex e medula, em secção transversal, a parte externa do córtex consiste de células epidérmicas com paredes celulares bastante espessadas sendo freqüentemente cobertas por uma camada de cutina e cera epicuticular, protegendo-o dessa forma, contra perdas fisiológicas (Liese, 1998). A estrutura anatômica da seção transversal de qualquer entrenó é determinada basicamente pelos feixes vasculares, seu tamanho, forma, arranjo e número (Liese 1980).

Grosser & Liese (1971, 1973) deram início aos estudos anatômicos do colmo de bambu e descreveram detalhadamente quatro tipos básicos de feixes vasculares baseados em suas características. Liese & Grosser (2000) aprofundaram esses estudos e descreveram uma expansão para a classificação anterior, adicionando subdivisões aos tipos I e II, mantendo os tipos III e IV, e adicionando os tipos V e VI. Porém, independentemente do tipo de feixe vascular, todos os bambus exibem notáveis diferenças na distribuição das células ao longo do colmo, tanto horizontalmente quanto verticalmente (Liese, 1992). Enquanto a parte basal do colmo contém em sua parte interna basicamente parênquima com maiores feixes vasculares em menor quantidade, esse tipo de tecido é reduzido ao longo do comprimento do colmo; a parte apical consiste principalmente de menores feixes vasculares com alta porção de fibras, ou seja, ao longo do colmo o número de feixes vasculares diminui desde a base até o ápice e sua densidade aumenta correspondentemente, enquanto que a concentração de células parenquimáticas diminui no mesmo sentido. (Liese, 1980, 1992; Greco *et al.*, 2011). Este fato confere maior resistência mecânica às partes superiores do colmo, em comparação com a parte basal, tratando-se, portanto de um desperdício a prática comum de não se aproveitar as partes superiores dos colmos (Liese, 1992, Pereira & Beraldo, 2007, Greco *et al.*, 2011).

As fibras presentes no colmo dos bambus, geralmente contríbuiem em 60-70% do peso total do tecido do mesmo, apresentando comprimentos consideravelmente distintos entre espécies bem como variações ao longo do colmo (Liese, 1992). Algumas espécies geralmente possuem fibras mais curtas, como *Phyllostachys pubescens* (1,3mm), *Ph. edulis* (1,5mm), e outras tem fibras mais longas, como *Dendrocalamus giganteus* (3,2mm), *D. membranaceus* (4,3mm) e *Bambusa vulgaris* (3-3,5mm) (Tomazello Filho & Azzini, 1987; Liese, 1992, Greco *et al.*, 2011). O tamanho das fibras é altamente e positivamente correlacionado com o seu diâmetro e com a espessura

de sua parede celular, mas não com diâmetro do lume; ao longo da parede do colmo o comprimento das fibras geralmente aumenta da periferia para a região mediana e diminui em direção à parte interna (Liese, 1992). O uso do bambu para a produção de celulose e papel está diretamente ligado ao comprimento da fibra, já que a escolha da espécie a ser utilizada para esse fim é baseada no comprimento das fibras dos colmos, sendo as espécies com fibras longas as indicadas para este fim (Greco *et al.*, 2011).

Do ponto de vista do aproveitamento do bambu, o colmo é a parte mais importante da planta, sendo matéria prima utilizada para a maioria das atividades onde o bambu é empregado, como construção civil, fabricação de papel, tecido, pisos e móveis (Silva, 2005; Greco *et al.*, 2011).

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionadas para coleta duas localidades distintas na região geoeconômica do Distrito Federal, quais sejam: Brazlândia e Fazenda Água Limpa da UnB (FAL).

Em cada localidade foram selecionados 05 colmos da espécie *Dendrocalamus asper* (Schult. & Schult. f.) Backer ex K. Heyne. De cada colmo foram coletados, a partir da base, a cada seis metros, discos da porção central de entrenós da base, do meio e do ápice, e destes, foram coletadas amostras medindo 2,0 cm de largura por 2,0 cm de altura, mantendo-se a espessura original do colmo. As amostras foram preservadas em álcool etílico 70% (Jensen, 1962) e permaneceram imersas nessa solução até as etapas posteriores do processamento.

A caracterização morfológica dos colmos e o registro fotográfico foram realizados no campo, e as complementações de medidas, análises e descrições, no Laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM) do Departamento de Engenharia Florestal, da Faculdade de Tecnologia da UnB e no Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do SFB (Serviço Florestal Brasileiro).

Foi coletada uma amostra de um ramo de folhas do colmo de cada localidade para a identificação da espécie bem como para a coleção do Herbário da Universidade de Brasília (UnB).

## **5.1. MORFOLOGIA EXERNA**

Os parâmetros morfológicos foram medidos e analisados em cada local de coleta. Para tanto, estes foram divididos de acordo com a metodologia usual a seguir descrita.

Quanto à população foram medidos a quantidade de touceiras no local, o diâmetro das mesmas, o número de colmos por touceira, o comprimento total do colmo da base até o ápice, sendo observado o hábito da espécie.

Quanto ao nó foi verificada a ocorrência dos mesmos, sua arquitetura, superfície, presença de gemas, diâmetro, conteúdo interno.

Quanto ao entrenó foram observados a cor, a superfície, a forma da secção transversal, o conteúdo interno, o comprimento e diâmetro dos entrenós, a espessura da parede do entrenó e o diâmetro da medula do entrenó.

Quanto à lâmina foliar do colmo foi observada a duração da lâmina foliar sobre o colmo, o formato da lâmina inteira, (do ápice e da base), a cor, o revestimento, a textura, a posição da lígula, o comprimento e largura.

Quanto à bainha da folha do colmo foi verificada sua localização no colmo, a duração, o formato, a variabilidade do formato ao longo do colmo, a cor, o revestimento, a textura, a posição da lígula, o comprimento e a largura.

Quanto aos ramos foi verificada sua ocorrência, seu hábito e comprimento, seu desenvolvimento, o número e arranjo, a origem e a localização em relação ao nó.

Quanto às folhas das ramificações foram observadas as condições após o corte, o hábito, a cor, o comprimento e a largura, o formato da lâmina da base e do ápice, a ocorrência de pseudo-pecíolo, sua superfície, textura e posição da lígula.

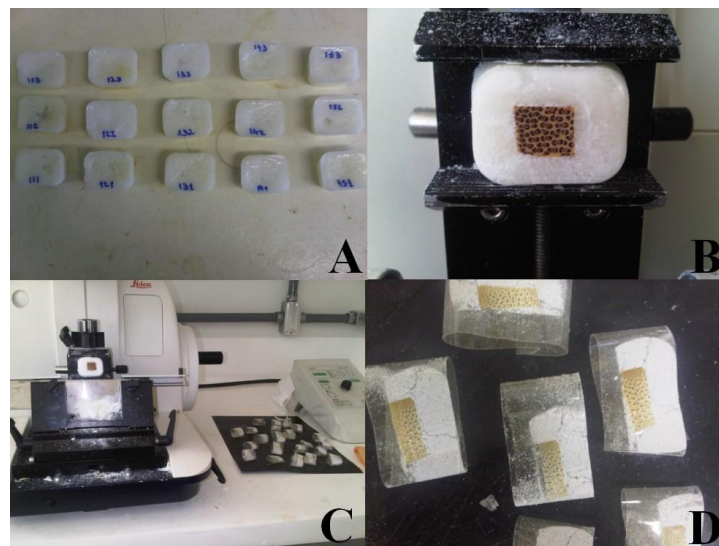
Para realização dessas medidas foram utilizados uma trena de 20 metros de comprimento com precisão de 1,0 cm e um paquímetro digital da marca Sylvac com precisão de 0,01 mm.

## **5.2. ANATOMIA**

Para o estudo de caracterização anatômica do colmo, foram preparadas, de 3 colmos coletados de cada localidade, seções transversais situadas na região mediana do entrenó de cada porção (base, meio, ápice). Para tal, as amostras estocadas em álcool 70% foram passadas para solução de água com glicerina e submetidas à autoclave por aproximadamente 4 horas para o amolecimento dos tecidos.



Das amostras, foram preparados corpos de prova de aproximadamente 1,0 cm de largura por 2,0 cm de comprimento. Estes foram incluídos em polietilenoglicol (PEG) segundo o método simplificado descrito por Freund (1970). Os cortes foram realizados em micrótomo rotativo sob secções transversais (25 $\mu$ m) e longitudinais (25 $\mu$ m), utilizando uma fita adesiva para prevenir que os tecidos se rompessem na hora do corte (Barbosa *et al.*, 2010) (Figura 1). Estes foram corados utilizando a dupla coloração com safranina-azul de alcian 1:1 aquoso. Logo após a coloração, os cortes foram desidratados em série etílica crescente e então foram montadas as lâminas permanentes usando como meio de montagem verniz vitral 500 incolor (Paiva *et al.*, 2006).



**Figura 1 -** Corpos de prova emblocados em PEG (A). Detalhe para o corpo de prova emblocado em PEG no micrótomo após alguns cortes (B). Micrótomo rotativo com o material utilizado (C). Detalhe dos cortes na fita adesiva (D). Fotos: Eduarda Prates.

Para obtenção do macerado do colmo, foi utilizada a solução de Franklin (1945) com 5 dias em estufa 60°C até dissociação dos tecidos. Em seguida foram corados com safranina 1% diluída aquosa (Figura 2). Os cortes foram montados em lâmina permanente usando como meio de montagem verniz vitral 500 incolor (Paiva *et al.*, 2006).



**Figura 2- Preparo e coloração dos macerados. Fotos: Eduarda Prates.**

A análise quantitativa dos elementos anatômicos do colmo bem como a descrição da parede do colmo foram realizadas com o auxílio do microscópio óptico da marca Leica, modelo ICC 50 e do software de análise de imagens Las EZ V 1.7.0. Com esse programa foram analisadas 10 secções transversais de cada altura do colmo e para cada zona da parede do colmo (periferia, mediana e interna), em aumentos de 4x e 10x, as seguintes variáveis: dimensão dos feixes vasculares, dimensão dos metaxilemas, porcentagem de fibra, porcentagem de parênquima e porcentagem dos tecidos condutores. Para auxiliar essas medições e na descrição, também foram tomadas fotos de 5 corpos de prova não emblocados de cada tratamento, utilizando uma lupa da marca Leica modelo S8AP0. Essas imagens foram analisadas nos softwares de análise de imagens Leica application suite V3 e Image-Pro Plus. Foram medidos de cada colmo, 90 feixes vasculares em cada altura do colmo, sendo 30 para a região periférica da parede, 30 para a região mediana e 30 para a região interna. Totalizando assim 270 feixes vasculares por colmo e 810 feixes vasculares para cada uma das duas localidades de estudo. O mesmo procedimento foi adotado para os metaxilemas.

Quanto às fibras, foram realizadas medidas de comprimento das mesmas utilizando imagens das lâminas de macerado capturadas por uma câmera da marca Olympus, Modelo DP25 acoplada a uma lupa de mesma marca de Modelo SZX2-ILLD. Foram também realizadas medidas de diâmetro das fibras, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras utilizando imagens capturadas pela mesma câmera acoplada a um microscópio óptico de marca Olympus modelo BH2. Foram feitas 25 medidas para cada uma das 4 variáveis de fibra em cada altura de cada colmo coletado, totalizando assim 75 medidas de cada uma delas para cada colmo e 225 medidas de cada uma delas para cada uma das duas localidades estudadas.

As lâminas produzidas foram depositadas no laminário do Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto de Biologia da UnB.

### 5.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos tanto na parte de morfologia externa, quanto na parte de anatomia foram submetidos à análise estatística descritiva, análise de variância e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo pacote estatístico SPSS Statistics 20.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. MORFOLOGIA EXTERNA

Foram analisados e medidos os parâmetros morfológicos (Tabela 1) de duas populações de bambus de *Dendrocalamus asper*, sendo uma população localizada em uma chácara no município de Brazlândia (Figura 3) e outra na Fazenda Água Limpa – FAL (Figura 4), de propriedade da Universidade de Brasília, localizada na Vargem Bonita, próximo ao Setor de Mansões Park Way.

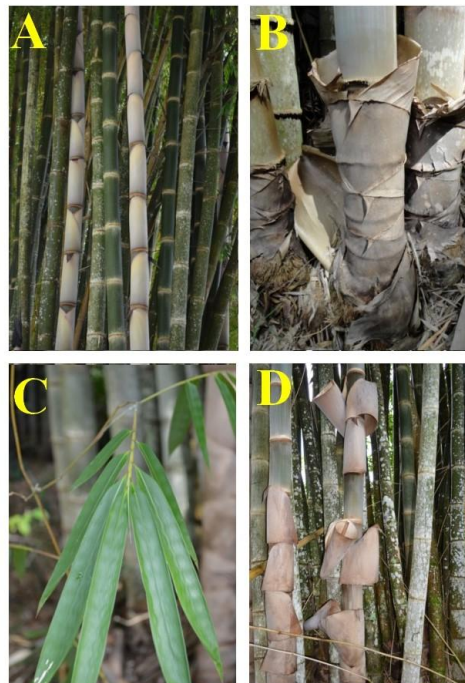
Tabela 1. Valores médios do diâmetro das touceiras e dos parâmetros dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Parâmetros/Localidade</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>	<b>Sig</b>
Diâmetro da touceira (m)	13,1	11,92	0,685
Nº de colmos por touceira	65	76	0,732
Comprimentos dos colmos (m)	23,34	27,92	0,009(*)
Quantidade de entrenó/colmo	58,2	66	0,191
DAP (cm)	15,22	15,57	0,569

Onde: Sig = Nível de significância obtido através da ANOVA; (\*) = Valores menores que 0,05 indicam diferença significativa entre as médias das duas localidades.



**Figura 3– Touceira de *Dendrocalamus asper* localizada em Brazlândia (A); Folha do colmo ainda neste, e no chão (B e C); Detalhe para um colmo jovem (verde) e um mais velho (D). Fotos: Alexandre Florian e Eduarda Prates.**



**Figura 4– Touceira de *Dendrocalamus asper* localizada na FAL (A); detalhe do colmo com suas folhas ainda em sua base (B); folhas da ramificação (C); folhas do colmo começando a se soltar do mesmo (D). Fotos: Alexandre Florian e Eduarda Prates.**

De acordo com a ANOVA, quase todos os valores encontrados não apresentam diferença significativa, alguns apresentando valores de nível de significância bem próximos de 1,0, o que significa dizer que são valores estatisticamente semelhantes, ou seja, as duas localidades, não se diferenciam nos parâmetros de diâmetro da touceira,

número de colmos por touceira, quantidade de entrenó por colmo e diâmetro do colmo no DAP. Já para comprimentos dos colmos, o nível de significância foi menor que 0,05, indicando que para este parâmetro, os colmos de Brazlândia são estatisticamente diferentes dos colmos encontrados na FAL.

Alguns dos valores apresentados na Tabela 1 se assemelham aos encontrados por outros autores. Segundo Dahgren *et al.* (1985), algumas espécies do gênero *Dendrocalamus* chegam a atingir 30 m de altura. De acordo com Rivero (2003) e Pereira & Beraldo (2007), a espécie *Dendrocalamus giganteus* apresenta colmos que atingem de 20 m até 40 m de altura, com diâmetro variando entre 10 e 25 cm. Ghavami & Marinho (2001) encontraram valores de comprimento total de 18,85 m para essa mesma espécie. Ciaramello & Azzini (1971) estudaram quatro espécies do gênero *Dendrocalamus*, encontrando valores médios de comprimento total dos colmos de 14,5 m para *D. asper*, 11,5 m para *D. latiflorus*, 10,0 m para *D. strictus* e 16,0 m para *D. giganteus*; e diâmetro no DAP de 12,2 cm para *D. asper*, 11,5 cm para *D. latiflorus*, 7,6 cm para *D. strictus* e de 14,2 cm para *D. giganteus*; valores estes menores dos que os encontrados para os bambus do mesmo gênero coletados em Brazlândia e na FAL. Shirasuna (2012) diferencia as espécies *Dendrocalamus asper* de *Dendrocalamus giganteus*, citando que a primeira apresenta altura de 15 a 20 m e a segunda de 20 a 35m e diâmetro de 6 a 12 cm para a primeira e de 20 a 30 cm para a segunda. Os valores encontrados nesse trabalho para o *Dendrocalamus asper* coletado em ambas as localidades, se assemelham aos citados por Shirasuna (2012) para a mesma espécie, sendo assim, pode-se inferir que a espécie estudada é a *Dendrocalamus asper*, e não *Dendrocalamus giganteus* como se acreditava ser.

De acordo com essa autora, é comum que a espécie em questão seja classificada erroneamente como *Dendrocalamus giganteus*, como segundo ela, fizeram Pereira & Beraldo (2007). Logo, os valores encontrados por esses autores, na realidade seriam referentes à *Dendrocalamus asper*.

Nos colmos localizados em Brazlândia, foi observada a ocorrência de nó solitário, com diâmetro médio de 15,47 cm, arquitetura de linha horizontal, apresentando anel quando jovem, superfície lisa, porém com primórdios ou raízes espinhosas até a altura do DAP; enquanto que nos colmos localizados na FAL foi observada a ocorrência de nó solitário, com lados paralelos e duplo anel em seção longitudinal, com diâmetro médio de 15,64 cm, arquitetura de linha horizontal apresentando uma faixa rígida próxima à linha nodal. Enquanto a superfície do nó dos

colmos em Brazlândia era lisa, apresentando primórdios até a altura do DAP, na FAL ela se apresentou coberta com primórdios. Na primeira localidade, o interior do nó era sólido com gemas aparecendo partir do 23º nó, enquanto que na segunda o interior era sólido com presença de pó, e as gemas apareciam a partir do 20º nó.

Na Tabela 2 são apresentadas as características morfológicas externas dos nós dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* das duas localidades estudadas.

Tabela 2. Características morfológicas externas dos nós dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Nó</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Ocorrência	Solitário	Solitário
Arquitetura	Linha do nó horizontal com anel quando jovem	Linha do nó horizontal com lados paralelos e duplo anel em seção longitudinal
Superfície	Lisa com primórdios até a altura do DAP	Coberta com primórdios
Interior	Sólido	Sólido com presença de pó

Os entrenós dos colmos de Brazlândia apresentavam coloração verde, superfície glauca coberta de cera, formato circular na seção transversal e interior oco; enquanto que na FAL eles apresentavam coloração verde com anéis amarelo claro quando jovens e quando adultos cobertos com líquens branco róseo ou marrom claro esverdeado, sua superfície era glauca, coberta de cera, seu interior oco com pó nas paredes internas.

Foi observada em Brazlândia, uma média de 58,2 entrenós por colmos, e na FAL essa média foi de 66 entrenós por colmo. Ciaramello & Azzini (1971) encontraram uma média de 43 entrenós por colmo para *D. asper*, 31 para *D. latiflorus*, 26 para *D. strictus* e 47 para *D. giganteus*, valores menores dos encontrados no presente estudo para *D. asper*.

Na Tabela 3 são apresentadas as características morfológicas externas dos entrenós dos colmos dos bambus de *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 3. Características morfológicas externas dos entrenós dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Entrenó</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Cor	Verde	Verde
Superfície	Glauca coberta de cera	Glauca coberta de cera
Interior	Oco	Oco com pó nas paredes internas

A espessura de parede média encontrada em Brazlândia foi de 2,62 cm na base, 1,32 cm no meio e 0,9 cm no ápice, enquanto que na segunda localidade foi de 2,46 cm na base, 1,3 cm no meio e 0,97 cm no ápice; e o diâmetro da medula média encontrado foi de 12,21 cm na base, 12,11 no meio e 9,9 no ápice e de 12,52 cm na base, 12,92 cm no meio e 11,12 cm no ápice para Brazlândia e FAL respectivamente (Tabela 4). Na primeira localidade o comprimento médio dos entrenós foi de 28,4 cm na base, 49 cm no meio e 52,2 cm no ápice e na FAL, de 28,17 cm na base, 57,6 cm no meio e 58,4 cm no ápice (Tabela 5). Rivero (2003) e Pereira & Beraldo (2007) encontraram para a espécie *Dendrocalamus giganteus* espessura de parede entre 1 e 3 cm na região central e comprimento de entrenós variando de 40 a 50 cm. Ghavami & Marinho (2001) encontraram, para *D. giganteus*, comprimento médio do entrenó de 39,268 cm e espessura média da parede de 1,703 cm. Azzini *et al.* (1977) mediram a espessura da parede dos colmos em 5 alturas para 3 espécies diferentes. Encontraram um valor médio para esta variável na porção mediana do colmo de 0,85 cm para *Bambusa vulgaris*, 1,15 cm para *Guadua angustifolia* e de 1,30 cm para *Dendrocalamus giganteus*. Este último valor é o que mais se aproxima dos valores médios encontrados na porção mediana do colmo da espécie estudada. Shirasuna (2012) encontrou comprimento de entrenó variando de 30 a 50 cm para *Dendrocalamus asper* e de 30 a 45 cm para *Dendrocalamus giganteus*. Ciaramello & Azzini (1971) encontraram comprimento médio de entrenó de 34 cm para *D. asper*, 37 cm para *D. latiflorus*, 38 cm para *D. strictus* e 34 cm para *D. giganteus*. Se for feita uma média entre os três valores de comprimento de entrenó encontrados para o *Dendrocalamus asper* estudado, teremos 43,2 cm para os de Brazlândia e 48,06 cm para os da FAL, valores estes semelhantes aos encontrados por Rivero (2003) e Pereira & Beraldo (2007) para *Dendrocalamus giganteus* e dentro da média dos valores encontrados para *Dendrocalamus asper* por Shirasuna (2012). Porém Shirasuna (2012) afirma que Pereira & Beraldo (2007)

classificaram como *D. giganteus* a espécie que na verdade é *D. asper*, logo os valores encontrados por esses autores são referentes a esta última espécie.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias dos valores de espessura de parede e diâmetro da medula do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus do *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 4. Média dos valores de espessura da parede e diâmetro da medula do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Localidade	Brazlândia	FAL	Sig.
<b>Espessura da parede do entrenó (cm)</b>			
Base	2,62	2,46	0,457
Meio	1,32	1,30	0,648
Ápice	0,9	0,97	0,407
<b>Diâmetro da medula do entrenó (cm)</b>			
Base	12,21	12,52	0,662
Meio	12,11	12,92	0,125
Ápice	9,90	11,12	0,158

Onde: Sig. = Nível de significância obtido através da ANOVA. Valores menores que 0,05 apresentam diferença significativa entre as médias das duas localidades.

De acordo com a Tabela 4, os valores de espessura da parede do entrenó e de espessura da medula do entrenó de Brazlândia não se diferenciaram estatisticamente dos valores encontrados na FAL, o que significa dizer que os colmos das duas regiões, segundo estes dois parâmetros, são semelhantes.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias dos valores de comprimento do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus de *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 5. Média dos valores de comprimento do entrenó nas três alturas dos colmos dos bambus da espécie de *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Localidade	Brazlândia	FAL	Sig.
<b>Base</b>	28,4	28,17	0,142
<b>Meio</b>	49	57,6	0,005(*)
<b>Ápice</b>	52,2	58,4	0,011(*)

Onde: Sig. = Nível de significância obtido através da ANOVA. Valores menores que 0,05 apresentam diferença significativa entre as médias das duas localidades.



A partir dos valores apresentados na Tabela 5, observa-se que os comprimentos médios dos entrenós no meio e no ápice de Brazlândia se diferenciaram estatisticamente dos valores encontrados para os colmos da FAL, enquanto que os da base são similares. Os colmos medidos na FAL apresentaram maiores comprimentos de entrenó no meio e no ápice do que em Brazlândia.

As diferenças encontradas entre as duas localidades estudadas é considerada normal segundo NAIK (S/D) do instituto de tecnologia de Bombay na Índia, já que para esse autor, o bambu é um material biológico, sujeito a grande variabilidade e complexidade devido a diversas condições como idade, condições do solo e do ambiente onde é desenvolvido o colmo do bambu. Ghavani & Marinho (2003), também chegaram à conclusão de que ocorrem diferenças entre colmos da mesma espécie desenvolvidos em locais diferentes e citam como exemplo o *Guadua angustifolia* de São Paulo e o mesmo plantado no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, os quais apresentam diferenças de valores no comprimento do entrenó, espessura da parede e diâmetro externo. Os autores explicam que essa diferença pode ocorrer em função da variação de clima, vegetação e relevo em ambos os Estados onde essas espécies são cultivadas. Ghavami & Toledo Filho (1992) estudaram a espécie *Dendrocalamus giganteus* no Rio de Janeiro e na Paraíba e também encontraram diferenças nos valores das mesmas variáveis.

Assim sendo, as diferenças entre os valores das variáveis encontrados para os colmos de *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL podem ser explicadas por fatores como, diferença do solo e relevo onde foram plantadas as touceiras, época de plantio, como foram feitos esses plantios e ainda procedência das plantas, o que não garante que estas sejam da mesma raça ou linhagem. Na FAL, as touceiras estão plantadas na margem de um córrego, o que muda as condições do solo, levando consequentemente a diferentes condições de crescimento dos colmos. Em Brazlândia temos um plantio regular, ou seja, as touceiras foram plantadas seguindo um padrão, o solo foi tratado, sabe-se a procedência das plantas e estas recebem manejo adequado e sistemático, enquanto que na FAL, as touceiras crescem naturalmente, sem receber nenhum cuidado ou manejo. Além disso, não foi levada em consideração a idade dos colmos coletados, o que não nos garante que todos os colmos estavam em um mesmo estágio de desenvolvimento.

A lâmina foliar do colmo, tanto em Brazlândia como na FAL, apresentava-se caduca, com formato triangular aumentando de tamanho em direção ao ápice, com

coloração marrom claro, de ápice agudo, base truncada, pilosa com tricomas urticantes na parte interna e poucos na parte externa. Ambas também de textura coriácea com presença de lígula interna. Em Brazlândia observou-se a ocorrência ainda de fímbrias, e o comprimento da lâmina foliar variou de 7 a 51 cm e a largura de 1,3 a 4,8 cm. Na FAL, observou-se a ocorrência de aurículas, e o comprimento variou de 10,1 a 48 cm e a largura média foi de 4 cm.

Na Tabela 6 são apresentadas as características morfológicas externas das lâminas foliares dos colmos de *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 6. Características morfológicas externas das lâminas foliares dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Lâmina Foliar</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Duração sobre o colmo	Caduca	Caduca
Variabilidade do formato ao longo do colmo	Aumenta de tamanho em direção ao ápice	Aumenta de tamanho em direção ao ápice
Cor	Marrom claro	Marrom claro
Ápice	Agudo	Pontiagudo
Base	Truncada	Truncada
Superfície	Pilosa com tricomas urticantes	Pilosa com tricomas urticantes na parte interna e poucos na parte externa
Textura	Coriácea	Coriácea
Lígula	Interna	Externa
Fímbrias	Presente	Ausente
Aurículas	Ausente	Presente
Comprimento	7 a 51 cm	10,1 a 48 cm
Largura	1,3 a 4,8 cm	4 cm

A bainha da folha do colmo dos colmos de Brazlândia envolvia o colmo na base e se abria no ápice, era caduca em relação a sua duração no colmo e diminuiu em direção ao ápice, enquanto que na FAL, apesar de também ser caduca, a bainha da folha do colmo, envolvia totalmente o mesmo e aumentava de tamanho em direção ao ápice. Ambas apresentaram base de formato reto e ápice arredondado, cor marrom claro e textura coriácea, eram glabras na face abaxial e pilosas na fase adaxial, apresentando

tricomas urticantes brancos, lígula interna e aurículas. Em Brazlândia o comprimento variou de 32 a 47,2 cm e sua largura de 32,3 a 52 cm, e na FAL o comprimento variou de 37 cm na base a 52 cm no ápice e sua largura de 44 cm no ápice a 55 cm na base.

Na Tabela 7 são apresentadas as características morfológicas externas das bainhas das folhas dos colmos do *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 7. Características morfológicas externas das bainhas das folhas dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Bainha da folha do colmo</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Localização no colmo	Envolve na base e se abre no ápice	Envolve totalmente o colmo
Duração sobre o colmo	Caduca	Caduca
Ápice	Arredondado	Arredondado
Base	Reta	Reta
Variabilidade ao longo do colmo	Diminui de tamanho em direção ao ápice	Aumenta de tamanho em direção ao ápice
Cor	Marrom claro	Marrom claro
Superfície	Glabra na face abaxial e pilosa na face adaxial	Glabra na face abaxial e pilosa na fase adaxial
Tricomas	Presentes, urticantes	Presentes, urticantes
Textura	Coriácea	Coriácea
Lígula	Presente, interna	Presente, interna
Aurículas	Ausente	Presente
Comprimento	32 a 47,2 cm	37 cm a 52 cm
Largura	32,3 a 52 cm	44 cm a 55 cm

Os ramos, tanto em Brazlândia quanto na FAL, ocorriam somente nos nós superiores, apresentando ramificação oposta e desenvolvimento extravaginal. Na primeira localidade, os primeiros ramos apareceram entre os nós de número 13 e 23 enquanto que na segunda, apareceram entre os nós de número 26 e 43. Quanto ao número e arranjo, em Brazlândia apresentavam 3 ou mais ramos subiguais, com origem na linha do nó e localização angular em relação ao nó e na FAL apresentavam 3 ou mais ramos subiguais, geralmente 5, produzidos na linha do nó, geralmente em leque ou

superior ao nó, e em alguns ramos foi encontrada a presença de espinhos, o que não ocorreu nos ramos dos colmos encontrados em Brazlândia.

Na Tabela 8 são apresentadas as características morfológicas externas dos ramos dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 8. Características morfológicas externas dos ramos dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Ramos</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Ocorrência	Somente nos nós superiores	Somente nos nós superiores
Hábito	Ramificação oposta	Ramificação oposta
Desenvolvimento	Extravaginal	Extravaginal
Número e arranjo	3 ou + ramos subigual	3 ou + ramos subigual
Origem	Produzido na linha do nó	Produzido na linha do nó
Localização em relação ao nó	No ângulo	Superior em leque
Espinhos	Ausente	Presente

As folhas das ramificações nos colmos de Brazlândia e da FAL murchavam ou enrolavam rapidamente após o corte, tinham hábito pendente, de coloração verde em ambas as faces sendo a face adaxial opaca e a abaxial brilhante e base cuneada. As folhas encontradas em Brazlândia apresentavam comprimento variando de 22,9 a 41 cm e largura de 2,9 a 8 cm, com ápice agudo, apresentavam pseudo-pecíolo com superfície pilosa e textura membranácea. Já na FAL, o comprimento das folhas variou de 8 a 24 cm e a largura de 2,9 a 3,1 cm, elas apresentavam ápice pontiagudo e a lâmina era linear, apresentando pseudo-pecíolo, superfície glabra, lígula interna e textura membranácea.

Na Tabela 9 são apresentadas as características morfológicas externas das folhas das ramificações dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

Tabela 9. Características morfológicas externas das folhas das ramificações dos colmos dos bambus da espécie *Dendrocalamus asper* das localidades de Brazlândia e da FAL.

<b>Folhas das ramificações</b>	<b>Brazlândia</b>	<b>FAL</b>
Condições após o corte	Murcha ou enrola rapidamente	Murcha ou enrola rapidamente
Hábito	Pendente	Pendente
Cor	Verde em ambas as faces, mais fosca na abaxial	Verde em ambas as faces, adaxial opaca.
Base	Cuneada	Cuneada
Ápice	Agudo	Pontiagudo
Pseudo-pecíolo	Presente	Presente
Superfície	Pilosa	Glabra
Textura	Membranácea	Membranácea
Lígula	Ausente	Interna
Comprimento	22,9 a 41 cm	8 a 24 cm
Largura	2,9 a 8 cm	2,9 a 3,1 cm

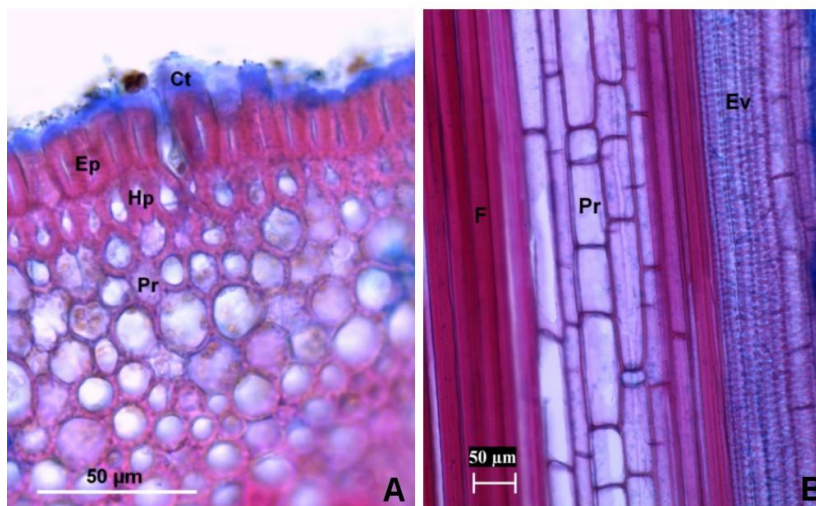
## 6.2. ANATOMIA

Foram analisados e medidos os elementos anatômicos de colmos de duas populações de bambus da espécie *Dendrocalamus asper*, os quais serão descritos a seguir.

A parede do colmo do *Dendrocalamus asper* estudado é composta basicamente por feixes vasculares envoltos por tecido parenquimático. Grosser & Liese (1971) descrevem que para as várias espécies de bambu o tamanho, a forma e a quantidade desses feixes variam ao longo da parede do colmo e ao longo de sua altura, sendo que na região periférica, os feixes são mais agrupados, mais numerosos e menores, e vão aumentando de tamanho em direção ao centro, se tornando mais espaçados entre si, menos alongados e conseqüentemente menos numerosos, ou seja, sua densidade diminui em direção ao centro. Esses comportamentos foram verificados também nos colmos de *Dendrocalamus asper* estudados e segundo Londoño *et al.* (2002) para a espécie de bambu *Guadua angustifolia* também foi encontrado resultado similar.

Bem como em outras espécies de bambu, o tecido do colmo de *Dendrocalamus asper* é composto pelo córtex, com epiderme, hipoderme e parênquima cortical (Figura

5A); e por tecido parenquimático e feixes vasculares compostos por vasos de metaxilema, protoxilema, elementos de tubo crivado com células companheiras (floema) e fibras.



**Figura 5–** CórTEX (A), Ct – cutícula, Ep – Epiderme, Hp – Hipoderme, Pr – Parênquima. Seção Longitudinal (B), F – Fibras, Pr – Parênquima, Ev – Elementos de vaso. Fotos: Eduarda Prates.

Para os colmos de *Dendrocalamus asper* estudado, encontrou-se que a composição média do colmo foi de 50% de parênquima, 40% de fibras e 10% de tecidos condutores, semelhante aos valores citados por Liese (1980, 1992) para as várias espécies de bambu. Porém esses valores podem variar entre as espécies.

Londoño *et al.* (2002) encontraram que o colmo de *Guadua angustifolia* é composto de 51% de tecido parenquimático, 40% de fibras e 9% de tecidos condutores. Segundo Grosser & Liese, 1973, a composição média do colmo dos bambus é de 52% de tecido parenquimático, 40% de fibras e 8% de células condutoras. Liese (1998) encontrou para *Dendrocalamus hamiltonii* valores de 51% de parênquima, 41% de fibras e 8% de tecidos condutores, e para *Dendrocalamus strictus*, 50% de parênquima, 43% de fibras e 7% de tecidos condutores. As variações de porcentagens entre gêneros e espécies estão parcialmente relacionadas aos tipos de feixes vasculares presentes (Grosser & Liese, 1971; Liese, 1992).

A seguir será detalhadamente descrita a anatomia da parede do colmo de *Dendrocalamus asper* estudado em Brazlândia e na Fazenda Água Limpa (FAL).

### **6.2.1. CórTEX**

A parede do colmo de *Dendrocalamus asper*, apresenta, nas três alturas observadas, a epiderme coberta por uma cutícula espessa. A epiderme é unisseriada, apresentando células epidérmicas comuns, axialmente alongadas com parede densamente espessada e pontoações simples.

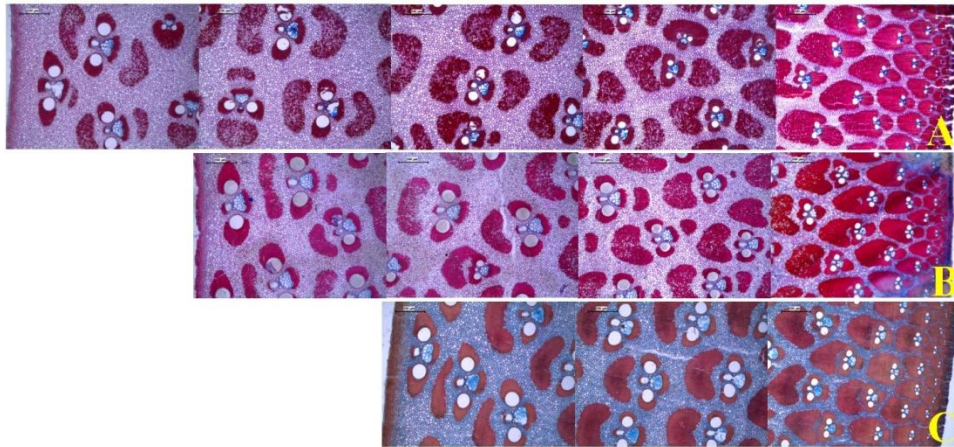
A hipoderme, na porção basal, apresenta duas camadas, enquanto que na central e na apical, apenas uma camada. Apresentam células parenquimáticas, menores ou de mesmo tamanho das da epiderme, de parede espessa, formato levemente alongado, com pontoações simples.

O parênquima cortical varia quanto ao número de camadas ao longo da altura do colmo. Na base, apresenta de 3 a 4 camadas, no centro, de 3 a 5 camadas e no ápice, de 4 a 6 camadas; até que apareçam os primeiros feixes vasculares. As células do parênquima são isodiamétricas, menores que as da epiderme, de parede delgada, e não apresentam espaços intercelulares. Essas células aumentam de tamanho da periferia em direção ao interior.

Na região basal, aparecem em alta frequência sobre a epiderme, tricomas tectores ou protetores, pluricelulares, geralmente longos, sendo alguns de tamanho médio, e de parede delgada. Sua base é estreita, alargam no meio e sua extremidade é afilada.

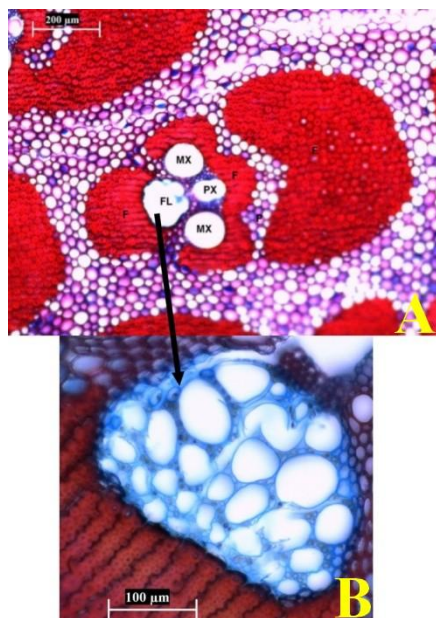
### **6.2.2. Parede do Colmo**

Alguns autores costumam dividir a parede do colmo em quatro regiões de feixes vasculares, quais sejam: a região periférica, onde aparecem os primeiros feixes, a região de transição, a região mediana e a região interna (Grosser & Liese, 1971, 1973; Londoño *et al.*, 2002). No presente trabalho, dividiu-se a parede do colmo em apenas 3 regiões: periférica, mediana e interna (Figura 6).



**Figura 6 – Regiões da parede do colmo ao longo da altura do *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia e na FAL no aumento de 4x. (A) Porção basal, (B) Porção do meio e (C) Porção do ápice. Fotos: Eduarda Prates.**

Os feixes vasculares de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia e na FAL são compostos de dois grandes vasos de metaxilema, um elemento de protoxilema, o floema com elementos de tubo crivado e células companheiras, e fibras (Figura 7).



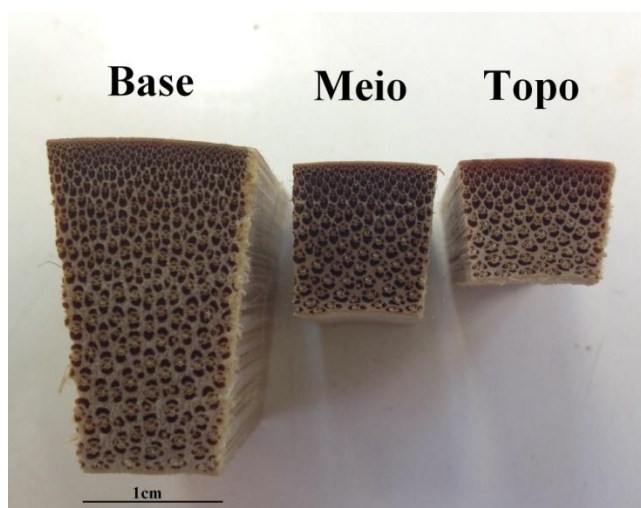
**Figura 7– Feixe Vascular (A) com detalhe para o floema (B). Foto: Eduarda Prates.**

Esses feixes estão envolvidos por tecido parenquimático de células de tamanhos variados, de formato arredondado, com pontoações simples em suas paredes e com pequenos espaços intercelulares triangulares. À medida que se afasta da periferia, essas células aumentam de tamanho e suas paredes se tornam mais delgadas. Nos cortes longitudinais foi observado que o parênquima apresenta células longas e células curtas (Figura 5B). A função desses dois tipos de células parenquimáticas continua sendo desconhecida (Grosser & Liese, 1971, Londoño *et al.*, 2002).



Os elementos de vaso do feixe vascular dos colmos dessas localidades são separados entre si por tecido parenquimático, com células de parede lignificada, de formato arredondado. As células de parênquima que circundam os vasos do feixe vascular são menores que as do tecido parenquimático ao redor dos feixes e apresentam maior número de pontoações em suas paredes, assim como descrevem Grosser & Liese (1971) e Liese (1998) para as várias espécies de bambu.

Os feixes vasculares dos colmos de Brazlândia e da FAL variaram de tamanho, forma e distribuição ao longo da altura do colmo e ao longo da parede, assim como citam Liese, 1998, e Londoño *et al.*, 2002 para as várias espécies de bambu. Os feixes da porção basal do colmo são maiores que os feixes do centro e do ápice e os feixes da periferia são menores que os feixes do centro e da região interna. Para os bambus coletados na FAL, na região mediana foi onde apareceram os maiores feixes vasculares, assim como encontraram Grosser & Liese (1971) para a maioria das espécies de bambu. Porém para o *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia, os maiores apareceram na região interna, assim como encontraram Londoño *et al.* (2002) para *Guadua angustifolia*. As regiões da parede do colmo, também variaram de extensão ao longo da altura do mesmo. Essa extensão diminui da base em direção ao ápice (Figuras 6 e 8).



**Figura 8– Extensão da parede do colmo de *Dendrocalamus asper* nas três alturas. Foto: Eduarda Prates.**

### 6.2.3. Características dos Feixes Vasculares ao longo da parede e altura do Colmo

Os feixes vasculares do *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia e na FAL apresentaram variabilidade ao longo da parede do colmo, e esta é descrita detalhadamente a seguir.

Os primeiros feixes da **região periférica** são bastante reduzidos e agrupados, apresentando formato circular e poucas células parenquimáticas entre eles. Na porção basal do colmo, esses primeiros já apresentam metaxilema e floema, porém, pouco desenvolvidos, enquanto que nas porções central e apical, os feixes da primeira camada, são apenas ‘bolas’ de fibras, sem desenvolvimento dos vasos condutores. À medida que se afastam da epiderme, os feixes vasculares se alongam, os vasos do metaxilema e o floema aparecem mais desenvolvidos e aparece o protoxilema. Estes feixes apresentam duas calotas de fibras, uma sob os vasos do xilema, maior e mais alongada, e uma menor e mais arredondada, abaixo do floema, envolvendo-o formando um semi-círculo; que se tornam maiores à medida que se afastam da epiderme. Essas fibras apresentam paredes densamente espessadas, lume reduzido e pontoações simples unindo-as. Na porção basal, por apresentar uma região periférica mais extensa, os feixes vasculares apresentam um alongamento maior e mais notável do que nas outras porções, e os últimos feixes dessa região apresentam fibras na calota sob o xilema, de paredes menos espessadas e com lume maior. Os últimos feixes vasculares dessa região começam a apresentar um início de divisão da calota de fibras sob o xilema, apresentando uma abertura bem no meio dessa calota preenchida por parênquima.

Em direção ao centro, na **região mediana**, os feixes vão se tornando menos alongados, menos agrupados e as calotas de fibras que envolvem o floema e os elementos do xilema, se dividem, aparecendo calotas ‘soltas’ de fibras separadas, por tecido parenquimático, das que circundam o floema e o xilema. Na porção central do colmo, somente alguns feixes tem suas calotas sobre o floema divididas, e na apical quase nenhum. A calota de fibras ligada ao floema é menor e mais arredondada, enquanto a que envolve o xilema é maior e mais alongada. As fibras que envolvem o xilema apresentam duas situações: uma primeira em que apenas uma calota de fibras envolve tanto os dois vasos de metaxilema quanto a lacuna de protoxilema. E uma segunda situação: nos feixes mais internos, formam-se duas regiões de fibras envolvendo os vasos do metaxilema, e uma calota de fibras reduzida envolvendo a

lacuna do protoxilema. As fibras dessa região continuam apresentando parede densamente espessada e lume reduzido. Na porção basal, quanto mais internas as fibras das calotas soltas, mais finas são suas paredes celulares e maior seu lume.

Nessa região, os vasos de metaxilema, a lacuna do protoxilema e o floema aparecem consideravelmente mais desenvolvidos. Segundo Grosser & Liese (1971) e Londoño *et al.* (2002), os feixes vasculares dessa região, são os mais diagnosticados para caracterizações anatômicas de bambu, já que eles alcançam o estado ótimo de diferenciação e tamanhos máximos na maioria das espécies de bambu.

Ao longo dessa região, podem aparecer feixes não orientados, porém a organização de seus elementos permanece a mesma. Pode também aparecer um ou outro feixe menor, similar aos da região periférica, orientados ou não.

Na **região interna**, os feixes aparecem mais achatados, mais espaçados e maiores. Os vasos do metaxilema, a lacuna do protoxilema e o floema aparecem ainda mais desenvolvidos, e continuam circundados por calotas de fibras de parede espessadas e lume reduzido. Nessa região, os feixes da base do colmo, do centro e do ápice, apresentam maiores diferenças. Nos feixes da porção basal, as calotas de fibras soltas, tanto sobre o floema, quanto sob o xilema, reduzem de tamanho, e as fibras dessas calotas apresentam paredes celulares menos espessas e lume maior. Nos últimos feixes mais próximos da epiderme interna, a calota de fibras soltas sobre o floema desaparece, a calota de fibras acima do xilema se funde com a que circunda a lacuna do protoxilema ficando bem reduzida, e o feixe fica ainda mais achatado. Nos feixes da porção central, a calota de fibras solta sobre o floema desaparece em praticamente todos os feixes, ficando apenas a calota sob o xilema. A calota de fibras que circunda a lacuna do protoxilema diminui de tamanho e as calotas que circundam os vasos do metaxilema aumentam de tamanho. À medida que os feixes se aproximam da epiderme interna, a calota de fibras solta abaixo do xilema fica mais fina, com menos camadas de fibras. As fibras do centro dessa calota apresentam paredes menos espessadas e lume maior. As outras fibras são de parede densamente espessada e lume reduzido. Nos últimos feixes, a calota de fibras acima do xilema e a que circunda a lacuna do protoxilema se fundem ficando bem reduzida. O feixe fica ainda mais achatado, os elementos do xilema e do floema ficam maiores, especialmente a lacuna do protoxilema e o floema.

Nos feixes da região interna do ápice do colmo, a calota de fibras solta sobre o floema desaparece, ficando apenas a calota sob o xilema, a qual fica mais achatada, com menos camadas de fibras. As calotas de fibras sobre o floema, as que envolvem os metaxilemas e as que estão sob o protoxilema mantêm seu tamanho. As fibras apresentam paredes densamente espessas, com pontoações simples e lume reduzido. Na fileira de feixes mais próximos da epiderme interna, a calota de fibras solta sob o xilema, desaparece ou se funde à que está sob o protoxilema, ficando bem reduzida.

Nessa região também costuma aparecer alguns feixes menores e sem orientação nas três alturas do colmo.

A parede do colmo apresenta ainda uma epiderme interna formada por 7 a 8 camadas de células parenquimáticas de formato retangular, com parede densamente espessada, sem espaços intercelulares e sobre essas camadas, uma cutícula levemente espessa.

#### **6.2.4. Classificação dos Feixes Vasculares**

Segundo Liese (1998), para se caracterizar o tipo de feixe vascular de um entrenó, é suficiente se obter uma amostra de sua parte mediana, região de onde foram tirados os corpos de prova no presente estudo. Segundo a classificação de Grosser & Liese (1971) e Liese & Grosser (2000), a espécie *Dendrocalamus asper* apresenta feixes dos tipos III, que é típico para este gênero, e IV (Figura 9). Os feixes vasculares do tipo IV são na maioria das vezes, restritos a bambus grandes, com entrenós basais de parede espessa e é sempre encontrado em combinação com o tipo III (Liese, 1998). De acordo com Grosser & Liese (1971) e Liese & Grosser (2000) os feixes do tipo III consistem de duas partes: uma parte vascular central com quatro calotas de fibras e uma calota adicional de fibras separada localizada no lado do protoxilema, e a calota de fibras ligada ao protoxilema é normalmente menor que as outras. Ainda de acordo com os mesmos autores, o feixe vascular do tipo IV consiste de três partes: uma parte vascular central com quatro calotas menores de fibras e ainda duas calotas de fibras isoladas, localizadas no lado do floema e no lado do protoxilema.

De acordo com Grosser & Liese (1971), apenas raramente o tipo IV também apresenta-se nas porções mediana ou nos entrenós mais altos do colmo, como foi encontrado para *Dendrocalamus merrillianus* (Elm.) Elm. por Grosser & Zamuco (1971). De acordo com Montiel & Sanchez, 2006<sup>2</sup>, *D. asper* é também conhecido como

*D. merrillianus*. Para o *Dendrocalamus asper* estudado, os feixes do tipo IV continuam aparecendo nas porções medianas do colmo e na apical ele aparece raramente.

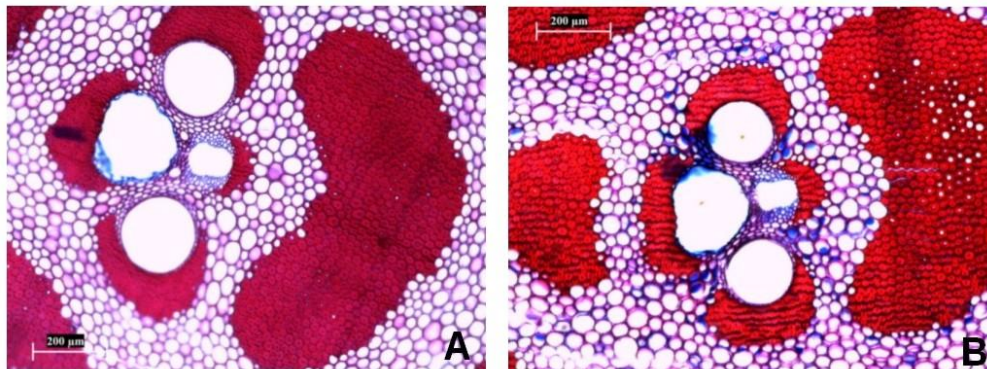


Figura 9– Tipos de Feixes Vasculares. Tipo III (A) e Tipo IV (B) Fotos: Eduarda Prates.

### 6.2.5. Dados Quantitativos

Serão apresentados os dados quantitativos de composição do colmo, medidas de feixes vasculares, metaxilema e de fibras para cada localidade estudada.

#### 6.2.5.1. Brazlândia

##### 6.2.5.1.1. Composição do Colmo

Para o *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia foi encontrada uma composição média de parede de 51% de parênquima, 40% de fibras e 9% de tecidos condutores.

Ao longo da altura do colmo, a porcentagem de parênquima diminuiu, as fibras apresentaram menor porcentagem na porção central e a porcentagem de tecidos condutores aumentou em direção ao ápice (Figura 10).

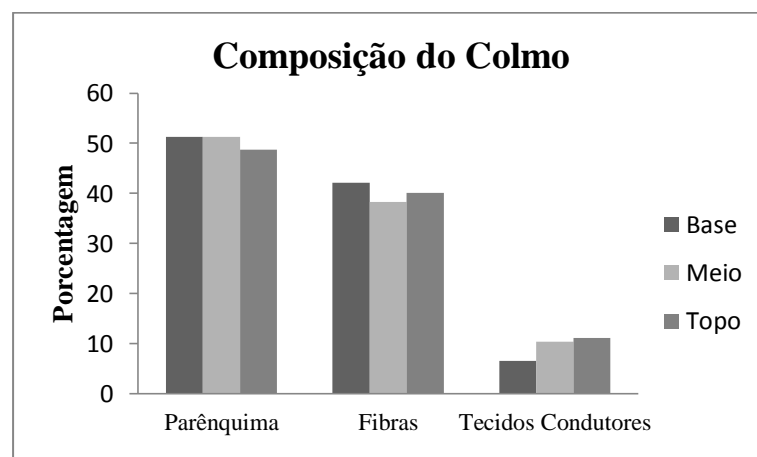


Figura 10– Composição das três alturas do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia.

Ao longo da parede do colmo, a porcentagem de fibras geralmente diminui da região periférica em direção à interna, enquanto que o parênquima aumenta, assim como encontrou Liese (1998) para várias espécies de bambu. Comportamento semelhante foi observado (Figuras 11, 12 e 13) tanto para a porção basal, quanto para a mediana e para a apical do colmo de *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia.

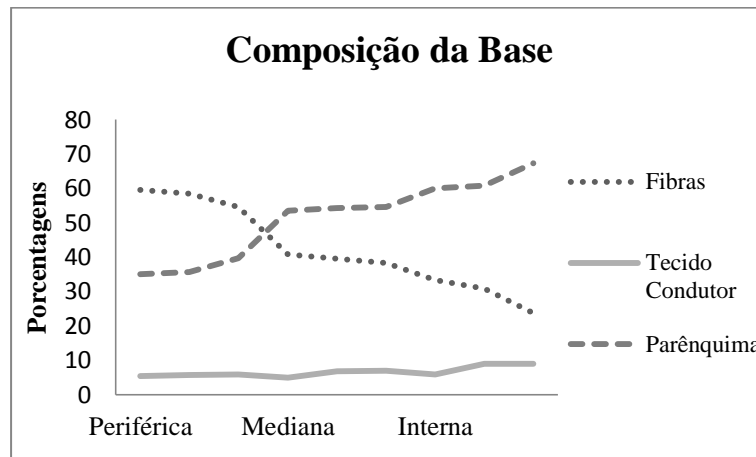


Figura 11– Composição da base do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia.

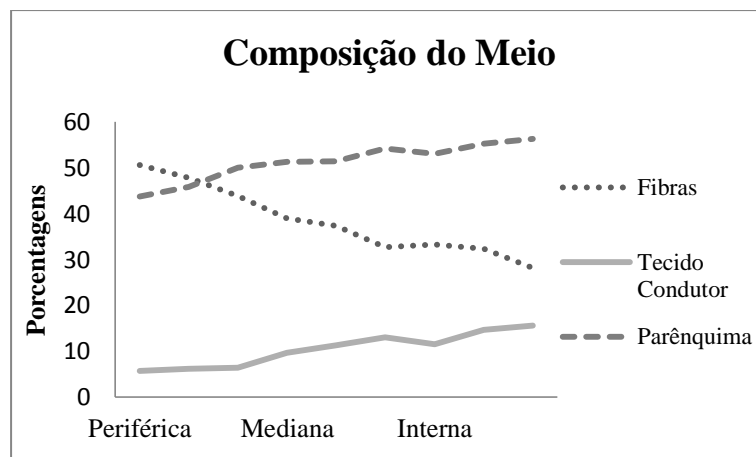


Figura 12– Composição do meio do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia.

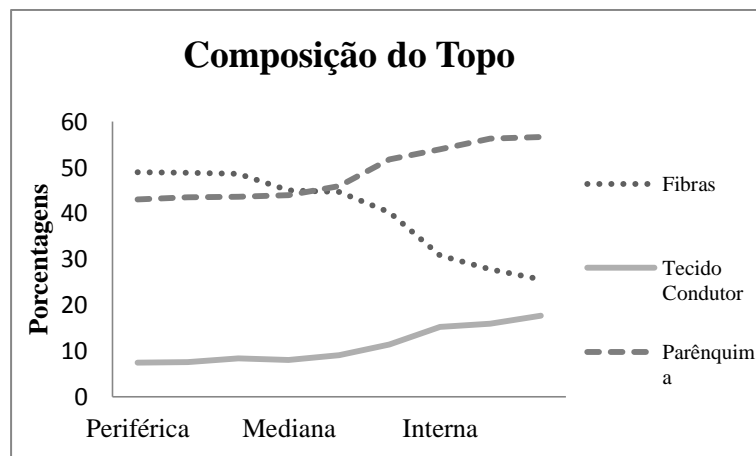


Figura 13– Composição do ápice do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia.

#### 6.2.5.1.2. Dimensões de Feixes Vasculares

Foram encontrados para os colmos de *Dendrocalamus asper* estudados em Brazlândia valores médios de perímetro de feixes vasculares de 708,28  $\mu\text{m}$  na base, 560,26  $\mu\text{m}$  na porção central e de 439,36  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 10). Para a região periférica o valor médio de perímetro de feixe vascular observado foi de 222,64  $\mu\text{m}$ , 726,57  $\mu\text{m}$  na região mediana e de 758,68  $\mu\text{m}$  na região interna (Tabela 11).

Tabela 10. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em  $\mu\text{m}$ , para as três posições dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

Posição	Médias	CV(%)
Base	708,28 a	54,06
Meio	560,26 b	51,54
Ápice	439,36 c	51,80

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Tabela 11. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em  $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

Região	Médias	CV (%)
Interna	758,68 a	32,95
Mediana	726,57 a	31,64
Periférica	222,64 b	65,71

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Ao longo da altura do colmo, foi observada diferença significativa entre as dimensões de feixes vasculares. Porém quanto à região da parede, somente a periférica apresentou dimensão de feixe diferente das demais. O menor valor encontrado para Brazlândia foi de 16,67 $\mu\text{m}$  e o valor máximo foi de 1501,33 $\mu\text{m}$ .

Os feixes vasculares diminuem de tamanho ao longo da altura do colmo da base em direção ao ápice. Isso pode ser explicado devido a gradual redução da espessura da parede do colmo ao longo de sua altura (Liese, 1998). Porém, aumentam de tamanho ao longo da parede do colmo da periferia em direção à região interna. De acordo com Grosser & Liese (1971), na região mediana é onde, na maioria das espécies de bambu, aparecem os maiores feixes vasculares. Porém para o *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia, os maiores apareceram na região interna, assim como encontraram Londoño *et al.* (2002) para *Guadua angustifolia*.

Essas diferenças de tamanho ocorrem devido à diferença na concentração dos tecidos ao longo da altura do colmo e das regiões da parede do colmo. Enquanto a parte basal do colmo contém em sua parte interna basicamente parênquima com maiores feixes vasculares, esse tipo de tecido é reduzido ao longo do comprimento do colmo; a parte apical consiste principalmente de menores feixes vasculares com alta porção de fibras; ou seja, ao longo do colmo o número de feixes vasculares diminui desde a base até o ápice e sua densidade aumenta correspondentemente, enquanto que a concentração de células parenquimáticas diminui no mesmo sentido. (Liese, 1980, 1992; Greco *et al.*, 2011).

#### 6.2.5.1.3. Dimensões de Metaxilemas

A medida do perímetro dos metaxilemas dos colmos de *Dendrocalamus asper* de Brazlândia mostrou valores médios de 20,29  $\mu\text{m}$  na base, 24,71  $\mu\text{m}$  na porção central e de 21,10  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 12). Para a região periférica o valor médio de dimensão de metaxilema foi de 3,49  $\mu\text{m}$ , 20,27  $\mu\text{m}$  na região mediana e de 42,34  $\mu\text{m}$  na região interna (Tabela 13).



Tabela 12. Valores médios de dimensão de metaxilema, em  $\mu\text{m}$ , nas três posições dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV(%)</b>
<b>Meio</b>	24,71 a	75,86
<b>Ápice</b>	21,10 b	83,99
<b>Base</b>	20,29 b	82,41

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Tabela 13. Valores médios de dimensão de metaxilema, em  $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Região</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Interna</b>	42,34 a	20,83
<b>Mediana</b>	20,27 b	52,41
<b>Periférica</b>	3,49 c	54,41

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Quanto à posição somente a porção central do colmo apresentou tamanho de metaxilema significativamente diferente das demais, apresentando a maior média. Quanto às regiões da parede do colmo, as três se diferiram estatisticamente. O menor valor encontrado para tamanho de metaxilema foi de 0,52  $\mu\text{m}$  e o maior foi de 61,26  $\mu\text{m}$ .

Ao longo da altura do colmo do *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia, os metaxilemas são maiores na porção central e menores na porção basal e na apical. Quanto às regiões do colmo, os metaxilemas crescem a partir da região periférica em direção à interna. Esses comportamentos são tidos como padrões entre as várias espécies de bambu segundo Liese, 1998. Londoño *et al.* (2002), encontraram que para *Guadua angustifolia*, o comportamento é igual ao encontrado no presente estudo para *Dendrocalamus asper* de Brazlândia, ou seja, os vasos de metaxilema também são maiores na porção central do colmo do que nas porções basais e apicais e ainda que os vasos de metaxilema da periferia são menores e aumentam de tamanho nas regiões mediana e interna, sendo este, um comportamento constante ao longo do processo de maturação do colmo, já que estes autores analisaram colmos de diferentes idades.

Segundo Liese (1998), o tamanho e a área dos vasos de metaxilema são especialmente importantes, já que eles determinam a condutividade de água nos bambus

e ainda, são decisivos para a determinação dos parâmetros de tratamentos de preservação dos colmos frescos pelo método de substituição de seiva.

#### 6.2.5.1.4. Dimensões de Fibras

As fibras (Figura 14), que contornam os elementos condutores dos feixes vasculares, constituem em média 40% do volume do colmo do *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia. Tais fibras são caracterizadas por sua forma delgada, sendo longas, afiladas nas pontas e algumas vezes bifurcadas. De acordo com Liese, 1998, seu comprimento influencia na resistência do colmo e nas suas propriedades de polpação.



**Figura 14– Detalhe de uma fibra espessa e uma fibra mais fina e algumas células de elemento de vaso de um colmo de Brazlândia. Foto: Eduarda Prates.**

Foram medidos dados de comprimento de fibra, diâmetro da fibra, diâmetro do lume e espessura da parede nas porções basal, central e apical dos colmos de *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia.

Para comprimento de fibra, foram encontrados valores médios de 3,21 mm para a base, 3,74 mm para o meio e 3,76 mm para o ápice (Tabela 14). O maior valor encontrado foi de 7,13 mm e o menor foi de 1,83 mm.

Tabela 14. Valores médios de comprimento de fibra, em mm, nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Ápice</b>	3,76 a	28,74
<b>Meio</b>	3,74 a	26,67
<b>Base</b>	3,21 b	24,47

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 14, pode-se inferir que somente a base apresentou valores de comprimento de fibra diferentes estatisticamente das demais alturas do colmo. Observa-se ainda que as fibras aumentaram de tamanho em direção ao ápice do colmo, porém os valores do meio e do ápice são muito próximos.

Liese & Grosser (1972), realizaram um trabalho sobre a variabilidade das dimensões das fibras em três diferentes espécies, onde encontraram diferentes padrões para o comprimento de fibras ao longo da parede do colmo. Porém, ao longo da altura do colmo, encontraram que da base em direção ao ápice, as fibras mostram uma leve tendência a diminuir de comprimento e de espessura, resultado contrário ao encontrado no presente estudo para *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia.

No presente estudo, para o diâmetro das fibras foram encontrados valores médios de 16,54  $\mu\text{m}$  na base, 17,16  $\mu\text{m}$  no meio e 17,72  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 15). O valor máximo encontrado para essa variável foi de 33,05  $\mu\text{m}$  e o menor de 7,83  $\mu\text{m}$ . Segundo Liese (1998), o diâmetro de fibras varia, normalmente, de 10 a 40  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 15. Valores médios de diâmetro de fibra, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Ápice</b>	17,72 a	27,71
<b>Meio</b>	17,16 a	27,12
<b>Base</b>	16,54 a	32,26

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Os resultados apresentados na Tabela 15 mostram que os três valores de média encontrados não diferiram estatisticamente entre si. Pode-se observar que o diâmetro das fibras aumentou da base em direção ao ápice, porém seus valores são muito próximos.

Também foram feitas medidas de diâmetro do lume. Os valores médios encontrados para esta variável foram de 6,68  $\mu\text{m}$  para a base, 5,23  $\mu\text{m}$  para o meio e 6,33  $\mu\text{m}$  para o ápice (Tabela 16). O valor máximo encontrado para diâmetro do lume foi de 22,16  $\mu\text{m}$  e o mínimo de 2,12  $\mu\text{m}$ . Esses valores se encontram dentro dos padrões segundo Liese (1998), apontando que geralmente o diâmetro do lume varia de 2 a 20  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 16. Valores médios de diâmetro do lume das fibras, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	6,69 a	44,39
<b>Ápice</b>	6,33 a	57,09
<b>Meio</b>	5,23 b	37,01

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Apenas o valor médio da porção central do colmo do *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia apresentou diferença significativa em relação às demais alturas. Pode-se notar que o diâmetro do lume foi maior nas porções basal e do ápice do colmo.

Na sequência foi medida a espessura da parede das fibras e foram encontrados valores médios de 4,93  $\mu\text{m}$  para a base, 5,97  $\mu\text{m}$  para o meio e 5,7  $\mu\text{m}$  para o ápice (Tabela 17). O valor mínimo encontrado para esta variável foi de 1,81  $\mu\text{m}$  e o máximo de 11,25  $\mu\text{m}$ , valores um pouco diferentes dos observados por Liese (1998), que encontrou valores variando de 4 a 10  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 17. Valores médios de espessura de parede das fibras, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade de Brazlândia.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Meio</b>	5,97 a	34,48
<b>Ápice</b>	5,70 a	27,14
<b>Base</b>	4,93 b	37,92

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

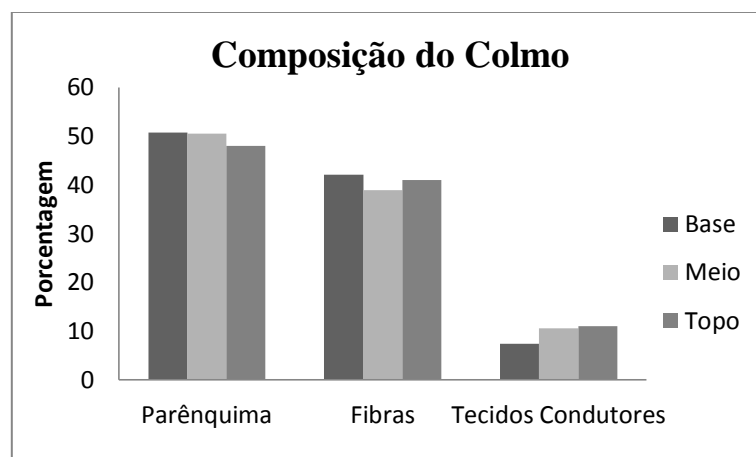
Somente a base apresentou valor médio de espessura de parede estatisticamente diferente das demais alturas. A porção mediana do colmo apresentou o maior valor próximo ao valor do ápice e a base apresentou o menor valor.

#### 6.2.5.2. FAL

##### 6.2.5.2.1. Composição do Colmo

Para os colmos de *Dendrocalamus asper* coletados na FAL foi encontrada uma composição média de parede do colmo de 50% de parênquima, 40% de fibras e 10% de tecidos condutores.

Ao longo da altura do colmo, a porcentagem de parênquima diminuiu, as fibras apresentaram menor porcentagem na porção central e a porcentagem de tecidos condutores aumentou em direção ao ápice (Figura 15).



**Figura 15–** Composição das três alturas do colmo do *Dendrocalamus asper* da FAL.

Ao longo da espessura da parede do colmo, a porcentagem de fibras geralmente diminui da região periférica em direção à interna, enquanto que o parênquima aumenta (Liese, 1998). Esse comportamento pode ser verificado nas Figuras 16, 17 e 18 tanto para a porção basal, quanto para a mediana e para o ápice do colmo de *Dendrocalamus asper* coletado na FAL.

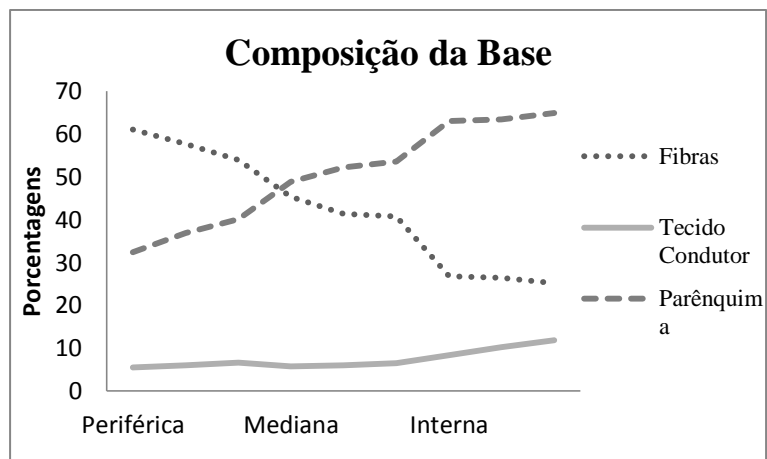


Figura 16– Composição da base do colmo do *Dendrocalamus asper* da FAL.

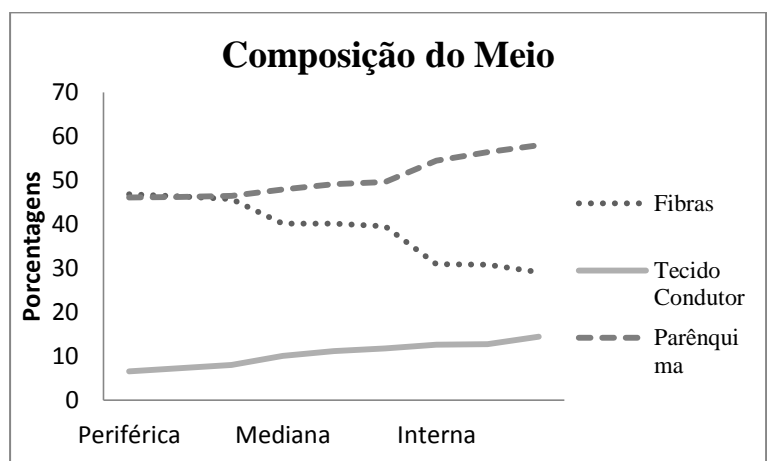


Figura 17– Composição do meio do colmo do *Dendrocalamus asper* da FAL.

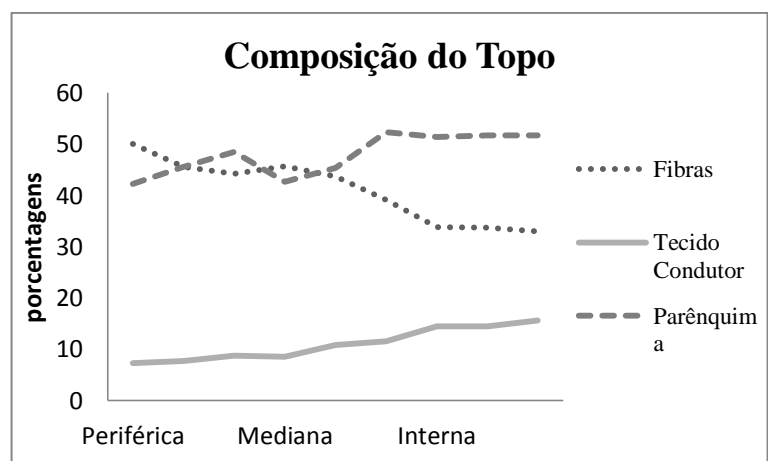


Figura 18– Composição do ápice do colmo do *Dendrocalamus asper* da FAL.

#### 6.2.5.2.2. Dimensões de Feixes Vasculares

Foram encontrados valores médios de perímetro de feixes vasculares de 723,71  $\mu\text{m}$  na base, 611,41  $\mu\text{m}$  na porção central e de 544,36  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 18). Para a região periférica o perímetro médio de feixe vascular foi de 242,78  $\mu\text{m}$ , 836,42  $\mu\text{m}$  na região mediana e de 800,29  $\mu\text{m}$  na região interna (Tabela 19).

Tabela 18. Valores médios de perímetro dos Feixes Vasculares, em  $\mu\text{m}$ , para as três posições dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	723,71 a	54,56
<b>Meio</b>	611,41 b	51,60
<b>Ápice</b>	544,36 c	51,87

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Tabela 19. Valores médios de perímetros dos Feixes Vasculares, em  $\mu\text{m}$ , para as três regiões da parede dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Região</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Interna</b>	800,29 a	27,24
<b>Mediana</b>	836,42 b	28,24
<b>Periférica</b>	242,78 c	66,42

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Quanto à posição, foi observada diferença significativa entre as dimensões de feixes vasculares ao longo do colmo. Assim como para as regiões da parede. O menor valor de feixe encontrado para FAL foi de 26,93 $\mu\text{m}$  e o maior valor foi de 1954,99 $\mu\text{m}$ .

No presente estudo, os feixes vasculares dos colmos da FAL diminuem de tamanho ao longo da altura do colmo da base em direção ao ápice. Essa variação pode ser explicada devido a gradual redução da espessura da parede do colmo ao longo de sua altura (Liese, 1998), ou seja, basicamente essas diferenças de tamanho ocorrem devido à diferença na concentração dos tecidos ao longo da altura do colmo e das regiões da parede do colmo. Enquanto a parte basal do colmo contém em sua parte interna basicamente parênquima com maiores feixes vasculares, esse tipo de tecido é

reduzido ao longo do comprimento do colmo; a parte apical consiste principalmente de menores feixes vasculares com alta porção de fibras. Desta forma, ao longo do colmo o número de feixes vasculares diminui desde a base até o ápice e sua densidade aumenta correspondentemente, enquanto que a concentração de células parenquimáticas diminui no mesmo sentido. (Liese, 1980, 1992; Greco *et al.*, 2011).

Ao longo da espessura da parede do colmo, os maiores valores de tamanho de feixe foram observados na região mediana do *Dendrocalamus asper* coletado na FAL, o que, de acordo com Grosser & Liese (1971), é um comportamento padrão para a maioria das espécies de bambu. Os feixes da região periférica apresentaram tamanhos muito menores que os das outras duas regiões estudadas.

#### 6.2.5.2.3. Dimensão de Metaxilemas

A medida do perímetro dos metaxilemas dos colmos de *Dendrocalamus asper* da FAL mostrou valores médios de 22,63  $\mu\text{m}$  na base, 21,62  $\mu\text{m}$  na porção central e de 20,15  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 20). Para a região periférica o valor médio de dimensão de metaxilema foi de 2,87  $\mu\text{m}$ , 21,09  $\mu\text{m}$  na região mediana e de 40,44  $\mu\text{m}$  na região interna (Tabela 21).

Tabela 20. Valores médios de dimensão de metaxilema, em  $\mu\text{m}$ , nas três posições dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	22,63 a	75,36
<b>Meio</b>	21,62 a	78,20
<b>Ápice</b>	20,15 b	85,66

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Tabela 21. Valores médios de dimensão de metaxilema, em  $\mu\text{m}$ , nas três regiões da parede dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Região</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Interna</b>	40,44 a	20,93
<b>Mediana</b>	21,09 b	45,75
<b>Periférica</b>	2,87 c	70,72

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.



Quanto à posição somente a porção do ápice do colmo apresentou dimensão de metaxilema significativamente diferente das demais, apresentando a menor média. Quanto às regiões da parede do colmo, as três se diferiram estatisticamente. O menor valor encontrado para tamanho de metaxilema para *Dendrocalamus asper* coletado na FAL foi de 0,36  $\mu\text{m}$  e o maior foi de 61,94  $\mu\text{m}$ .

Nos colmos coletados na FAL, os metaxilemas são maiores na porção basal e diminuem de tamanho ao longo da altura do colmo. Esse comportamento difere dos padrões citados por Liese (1998) para as várias espécies de bambu e também do encontrado por Londoño *et al.* (2002) para *Guadua angustifolia*. Segundo esses autores, os vasos de metaxilema são maiores na porção central do colmo do que nas porções basais e apicais.

Quanto às regiões do colmo, os metaxilemas crescem a partir da região periférica em direção à interna, sendo os da região periférica, bem menores que os das outras duas regiões. Esse comportamento é tido como padrão entre as várias espécies de bambu segundo Liese (1998). Londoño *et al.* (2002), encontraram que para *Guadua angustifolia*, o comportamento é igual ao encontrado no presente estudo para *Dendrocalamus asper* coletado na FAL, ou seja, os vasos de metaxilema da periferia são menores e aumentam de tamanho nas regiões mediana e interna, sendo este, um comportamento constante ao longo do processo de maturação do colmo, já que estes autores analisaram colmos de diferentes idades.

Ainda segundo Liese (1998), o tamanho e a área dos vasos de metaxilema são especialmente importantes, já que eles determinam a condutividade de água nos bambus e ainda, são decisivos para a determinação dos parâmetros para alguns tratamentos de preservação dos colmos frescos pelo método de substituição de seiva.

#### 6.2.5.2.4. Dimensões de Fibras

As fibras (Figura 19), que contornam os elementos condutores dos feixes vasculares, constituem em média 40% do volume do colmo do *Dendrocalamus asper* coletado na FAL. Tais fibras são caracterizadas por sua forma delgada, sendo longas, afiladas nas pontas e algumas vezes bifurcadas. De acordo com Liese, 1998, seu comprimento influencia na resistência do colmo e nas suas propriedades de polpação.



**Figura 19** – Detalhe de uma fibra espessa com ápice assimétrico e uma fibra delgada de um colmo da FAL. Foto: Eduarda Prates.

Foram medidos dados de comprimento de fibra, diâmetro da fibra, diâmetro do lume e espessura da parede nas porções basal, central e do ápice do colmo de *Dendrocalamus asper* coletado na FAL.

Para comprimento de fibra, foram encontrados valores médios de 3,71 mm para a base, 3,69 mm para o meio e 3,67 mm para o ápice (Tabela 22). O maior valor encontrado foi de 6,52 mm e o menor foi de 1,45 mm.

Tabela 22. Valores médios de comprimento de fibra, em mm, nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	3,71 a	22,96
<b>Meio</b>	3,69 a	26,09
<b>Ápice</b>	3,67 a	24,04

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Os resultados apresentados na Tabela 22 mostram que não houve diferença significativa entre os valores de comprimento de fibra nas três alturas do colmo, assim como encontraram Azzini e Beraldo (2000) para *Gigantochloa verticillata* e *Guadua angustifolia*. Pode-se observar que as fibras diminuíram de tamanho em direção ao ápice do colmo.

Liese & Grosser (1972), realizaram um trabalho sobre a variabilidade das dimensões das fibras em três diferentes espécies de bambus, onde encontraram diferentes padrões para o comprimento de fibras ao longo da parede do colmo. Porém ao longo da altura do colmo, encontraram que da base em direção ao ápice as fibras mostram uma leve tendência a diminuir de comprimento e de espessura, resultado similar ao encontrado para o *Dendrocalamus asper* coletado na FAL para comprimento de fibras.

Para o diâmetro das fibras foram encontrados valores médios de 17,15  $\mu\text{m}$  na base, 16,64  $\mu\text{m}$  no meio e 17,1  $\mu\text{m}$  no ápice (Tabela 23). O valor máximo encontrado para essa variável foi de 33,49  $\mu\text{m}$  e o mínimo de 6,51  $\mu\text{m}$ . Segundo Liese (1998), o diâmetro de fibras varia, normalmente, de 10 a 40  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 23. Valores médios de diâmetro de fibra, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	17,15 a	25,95
<b>Ápice</b>	17,10 a	27,28
<b>Meio</b>	16,64 a	24,19

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Para o diâmetro das fibras, também não foi observada diferença significativa entre os valores das médias para as três alturas, onde o meio apresentou os menores valores e a base os maiores.

Também foram feitas medidas de diâmetro do lume. Os valores médios encontrados para esta variável foram de 5,62  $\mu\text{m}$  para a base, 5,23  $\mu\text{m}$  para o meio e 4,87  $\mu\text{m}$  para o ápice (Tabela 24). O valor máximo encontrado para diâmetro do lume foi de 16,45  $\mu\text{m}$  e o mínimo de 1,76  $\mu\text{m}$ , valores que se encontram aproximadamente dentro dos padrões segundo Liese (1998), o qual aponta que geralmente o diâmetro do lume varia de 2 a 20  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 24. Valores médios de diâmetro do lume das fibras, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	5,62 a	42,23
<b>Meio</b>	5,23 a	34,87
<b>Ápice</b>	4,87 a	39,70

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

Assim como para as outras variáveis de fibra medidas no *Dendrocalamus asper* coletado na FAL, não foi observada diferença significativa entre os valores médios encontrados para o diâmetro do lume. Os valores mostram que o diâmetro do lume diminuiu ao longo da altura do colmo.

Na sequência foi medida a espessura da parede das fibras onde foram encontrados valores médios de 5,77  $\mu\text{m}$  para a base, 5,70  $\mu\text{m}$  para o meio e 6,10  $\mu\text{m}$  para o ápice (Tabela 25). O valor mínimo encontrado para esta variável foi de 2,17  $\mu\text{m}$  e o máximo de 11,64  $\mu\text{m}$ , valores esses diferentes dos encontrados por Liese (1998), que variaram de 4 a 10  $\mu\text{m}$  para as várias espécies de bambu.

Tabela 25. Valores médios de espessura de parede das fibras, em  $\mu\text{m}$ , nas três alturas dos colmos dos bambus *Dendrocalamus asper* da localidade da FAL.

<b>Posição</b>	<b>Médias</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Base</b>	5,77 a	29,36
<b>Meio</b>	5,70 a	33,46
<b>Ápice</b>	6,10 a	29,61

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV (%) é o coeficiente de variação em porcentagem.

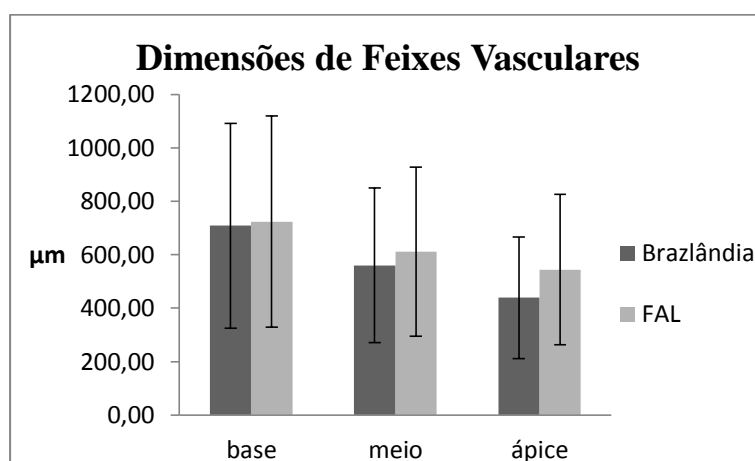
Para os valores médios de espessura da parede das fibras não foi observada diferença significativa entre as três alturas do colmo. A porção do ápice apresentou os maiores valores e a mediana os menores.

#### 6.2.5.3. Comparação entre os bambus coletados em Brazlândia e na FAL.

Serão comparados os dados quantitativos medidos para Brazlândia e FAL referentes às dimensões de feixes vasculares, metaxilemas e fibras.

### 6.2.5.3.1. Dimensão de Feixes Vasculares

Ao serem comparados os valores médios de perímetro de feixes vasculares encontrados nos colmos coletados em Brazlândia com os da FAL, foi observado que ao longo do colmo, eles seguiram o mesmo padrão, ou seja, os maiores estão localizados na base e os menores no ápice. Porém, analisando a Figura 20, pode-se notar que para os colmos coletados na FAL, a média de tamanho de feixes é maior em todas as três alturas do colmo.

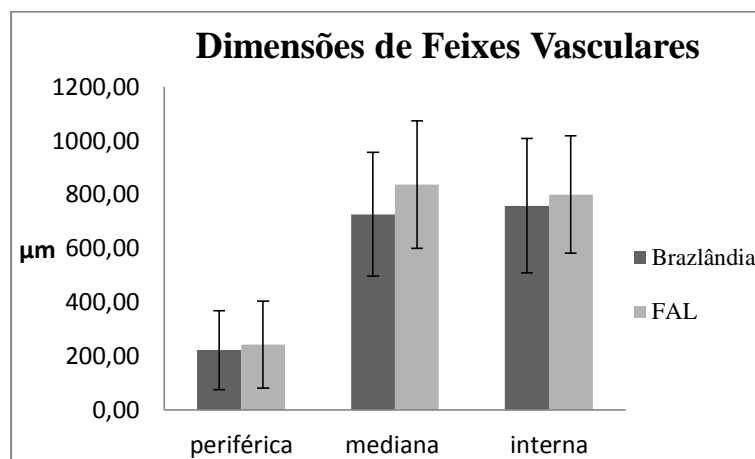


**Figura 20– Variação da dimensão de feixe vascular nas três posições do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.**

Essa redução de dimensão que os feixes vasculares sofrem ao longo da altura do colmo, da base em direção ao ápice, pode ser explicada devido a gradual redução da espessura da parede do colmo ao longo de sua altura (Liese, 1998), ou seja, basicamente essas diferenças de tamanho ocorrem devido à diferença na concentração dos tecidos ao longo da altura do colmo e das regiões da parede do colmo. Enquanto a parte basal do colmo contém em sua parte interna basicamente parênquima com maiores feixes vasculares, esse tipo de tecido é reduzido ao longo do comprimento do colmo; a parte apical consiste principalmente de menores feixes vasculares com alta porção de fibras; ou seja, ao longo do colmo o número de feixes vasculares diminui desde a base até o ápice e sua densidade aumenta correspondentemente, enquanto que a concentração de células parenquimáticas diminui no mesmo sentido (Liese, 1980, 1992; Greco *et al.*, 2011).

Quanto ao perímetro dos feixes vasculares ao longo da parede do colmo, para os colmos coletados em Brazlândia observou-se que eles aumentaram de tamanho ao longo da parede da periferia em direção à região interna, da mesma forma como encontraram

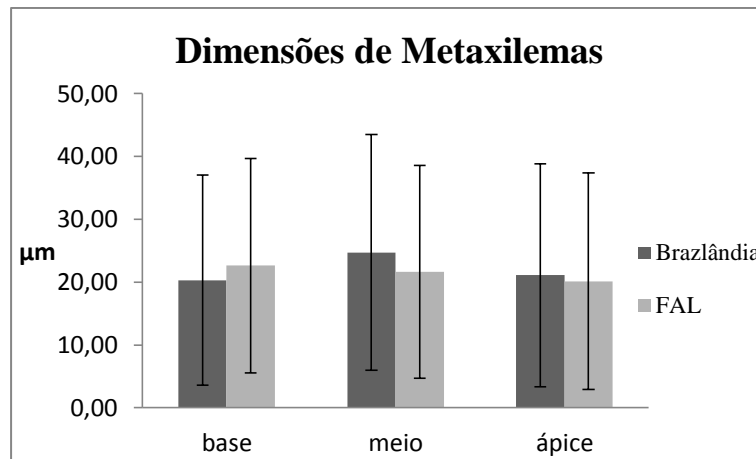
Londoño *et al.* (2002) para *Guadua angustifolia*. Esse comportamento não foi observado para os colmos coletados na FAL (Figura 21). Para essa localidade os colmos apresentaram maior valor de média de tamanho de feixes na região mediana, o que, de acordo com Grosser & Liese (1971), é um comportamento padrão para a maioria das espécies de bambu.



**Figura 21–** Variação do tamanho de feixe vascular ao longo da parede do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.

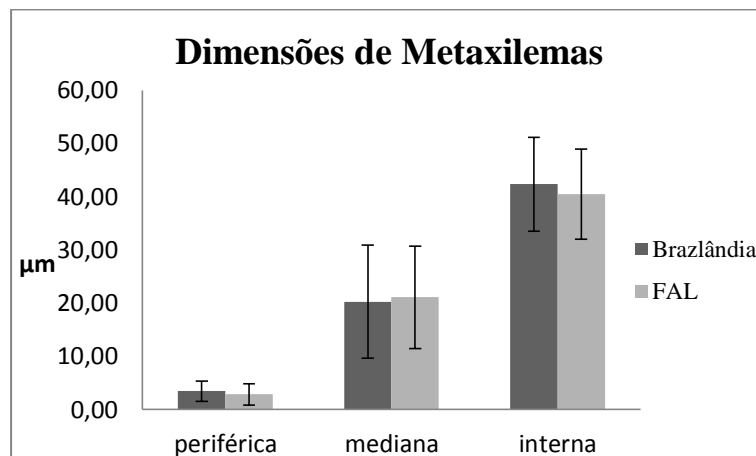
#### 6.2.5.3.2. Dimensão de Metaxilemas

Ao longo da altura do colmo dos colmos de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia, os metaxilemas são maiores na porção central e menores na porção basal e na apical, assim como encontrou Liese (1998) para as várias espécies de bambu e Londoño *et al.* (2002) para *Guadua angustifolia*, para os quais geralmente os bambus apresentam vasos de metaxilema maiores na porção central do colmo do que nas porções basais e apicais. Já na FAL, os metaxilemas são maiores na porção basal e diminuem de tamanho ao longo da altura do colmo. Com exceção da base, nas outras duas alturas as médias de metaxilemas dos colmos de Brazlândia foram maiores que as da FAL. Na Figura 22 são apresentadas as médias de tamanho dos metaxilemas para as duas localidades estudadas.



**Figura 22–** Variação da dimensão de metaxilema ao longo do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.

Quanto às regiões do colmo, para as duas localidades os metaxilemas crescem a partir da região periférica em direção à interna (Figura 23).



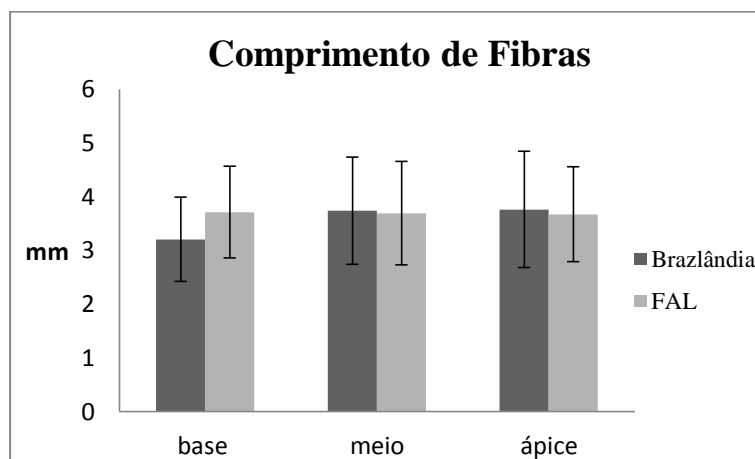
**Figura 23–** Variação da dimensão de metaxilema ao longo da parede do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.

Esse comportamento é considerado padrão entre as várias espécies de bambu segundo Liese (1998). Londoño *et al.* (2002), estudando *Guadua angustifolia*, encontraram um comportamento semelhante ao encontrado no presente estudo para *Dendrocalamus asper*, onde os vasos de metaxilema da periferia são menores e aumentam de tamanho nas regiões mediana e interna. Com exceção da região mediana, as outras duas regiões apresentaram médias de tamanho de metaxilema maiores em Brazlândia.

#### 6.2.5.3.3. Dimensões de Fibras

Para a espécie estudada nas duas localidades, as fibras constituem em média 40% do volume do colmo, contornando os elementos condutores nos feixes vasculares.

Ao se comparar as médias de comprimentos de fibras das duas localidades, foi possível observar que para a porção basal do colmo, as fibras medidas nos colmos coletados na FAL, apresentaram valor notadamente maior do que as medidas nos colmos de Brazlândia. Porém, para as duas outras alturas do colmo, os valores médios, apesar de mais próximos, foram maiores para os colmos de Brazlândia (Figura 24).



**Figura 24–** Variação do comprimento de fibras ao longo da altura do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.

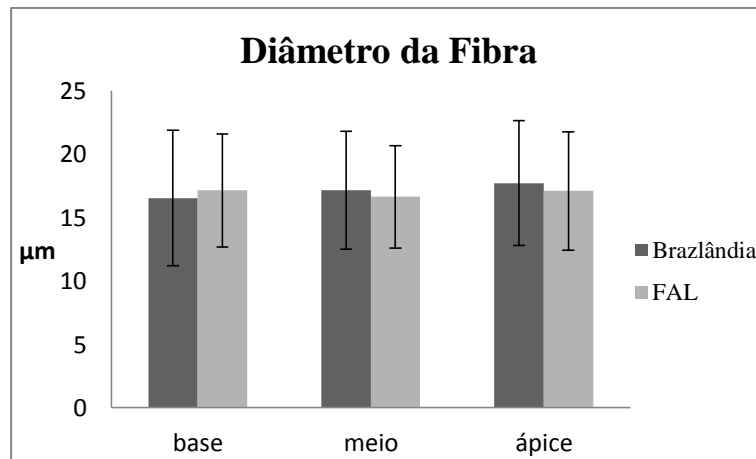
Tomazello Filho & Azzini (1987), observaram que para *Bambusa vulgaris*, as fibras aumentaram de tamanho até a altura média do colmo, passando a diminuir de comprimento em direção à porção apical. Para a espécie estudada no presente trabalho esse comportamento não foi observado, visto que em Brazlândia as fibras aumentaram de tamanho da base em direção ao ápice e na FAL o comprimento de fibras nas três alturas foi similar, não apresentando diferenças significativas e apresentando uma leve diminuição no sentido base-ápice. De acordo com Liese & Grosser (1972), Tomazello Filho & Azzini (1987) e Liese (1998), o comprimento das fibras mostra notáveis variações tanto entre espécies quanto ao longo do colmo de uma mesma espécie ou colmo, o que explica esses resultados distintos. Porém alguns autores encontraram, resultados semelhantes aos observados para *Dendrocalamus asper* coletado na FAL, com reduções no comprimento das fibras no sentido base-ápice para colmos de *Bambusa vulgaris*, *Sasa kurylensis* entre outras espécies (Hue & Lee, 1963; Liese & Grosser, 1972; Montalvão Filho *et al.*, 1984). Azzini e Beraldo (2000) encontraram para *Dendrocalamus giganteus* resultados onde as fibras mais longas estavam localizadas na base e no meio dos colmos, assim como ocorreu nos bambus coletados na FAL. Esses autores estudaram 3 espécies de bambus gigante, encontrando para eles as seguintes médias de comprimento de fibra: 2,89 mm para *Gigantochla verticillata*, 2,86 mm para



*Dendrocalamus giganteus* e 1,71 mm para *Guadua angustifolia*. Ciaramello & Azzini (1971) estudaram quatro espécies de bambu do gênero *Dendrocalamus* encontrando valores médios de comprimento de fibra de 2,43 mm para *D. asper*, 2,44 mm para *D. latiflorus*, 3,08 mm para *D. giganteus* e 2,22 para *D. strictus*. Dentre esses quatro valores, o que mais se aproxima das médias encontradas para o *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL é o de *D. giganteus*. De acordo com Fengel & Wegner (1989) as fibras vegetais geralmente são classificadas como fibras longas se apresentam comprimento médio entre 1,5 e 5 mm, como o pinus, e fibras curtas se apresentam comprimento médio entre 0,5 e 1,5 mm, como o eucalipto. Sendo assim pode-se considerar que o *Dendrocalamus asper* estudado é um bambu de fibras longas.

Liese & Grosser (1972), realizaram um trabalho sobre a variabilidade das dimensões das fibras em três diferentes espécies, onde encontraram diferentes padrões para o comprimento de fibras ao longo da parede do colmo. Porém ao longo da altura do colmo, encontraram que da base em direção ao ápice as fibras mostram uma leve tendência a diminuir de comprimento e de espessura, resultado similar ao encontrado para o *Dendrocalamus asper* coletado na FAL quanto ao comprimento de fibras, porém, contrário ao encontrado para o *Dendrocalamus asper* coletado em Brazlândia.

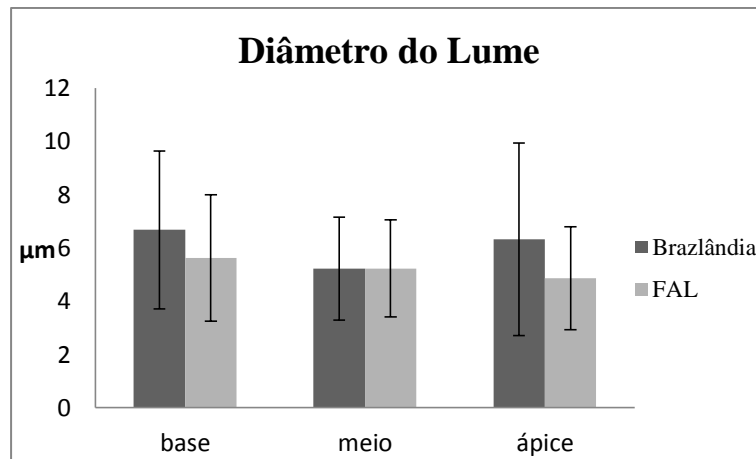
De acordo com Liese (1992; 1998), o comprimento da fibra é fortemente e positivamente correlacionado com o diâmetro das fibras, com a espessura da parede da mesma, mas não com o diâmetro do lume. Para o diâmetro das fibras dos colmos de Brazlândia, os valores, apesar de serem muito próximos, aumentaram da base em direção ao ápice, resultado similar ao encontrado por Tomazello Filho & Azzini (1987) para *Bambusa vulgaris*. Já para os colmos da FAL, a porção central do colmo apresentou os menores valores para esta variável, porém as médias das três alturas também apresentaram valores muito próximos. De acordo com os resultados apresentados na Figura 25, com exceção da base, para as outras duas alturas, os colmos de Brazlândia apresentaram médias maiores que as dos colmos da FAL.



**Figura 25– Variação do diâmetro de fibras ao longo da altura do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e da FAL.**

Ciaramello & Azzini (1971) encontraram valores médios de diâmetro de fibra de 17,89 µm para *Dendrocalamus asper*, 17,06 µm para *Dendrocalamus latiflorus*, 19,10 µm para *Dendrocalamus giganteus* e 18,17 µm para *Dendrocalamus strictus*. Segundo esses autores, esses tamanhos de fibras classificam as mesmas como sendo fibras finas, logo, como os valores encontrados nesse trabalho se assemelham a esses, as fibras para o *Dendrocalamus asper* estudado são também finas. Liese & Grosser (1972) encontraram para *Dendrocalamus strictus* comprimento de fibras de 2,23 mm, sendo esta média menor que as encontradas para *D. asper* estudado. Esses mesmo autores encontraram para diâmetro de fibra média de 22,0 µm, valor maior que os encontrados no presente estudo.

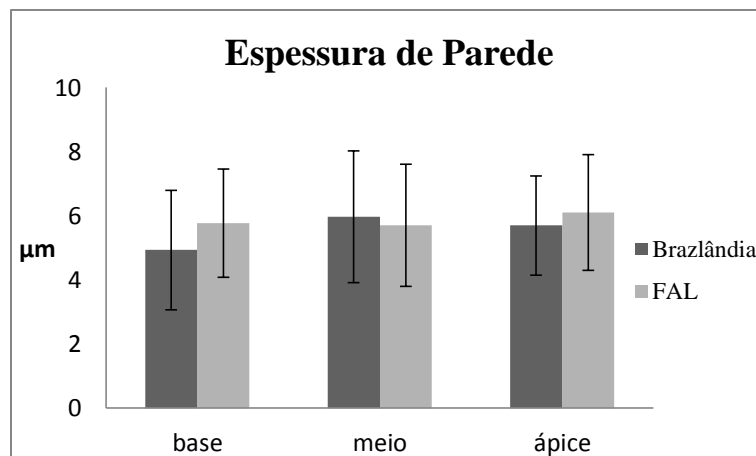
Para o diâmetro do lume, nas porções basal e do ápice, as médias encontradas para os colmos de Brazlândia foram maiores do que para os colmos da FAL. Enquanto que na porção central, ambas as localidades apresentaram valores semelhantes de média (Figura 26). Para os colmos da FAL, as médias dos diâmetros de lume foram diminuindo ao longo da altura do colmo, assim como encontraram Tomazello Filho e Azzini (1987) para a espécie *Bambusa vulgaris*; enquanto que em Brazlândia, a porção basal e do ápice apresentaram os maiores valores de média para esta variável.



**Figura 26–** Variação do diâmetro do lume de fibras ao longo da altura do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia na FAL.

O valor mínimo de diâmetro de lume encontrado em Brazlândia foi de 2,12 µm e na FAL de 1,76 µm e os máximos foram de 22,16 µm e 16,45 µm respectivamente. Estes valores estão próximos dos valores encontrados por Liese (1998) para esta variável, que são de 2 a 20 µm para as várias espécies de bambu. Azzini e Beraldo (2000) encontraram valores médios de diâmetro do lume para três espécies de bambus gigante variando de 2,84 a 5,29 µm. Assim como para o *Dendrocalamus asper* das duas localidades estudadas, esses autores encontraram que para *Guadua angustifolia*, o maior valor de média de lume foi observado nas fibras provenientes da base dos colmos. Ciaramello & Azzini (1971) encontraram valores médios de diâmetro do lume de 3,97 µm para *Dendrocalamus asper*, 3,44 µm para *Dendrocalamus latiflorus*, 5,66 µm para *Dendrocalamus giganteus* e 4,33 para *Dendrocalamus strictus*. Novamente, o valor de média que mais se acerca aos encontrados para o *Dendrocalamus asper* estudado, é o de *Dendrocalamus giganteus*.

Para a espessura de parede, o maior valor encontrado para Brazlândia foi na porção mediana do colmo, enquanto que para a FAL o maior valor foi na porção do ápice (Figura 27). Segundo Liese (1998), as fibras são geralmente mais espessas na porção basal do que na apical, o que não foi observado para os colmos de *Dendrocalamus asper* estudados.



**Figura 27– Variação da espessura da parede de fibras ao longo da altura do colmo do *Dendrocalamus asper* de Brazlândia e na FAL.**

Azzini e Beraldo (2000) encontraram para as três espécies estudadas por eles, médias para esta variável de 6,46 a 8,63µm. Observaram ainda que para *Gigantochloa verticullata* as fibras do ápice dos colmos apresentaram maior parede celular, assim como ocorreu para os *Dendrocalamus asper* coletados na FAL. Ciaramello & Azzini (1971) encontraram valores médios de espessura de parede de 6,97 µm para *Dendrocalamus asper*, 6,89 µm para *Dendrocalamus latiflorus*, 6,75 µm para *Dendrocalamus giganteus* e de 6,99 para *Dendrocalamus strictus*, todos maiores do que os encontrados para o *Dendrocalamus asper* estudado.

Vários trabalhos medindo a dimensão de fibras tem sido realizados, e segundo Liese (1998), foram encontradas diferenças consideráveis entre espécies e até mesmo para as mesmas espécies. Isso ocorreu devido ao fato de os autores não citarem ou simplesmente não considerarem a localização das amostras no colmo. Por isso, Liese & Grosser (1972) realizaram um estudo para a variabilidade das dimensões de fibras, em diferentes espécies, medindo 65 mil fibras em pontos específicos do colmo, e ainda assim encontraram diferentes padrões para os tamanhos de fibra ao longo da parede do colmo, ao longo do entrenó e ainda, em menor escala, ao longo da altura do colmo.

Liese, 1992 comenta que o tamanho das fibras é altamente e positivamente correlacionado com o seu diâmetro, espessura da parede celular e ainda com o diâmetro do entrenó, mas não com diâmetro do lume e comprimento do entrenó; ao longo da parede do colmo o comprimento das fibras geralmente aumenta da periferia para o meio e diminui em direção à parte interna. Os valores médios dessas variáveis são influenciados pela maturação da fibra, o que leva a um aumento da espessura da parede (Liese, 1998). No presente estudo, não foi considerada a idade dos colmos coletados, e

isso pode ser uma explicação para valores distintos entre as variáveis de fibra medidas em colmos de uma localidade e outra, já que os colmos podem ter idades distintas e variadas. Além disso, as diferenças nas condições de solo, relevo, presença de água nas proximidades das touceiras, procedência das plantas e tipo de manejo em cada região de coleta também pode ter afetado esses resultados, assim como afetou os resultados de morfologia externa.

## 7. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- As diferentes condições dos locais de crescimento dos bambus estudados podem ser responsáveis pelas diferenças encontradas nas características morfológicas externas bem como nas anatômicas;
- Em Brazlândia o comprimento médio dos colmos de *Dendrocalamus asper* foi de 23,34m e na FAL de 27,92 m;
- O diâmetro médio no DAP dos colmos de *Dendrocalamus asper* em Brazlândia e na FAL não apresentaram valores de médias estatisticamente diferentes;
- Os colmos de *Dendrocalamus asper* em ambas as regiões apresentam composição média de 50% de parênquima, 40% de fibra e 10% de tecidos condutores;
- Os feixes vasculares dos colmos das duas regiões estudadas são compostos de dois grandes vasos de metaxilema, um elemento de protoxilema, o floema com elementos de tubo crivado e células companheiras, e fibras;
- Os feixes vasculares do *Dendrocalamus asper* foram classificados como feixes vasculares dos tipos III e IV segundo a classificação proposta por Grosser & Liese (1971) e Liese & Grosser (2000);
- Existem diferenças anatômicas ao longo da altura do colmo e ao longo da espessura da parede do colmo;
- A espessura da parede do colmo, tanto na região periférica quanto na mediana e na interna, variou ao longo da altura do mesmo, diminuindo da base em direção ao ápice;

- Os feixes vasculares dos colmos de ambas as regiões estudadas diminuem de tamanho da base em direção ao ápice;
- Ao longo da espessura da parede do colmo, os feixes vasculares dos *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia aumentam de tamanho da periferia em direção à região interna. Nos colmos coletados na FAL, os mesmos apresentam maior tamanho na região mediana da parede;
- Ao longo da altura do colmo dos colmos de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia, os metaxilemas são maiores na porção central e menores na porção basal e na apical, e na FAL, os metaxilemas são maiores na porção basal e diminuem de tamanho ao longo da altura do colmo;
- Nas três regiões amostradas do colmo de *Dendrocalamus asper*, para as duas localidades, os metaxilemas cresceram a partir da região periférica em direção à interna;
- Não foi verificado um padrão de crescimento das fibras ao longo da altura do colmo;
- Para os colmos de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia, o comprimento de fibras aumentou da base em direção ao ápice. Para os colmos coletados na FAL esse comportamento foi contrário;
- Os valores médios de comprimento de fibra na porção do meio do colmo de *Dendrocalamus asper* foram de 3,74 mm para Brazlândia e de 3,69 mm para a FAL. Essas fibras são classificadas como fibras longas;
- Os colmos coletados em Brazlândia apresentaram valores médios de diâmetro de fibras aumentando da base em direção ao ápice. Nos colmos da FAL a porção central apresentou os menores valores de média para esta variável;
- Os valores médios de diâmetro de fibra na porção do meio do colmo de *Dendrocalamus asper* foram de 17,16  $\mu\text{m}$  para Brazlândia e de 16,64  $\mu\text{m}$  para a FAL, sendo assim classificadas como fibras finas;
- Quanto ao diâmetro do lume, para os colmos de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia, a poção basal e do ápice apresentaram os maiores valores de média para esta variável, enquanto que para os colmos da FAL, as médias dos diâmetros de lume foram diminuindo ao longo da altura do colmo;

- Para a espessura de parede de fibras, o maior valor de média encontrado para os colmos de *Dendrocalamus asper* coletados em Brazlândia foi na porção mediana do colmo, enquanto que para a FAL o maior valor de média foi encontrado na porção do ápice.

## APÊNDICES

### A – ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### 1 . Dados de Morfologia Externa

##### 1.1 Análise estatística descritiva dos dados de morfologia externa.

Tabela 26 - Análise estatística descritiva dos dados de morfologia externa.

		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimos	Máximos
DT	1,00	3	13,1000	3,10000	1,78979	9,60	15,50
	2,00	5	11,9200	4,08864	1,82850	5,80	17,10
	Total	8	12,3625	3,55967	1,25853	5,80	17,10
NC	1,00	3	65,0000	13,89244	8,02081	49,00	74,00
	2,00	5	76,0000	50,38849	22,53442	9,00	143,00
	Total	8	71,8750	39,22258	13,86728	9,00	143,00
CC	1,00	5	23,3400	2,17325	,97191	20,60	25,50
	2,00	5	27,9200	2,03642	,91071	24,80	30,00
	Total	10	25,6300	3,12554	,98838	20,60	30,00
QEC	1,00	5	58,2000	10,52141	4,70532	42,00	69,00
	2,00	5	66,0000	6,20484	2,77489	58,00	74,00
	Total	10	62,1000	9,12201	2,88463	42,00	74,00
EPB	1,00	5	2,6240	,46635	,20856	2,17	3,19
	2,00	5	2,4560	,11675	,05221	2,32	2,61
	Total	10	2,5400	,33250	,10515	2,17	3,19
EPM	1,00	5	1,3220	,09039	,04042	1,23	1,42
	2,00	5	1,2940	,09633	,04308	1,14	1,38
	Total	10	1,3080	,08929	,02824	1,14	1,42
EPA	1,00	5	,9020	,13882	,06208	,75	1,05
	2,00	5	,9680	,09550	,04271	,84	1,08
	Total	10	,9350	,11759	,03719	,75	1,08
DMB	1,00	5	12,2080	,85236	,38119	11,18	13,18
	2,00	5	12,5140	1,24337	,55605	10,70	14,01
	Total	10	12,3610	1,01785	,32187	10,70	14,01
DMM	1,00	5	12,1100	,68330	,30558	11,08	12,87
	2,00	5	12,9140	,79824	,35698	11,76	13,74
	Total	10	12,5120	,81870	,25889	11,08	13,74

	1,00	5	9,9040	1,41564	,63309	7,95	11,22
DMA	2,00	5	11,1140	1,00942	,45143	9,77	12,37
	Total	10	10,5090	1,32296	,41836	7,95	12,37
	1,00	5	28,4000	2,88097	1,28841	25,00	32,00
CEB	2,00	5	33,8000	6,83374	3,05614	28,00	43,00
	Total	10	31,1000	5,70477	1,80401	25,00	43,00
	1,00	5	49,0000	4,52769	2,02485	44,00	55,00
CEM	2,00	5	57,6000	2,30217	1,02956	55,00	61,00
	Total	10	53,3000	5,65784	1,78916	44,00	61,00
	1,00	5	52,2000	2,58844	1,15758	48,00	55,00
CEA	2,00	5	58,4000	3,36155	1,50333	54,00	63,00
	Total	10	55,3000	4,32178	1,36667	48,00	63,00
	1,00	3	15,2167	,23159	,13371	14,96	15,41
DAP	2,00	5	15,5720	,97671	,43680	14,02	16,70
	Total	8	15,4387	,77089	,27255	14,02	16,70

Onde: DT – Diâmetro da touceira, NC – Número de colmos por touceira, CC – Comprimento dos colmos, QEC – Quantidade de entrenó por colmo, EPB – Espessura da parede do entrenó na base, EPM – Espessura da parede do entrenó no meio, EPA – Espessura da parede do entrenó no ápice, DMB – Diâmetro da medula do entrenó na base, DMM – Diâmetro da medula do entrenó no meio, DMA – Diâmetro da medula do entrenó no ápice, CEB – Comprimento do entrenó na base, CEM – Comprimento do entrenó no meio, CEA – Comprimento do entrenó no ápice, DAP – Diâmetro na altura do peito

## 1.2 Análise de variância dos dados de morfologia externa

Tabela 27 - Análise de variância dos dados de morfologia externa

		Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F- crítico	Sig.
	Entre Grupos	2,611	1	2,611	,182	,685
DT	Dentro dos Grupos	86,088	6	14,348		
	Total	88,699	7			
	Entre Grupos	226,875	1	226,875	,129	,732
NC	Dentro dos Grupos	10542,000	6	1757,000		
	Total	10768,875	7			
	Entre Grupos	52,441	1	52,441	11,824	,009
CC	Dentro dos Grupos	35,480	8	4,435		
	Total	87,921	9			
	Entre Grupos	152,100	1	152,100	2,039	,191
QEC	Dentro dos Grupos	596,800	8	74,600		
	Total	748,900	9			
	Entre Grupos	,071	1	,071	,611	,457
EPB	Dentro dos Grupos	,924	8	,116		
	Total	,995	9			
EPM	Entre Grupos	,002	1	,002	,225	,648



	Dentro dos Grupos	,070	8	,009		
	Total	,072	9			
	Entre Grupos	,011	1	,011	,767	,407
EPA	Dentro dos Grupos	,114	8	,014		
	Total	,124	9			
	Entre Grupos	,234	1	,234	,206	,662
EMB	Dentro dos Grupos	9,090	8	1,136		
	Total	9,324	9			
	Entre Grupos	1,616	1	1,616	2,927	,125
EMM	Dentro dos Grupos	4,416	8	,552		
	Total	6,032	9			
	Entre Grupos	3,660	1	3,660	2,422	,158
EMA	Dentro dos Grupos	12,092	8	1,511		
	Total	15,752	9			
	Entre Grupos	72,900	1	72,900	2,651	,142
CEB	Dentro dos Grupos	220,000	8	27,500		
	Total	292,900	9			
	Entre Grupos	184,900	1	184,900	14,333	,005
CEM	Dentro dos Grupos	103,200	8	12,900		
	Total	288,100	9			
	Entre Grupos	96,100	1	96,100	10,678	,011
CEA	Dentro dos Grupos	72,000	8	9,000		
	Total	168,100	9			
	Entre Grupos	,237	1	,237	,362	,569
DAP	Dentro dos Grupos	3,923	6	,654		
	Total	4,160	7			

Onde: DT – Diâmetro da touceira, NC – Número de colmos por touceira, CC – Comprimento dos colmos, QEC – Quantidade de entrenó por colmo, EPB – Espessura da parede do entrenó na base, EPM – Espessura da parede do entrenó no meio, EPA – Espessura da parede do entrenó no ápice, DMB – Diâmetro da medula do entrenó na base, DMM – Diâmetro da medula do entrenó no meio, DMA – Diâmetro da medula do entrenó no ápice, CEB – Comprimento do entrenó na base, CEM – Comprimento do entrenó no meio, CEA – Comprimento do entrenó no ápice, DAP – Diâmetro na altura do peito

## 2. Dados de Anatomia

### 2.1 Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados em Brazlândia

Tabela 28 - Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados em Brazlândia

	posição	zona	médias	Desvio Padrão	N
feixe	Base	Periférica	,2796971	,17190003	90
		Mediana	,9113593	,21755877	90
		Interna	,9337730	,29568859	90
		Total	,7082765	,38292223	270
	Meio	Periférica	,2176514	,13938735	90
		Mediana	,7309697	,16132042	90
		Interna	,7321479	,16881255	90
		Total	,5602563	,28874639	270
	Topo	Periférica	,1705648	,09824788	90
		Mediana	,5373859	,12512706	90
		Interna	,6101235	,13773344	90
		Total	,4393580	,22758408	270
Total	Periférica	,2226377	,14629842	270	
	Mediana	,7265716	,22990449	270	
	Interna	,7586814	,25001741	270	
	Total	,5692969	,32528334	810	
metaxilema	Base	Periférica	,0032606	,00184918	90
		Mediana	,0178443	,00894980	90
		Interna	,0397711	,00886495	90
		Total	,0202920	,01672231	270
	Meio	Periférica	,0038679	,00192613	90
		Mediana	,0258192	,01185988	90
		Interna	,0444535	,00913060	90
		Total	,0247135	,01874869	270
	Topo	Periférica	,0033517	,00189012	90
		Mediana	,0171552	,00857639	90
		Interna	,0428037	,00785940	90
		Total	,0211035	,01772435	270
Total	Periférica	,0034934	,00190068	270	
	Mediana	,0202729	,01062502	270	
	Interna	,0423427	,00882015	270	
	Total	,0220363	,01783310	810	

## 2.2 Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados na FAL

Tabela 29 - Análise estatística descritiva para feixes vasculares e metaxilemas dos colmos coletados na FAL

	posição	zona	Médias	Desvio Padrão	N
feixe	Base	Periférica	,2859648	,19902005	90
		Mediana	1,0177300	,24821251	90
		Interna	,8674492	,26057538	90
		Total	,7237147	,39484204	270
	Meio	Periférica	,2283262	,13986027	90
		Mediana	,8162247	,14637273	90
		Interna	,7896811	,19215425	90
		Total	,6114107	,31550614	270
	Topo	Periférica	,2140363	,12838619	90
		Mediana	,6753152	,16035888	90
		Interna	,7437400	,17565852	90
		Total	,5443638	,28233743	270
Total	Periférica	,2427758	,16124643	270	
	Mediana	,8364233	,23621813	270	
	Interna	,8002901	,21796010	270	
	Total	,6264964	,34194310	810	
metaxilema	Base	Periférica	,0029510	,00221489	90
		Mediana	,0242346	,00992121	90
		Interna	,0407086	,00714850	90
		Total	,0226314	,01705505	270
	Meio	Periférica	,0029000	,00197480	90
		Mediana	,0217503	,00914233	90
		Interna	,0402184	,00851249	90
		Total	,0216229	,01690855	270
	Topo	Periférica	,0027488	,00189562	90
		Mediana	,0172900	,00862722	90
		Interna	,0404018	,00963644	90
		Total	,0201469	,01725696	270
Total	Periférica	,0028666	,00202723	270	
	Mediana	,0210916	,00965041	270	
	Interna	,0404429	,00846441	270	
	Total	,0214671	,01708353	810	

### 2.3 Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia

Tabela 30 - Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia

		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimos	Máximos
Comp	base	75	3207,1860	784,67707	90,60670	1833,96	5451,13
	meio	75	3738,5201	997,23276	115,15052	1923,64	6240,58
	topo	75	3761,8275	1081,22989	124,84967	2265,81	7132,65
	Total	225	3569,1779	991,99162	66,13277	1833,96	7132,65
Df	base	75	16,5413	5,33585	,61613	7,83	33,05
	meio	75	17,1596	4,65345	,53733	9,67	32,54
	topo	75	17,7189	4,90976	,56693	7,93	31,60
	Total	225	17,1399	4,97547	,33170	7,83	33,05
Dl	base	75	6,6801	2,96534	,34241	2,39	14,09
	meio	75	5,2260	1,93395	,22331	2,50	11,95
	topo	75	6,3290	3,61340	,41724	2,12	22,16
	Total	225	6,0783	2,97311	,19821	2,12	22,16
Ep	base	75	4,9306	1,86966	,21589	2,10	11,25
	meio	75	5,9668	2,05733	,23756	2,59	11,06
	topo	75	5,6949	1,54578	,17849	1,81	9,54
	Total	225	5,5308	1,88035	,12536	1,81	11,25

Onde: Comp - Comprimento de fibras, Df - Diâmetro de fibras, Dl - Diâmetro do lume, Ep - Espessura da parede das fibras

## 2.3 Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia

Tabela 31 - Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras de Brazlândia

		Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F- crítico	Sig.
Comp	Entre Grupos	14762160,498	2	7381080,249	7,967	,000
	Dentro dos Grupos	205664452,450	222	926416,452		
	Total	220426612,948	224			
Df	Entre Grupos	52,047	2	26,023	1,052	,351
	Dentro dos Grupos	5493,142	222	24,744		
	Total	5545,189	224			
DI	Entre Grupos	86,359	2	43,179	5,062	,007
	Dentro dos Grupos	1893,665	222	8,530		
	Total	1980,024	224			
Ep	Entre Grupos	43,297	2	21,648	6,419	,002
	Dentro dos Grupos	748,705	222	3,373		
	Total	792,002	224			

Onde: Comp - Comprimento de fibras, Df - Diâmetro de fibras, DI - Diâmetro do lume, Ep - Espessura da parede das fibras

## 2.4 Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras da FAL

Tabela 32 - Análise estatística descritiva das variáveis de dimensões de fibras da FAL

		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimos	Máximos
Comp	base	75	3713,6511	852,49531	98,43768	1751,56	5690,46
	meio	75	3690,8079	962,79429	111,17391	1902,07	6523,04
	topo	75	3670,8753	882,53314	101,90615	1452,68	5780,62
	Total	225	3691,7781	896,62082	59,77472	1452,68	6523,04
Df	base	75	17,1495	4,45046	,51389	8,53	28,34
	meio	75	16,6358	4,02381	,46463	7,74	29,64
	topo	75	17,0681	4,65670	,53771	6,51	33,49
	Total	225	16,9511	4,37114	,29141	6,51	33,49
DI	base	75	5,6195	2,37319	,27403	1,76	16,45
	meio	75	5,2283	1,82289	,21049	1,93	11,12
	topo	75	4,8744	1,93508	,22344	2,00	10,90
	Total	225	5,2408	2,07084	,13806	1,76	16,45
Ep	base	75	5,7650	1,69282	,19547	2,17	11,45
	meio	75	5,7037	1,90851	,22038	2,32	11,64
	topo	75	6,0968	1,80533	,20846	2,20	11,29
	Total	225	5,8552	1,80461	,12031	2,17	11,64

Onde: Comp - Comprimento de fibras, Df - Diâmetro de fibras, DI - Diâmetro do lume, Ep - Espessura da parede das fibras

## 2.5 Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras da FAL

Tabela 33 - Análise de variância das variáveis de dimensões de fibras da FAL

	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F- crítico	Sig.
Entre Grupos	68722,314	2	34361,157	,042	,959
Comp Dentro dos Grupos	180011352,053	222	810861,946		
Total	180080074,367	224			
Entre Grupos	11,437	2	5,718	,297	,743
Df Dentro dos Grupos	4268,503	222	19,227		
Total	4279,940	224			
Entre Grupos	20,835	2	10,417	2,461	,088
DI Dentro dos Grupos	939,761	222	4,233		
Total	960,596	224			
Entre Grupos	6,709	2	3,355	1,030	,359
Ep Dentro dos Grupos	722,776	222	3,256		
Total	729,486	224			

Onde: Comp - Comprimento de fibras, Df - Diâmetro de fibras, DI - Diâmetro do lume, Ep - Espessura da parede das fibras

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVDULOV, N.P. **Kario-sistematicheskoye issledovaniye semeystva zlakov.** Bull Appl Bot Gen Pl Breed (Suppl) 44: 1-428, 1931.

AZZINI, A. BERALDO, A.L. **Determinação de Fibras Celulósicas e Amido em Cavacos Laminados de Três Espécies de Bambu Gigante.** Scientia Forestalis. n. 57, p. 45-51, jun. 2000.

AZZINI, A.; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. **Número de Feixes Vasculares em Três Espécies de Bambu.** Bragantia. Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo Vol. 36, Nº 2. Campinas, S.P. fev - 1977.

AZZINI, A.; MARY, R. **Florescimento e Frutificação em Bambu.** Bragantia. 41: 175-180. 1982.

BARBOSA, A.C.F.; PACE, M.R.; WITOVISK, L.; ANGYALOSSY, V. **A New Method to Obtain Good Anatomical Slides of Heterogeneous Plant Parts.** IOWA Journal, Vol. 31 (4), 2010: 373-383.

CALDERÓN, C.E.; SODERSTROM, T.R. **The Genera of Bambusoideae (Poaceae) of the American Continent: Keys and Comments.** Smithsonian Contr. Bot. 44: 1-27. 1980.

CIARAMELLO, D. AZZINI, A. **Bambu Como Matéria-Prima Para Papel. V – Estudos Sobre o Emprego de Quatro Espécies de Dendrocalamus, na Produção de Celulose Sulfato.** Bragantia. Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. Vol. 30, N°. 24. Campinas, S.P. dez – 1971

CLARK, L.G.; ZHANG, W.; WENDEL, J.F. **A Phylogeny of the Grass Family (Poaceae) Based on *ndhF* Sequence Data.** Systematic Botany, 20(4): pp. 436-460. American Society of Plant Taxonomists. 1995.

DAHLGREN, R.M.T.; CLIFORD, H.T.; YEO, P.F. **The Families of the Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy.** Springer-Verlag. Berlin. 520p. 1985.

DRANSFIELD, S. **Bamboo Taxonomy in the Indo-Malesian Region.** Bamboo Research in Asia. Singapore, p 121-130. mai. 1980.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes;** tradução: Berta Lange de Morretes. São Paulo, **Edgard Blücher**, 15ª reimpressão 2000. 1976.

FENGEL, D & WEGNER, G. **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions.** New York: Walter de Gruyter, 1989.

FILGUEIRAS, T.S.; GONÇALVES, A.P.S. **A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (POACEAE).** Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society 18(1): 7-18, 2004.

FRANKLIN, G.L. **Preparation of thin sections of syntetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood.** Nature 155(3924): 51. 1945.

FREUND, H. **Handbuch der Mikroskopie in der Technik.** Frankfurt Band V Teil 1. 1970.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B., **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: Mosó, Matake, *Guadua angustifolia*, *Guadua tigoara* e *Dendrocalamus giganteus* para utilização na engenharia.** Rio de Janeiro: PUCRio. Publicação RMNC Bambu 01/2001, pp. 53. 2001.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A.B. **Propriedades Geométricas e Mecânicas de Colmos dos Bambus Para Aplicação em Construções.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.23, n.3, p.415-424, set./dez. 2003.

GHAVAMI, K.; TOLEDO FILHO, R.D. **Desenvolvimento de materiais de construção de baixo consumo de energia usando fibras naturais, terra e bambu.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.12, n.1, p.1-19, 1992.

GPWG. **Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae).** Annals of the Missouri Botanical Garden. 88:373-457, 2001.

GRECO, T.M.; CROMBERG, M; RÍOS, H.C. **Bambu: Cultivo e Manejo.** Florianópolis/SC, Ed. Insular, 184p. 2011.

GROSSER, D. & LIESE, W. **On the Anatomy of Asian bamboo, with special reference to their vascular bundle.** Wood Science and Technology. 5:290-312. 1971.

GROSSER, D. & LIESE, W. **Present Status and Problems of Bamboo Classification.** J. Arnold Arb. 54: 293-308. 1973.

GROSSER, D. & ZAMUCO, G.I.J. **Anatomy of Some Bamboo Species in the Philippines.** Philipp. J.Sci.100:57-73. 1971.

HUE, Y.S. & LEE, C.L. **Comparative anatomy of the Culm and Fibers of *Phragmites communis* and *Miscanthus sinensis*.** Acta botanica sinica, 11(3): 252-60, 1963.

JACOBS, B.F.; KINGSTON, J.D.; JACOBS, L.L. **The origin of grass-dominated ecosystems.** Ann Missouri Bot Gard 86: 590–643, 1999.



JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry: principles and practice.** W. H. Freeman and Company, San Francisco. 408p. 1962.

JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G.; LONDOÑO, X. & STERN, M.J. **American Bamboos.** Smithsonian Institution Press. Washington and London. 392p. 1999.

KELLOGG, E.A. **Evolutionary History of the Grasses.** Plant Physiology, March 2001, Vol. 125, pp. 1198–1205, American Society of Plant Physiologists. 2001.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. **A conservação do Cerrado brasileiro. MEGADIVERSIDADE.** v. 1. n° 1. Jul. 2005.

LEE, A . W.C.; BAI, X.; PERALTA, P. N. **Selected physical and mechanical properties of giant timber bamboo grown in South Carolina.** Forester Products Journal, v. 44, n° 9, setembro, p. 40-46.1968.

LIESE, W. **Anatomy of Bamboo.** Bamboo Research in Asia. Singapore, p 161-164. mai. 1980.

LIESE, W. **The Structure of Bamboo in Relation to its Properties and Utilization.** Bamboo and its use, International Symposium on Industrial Use of Bamboo. Beijin, China. Chinese Academy of Forestry. dec.1992.

LIESE, W. **The Anatomy of Bamboo Culms.** Technical Report. INBAR. 204p. 1998.

LIESE, W. & GROSSER, D. **Untersuchungen zur Variabilität der Faserlänge bei Bambus.** Holzforsch. Holzverwert, 26 (6), 202- 211. 1972.

LIESE, W. & GROSSER, D. **An Expanded Typology for the Vascular Bundles of Bamboo Culms.** Proceeding of the BAMBOO 2000 International Symposium. 2-4 August 2000. Chiangmai, Thailand. 2000.

LONDOÑO, X. **Distribucion, Morfologia, Taxonomia, Anatomia, Silvicultura y Usos de Los Bambues del Nuevo Mundo.** Maestria en Construcción, Modulo Guadua. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Agosto, 2002.

LONDOÑO, X.; CAMAYO, G.C.; RIAÑO, N.M.; LÓPEZ, Y. **Characterization of the Anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) Culms.** The Journal of the American Bamboo Society. 16(1):18-31. 2002.

MARIMON JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. **Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil.** Acta bot. bras. 19(4): 913-926. 2005

METCALFE, C.R. **Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae.** Oxford University Press. Amen House. Londres. 1960.

MONTALVÃO FILHO, A.; GOMIDE, J.L. & CONDÉ, A.R. **Variabilidade da Constituição Química e das Características Dimensionais das Fibras do *Bambusa vulgaris*.** Revista Arvore, Viçosa, 8(1): 12-27 1984.

MONTIEL, M.; SANCHÉZ, E. **Ultraestructura de Bambúes del Género *Dendrocalamus* (Poaceae: Bambusoideae) Cultivados em Costa Rica III: *Dendrocalamus giganteus*.** Revista Biol. Trop. vol. 54 (suppl. 2): 59-63, dec.2006<sup>1</sup>.

MONTIEL, M.; SANCHÉZ, E. **Ultraestructura de Bambúes del Género *Dendrocalamus* (Poaceae: Bambusoideae) Cultivados em Costa Rica IV: *Dendrocalamus asper*, Clones Taiwán y Tailandia.** Revista Biol. Trop. vol. 54 (suppl. 2): 65-75, dec. 2006<sup>2</sup>.

MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA, E. **Caracterización anatómica ultraestructural de las variantes ‘Atlantica’, ‘Sur’ y ‘Cebolla’ del bambú, *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae), en Costa Rica.** Revista Biol. Trop. vol. 54 (suppl. 2): 1-12, Dez. 2006.

NAIK, N.K. **Mechanical and Physico-Chemical Properties of Bamboos carried out by Aerospace Engineering Department, Indian Institute of Technology – Bombay** with Prof. NK Naik as Principal Investigator. S/D

OBERMANN, T.M.; LAUDE, R. **Bambu: recurso sostenible para estructuras espaciales.** Bamboo space. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 2003/2004.

OHRNBERGER, D. **The Bamboos of the World: Annotated Nomenclature and Literature of the Species and the Higher and Lower Taxa**. 1.ed. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 584p. 1999.

OLIVEIRA, F.H. **Utilização de Bambu na Construção de Quadros de Bicletas**. Trabalho de Diplomação em Engenharia de Materiais. – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia. Dez-2009.

PAIVA, J.G.A.; FANK-DE-CARVALHO, S.M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. **Verniz Vitral Incolor 500: Uma Alternativa de Meio de Montagem Economicamente Viável**. Acta botânica, 20(2): 257-264, 2006.

PEREIRA, M.A.D.R.; BERALDO, A.L. **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru: Canal 6, 235 p. 2007.

PRAT, H. **L'epiderme des Gramine'es**. Ann Sci Nat Bot X 14: 117–324, 1932.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Capitulo III-Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P (Orgs). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 3: 89-166p. 1998.

RIPPER, J. L., **O Bambu e a Sociedade**, núcleo de designer da PUC – RJ. Rio de Janeiro, Ed. Puc, 1994.

RIVERO, L. A. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. 2003, 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2003.

SAJO, M.G. & CASTRO, N.M. Caule. Pp. 287. **Anatomia vegetal**, eds. Apezzato-da-Glória, B & Carmello-Guerreiro, S.M. Viçosa:UFV. 2003.

SCHMIDT, R.; LONGHI-WAGNER, H.M. **A Tribo Bambuseae (Poaceae, Bambusoideae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 71-128, jan./mar. 2009.

SEETHALAKSHMI, K.K.; KUMAR, M.S. **Bamboos of India: A compendium**. Brill, Leiden, LosPaíses Bajos. 342 p. 1998.

SHARMA, Y.M.L. **Bamboos in the Asia-Pacific Region**. Bamboo Research in Asia. Singapore, p 99-120. mai. 1980.

SHIRASUNA, R.T. **Bambus Nativos (Poaceae – Bambusoideae) no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 2012.

SILVA, R.M.C. **O Bambu no Brasil e no Mundo**. set. 2005.

SODERSTROM, T.R.; CALDERÓN, C.E. **Primitive Forest Grass and Evolution of the Bambusoideae**. Biotropica. 6(3):141-153, 1974.

SODERSTROM, T.R.; CALDERÓN, C.E. **A Commentary on the Bamboo (Poaceae: Bambusoideae)**. Biotropica 11(3):161-172. 1979.

SODERSTROM, T.R. & ELLIS, R.P. **The Position of Bamboo Genera and Allies in a System of Grass Classification**. Pp. 225-238 in Grass Systematics and evolution, eds. T.R. Doderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell, and M.E. Barkworth. Washington DC: Smithsonian Institution Press. 1987.

SODERSTROM, T.R.; YOUNG, S.M. **A Guide to Collecting Bamboos**. Annals of the Missouri Botanical Garden. vol.70: 128-136. 1983.

TEIXEIRA JUNIOR, A.B.; KENUPP, L.K.; CAMPOS, R.Q. **Utilização de bambu na construção civil – uma alternativa ao uso de madeira**. Revista Ciências do Ambiente On-Line. Volume 5, Número 1. Julho, 2009.

TOMAZELO FILHO, M.; AZZINI, A. **Estrutura Anatômica, Dimensões das Fibras e Densidade Básica de colmos de *Bambusa Vulgaris* schrad.** IPEF, Piracicaba, n.36, p.43-50, 1987.