

**JOSÉ PAULO BARBOSA SILVA FILHO**

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *FILGUEIRASIA ARENICOLA*  
(McClure) Guala (POACEAE: BAMBUSOIDEAE:  
ARTHROSTYLIDIINAE)**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre em Botânica,  
Curso de Botânica, Instituto de Ciências  
Biológicas, Universidade de Brasília.

**Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Dalva Graciano  
Ribeiro (UnB)**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Tarciso de Sousa  
Filgueiras**

**Brasília-DF  
Março-2006**

**JOSÉ PAULO BARBOSA SILVA FILHO**

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *FILGUEIRASIA ARENICOLA*  
(McClure) Guala (POACEAE: BAMBUSOIDEAE:  
ARTHROSTYLIDIINAE)**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
à obtenção do grau de Mestre em Botânica,  
Curso de Botânica, Instituto de Ciências  
Biológicas, Universidade de Brasília.

**Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Dalva Graciano  
Ribeiro (UnB)**

**Co-orientador: Prof. Dr. Tarciso de Sousa  
Filgueiras**

**Brasília-DF  
Março-2006**

## TERMO DE APROVAÇÃO

JOSÉ PAULO BARBOSA SILVA FILHO

**“CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *FILGUEIRASIA ARENICOLA* (McClure)  
Guala (POACEAE: BAMBUSOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE)”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília pela seguinte banca examinadora:

Orientador: 

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Dalva Graciano Ribeiro  
Departamento de Botânica, UnB

Examinadora Externa: 

---

Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Santos-Gonçalves  
Pesquisadora associada da UNICAMP

Examinadora Interna: 

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Conceição Eneida dos Santos Silveira  
Departamento de Botânica, UnB

Suplente: 

---

Dr<sup>a</sup>. Vera T. Rouber Coradin  
Pesquisadora do LPF-IBAMA-DF

Brasília/DF-2006

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me iluminar nas horas mais difíceis e por conceder-me saúde e paciência necessária para a conclusão deste trabalho.

À minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dalva Graciano Ribeiro, pela sábia orientação, amizade, oportunidade, paciência, compreensão, carinho e de ter compartilhado um pouco de sua enorme sabedoria.

Ao meu Co-orientador Prof. Dr. Tarciso Filgueiras, pela amizade, apoio, auxílio nas coletas, pelas sugestões e ajuda constante durante a execução deste trabalho.

Ao coordenador da Pós-Graduação da Botânica (UnB) Prof. Dr. Augusto Franco pelo apoio e incentivo.

Ao chefe do Laboratório de Anatomia Vegetal (UnB) Prof. Dr. Luiz Alfredo Rodrigo Pereira pela amizade, apoio e pelas sábias ajudas anatômicas.

À Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Conceição Eneida pela amizade, apoio e pelas sábias ajudas anatômicas.

Aos funcionários do Laboratório de Anatomia Vegetal (UnB): Elir Noronha, Cristiano, Tales, Cristiane e Daiane pela grande amizade, carinho e sem dúvida sem estes a parte prática não teriam saído do papel, muito obrigado.

Ao chefe do Laboratório de Fisiologia Vegetal (UnB) Prof. Dr. Augusto Franco pela liberação do uso do microscópio com câmara digital para os registros das lâminas anatômicas.

A Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sonia Nair Bao, a bióloga Shélida, a doutoranda Leonora Bastos do Laboratório de Biologia Celular (UnB) pela ajuda e ensinamento no Microscópio Eletrônico de Varredura.

Ao fotógrafo Fausto do Instituto de Ciências Biológicas pela ajuda e compreensão nas revelações das fotografias do Microscópio Eletrônico de Varredura.

A doutoranda e funcionária Lílian do Laboratório de Microbiologia pelo empréstimo do aparelho sonicador, muito obrigado.

Ao motorista Vando do Instituto de Ciências Biológicas (UnB) pela grande amizade, apoio e compreensão, muito obrigado.

Ao amigo Fábio do Instituto de Ciências Biológicas pela sua amizade e compreensão.

Ao secretário da Pós-Graduação da Botânica (UnB) Iríode Filho pelo apoio e compreensão.

Ao De Assis (IBGE) pela ajuda, amizade, compreensão e auxílio nas duas saídas de campo.  
Ao IBAMA pela liberação e compreensão do espaço físico e coletas no Parque Nacional das Emas em Goiás.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Vera Coradin, José Fernandes e Fernando do Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA/Brasília-DF, pela permissão de uso de suas instalações e orientações para análise anatômica quantitativa.

Aos Prof. Dr. Francisco de Assis e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Elena, pertencente ao Laboratório de Micromorfologia Vegetal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo apoio inicial, amizade, grande incentivo, carinho e pelos seus ensinamentos anatômico, muito obrigado.

Aos Prof. Sérgio Luiz, Cristiano Menezes, Lectícia Scardino Scott Farias e Lígia Paragussu do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador, pelo apoio inicial, amizade, grande incentivo, carinho e pelos seus ensinamentos botânicos, muito obrigado.

Aos amigos de Laboratório de Micromorfologia Vegetal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana: Alexsandro, Danovan Hilder, Paulino, Ricardo, Rita, Marileide e Kelly.

Aos amigos do curso de Mestrado: do Herbário: Eduardo, Vanessa, Luciano, Floriano, Beatriz e Simone; Anatomia: Sílvia Fernandes e Íris Almeida; Fisiologia: Paulo Diniz e Termobiologia: Janaina e Camila. Agradeço a todos, pelo carinho, receptividade, amizade, paciência e por todas as ajudas. VALEU!

Aos amigos do “baba” de todas as quartas e sextas no Centro Olímpico (UnB): Francisco (Chiquinho), Lindomar, Fernando (Razuque), Antônio (negão), Paulo Diniz, Fabian e dentre outros, muito obrigado pelos bons momentos de futebol, carinho e receptividade.

A Michelle Furtado e família por todo apoio.

Aos amigos da Universidade Católica do Salvador, sei que esses estão sempre presentes: Tiago, Lúcio, Érica, Oriana, Betão, Beto, Moisés Carvalho e dentre outros.

Aos amigos do curso de pós-graduação de ecologia 2004/1: Rodrigo, Alan (André), Helder, Maurício, Issís e Meyr pela amizade e incentivo.

Aos muitos amigos que fizeram parte dessa jornada. Agradeço a prazerosa convivência com os *brother's* da Casa do Estudante Universitário (Colina): Kenneth Sampaio (Keninho

ou Kenin), George (Cave Captain), Lucas Córdova, Lucas Romano (Luquinha), Adailton da Silva, Ronaldo, Flávio, Hugo Couto, Flávio (Rogério), Alex (Marcel), Meire e dentre outros.

A Camila Alves por todo apoio, compreensão, carinho e amor.

À CAPES, grato pela minha primeira bolsa-de-estudos, que possibilitou a realização desse Mestrado.

A minha família, meus pais (Maria e José Paulo), minha irmã (Jéssica) meu irmão (Lucas), minha avó (Aurelina) e minha Tia (Lourdes), sem dúvida se não fossem por eles não seria nada que sou hoje, agradeço de coração pelo estímulo, apoio, carinho, amor, paciência momentos de ausência que foram muitos e por acreditar em mim, muito obrigado.

## **Epígrafe**

**“...O que eu quero eu vou conseguir, pois quando eu quero, todos querem e quando eu quero todo mundo pede mais e pede bis e pedem mais...”**

**Raul Seixas, Trecho da canção “Rockixe”**

# Índice

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA TAXONÔMICA</b> .....	04
2.1 Família Poaceae .....	04
2.2 Subfamília Bambusoideae .....	05
2.3 Tribo Bambuseae .....	06
2.4 Subtribo Arthrostylidiinae .....	07
2.5 Gênero <i>Filgueirasia</i> .....	08
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ANATÔMICA</b> .....	11
3.1 Vista Paradérmica Foliar .....	11
3.2 Secção Transversal da Lâmina Foliar .....	13
3.3 Secção Transversal da Bainha Foliar .....	15
3.4 Secção Transversal do Colmo .....	15
3.5 Secção Transversal da Raiz .....	18
3.6 Secção Transversal do Rizoma .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1 Material Botânico .....	23
4.2 Técnicas Histológicas .....	24
<b>5. RESULTADOS/DISCUSSÃO</b> .....	27
5.1 Breve descrição morfológica .....	27
5.2 <b>MORFOLOGIA INTERNA</b> .....	32
5.2.1 Vista Paradérmica .....	32
5.2.2 Secção Transversal da Lâmina .....	33
5.2.3 Secção Transversal Bainha Foliar .....	34
5.2.4 Discussão da Lâmina e Bainha Foliar .....	39
5.2.5 Secção Transversal do Colmo .....	55
5.2.6 Discussão do Colmo .....	59
5.2.7 Secção Transversal da Raiz .....	66
5.2.8 Discussão da raiz .....	67
5.2.9 Secção Transversal do Rizoma .....	74
5.3 Discussão do Rizoma .....	75
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	83
<b>7. APÊNDICE A</b> .....	93
<b>8. APÊNDICE B</b> .....	111

# LISTA DE ILUSTRAÇÃO

## Figuras

<b>Figura 1:</b> .....	31
<b>A-</b> Planta no campo em seu habitat .....	31
<b>B-</b> Rizoma e raízes .....	31
<b>C-</b> Vista Geral do Colmo .....	31
<b>D-</b> Colmo (Nós e Entrenó) .....	31
<b>E-</b> Folha do Colmo .....	31
<b>F-</b> Ramos Complementares .....	31
<b>G-</b> Lâmina Foliar .....	31
<b>Figuras 02-05-</b> Vista paradérmica Lâmina Foliar e macerado de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	50
<b>Figura 06-</b> Macerado da Lâmina Foliar e macerado de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	50
<b>Figuras 07-11-</b> Vista paradérmica da Lâmina Foliar <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Eletrônica de Varredura .....	51
<b>Figuras 12-17-</b> Secção Transversal da Lâmina Foliar de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	52
<b>Figuras 18-23-</b> Secção Transversal da Lâmina Foliar de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	53
<b>Figuras 24-30</b> Secção Transversal da Bainha Foliar de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em microscopia óptica .....	54
<b>Figuras 31-35-</b> Secção Transversal do Colmo de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	64
<b>Figuras 36-38-</b> Secção Transversal do Colmo de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	65
<b>Figuras 39-44-</b> Secção Transversal da Raiz de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica .....	72

<b>Figuras 45-48-</b> Secção Transversal da Raiz de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica.....	73
<b>Figuras 49-55-</b> Secção Transversal do Rizoma de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica.....	80
<b>Figuras 56-61-</b> Secção Transversal do Rizoma de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica.....	81
<b>Figuras 62-64-</b> Secção Transversal do Rizoma de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em Microscopia Óptica.....	82

## Tabela

<b>Tabela 1-</b> Comparação dos dados de morfologia externa, utilizando o teste de Tukey, por localidade .....	28
<b>Tabela 2-</b> Resumo dos conglomerados (cluster) de variáveis.....	29
<b>Tabela 3-</b> Distribuição dos conglomerados (cluster) por localidade.....	30
<b>Tabela 4-</b> Comprimento e espessura das células silicificadas crenadas e nodulares, espinhos e ganchos e número médio de estômatos por mm <sup>2</sup> em vista paradérmica na superfície adaxial de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30) .....	36
<b>Tabela 5-</b> Comprimento e espessura das células silicificadas crenadas e nodulares, espinhos de base larga, microtricomos e número médio de estômatos por mm <sup>2</sup> em vista paradérmica na superfície abaxial de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30) ....	37
<b>Tabela 6-</b> Comprimento e espessura da quilha e bordos em secção transversal de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30).....	38
<b>Tabela 7-</b> Comprimento e espessura das células epidérmicas comuns e cutícula em secção transversal de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30).....	38
<b>Tabela 8-</b> Caracteres anatômicos foliares das subfamílias Poaceae em relação à espécie <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala .....	46
<b>Tabela 9-</b> Comparação das características anatômicas da subtribo Arthrostylydiinae e da espécie <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala .....	47
<b>Tabela 10-</b> Comparação das características da espécie <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala apresentada por Guala (1995) e Silva-Filho & Graciano-Ribeiro (2006).....	48

<b>Tabela 11-</b> Características da lâmina e bainha foliar de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala em secção transversal.....	49
<b>Tabela 12-</b> Comprimento e espessura das células do colmo em secção transversal de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30).....	58
<b>Tabela 13-</b> Comprimento e espessura dos elementos vasculares do xilema do colmo de macerado de <i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala (n=30).....	59
<b>Tabela 14-</b> Dois tipos básicos e quatro subtipos de bambus com rizoma paquimorfo.....	79

### Abreviações

**compr.:** Comprimento

**diâm.:** Diâmetro

**ca:** Cerca

**m:** Metro

**cm:** Centímetro

**mm:** Milímetro

**mm<sup>2</sup>:** Milímetro quadrado

**µm:** Micrómetro

**Tab.** Tabela

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *FILGUEIRASIA ARENICOLA* (McClure)  
Guala (POACEAE: BAMBUISOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE)  
(Silva-Filho, J.P.B.; Graciano-Ribeiro, D. & Filgueiras, T.S.- Mestrado em Botânica)**

**RESUMO:** O gênero *Filgueirasia* (McClure) Guala pertencente a subfamília Bambusoideae (Arthrostylidiinae) possui duas espécies, *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala e *Filgueirasia cannavieira* (Álvaro da Silveira) Guala, endêmicas do Cerrado brasileiro. O objetivo desse estudo foi caracterizar morfológicamente e anatomicamente os órgãos vegetativos de três indivíduos de *Filgueirasia arenicola*, sendo dois indivíduos “P” 1 e “P” 2 amostrado na rodovia (BR-364), entre a cidade de Jataí e Mineiros e o terceiro indivíduo “PNE” no Parque Nacional das Emas. Para o estudo morfométrico foram amostradas 17 características com 30 repetições. Para o estudo anatômico utilizaram-se as técnicas usuais em anatomia vegetal, realizando-se secções paradérmicas e macerado da lâmina foliar, além de secções transversais dos órgãos vegetativos. Morfológicamente, os indivíduos do “PNE” apresentaram maior média do que os indivíduos situados em “P” 1 e “P” 2 em 10 dos 17 aspectos analisados, além de diferirem estatisticamente no que se refere à altura total, altura da 1ª ramificação, diâmetro do entrenó abaixo e acima da 1ª ramificação e diâmetro da medula. Na análise de conglomerado, obtiveram-se três conglomerados, sendo que o primeiro contemplou a maior quantidade de observações, onde os caracteres comprimento do entrenó acima e abaixo da 1ª ramificação, diâmetro do entrenó acima e abaixo da 1ª ramificação, diâmetro da inserção do nó, diâmetro do nó acima e abaixo da 1ª ramificação, diâmetro da medula e espessura do córtex representaram 54,44% do total das observações, com isso inferiu-se que essas variáveis são as mais representativas para a espécie nas 3 localidades. Anatomicamente, em secção transversal da lâmina e bainha foliar observou-se espinhos e ganchos em ambas as superfícies, microtricomos na superfície adaxial e células silicificadas quadrangulares e nodulares, além de parênquima raquimorfo. No colmo nota-se células raquimorfas, medula fistulosa, feixes vasculares correspondendo ao tipo I (subtipo Ib) e o floema em um único sentido. Para a raiz destacou-se os pêlos radiculares surgindo em ângulo reto, exoderme unisseriada, cavidade aerífera lisíginas no córtex, endoderme em forma de “U”, periciclo unisseriado e floema totalmente disperso no estelo. No rizoma observou-se tricomas, endoderme, meristema de espessamento primário (MEP), feixes vasculares primários, elementos de floema bem desenvolvidos e em diversas orientações e elementos de vaso do tipo anelar e helicoidal. A espécie *F. arenicola* apresenta caracteres inéditos para a subfamília Bambusoideae, tais como parênquima raquimorfo e meristema de espessamento primário; foram encontradas características diferentes daquelas já descritas para a espécie, tais como presença de espinhos e ganchos em ambas as superfícies, microtricomos na superfície adaxial e o acréscimo de novos tipos de células silicificadas: quadrangulares e nodulares na lâmina foliar.

**Palavras-chaves:** Bambus nativos; anatomia vegetal; Cerrado; bambu lenhoso

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *FILGUEIRASIA ARENICOLA* (McClure)  
Guala (POACEAE: BAMBUSOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE)  
(Silva-Filho, J.P.B.; Graciano-Ribeiro, D. & Filgueiras, T.S.- Mestrado em Botânica)**

**ABSTRACT:** The genus *Filgueirasia* (McClure) Guala belongs to the sub-family Bambusoideae is composed of two species, *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala, and *Filgueirasia cannavieira* (Álvaro da Silveira) Guala, which are endemic of Brazilian Cerrado. The objective of this study is to characterize morpho-anatomically the vegetative organs of three populations of *F. arenicola*, “P1”, “P2”, collected along the highway-364 (BR-364), between the cities of Jataí and Mineiros, and the PNE was collected in the Parque Nacional das Emas. For the morphometric study 17 characteristics were analyzed from 30 collected samples. The samples were processed for anatomical analysis according to the usual microtechniques, and sectioned in several planes. The morphometric measurements of the PNE samples (10 out of 17 parameters) were higher than those from P1 and P2. Furthermore, PNE individuals were significantly taller, as well as larger 1<sup>st</sup> branches, diameter of the internodes, and diameter of the pith. The cluster analysis grouped the parameters in three clusters. The first had the largest number of observations comprising the characters above and below the first branch, length of the internode above and below the first branch, diameter of the internode above and below the first branch, diameter of insertion of the node, diameter of the node above and below the first branch, diameter of the pith and thickness of the cortex comprised the major part of the measurements (49) and represented 54.44 % of the total observations. In transverse section, the most important anatomical characters of the leaf blade and sheath can be summarized as following: prickles and hooks in both epidermis, micro-trichomes on the adaxial face, nodular square silica cells and parenchyma rachymorphous. The culm was characterized by the presence of rachymorphous cells, hollow pith, inner vascular type, type I vascular bundles (sub-type Ib) and one-directional phloem. The root had root-hairs in right angle to the epidermis, exodermis, triangular intercellular space, lysigenous air cavities in the cortex, endodermis with U-shaped thickness, uniseriate pericycle, and phloem dispersed in the stele. The rhizome had trichomes, parenchymatous cortex, and endodermis. The rhizome stele was composed of a primary thickening meristem (PTM) formed by the pericycle, pericycle fibers, randomly arrangement primary vascular bundles of variable shape, well developed phloem elements in several orientations, parenchyma, and anular and helicoidal vessel elements. Hence, *F. Arenicola* has unique features that are not found in the sub-family Bambusoideae such as parenchyma rachymorphous and primary thickening meristem. Additionally, prickles and hooks in both leaf surface, microtrichomes in the adaxial epidermis and new types of siliceous cells (square and nodular) in the leaf blade had not yet been described for this the species.

**Key Words:** Native bamboos; plant anatomy; Cerrado; woody bamboo

# 1. Introdução

O Bioma Cerrado está localizado predominantemente no Planalto Central do Brasil, ocupando mais de 2 000 000 Km<sup>2</sup>, representando cerca de 23% do território nacional (Rather, Ribeiro & Bridgewater, 1997). Caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos (Ribeiro & Walter, 1998). Ocorre em altitudes que variam de cerca de 300 a 1600m acima do nível do mar (Ribeiro & Walter, 1998). Sua precipitação varia de 600 a 2200mm ano<sup>-1</sup>, com média de 1500 mm ano<sup>-1</sup> na sua porção central. A vegetação é caracterizada por um estrato graminoso bem desenvolvido, pequenas palmeiras, arbustos e árvores de forma tortuosa (Ottmar *et al*, 2001). Mendonça *et al* (1998) listam para este Bioma um total de 6 062 espécies de plantas vasculares, das quais 371 pertencem à família Poaceae.

A família Poaceae que compreende as plantas comumente chamadas de gramíneas, é uma das maiores entre as famílias das Angiospermas, abrangendo cerca de um quarto da vegetação mundial (Soderstrom & Calderón, 1974). Esta família possui aproximadamente 10 000 espécies (GPWG, 2001), sendo que as mesmas foram divididas em seis subfamílias por Clayton & Renvoize (1986) e cinco por Judd *et al* (1999). Recentemente o grupo GPWG (2001), dividiu esta extensa família em 12 subfamílias. As gramíneas estão subordinadas a 60 tribos e cerca de 700 gêneros (Judd *et al*, 1999; GPWG, 2001).

A subfamília Bambusoideae é dividida em duas grandes tribos: Olyreae que compreende os bambus herbáceos e Bambuseae representando os bambus lignificados (Zhang & Clark, 2000). Esta subfamília é uma das mais diversificadas e importantes, apresentando espécies adaptadas às regiões tropicais e temperadas da Ásia e América, bem como, dos Andes e Himalaia. Sua distribuição geográfica varia entre 46° N - 47° S de latitude, com muitas espécies adaptadas ao habitat úmido sombreado das florestas tropicais, no entanto, outras requerem condições de ambientes abertos com elevada intensidade luminosa (Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988).

Os bambus lignificados são caracterizados morfológicamente por possuírem: rizomas bem desenvolvidos; colmos lignificados; complexo sistema de ramificação; lâmina foliar do colmo decídua, com lígula externa e interna e florações cíclicas com intervalos longos. Caracterizam-se anatomicamente por terem células parenquimáticas invaginantes, células

fusóides quase sempre presentes e corpos silicosos orientados verticalmente; geneticamente por ter o número básico de cromossomos de  $x=12$ ; (Londoño, 2004).

Existem no mundo aproximadamente 90 gêneros e cerca de 1200 espécies de bambus (GPWG, 2001 e Londoño, 2004). Na América, existem 41 gêneros e 473 espécies (Tai-hui, 1985; Londoño, 2004). O Brasil em relação aos demais países americanos possui a maior diversidade de bambus com cerca de 234 espécies (Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004). Dessas 155 espécies são lignificadas e 75 herbáceas. Reconhece-se como a área de maior grau de endemismo e diversidade a “mata litorânea” do sul da Bahia, com a presença de 22 gêneros americanos, representando, portanto, 48% dos gêneros existentes (Londoño, 2004).

A tribo Bambuseae é a mais numerosa e dispersa da subfamília Bambusoideae. Seus indivíduos crescem em habitats abertos e são polinizadas pelo vento (Soderstrom & Calderón, 1979). Esta tribo se divide em 9 subtribos, sendo Arthrotyliidiinae, Chusqueinae e Guaduinae endêmicas das Américas. Os bambus brasileiros pertencentes à tribo Bambuseae podem ser divididos em 21 gêneros, dos quais 9 são considerados endêmicos (Burman & Filgueiras, 1993). Considera-se Bambuseae a tribo mais importante da subfamília por sua grande utilidade, como por exemplo, na alimentação de seres humanos e animais, fabricação de papel, construção civil, controle de erosões e silvicultura (Londoño, 1992, 2004).

A subtribo Arthrotyliidiinae caracteriza-se na morfologia externa por possuir rizomas paquimorfos, touceiras, colmos eretos e gemas nos ramos primários acima da inserção nó. Anatomicamente caracteriza-se por apresentar papilas refrativas, redução da nervura mediana foliar, margens foliares assimétricas e principalmente esclerênquima intercostal (Soderstrom & Ellis, 1987 e Judziewicz & Clark, 1993). Este táxon reúne 13 gêneros e 163 espécies, representando 48% da diversidade das Américas (Londoño, 2004). Ocorrem em selvas tropicais úmidas, nos bosques Andinos a 3700m de altitude e em zonas secas como a região do Cerrado no Brasil (Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Guala, 2000a).

O gênero *Filgueirasia* (McClure) Guala é endêmico do Cerrado brasileiro e está em via de extinção (Filgueiras, 1991; Guala, 1995). Pertence à subtribo Arthrotyliidiinae (Londoño, 2004) e foi segregado do gênero *Apoclada* McClure & Smith (subtribo Guaduinae) por Guala (2003). Essa separação foi subsidiada por análises moleculares, morfológicas e anatômicas (Guala, 2000b). Este novo gênero inclui duas espécies:

*Filgueirasia arenicola* (F.A. McClure) Guala e *Filgueirasia cannavieira* (Álvaro da Silveira) Guala (Guala, 2003).

*Filgueirasia arenicola* caracteriza-se morfológicamente por formar touceira, colmo ereto 1,4 m de comprimento e 3mm de diâmetro, rizoma do tipo paquimorfo, folhas dos ramos complementares 19cm de comprimento e inflorescências racemosas (modificado de McClure, 1973). Esta espécie ocorre na parte central do Brasil conhecida como Planalto Brasileiro, especificamente nos estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso e no Distrito Federal (Judziewicz, *et al*; 2000; Guala, 2000a, 2003; Londoño, 2004).

Estudos referentes a *F. arenicola* estão restritos, em grande parte à sua taxonomia, todavia, usam-se como ferramentas para a sistemática a anatomia da lâmina foliar, além de dados moleculares e morfológicos (Guala, 1995). Guala (2000a), caracterizou o habitat espacial da espécie e (2001) fez um breve comentário sobre o valor forrageiro das folhas.

Atualmente os trabalhos taxonômicos sobre as Poaceae devem incluir informações sobre anatomia, constituindo dessa forma, uma ferramenta básica para o sistema de classificação (Londoño, 2004). Soderstrom *et al* (1987), demonstraram que informações anatômicas podem ser úteis em delimitações de tribos e subtribos. A este respeito, os trabalhos de Brandis (1907), Page, (1947), Metcalfe (1956), Brown (1958), Metcalfe (1960), Wu (1960 e 1962), Calderón & Soderstrom (1973), Ellis (1976 e 1979), Calderón & Soderstrom (1980), Soderstrom & Ellis (1988), entre outros, contribuíram consideravelmente com vários dados anatômicos para os estudos de espécies de Bambusoideae.

Sobre os estudos anatômicos dos órgãos vegetativos de *F. arenicola*, apenas Guala (1995, 2000b, 2003) estudou a anatomia foliar, mesmo assim, com uma breve descrição anatômica da lâmina foliar. Dessa forma estudos sobre a anatomia dos órgãos vegetativos com ressalva a foliar serão inéditos para a comunidade científica. Esses estudos trarão novos conhecimentos sobre a flora do Cerrado, contribuindo com a taxonomia da subfamília Bambusoideae, já que a mesma é pouco estudada no que se refere às formas estruturais, podendo ainda auxiliar na interpretação de possíveis adaptações da planta ao ambiente em que se encontra. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo o estudo anatômico dos órgãos vegetativos da espécie *Filgueirasia arenicola*.

## 2. Revisão Bibliográfica Taxonômica

### 2.1 Família Poacea Barnh.

A ordem Poales é composta por 7 famílias: Flagellariaceae, Joinvillaceae, Poaceae, Ectodiocoleaceae, Anarthriaceae, Restionaceae e Centrolepidaceae (Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985).

A família Poaceae, segundo Dahlgren, Clifford & Yeo (1985) e Jacobs, Kingston & Jacobs (1999), teve seus primeiros indícios no fim do Cretáceo, registro este confirmado pela ocorrência de grãos de pólen. Historicamente a classificação taxonômica das Poaceae, era baseada principalmente nos caracteres morfológicos das espiguetas, frutos e flores (Watson, Clifford & Dallwitz, 1985; Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985), no entanto, esses caracteres não eram tão seguros para delimitar os táxons, dessa forma, outras características tiveram que ser incorporadas. As principais foram citológicas e anatômicas, sendo Avdulov (1931), o primeiro pesquisador a incorporar esses dados microscópicos. Após a inclusão dos dados microscópicos, a classificação taxonômica tornou-se mais segura para delimitar famílias, tribos e subtribos (Ellis, 1987).

As Poaceae compreende ervas anuais ou perenes, às vezes lignificadas, em geral rizomatosas e providas de colmo oco ou sólido. Apresenta folhas alternas, dísticas, ou rosuladas, geralmente lineares ou lanceoladas, com bainha aberta, dotada de lígula; a inflorescência elementar é a espiguiha; na sua maior parte as flores são hermafroditas e estão protegidas, freqüentemente, por duas glumelas, lema inferior e a pálea superior; o perianto é rudimentar, representado pelas lodículas; O androceu geralmente apresenta três estames e o gineceu é bicarpelar ou tricarpelar; o ovário é súpero; o fruto em geral é uma cariopse (Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985; Judd *et al*, 1999; GPWG, 2001).

As Poaceae são de particular interesse para os humanos, que incluem na sua dieta arroz, milho, trigo, cevada, aveia, cana-de-açúcar e muitas outras espécies menos familiares (Kellogg, 1998). Os animais domésticos que são criados para fins de lazer e comercialização são parcialmente ou completamente alimentados por gramíneas, além disso, elas são importantes para a paisagem urbana e para o controle de erosões. Muitos indivíduos desta

família também são ecologicamente dominantes em muitos biomas (Soderstrom & Calderón, 1979, 1980; Kellog, 1998; Judd *et al*, 1999; GPWG, 2000; Kellog, 2001).

## 2.2 Subfamília Bambusoideae Luerss

A subfamília Bambusoideae é comumente dividida em duas tribos: Olyreae, que incluem os bambus herbáceos e Bambuseae que compreende os bambus lignificados (Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985; Soderstrom & Ellis, 1987; Londoño, 1992; Burman & Filgueiras, 1993; Zhang & Clark, 2000; Londoño, 2004).

Os bambus estão dentre a Poaceae mais complexas, quanto à morfologia dos órgãos vegetativos (Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988). São perenes herbáceas ou lignificadas, mas sem espessamento secundário. Quando o colmo é lignificado ramificam-se nos nós podendo ser oco ou sólido. Os ramos de algumas espécies possuem espinhos; apresentam lâminas foliares geralmente planas, largas, lanceoladas ou linear-lanceoladas, articuladas com bainhas, nervura central proeminente, venação tesselada e inflorescência de diversos tipos. A floração pode ser gregária ou esporádica, sendo na maioria das vezes cíclica; a espiguetta contém 2 a vários flósculos e 2 a várias glumas basais; as lodículas são em número de 2-3, fortemente vascularizadas; 3-6 ou mais estames; e 2-3 estigmas. O fruto é uma cariopse típica (Soderstrom & Calderón, 1980; Azzini & Mary, 1982; Dahlgren, Clifford & Yeo, 1985; Filgueiras, 1988; Judziewicz *et al*, 1999).

Anatomicamente os bambus caracterizam-se pelo mesofilo disposto em camadas horizontais, paralelas à epiderme, parênquima composto de células invaginantes e células fusóides, feixes vasculares apresentando de uma a duas bainhas, epiderme com células longas e curtas, corpos silicosos verticais, tricomas em forma de gancho e espinho, microtricomas e macrotricomas (Metcalf, 1960; Ellis, 1987; Filgueiras, 1988; Londoño, 1992; Judziewicz *et al*, 1999; Motomura, 2004).

A subfamília tem ampla distribuição geográfica que varia dos 51° N-47° S de latitude, e ocorre em elevações de até 4 300m. Com exceção do continente Europeu, os bambus são nativos de todos os continentes (Filgueiras, 1993), encontrando-se nos trópicos e semi-trópicos, nas regiões do Japão, China, Himalaia e Andes (Soderstrom & Calderón, 1979;

Numata, 1979; Tai-hui, 1985; Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Londoño, 1992; Judd *et al*, 1999; Londoño, 2004)

Existem no mundo aproximadamente 90 gêneros e cerca de 1 200 espécies. Na América, existem 41 gêneros e 473 espécies. No Brasil, há cerca de 16 gêneros de bambus herbáceos com 4 gêneros endêmicos, já os bambus lignificados possuem 18 gêneros sendo que 6 são endêmicos (Filgueiras & Gonçalves, 2004). Dos países americanos, o Brasil tem a maior diversidade de bambus com aproximadamente 232 espécies, das quais 155 espécies são bambus lignificados com 129 espécies endêmicas e 75 espécies são herbáceas sendo 45 endêmicas (Filgueiras & Gonçalves, 2004).

Os bambus são importantes na economia de certas partes da América tropical e sudeste da Ásia, onde provêm alimentos para humanos e animais, material de construção, como planta úteis no controle de erosões, fabricação de papel, silvicultura e horticultura (Soderstrom & Calderón, 1979, 1980; Widmer, 1990; Londoño, 1992; Burman & Filgueiras, 1993; Londoño, 2004; El Renuevo, 2004). No Brasil os bambus são utilizados como: fonte de alimentos para pessoas e animais silvestres bem como roedores e bovinos entre outros; na construção civil como cercas, telhados e casas; na fabricação de artesanatos e em horticultura e dentre outros (Burman & Filgueiras, 1993).

### 2.3 Tribo Bambuseae Dumort

A tribo Bambuseae é a mais numerosa e de ampla distribuição da subfamília Bambusoideae. Ocorre entre 46° N-47° S de latitude a partir do nível do mar podendo chegar até 4300m de elevação. Distribuí-se pela Ásia, África, Austrália e América, além de habitats abertos e em áreas cobertas por neve (Soderstrom & Calderón, 1979; Soderstrom & Ellis, 1987; Londoño, 2004).

A tribo Bambuseae compreende os bambus lignificados que se caracterizam por apresentarem: rizoma do tipo paquimorfo, leptomorfo e anfimorfo, colmos lignificados, gemas novas protegidas por folhas especializadas chamadas de folhas caulinares, complexo sistema de ramificação, lâmina foliar decídua, com lígula externa e interna, florações cíclicas gregárias espiguetas multifloras ou precedidas por brácteas estéreis quando são

unifloras, flores bissexuais organizadas em espiguetas ou pseudoespiguetas, número básico de cromossomos de  $x=12$ , células invaginantes, células fusóides quase sempre presente e corpos silicificados verticalmente alongados (Soderstrom & Calderón, 1974, 1979, 1980; Azzini & Mary, 1982; Soderstrom & Ellis, 1987; Londoño, 2004).

No mundo existem aproximadamente 60-70 gêneros e 1100 espécies de bambus lignificados (Londoño, 2004). A tribo Bambuseae divide-se em 8 subtribos, sendo 3 endêmicas das Américas (Arthrostylidiinae Munro, Chusqueinae Munro e Guaduinae Soderstr. & R.P. Ellis). No Velho Mundo há aproximadamente 600 espécies em 40-50 gêneros, a maioria dos quais ocorrem na China. No Novo Mundo encontram-se cerca de 21 gêneros e 430 espécies (Zhang & Clark, 2000).

Os bambus da tribo Bambuseae são considerados de maior interesse da subfamília por ter grandes utilidades econômicas, ecológicas e culturais, como por exemplo, na construção civil, na alimentação de animais e seres humanos, como planta úteis contra erosão e na fabricação de artesanatos e etc. (Soderstrom & Calderón, 1979; Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Londoño, 1992, 2004).

Os bambus brasileiros pertencentes à tribo Bambuseae podem ser divididos em 21 gêneros, dos quais 8 são considerados endêmicos (*Actinocladum* McClure ex Soderstrom, *Alvimia* Soderstrom et Londoño, *Apoclada* McClure, *Athroostachys* Bentham, *Atractantha* McClure, *Colantheia* McClure et E.W. Smith in McClure, *Eremocaulon* Soderstrom et Londoño e *Glaziophyton* Franchet) (Burman & Filgueiras, 1993). No Planalto do Brasil ocorrem alguns gêneros de bambus adaptados a ambientes abertos e secos, como *Filgueirasia*, *Actinocladum* e *Guadua* (Numata, 1979; Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Guala, 1995).

#### 2.4 Subtribo Arthrostylidiinae Soderstr. & R.P. Ellis

Segundo Londoño (2004), a subtribo Arthrostylidiinae reúne 13 gêneros e 163 espécies, restringindo-se ao Novo Mundo. Os gêneros desta subtribo distribuem-se geograficamente em habitats como florestas úmidas tropicais e montanhas de florestas geladas com elevações que chegam até 3000m nos Andes e no Cerrado Brasileiro.

(Soderstrom & Ellis, 1987; Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Judziewicz & Clark, 1993, Guala, 2000; Londoño, 2004)

Morfologicamente as espécies desta subtribo caracterizam-se por apresentar rizomas paquimorfos, colmo por vezes delgado, ereto na base, porém escandente e trepador no terço médio e superior, folhas do complemento das ramificações com fimbrias proeminentes; gemas solitárias no nó, inflorescências geralmente determinadas; 3 estames com filamentos livres e o ovário glabro ou pubescente e freqüentemente dois estigmas (Soderstrom & Ellis, 1987 e Londoño, 2004). O fruto é uma cariopse usualmente pequena e seca. O número de cromossomos básico é  $x=10$  (Judziewicz *et al*, 1999)

Anatomicamente as Arthrostylidiinae caracterizam-se por apresentar papilas refrativas, esclerênquima intercostal, redução da nervura mediana foliar, margem foliar assimétrica, mesofilo com parênquima invaginante e células fusóides e a falta de um sistema vascular complexo (Judziewicz *et al*, 1999).

## 2.5 Gênero *Filgueirasia* Guala

O gênero *Apoclada* McClure & Smith foi instituído em 1967 englobando duas espécies: *Apoclada simplex* McClure & L.B. Sm. e *Apoclada diversa* McClure & Smith. Posteriormente *Apoclada diversa* foi reconhecida como uma forma teratológica da *Apoclada simplex* (McClure & Smith, 1967; Guala, 1995).

Em 1973, McClure, descreveu mais uma espécie para o gênero. Esta nova espécie foi chamada de *Apoclada arenicola* McClure. No mesmo ano McClure (1973), transferiu a espécie *Arundinaria cannavieira* Álvaro da Silveira do gênero *Arundinaria* para o gênero *Apoclada*. Dessa forma, o gênero *Apoclada* engloba quatro espécies. As características que uniram as espécies no mesmo gênero foram as múltiplas gemas que se ramificam primariamente nos nós e a falta de células fusóides (Guala, 1995).

Morfologicamente, as espécies do gênero caracterizam-se por possuir primórdios de ramo de inserção em arco, vários eixos primários subiguais, em regra proliferando dos nós apicais, inflorescências perfeitas (racemos espiciformes); espiguetas tipicamente incluindo

uma flor hermafrodita única e terminando num pêlo sedoso (McClure & Smith, 1967; Guala, 1995).

Clayton & Renvoize (1986) posicionaram *Apoclada* na subtribo Arthrostylidiinae; Judd *et al* (1999), Judziewicz *et al* (1999), Londoño (2004), incluíram este gênero na subtribo Guaduinae; Soderstrom & Ellis (1987), não subordinaram este gênero a nenhuma subtribo, deixando-o como “incerto”.

De acordo com Soderstrom & Ellis (1987), as duas características mais importantes da subtribo Arthrostylidiinae são: a presença de fibras intercostais e papilas refrativas. Tais caracteres são raros fora desta subtribo. Esses caracteres anatômicos são encontrados em *Apoclada arenicola* e *Apoclada cannavieira*, ao passo que *Apoclada simplex* não possui fibras intercostais (Guala, 1995).

Guala *et al* (2000b) realizou um estudo filogenético para o gênero *Apoclada* no qual *Apoclada simplex* demonstrou ser uma espécie mais próxima dos gêneros *Guadua* e *Otatea* do que das espécies do próprio gênero. De acordo com Guala (2003), as características da anatomia da lâmina foliar de *Apoclada arenicola* e *Apoclada cannavieira* diferem da *Apoclada simplex* no que se refere à presença dos estômatos na superfície abaxial e esclerênquima intercostal. Esses caracteres corroboraram para segregação das espécies do gênero *Apoclada*. Dessa forma, *Apoclada* permaneceu com *A. simplex* inclusa na subtribo Guaduinae, ao passo que, um novo gênero, *Filgueirasia* (Guala, 2003) teve que ser criado para incluir as outras duas espécies.

*Filgueirasia arenicola* e *Filgueirasia cannavieira* são endêmicas do Cerrado (Guala, 1995). A distribuição geográfica dessas espécies está correlacionada com diferentes parâmetros ambientais, especialmente a precipitação (Guala 2000a). Ocorrem entre 44-55°W e 15-28°S, em elevações a partir de 550 a 1130m acima do nível do mar (Judziewicz *et al*, 1999). Estas espécies ocorrem na parte central do Brasil conhecida como Planalto Brasileiro, especificamente nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais e no Distrito Federal (Guala, 2003; Londoño, 2004).

*Filgueirasia arenicola* e *F. cannavieira* apresentam um grande potencial forrageiro, por possuírem níveis aceitáveis de proteína bruta e boa digestibilidade (Guala, 2001). São encontradas em campos nativos, sendo importantes para o gado e para a fauna nativa (Judziewicz *et*, 1999 e Guala, 2001). Possuem grande potencial ornamental por terem porte

médio e por permanecerem verdes o ano todo, além de sobreviverem a freqüentes queimadas naturais (Soderstrom, 1981; Soderstrom, Judziewicz & Clark, 1988; Filgueiras, 1988, 1992; Guala 1995, 2000a). De acordo com Guala (1995), *F. arenicola* e *F. cannavieira* podem ser influenciadas pelo fogo visto que o mesmo pode acelerar o processo de floração (Guala, 1995).

Segundo Filgueiras (1988, 1991), Burman & Filgueiras (1993) e Guala (1995), essas espécies estão em via de extinção, aparentemente devido à plantação de *Eucaliptus* L'Hérit por fazendeiros.

### 3. Revisão Bibliográfica Anatômica

#### 3.1 Vista paradérmica foliar

A lâmina foliar é dividida em duas zonas longitudinais, sendo uma costal que consiste geralmente de células longas e curtas que estão sobre as nervuras, e uma zona intercostal que compreende as células longas que estão sobre o tecido clorenquimático (Wu, 1962; Judziewicz *et al*, 1999). A epiderme adaxial é geralmente fácil de ser distinguida da epiderme abaxial devido à presença das células buliformes (Judziewicz *et al*, 1999).

A epiderme é constituída de vários tipos celulares, incluindo células curtas e longas, células silicificadas, células suberosas, células buliformes, complexo estomático, micro e macrotricomias, tricomas em forma de espinho e papilas (Judziewicz *et al*, 1999).

De acordo com Brandis (1907), as células longas são retangulares de paredes fortemente sinuosas, ao passo que as células curtas são usualmente tabulares. As células curtas podem ser de dois tipos: as células silicificadas, que apresentam forma crenada, elíptica, triangular ou halteriforme, dentre outras, e a suberosa. As duas células curtas podem se apresentar solitárias ou em pares, alternando-se com as células longas (Ellis, 1979; Renvoize, 1987).

Segundo Piperino & Pearsall (1998), os formatos dos corpos silicosos podem ser úteis na sistemática. No entanto, estes mesmos autores sugerem que estes sejam utilizados com cautela. De acordo com estes autores os tipos são crenado e halteriforme como as formas dos corpos silicosos mais comuns na subfamília Bambusoideae.

Nas células longas e curtas, bem como nas células subsidiárias, geralmente ocorrem protruções na parede periclinal externa, denominadas papilas. Estas protruções ocorrem na zona intercostal, sendo características em certos grupos taxonômicos como em bambus (Metcalf, 1960). A papila pode ser pequena e simples ou grande ou ramificada, mas há tipicamente duas ou mais papilas por células onde elas ocorrem (Judziewicz *et al*, 1999).

Os estômatos estão confinados às zonas intercostais, e em algumas gramíneas que habitam lugares secos, localizam-se em sulcos (Metcalf, 1960). Os estômatos geralmente estão presentes sobre a epiderme abaxial, sendo ausentes ou esporádicos sobre a epiderme adaxial (Renvoize, 1987). As células subsidiárias podem apresentar formas do tipo cúpula

ou triangular, embora haja dificuldade em visualizar a sua forma, pois frequentemente é coberta por papilas e ceras (Renvoize, 1987; Judziewicz *et al*, 1999).

Algumas células são modificadas na sua forma tornando-se diferentes na sua aparência a partir de células originais (Wu, 1962). Dessa forma, os apêndices epidérmicos podem ser classificados como: macrotricomas, microtricomas e tricomas em formas de espinhos e ganchos (Metcalf, 1960). Define-se tricoma como protuberância da epiderme, de formato, tamanho e funções variáveis (Esau, 1976).

Microtricomas estão presentes em todos os bambus verdadeiros (Tribos Bambuseae e Olyreae) e usualmente consistem de duas células de aproximadamente mesmo tamanho; podem ocorrer em cada lado dos estômatos ou nas zonas intercostais, sendo que a parede da célula basal é geralmente mais espessa e mais duradoura do que a célula distal (Metcalf, 1960; Wu, 1962; Renvoize, 1987; Judziewicz *et al*, 1999). Os tricomas possuem duas formas distintas, uma em espinho e outra em gancho. O primeiro tipo é arredondado na base e agudo no ápice, ao passo que o segundo tipo é menor que o primeiro, apresentando base esférica e recurvado no ápice (Metcalf, 1960; Wu, 1962). Ocorrem solidários ou juntos na mesma folha, podendo ainda estar ausentes. Estão localizados sobre ou entre as nervuras, contudo é mais comum o tricoma em forma de espinho ser encontrado sobre a nervura e o gancho entre eles (Metcalf, 1960; Wu, 1962; Renvoize, 1987; Judziewicz *et al*, 1999).

Conforme Metcalf (1960) e Judziewicz *et al*, (1999), os bambus lignificados e herbáceos podem ter macrotricomas em uma das faces ou em ambas as faces da lâmina foliar, consistindo apenas de uma célula alongada. Este tricoma varia em comprimento, flexibilidade e espessura das paredes celulares; a base pode ser superficial ou pode penetrar entre as células epidérmicas, ocorrendo nas zonas intercostais, no entanto, são encontrados comumente sobre a nervura ou na margem foliar (Metcalf, 1960).

### 3.2 Secção transversal da lâmina foliar

Em secção transversal, o clorênquima é facilmente distinguido nas duas faces. A camada epidérmica é coberta por uma cutícula, para proteger o clorênquima e o tecido vascular da dessecação, estrago mecânico e ataque por patógenos (Judziewicz *et al*, 1999).

O mesofilo dos bambus segundo Brown (1958) é do tipo bambusóide que é caracterizado por uma endoderme (bainha parenquimática). As paredes destas células são espessas, podendo variar de tamanho. Apresentam forma circular ou elíptica, além de não possuir cloroplasto. Distintamente, o tecido clorênquimático do mesofilo possui modificações nas paredes celulares, as quais sofrem invaginações. Segundo Wu (1962), o mesofilo dos bambus pertencem ao tipo festucóide em que as células que compõem o clorênquima estão arranjadas em paralelo em vez de radialmente.

Nos bambus, o tecido clorênquimático forma um tecido contínuo, arranjadas em linhas paralelas horizontais, preenchendo os espaços entre a nervura longitudinal e a epiderme superior e inferior (Brandis, 1907). O parênquima do mesofilo dos bambus é caracterizado por possuir projeções de suas paredes celulares para o interior de suas células (Brandis, 1907), denominadas de células invaginantes (Metcalf, 1956 e 1960; Soderstrom & Ellis 1988), no entanto, Freir (1959), chamou essas células de tabulares lobulados. O mesmo autor definiu outro tipo de parênquima em outras subfamílias da família Poaceae, chamado de parênquima raquimorfo. Esse parênquima foi definido por Freir (1959), por apresentar forma alargada com várias constrições, que as dividem em “corpo”, parecendo braços e apófises, essas semelhanças lembram uma coluna vertebral, sendo por isso denominadas pelo autor de parênquima raquimorfo.

Outra característica marcante no mesofilo dos bambus é a presença de células ou cavidades translúcidas, denominadas células fusóides. As células fusóides podem estar presentes ou não. Quando presentes limitam o clorênquima em uma ou duas camadas acima e uma abaixo e são largas e de paredes finas faltando cloroplastos e outros conteúdos (Brandis, 1907; Page, 1947; Metcalf, 1956; Renvoize, 1987; Judziewicz *et al*, 1999).

A nervura mediana da lâmina foliar apresenta-se bastante marcante nas folhas dos bambus, sendo pobremente desenvolvidas ou ausentes nas demais gramíneas (Calderón & Soderstrom, 197; Soderstrom & Ellis, 1987). Os feixes vasculares estão envolvidos por

uma ou duas bainhas e por fibras ao redor (Metcalf, 1960; Wu, 1960; Renvoize, 1987; Judziewicz *et al.*, 1999; Motomura, 2004).

Os feixes vasculares dos bambus são organizados em diferentes níveis, dependendo do grau de desenvolvimento. Dessa forma, os feixes vasculares podem ser agrupados em feixes vasculares de 1ª, 2ª e 3ª ordem. Os feixes vasculares de 1ª ordem caracterizam-se por possuir elementos de vasos de metaxilema grandes e bem desenvolvidos em cada lado dos elementos do protoxilema, comumente apresentando lacunas do protoxilema por formação lisígina; os feixes vasculares de 2ª ordem caracterizam-se por apresentar distinção entre os elementos xilemáticos e floemáticos, não apresentar elementos do metaxilema desenvolvidos e pela ausência da lacuna do protoxilema; os feixes vasculares de 3ª ordem são pequenos, com elementos do xilema e floema indistinguíveis (Metcalf, 1960; Ellis, 1976; Renvoize, 1987).

Caracteristicamente os feixes vasculares dos bambus possuem dupla bainha (Wu, 1960). A bainha externa freqüentemente é incompleta, no entanto, a bainha interna é geralmente menor e completa, composta por células pequenas e com paredes espessadas, conhecida com bainha mestomática (Brown, 1958; Renvoize, 1987), no entanto, Motomura (2004) mostrou que em algumas espécies de bambus pode existir apenas uma bainha parenquimática completa envolvendo os feixes vasculares.

As bainhas vasculares são tipicamente circundadas por extensões de fibras que se estendem até as faces adaxial e abaxial (Judziewicz *et al.*, 1999). As bainhas dos feixes das gramíneas são características usadas na sistemática (Brown, 1958). As gramíneas festucóides possuem bainha dupla e as células parenquimáticas estão desordenadas no mesofilo, ao passo que as gramíneas panicóides possuem apenas uma bainha e as células parenquimáticas estão de forma radial no mesofilo, além da ocorrência de microtricomias, estão também presentes corpos silicificados de forma crenada e horizontal e as células curtas estão longitudinalmente em fileiras sobre as nervuras (Metcalf, 1956; Esau, 1976).

Os bambus, por possuírem combinações das festucóides e panicóides, como por exemplo, bainha dupla e microtricomias, corpos silicificados em forma crenada e vertical são considerados primitivos (Metcalf, 1956; Esau, 1976).

### 3.3 Secção transversal da bainha foliar

Dados sobre a anatomia da bainha foliar foram encontrados apenas no trabalho de Brandis (1907). Ainda de acordo com este autor a estrutura da bainha foliar caracteriza-se por apresentar estômatos, sem células buliformes e células fusóides; as células parenquimáticas não possuem invaginações na suas paredes. No entanto, ele afirma que não há uma grande quantidade de estômatos e nem clorofila em abundância. Sobre os feixes vasculares, ainda seguindo o mesmo autor, são circundados por fibras, as quais se estendem para ambas às superfícies.

### 3.4 Secção transversal do colmo

Existem poucos estudos referentes à anatomia do colmo dos bambus (Rúgulo de Agrassar & Rodríguez, 2003). Os colmos das gramíneas são tipicamente ocos ou preenchidos, cilíndricos e interrompidos em intervalos por secções transversais (Metcalf, 1960). As unidades ocas ou sólidas entre os septos representam os entrenós e os septos transversais são os nós, podendo ter o diâmetro do centro oco grande ou pequeno em relação ao diâmetro total do colmo (Metcalf, 1960).

O colmo é caracterizado por apresentar nós e entrenós. Os nós provêm uma intercomunicação transversal com suas paredes sólidas, chamadas de diafragma (Liese, 1998). Os entrenós possuem células fortemente orientadas axialmente, não havendo elementos celulares radiais (Liese, 1998).

Os colmos consistem de três sistemas de tecidos: o dérmico, o fundamental e o vascular (Esau, 1976; Sajo & Castro, 2003). As camadas externa e interna do colmo estão diferenciada em córtex e medula. A medula pode ser destruída no seu desenvolvimento, caracterizando um colmo fistuloso (Liese, 1998; 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 & Samuco, 1971; Grosser & Liese, 1971). A estrutura anatômica está determinada pela forma, tamanho, arranjo e número de feixes vasculares (Grosser & Samuco, 1971).

Anatomicamente 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). As células epidérmicas são alongadas axialmente, podendo existir entre elas as células suberosas, silicificadas e estômatos. Os estômatos possuem células guarda com formato ovóide e são horizontalmente mais largas do que amplas podendo estar no mesmo nível ou abaixo das células epidérmicas (Liese, 1998; Londoño *et al*, 2002). Subjacente à epiderme pode existir uma hipoderme, a qual pode ser constituída de células parenquimáticas de parede espessada ou de células esclerenquimáticas (Liese, 1998).

O parênquima cortical geralmente é homogêneo, consistindo de várias camadas de células com paredes finas e espessas, conectando-se com numerosas pontoações simples entre elas (Grosser & Liese, 1971; Liese, 1998). Em secção longitudinal, as células do parênquima do córtex são formadas por células longas e curtas, sendo que as células longas usualmente possuem paredes espessadas, ao passo que as células curtas são pequenas e cúbicas. Estas células caracterizam-se por possuírem denso citoplasma e paredes finas e por não lignificarem com a idade como as células longas (Londoño *et al*, 2002). A função destes dois tipos de células parenquimáticas permanece desconhecida (Grosser & Liese, 1971).

O tecido mecânico (fibras) está presente em uma grande extensão na parte periférica do colmo, tendo como função resistir às distensões e aos estresses (Metcalf, 1960). As fibras constituem cerca de 40% do volume do tecido esclerenquimático do colmo. De acordo com Liese (1998), o comprimento influencia a resistência do colmo. As bainhas esclerenquimáticas circundam os feixes vasculares, variando no tamanho, na forma e localização (Londoño *et al*, 2003).

Na região da medula, em caules fistulosos, a parte interna chamada de lacuna está circundada por camadas celulares (Liese, 1998). Na região periférica da lacuna não há feixes vasculares. Esta região é composta por células parenquimáticas, que são freqüentemente espessadas e lignificadas (Liese, 1998).

Em relação aos feixes vasculares, um feixe vascular individual típico dos bambus é mais ou menos circular, ou oblongo a elíptico (Metcalf, 1960). Neste ponto, os feixes vasculares caracterizam-se por serem colaterais e por possuírem dois vasos de metaxilema entre cada espaço intercelular existente que foi originado a partir do protoxilema. O floema possui tubo crivado grande, de paredes finas sem espessamento e geralmente conectadas por várias células companheiras. Os feixes vasculares estão circundados tanto por uma bainha parenquimática lignificada como também por uma bainha esclerenquimática, diferindo no tamanho e na forma de acordo com a espécie de bambu e sua posição no colmo (Metcalf, 1960 e Grosser & Liese, 1971).

Os feixes vasculares dos bambus podem ser divididos em três regiões iguais, sendo elas: periférica de transição e interna (Grosser & Zamuco, 1971). A forma, tamanho, número e concentração dos feixes muda continuamente a partir da periferia do colmo em direção ao centro (Grosser & Liese, 1971).

A primeira zona (periférica), é composta de feixes vasculares imediatamente adjacentes ao córtex, que estão arranjados e orientados mais ou menos em fileiras tangencialmente, sendo menores e mais numerosos. Na segunda zona, a zona de transição, as bainhas esclerenquimáticas dos feixes vasculares são mais ou menos fundidas com as fibras (tipos básicos de feixes vasculares não são formados nesta zona). A terceira zona é ampla, e a distribuição de feixes vasculares determina a aparência anatômica da secção transversal. Nesta zona central, os feixes vasculares atingem o grau máximo de diferenciação. A quarta zona pode ser distinguida por seus feixes vasculares freqüentemente pequenos, simplificados e desorientados (Grosser & Liese, 1971; Grosser & Zamuco, 1971).

Em bambus que não formam touceiras, os feixes vasculares podem ser divididos em quatro tipos básicos: a) Tipo I: os feixes vasculares centrais estão circundados por quatro bainhas esclerenquimáticas sobre os lados. Estes feixes vasculares são simétricos, quase do mesmo tamanho, este tipo é chamado de “tipo-aberto” e está presente em espécies com rizoma leptomorfo; Tipo II: apresenta a região central vascular circundada por bainha esclerenquimática, sendo que a bainha interna envolve o protoxilema; dessa forma, é notavelmente maior do que as duas laterais e estendem-se como uma forma de leque; este tipo é conhecido como “cintura-justa”, e ocorre em rizomas paquimorfo; Tipo III: Este

feixe vascular consiste de duas partes: a primeira é constituída pelas células esclerenquimáticas que se localizam nos feixes vasculares centrais, ao passo que na segunda parte as células esclerenquimáticas estão circundando o lado interno dos feixes vasculares na região central. A bainha esclerenquimática do protoxilema é menor do que as outras; este tipo é chamado de “cintura-interrompida”. O quarto tipo consiste de três partes: fibras centrais com pequena bainha esclerenquimática e duas fibras isoladas localizadas no floema e no lado do protoxilema; este é chamado de “dupla cintura-interrompida” e está presente em rizomas paquimorfos (Grosser & Liese, 1971; Liese, 1998).

Como já foi dito, os feixes vasculares dos bambus que não formam touceiras estão classificados dentro dos quatro tipos gerais citados acima, dessa forma facilitando a segregação e a identificação da maioria das espécies. No entanto, os bambus de touceiras não estão classificados dentro dos quatro tipos gerais dos feixes vasculares, dificultando, dessa forma, a diferenciação entre uma espécie e outra (Grosser & Zamuco, 1971). Isto ocorre devido aos fatos que os bambus que não formam touceiras apresentam uma grande variação na estrutura anatômica de entrenó a entrenó. Já nos bambus de touceiras não há esta diferenciação, embora tenham um elevado conteúdo de feixes vasculares (vasos e tubos crivados), menos fibras e possuam estrutura anatômica diferente na parte mediana e no interior do colmo. Consistem, dessa forma, de dois vasos de metaxilema, um floema grande com formato longo a oval, pequenos espaços intercelulares e pequenas bainhas esclerenquimáticas com forma de foice, ao contrário dos bambus que não formam touceiras (Grosser & Zamuco, 1971).

### 3.5 Secção transversal da raiz

A literatura referente à anatomia da raiz de bambu é escassa (Raechal & Curtis, 1990). Em secção transversal, as células epidérmicas possuem paredes externas delgadas. Há freqüentemente uma exoderme de parede espessada subjacente à epiderme, e contíguo a exoderme uma zona restrita de fibras, as quais formam um anel de esclerênquima (Metcalf, 1960).

A raiz possui um córtex amplo, apresentando duas partes: a parte externa e a parte interna. A parte externa apresenta células radiais e espaços intercelulares, os quais surgem devido ao aumento em circunferência da raiz e de algumas células colapsadas. A segunda parte, chamada de interna, consiste de células parenquimáticas que estão arranjadas em fileiras radiais com pequenos espaços intercelulares entre elas (Metcalf, 1960).

A camada mais interna das células corticais está em contato com uma endoderme que circunda o estelo. As células endodérmicas possuem um espessamento característico nas paredes celulares, podendo ser em forma de “U” ou “O”. Esses espessamentos ocorrem na tribo Bambuseae e em duas subtribos: Arundinariinae e Bambuseae (Metcalf, 1960; Soderstrom & Ellis, 1987). Subjacentes às mesmas, um restrito periciclo pode ser reconhecido imediatamente sobre o lado interno da endoderme, mas esta zona não é sempre clara (Metcalf, 1960).

Em relação aos feixes vasculares, o número de vasos de metaxilema varia com o diâmetro da raiz. Na maioria das raízes os vasos de protoxilema são pequenos em diâmetro, ao passo que os elementos do metaxilema são maiores e duas vezes mais numerosos do que os vasos do metaxilema. Os mesmos alternam-se com pequenas fibras do floema, que se tornam indistinguíveis na maturidade (Metcalf, 1960).

Goller (1977), classificou as raízes da família Poaceae em três tipos: panicóides, oryzoide e pooide. Os caracteres para estes três tipos foram sumarizados por Clark e Fisher (1987), como a seguir: 1) o tipo panicóide tem células corticais internas que são regularmente radiais, arranjadas com espaços intercelulares tetragonais, ordenados em círculos concêntricos; o diâmetro do estelo é freqüentemente grande com espaço intercelular na medula; usualmente, apresentam mais de sete vasos do metaxilema, sendo que algumas vezes, mais que doze estão presentes; 2) O tipo pooide é caracterizado por células corticais com espaços intercelulares irregulares, diâmetro do estelo tendendo a ser menor, espaços intercelulares ausentes na medula e geralmente 2-6 vasos do metaxilema (acima de 12) ou somente um vaso de metaxilema circundado por 3-10 vasos de protoxilema; 3) O tipo oryzoide é intermediário, ou seja, possui caracteres das raízes panicóide e pooide.

O estudo feito pelos autores Raechal & Curtis (1990), afirmam ocorrer uma predominância do tipo panicóide, no entanto, numerosos caracteres pooide estavam

presentes, sugerindo que a maioria dos bambus pertencem a um tipo intermediário tipo oryzoide. Segundo Raechal & Curtis (1990), nenhum tecido ou características anatômicas coincidiu nas espécies estudadas, ou seja, nenhuma característica encontrada foi uniforme dentro da tribo. Dessa forma, eles concluíram que provavelmente a anatomia de raiz pode ser útil na diferenciação dos níveis de táxons abaixo de tribo.

### 3.6 Secção transversal do rizoma

Os caules subterrâneos dos bambus freqüentemente foram esquecidos pelos primeiros coletores de bambus, taxonomistas (Liese, 1998) e praticamente desconhecidos pelos anatomistas (McClure, 1966). Isto ocorre devido aos taxonomistas não considerarem importante a forma dos rizomas para a sistemática dos bambus, ainda hoje, existem divergências sobre a utilização de caracteres do rizoma para a separação de subtribos, no entanto, se aceita como valor sistemático junto com outros caracteres na separação de gêneros (Stapleton, 1998).

Os rizomas são particularmente importantes para os bambus, tanto ecologicamente como horticulturalmente; eles controlam quando o colmo deve se desenvolver e como se dispersar, além de ditar técnicas de propagação vegetativa, transporte e estocagem de nutrientes (Liese, 1998; Stapleton, 1998).

O rizoma é um eixo segmentado, possuindo nó e entrenós e se constitui tipicamente de duas partes: o rizoma propriamente dito e o rizoma “neck”. O primeiro é caracterizado pela presença de raízes e gemas solitárias em todos ou na maioria dos nós, sendo estas envolvidas por uma bainha. O segundo é a parte basal do rizoma propriamente dito, essa parte é a primeira a se desenvolver, seu tamanho geralmente é curto em forma obcônica, porém pode alongar-se de forma obliterada (McClure, 1966).

Uma das grandes dificuldades de se estudar o rizoma dos bambus, é pelo mesmo não ter uma terminologia apropriada, dificultando dessa forma estudos de níveis elevados (Stapleton, 1998). A classificação mais apropriada é a de McClure (1966), ele classificou os rizomas em dois grupos, paquimorfo (simpodial e determinado) ou leptomorfo (monopodial e indeterminado). O rizoma paquimorfo foi dividido dentro de duas subformas: “curto-

neck” e “longo-neck”, sendo a primeira caracterizada por ser relativamente curta, com o diâmetro mais espesso que o comprimento do entrenó e colmo com hábito em touceiras, enquanto que a segunda apresenta-se mais ou menos alongada, com o diâmetro menor do que o entrenó e os colmos aparecem dispersos; portanto, podemos diferenciar o primeiro rizoma do segundo por ser curto e compacto (Ding, Tang & Chao, 1998; Judziewicz *et al.*, 1999).

Como o rizoma é o órgão menos estudado dos bambus (McClure, 1966), pouco se sabe sobre suas estruturas anatômicas; logo, as pesquisas referentes à anatomia aplicada à sistemática de rizoma paquimorfo são escassas (Ding, Tang & Chao, 1996).

Em geral, as estruturas anatômicas do rizoma em secção transversal são basicamente similares ao colmo (Liese, 1998). Existem diferenças na espessura do córtex, orientação aleatória dos feixes vasculares, fibras pouco desenvolvidas, medula preenchida e fistulosa (Liese, 1998).

Em secção transversal, a epiderme apresenta células longas, células curtas silicificadas e estômatos. Subjacente a epiderme há uma hipoderme com duas a três camadas de células esclerenquimáticas, estas células são interrompidas pelas células parenquimatosas que estão sobre o estômato (Liese, 1998). A composição do córtex diferencia-se entre as espécies, dessa forma, Liese (1998) descreveu para *Pleioblastus yixingensis* (Arundinariinae) somente duas ou três camadas de células parenquimáticas, já para *Phyllostachys heteroclada* (Shibataeinae) mais de 30 camadas com canais aeríferos, neste contexto McClure (1963) observou canais aeríferos bem desenvolvidos na espécie *Arundinaria tecta* (Arundinariinae). Segundo esse autor a ausência e a presença desses canais são úteis para diferenciar espécies que estão em estágio vegetativo.

A estrutura dos feixes vasculares em secção transversal é similar a do colmo, apresentando o xilema consistindo de um ou dois pequenos vasos de protoxilema com espessamento anelar podendo ocorrer tiloses e dois vasos de metaxilema (Ding, Tang & Chao, 1996; Liese, 1998). O floema geralmente não está orientado para a epiderme (externamente), sendo observado mais próximo da cavidade medular, apresenta grandes tubos crivados que se caracterizam por numerosos crivos e células companheiras (Liese, 1998). As fibras são pobremente desenvolvidas, e podem ser observados circundando os elementos condutores ou apenas circundando o xilema ou o floema (Liese, 1998).

Anatomicamente, os rizomas paquimorfo e leptomorfo são distintos (Ding, Tang & Chao, 1996; Liese, 1998). As espécies que possuem rizomas paquimorfos crescendo em altitude elevada como por exemplos nos gêneros *Fagesia* e *Yusbania* apresentam rizoma sólido, uma endoderme bem definida de parede espessada e abaixo do qual há normalmente um anel de fibras, enquanto que as espécies que crescem em altitude baixa como *Bambusa*, *Dendrocalamums* e *Schizostachyum* não possuem endoderme e anel de fibras (Ding, Tang & Chão, 1996; Liese, 1998).

A característica mais peculiar dos rizomas paquimorfos é a estrutura dos feixes vasculares. O xilema consiste de somente um vaso de metaxilema podendo ter o protoxilema pouco desenvolvido ou ausente (Ding, Tang & Chao, 1996; Liese, 1998). As bainhas esclerenquimáticas ou são pobremente desenvolvidas envolvendo os feixes vasculares ou circundam apenas o floema, não havendo bainha de fibras isoladas no córtex (Ding, Tang & Chao, 1996; Liese, 1998).

Segundo Liese & Ding (1991) o sistema vascular dos rizomas paquimorfos é semelhante ao diafragma do nó dos colmos; a bainha torna-se grande em diâmetro e os elementos condutores anastomosados são intensamente desenvolvidos.

As estruturas anatômicas dos bambus que apresentam rizoma paquimorfo foram classificadas dentro de dois tipos básicos e quatro subtipos (Ding, Tang & Chao, 1996). Espécies pertencentes ao tipo I crescem em baixa altitude e possuem inflorescência indeterminada, caracterizam-se pela ausência de fibras circundando o córtex, da endoderme e das cavidades aeríferas. As espécies pertencentes ao tipo II crescem em elevada altitude e tem inflorescência determinada, caracterizando-se principalmente pela presença do anel de fibras no córtex. Esse segundo tipo apresenta quatro subtipos que são: 1) cavidades aeríferas e endoderme presente; 2) cavidades aeríferas presentes, porém ausência da endoderme; 3) endoderme presente, no entanto ausência das cavidades aeríferas e 4) ausência das cavidades aeríferas e endoderme (Ding, Tang & Chao, 1996).

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Material botânico

Foi realizada uma saída de campo em março de 2005 e teve como destino a cidade de Mineiros localizada no Estado de Goiás. Nesta saída foram amostrados 3 indivíduos de 3 populações diferentes da espécie *Filgueirasia arenicola*. Dois indivíduos de duas populações foram amostrados na rodovia entre a cidade de Jataí e Mineiros e o terceiro indivíduo foi coletado no Parque Nacional das Emas.

Os indivíduos amostrados entre a cidade de Jataí e Mineiros (ao lado da BR-364) foram chamadas de “P1” e “P2”, nas coordenadas geográficas 17°.40'02''.4''S-52°.15'46.6''W e 17°.40'12''.8''S e 52°.14'57''.6''W, respectivamente. O terceiro indivíduo foi chamado de “PNE” coletado no Parque Nacional das Emas com coordenada geográfica 17°.59'49.0''S e 52°.56'18.5''W.

Os materiais de *F. arenicola* foram herborizados e posteriormente incluídos nos herbários da Universidade de Brasília (UB) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do Distrito Federal, Brasil.

As espécies foram identificadas pelo Dr. Tarciso S. Filgueiras, especialista na família Poaceae. As informações morfológicas foram baseadas na obra Príncipe (McClure, 1973) e no trabalho de Guala (1995).

## 4.2 Técnicas histológicas

Para a análise histológica foram coletados folhas e colmos do penúltimo entrenó no sentido acrópeto; além desses, foram coletados também raízes e rizomas de três indivíduos em cada localidade. Para posteriores estudos anatômicos, o material vegetal foi armazenado em álcool 70°GL (Jensen, 1962). Foram realizadas secções anatômicas transversais nos três indivíduos, sendo confeccionadas 30 lâminas à mão-livre e 30 em micrótomo rotatório. Para a análise da epiderme em vista paradérmica, foi adotado o mesmo padrão de quantidade de lâminas. Posteriormente, as lâminas foram fotomicrografadas no microscópio Olympus CX 31 com câmera digital Olympus Camedia C7070 Wide Zoom.

Para as descrições anatômicas adotou-se a terminologia de Metcalfe (1960) e de Ellis (1976 e 1979).

Os procedimentos para estudos em microscopia óptica foram realizados no Laboratório de Anatomia Vegetal da UnB.

Para padronização do estudo, a epiderme em vista paradérmica foi seccionada em pequenos retângulos da região mediana foliar, ao passo que para os cortes em secção transversal da lâmina foliar, bainha foliar, colmo, raiz e rizoma adotou-se a região mediana.

Para a obtenção da epiderme em vista paradérmica, os cortes foram colocados na solução de Franklin, permanecendo por 15 dias em estufa a 40°C (Franklin, 1945). Os fragmentos obtidos foram corados com 2 corantes aquosos: Azul de metileno com bórax ou Safranina 1%. Os cortes foram montados em glicerina 50% entre lâminas e lamínulas e lutados com esmalte (Purvis, Collier & Walls, 1964).

Para obtenção do macerado da folha, bainha e colmo utilizou-se a solução de Franklin por volta de 15 dias em estufa a 40°C (Franklin, 1945). Em seguida foram corados com corante aquoso Safranina 1%. Os cortes foram montados em glicerina 50% entre lâminas e lamínulas e lutadas com esmalte (Purvis, Collier & Walls, 1964).

Com a finalidade de obtenção dos cortes transversais à mão-livre da lâmina foliar, bainha, raiz e colmo, o material foi colocado em glicerina 50% e fervido por 5 minutos. O colmo foi autoclavado por 4 horas diárias durante 5 dias para então ser seccionado a mão-livre. Em seguida, os cortes foram clarificados em hipoclorito de sódio a 30% com 2% de cloro ativo por no mínimo 2 dias.

Os cortes foram lavados em água destilada e corados com Azul de alcian e Safranina alcoólica 1% na proporção 6/1. Logo após a coloração, os cortes foram submetidos à série alcoólica crescente (Johansen, 1940). Feito isto, os cortes foram montados entre lâminas e lamínulas usando como meio de montagem resina sintética (Paiva *et al.*, 2006).

Para os testes histoquímicos foram utilizados os seguintes reagentes específicos: lugol, para a identificação do amido (Johansen, 1940); floroglucinol acidificado, para a identificação de lignina (Johansen, 1940); sudan IV, para identificação da cera (Johansen, 1940), suberina e cutina (Sass, 1951) e cloreto férrico 10%, para a identificação de substâncias fenólicas (Johansen, 1940). Os cortes foram montados em glicerina 50% entre lâminas e lamínulas e lutadas em esmalte (Purvis, Collier & Walls, 1964).

Para obter os cortes transversais de raiz, colmo e rizoma em micrótomo rotatório, os mesmos foram colocados em frascos- contendo água destilada e glicerina comercial, sendo os mesmos posteriormente submetidos à pressão na autoclave por 4 horas diárias durante uma semana.

Para obtenção das lâminas permanentes utilizou-se o processo de desidratação em série alcoólica (Johansen, 1940). O material foi incluído em parafina e, posteriormente, (antes da secção), os blocos foram colocados em placa de petri contendo solução de ácido fluorídrico 5% por cerca de 3 dias. Em seguida foram seccionados com espessura de 15 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) no micrótomo Leica com navalha de aço. Posteriormente, os cortes passaram por uma bateria de coloração, no qual foram usados os corantes alcoólicos Safranina e Fast Green 1% (Johansen, 1940). Logo após a coloração os cortes foram montados entre lâminas e lamínulas usando como meio de montagem resina sintética (Paiva *et al.*, 2006).

Para o estudo em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) utilizou-se o aparelho JEOL JSM 840-A do Laboratório de Microscopia Eletrônica da UnB, com fotografias registradas em filme Neopan SS (Fuji) usando a metodologia de Guala (1995) com modificações.

A análise anatômica quantitativa da folha, caule e da densidade estomática em um campo de  $1\text{mm}^2$  foi efetuada a partir de fotografias digitais obtidas em máquina Olympus acoplada ao microscópio óptico Olympus, a partir de 30 medições em vista paradérmica, macerado e secções transversais. Utilizou-se programa analisador Image Pro-Plus versão

4.5.122 para Windows para realizar as mensurações, no Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA de Brasília/DF. Os valores determinados estão expressos em valores médios acompanhados dos respectivos desvios-padrão, números mínimos e máximos. As células silicificadas quadrangulares não foram analisadas anatomicamente já que foram identificadas posteriormente e os microtricomas na superfície adaxial não se apresentaram em quantidade suficiente.

Para o estudo morfométrico, foram mensurados, com auxílio de trena e paquímetro, altura total, altura da primeira ramificação, comprimento do ramo, comprimento do entrenó acima e abaixo da primeira ramificação, diâmetro do entrenó acima e abaixo da primeira ramificação, diâmetro do nó na inserção da primeira ramificação, diâmetro do nó acima e abaixo da primeira ramificação, diâmetro da medula, espessura do córtex, comprimento e largura da folha e comprimento e largura da bainha. A quantidade de entrenós e o número de folhas da primeira ramificação foram contados manualmente.

Foram utilizadas 30 repetições para os dados morfológicos, e as médias submetidas à análise de variância, com comparação de teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para comparar as medidas externas entre as diferentes localidades foi utilizado o teste de correlações [Coeficiente de Correlação Linear de Pearson ( $r$ )], seguido de análise fatorial, análise de componentes principais e análise de conglomerados (cluster). As medidas de largura da bainha foliar não foram utilizadas por não apresentarem diferenças. Em anexo seguem os dados e as análises estatísticas detalhadas utilizadas para os dados anatômicos e morfológicos.

As lâminas produzidas estão depositadas no laminário do laboratório de Anatomia vegetal do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília (UnB).

## 5. Resultados/Discussão

### 5.1 Breve descrição morfológica

#### *Filgueirasia arenicola* (McClure) G.F. Guala (Fig. 01)

Plantas formando touceiras vigorosas com rizoma paquimorfo. Colmo ereto, espessado, liso, glabro, verde e oco com 11 entrenós (8-14)<sup>1</sup> e altura de 118cm de comprimento (65.5-165cm); Altura da primeira ramificação de 51cm (13.5-97.5cm); Número de folhas da primeira ramificação 14 (2-35); Comprimento do complemento de ramo de 8cm (3-40cm); Folhas do complemento de ramo possuindo lâminas foliares lanceoladas de ápice acuminado, base atenuada, glabra em ambas as faces de 18cm de comprimento (5.1-25.5cm) e 0.04cm de largura (0.02-0.04cm); Bainhas foliares persistentes, membranáceas, de 6cm de comprimento (3.5-14cm), com lígula na porção distal. Comprimento do entrenó acima da primeira ramificação de 18cm (6.3-27.8cm); Comprimento do entrenó abaixo da primeira ramificação de 19cm (7-28cm); Diâmetro do entrenó acima da primeira ramificação de 0.28cm (0.081-0.39cm); Diâmetro do entrenó abaixo da primeira ramificação de 0.31cm (0.137-0.42cm); Diâmetro do nó na inserção da primeira ramificação de 0.33cm (0.185-0.51cm); Diâmetro do nó acima da primeira ramificação de 0.31cm (0.163-0.45cm); Diâmetro do nó abaixo da primeira ramificação de 0.35cm (0.14-0.57cm); Diâmetro da medula de 0.16cm (0.065-0.28cm); Espessura do córtex de 0.07cm (0.04-0.12cm).

---

<sup>1</sup> valores entre parênteses representam as medidas mínimas e máximas respectivamente.

A tab. 1 apresenta a comparação dos dados da morfologia externa da espécie *F. arenicola*, dos indivíduos do “P” 1, “P” 2 e P.N.E.

**Tab. 1**  
**Comparação das médias dos dados da morfologia externa, utilizando o teste de Tukey, por localidade**

<b>Variáveis</b>	<b>“P” 1 (cm)</b>	<b>“P” 2 (cm)</b>	<b>P.N.E (cm)</b>
<b>Quantidade de entrenós</b>	10 b*	11 a	12 a
<b>Altura total</b>	105,96 b	106,32 b	143,63 a
<b>Altura da 1º ramificação</b>	47,21 b	43,31 b	63,65 a
<b>Número de folhas da 1ª ramificação</b>	13 b	18 a	13 b
<b>Comprimento do ramo complementar</b>	7,16 b	7,77 ab	10,36 a
<b>Comprimento do entrenó acima 1ª ramificação</b>	16,52 b	18,77 ab	19,26 a
<b>Comprimento do entrenó abaixo 1ª ramificação</b>	19,12 b	20,38 ab	21,91 a
<b>Diâmetro do entrenó acima 1ª ramificação</b>	0.26 b	0.27 b	0.33 a
<b>Diâmetro do entrenó abaixo 1ª ramificação</b>	0.29 b	0.30 b	0.36 a
<b>Diâmetro do nó inserção</b>	0.31 b	0.35 a	0.35 a
<b>Diâmetro do nó acima da 1º ramificação</b>	0.30 b	0.33 ab	0.32 a
<b>Diâmetro do nó abaixo da 1 ramificação</b>	0.32 b	0.37 ab	0.36 a
<b>Diâmetro da medula</b>	0.15 b	0.14 b	0.19 a
<b>Espessura do Córtex</b>	0.06 b	0.09 a	0.08 a
<b>Comprimento da Folha dos ramos complementares</b>	17,11 b	19,97 a	18,48 ab
<b>Comprimento da Bainha dos ramos complementares</b>	5,77 b	6,11 ab	6,84 a
<b>Largura da Folha dos ramos complementares</b>	0.1 a	0.02 b	0.02 b

\*Valores na mesma linha e seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey 0,05 de probabilidade.

Por meio dos dados apresentados na Tab. 1 verifica-se que os indivíduos do P.N.E apresentam maior média que os do “P” 1 e do “P” 2 em 10 dos 17 aspectos analisados e estatisticamente o P.N.E. difere dos outros dois pontos no que se refere à altura total, altura da 1ª ramificação, diâmetro do entrenó abaixo e acima da 1ª ramificação e diâmetro da medula. Possivelmente isso ocorre devido ao fato dos indivíduos do “P” 1 e do “P” 2 estarem em áreas sob intensa ação antrópica, enquanto que os indivíduos do P.N.E. estão em áreas protegidas sofrendo, com isto, menor competição de agentes característicos da antropização do ambiente natural.

Para a análise de conglomerados (cluster) foi utilizado o Método de WARD. Esse procedimento tende a combinar agrupamentos homogêneos com um pequeno número de

observações. A análise visual dos grupos homogêneos indica a formação de 4 fatores (ver Apêndice A e B). O primeiro fator mostra que a variável diâmetro do entrenó acima e abaixo do 1ª ramificação, diâmetro do nó na inserção e diâmetro acima e abaixo da 1ª ramificação apresenta a maior concentração, ao passo que a variável comprimento do ramo e da bainha concentra-se no fator 2. No que se refere à altura total do colmo e a quantidade de entrenós, os fatores 3 e 4, respectivamente, são os que apresentam as maiores concentrações. Na Tab. 2 está representado o resumo da análise de conglomerados (cluster) dos dados da morfologia externa de *F. arenicola*.

**Tab. 2**  
**Resumo dos conglomerados (cluster) de variáveis**

Cluster	Variable	R-squared with		1-R**2 Ratio	Variable Label
		Own Cluster	Next Closest		
<b>Cluster 1</b>	<b>CEAc1</b>	0.6095	0.1481	0.4584	Comp. entrenó acima 1ª ramif.
	<b>CEAb1</b>	0.4092	0.2648	0.8036	Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.
	<b>DEAc1</b>	0.7103	0.2331	0.3777	Diâm. entrenó acima 1ª ramif.
	<b>DEAb1</b>	0.7877	0.1745	0.2571	Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.
	<b>DNI</b>	0.8275	0.0800	0.1875	Diâm. nó inserção
	<b>DNAc1</b>	0.6829	0.0568	0.3363	Diâm. nó acima da 1ª ramif.
	<b>DNAb1</b>	0.6330	0.0642	0.3922	Diâm. nó abaixo da 1ª ramif.
	<b>Medu</b>	0.6579	0.2483	0.4551	Medula
	<b>Corx</b>	0.4622	0.1808	0.6565	Córtex
<b>Cluster 2</b>	<b>CR</b>	0.4476	0.1036	0.6162	Comprimento do ramo
	<b>CB_A</b>	0,688	0.065	0.334	Comprimento da Bainha
<b>Cluster 3</b>	<b>AT</b>	0.6042	0.3844	0.6429	Altura total
	<b>CF_C</b>	0.6042	0.0924	0.4361	Comprimento da Folha
<b>Cluster 4</b>	<b>QE</b>	0.6899	0.0869	0.3396	Quantidade. de entrenós
	<b>LF_C</b>	0.6899	0.1194	0.3521	Largura da Folha

Nota: Comp.: Comprimento; Ramif.: Ramificação; Diâm.: Diâmetro

No que se refere às relações entre dados morfológicos e as localidades de coleta, a Tab. 3 mostra que o cluster 1 é o que contempla a maior quantidade de observações (49), o que representa 54,44% do total das observações. Portanto, podemos inferir que as variáveis do cluster 1 (Tab. 2) são as mais representativas para a espécie *F. arenicola* nas 3 localidades.

**Tab. 3**  
**Distribuição dos conglomerados (cluster) por localidade**

Cluster	Local			Total
	Ponto1	Ponto2	P.N.E.	
<b>1</b>	3	23	23	49
	3.33	25.56	25.56	54.44
<b>2</b>	10	2	3	15
	11.11	2.22	3.33	16.67
<b>3</b>	17	5	4	26
	18.89	5.56	4.44	28.89
<b>Total</b>	30	30	30	90
	33.33	33.33	33.33	100.00



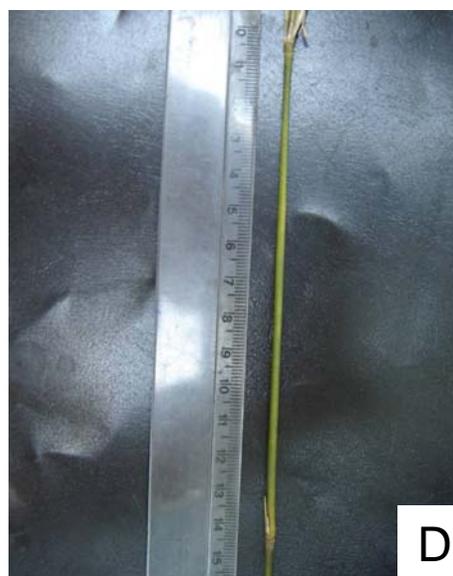
A



B



C



D



E



F



G

Figura 1- A-G- *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala. A- Planta no campo em seu habitat. . B- Rizoma e raízes. Fig. C- Vista Geral do colmo. Fig. D- Colmo (Nós e Entrenó). Fig. E- Folha do colmo. Fig. F- Ramos complementares. Fig. G- Lâmina foliar.

## 5.2 Morfologia Interna

### 5.2.1 Vista paradérmica da lâmina foliar

Em vista paradérmica, a epiderme da lâmina foliar de *F. arenicola* consiste de células de formas e tamanhos variados, organizadas em zonas costais e intercostais (Fig. 02).

Na superfície adaxial, as zonas costais possuem aproximadamente vinte fileiras de células longas alternando-se com as células curtas e tricomas. Nas zonas intercostais há três a oito fileiras de células longas entremeadas com as células curtas, tricomas, estômatos e quatro a 11 fileiras de células buliformes centrais (Fig. 02 e 03).

A superfície abaxial apresenta os mesmos tipos celulares da superfície adaxial com exceção das células buliformes, entretanto, diferem no número de fileiras; na zona costal ocorrem quatro a dez fileiras e na zona intercostal até dez fileiras (Fig. 04).

As células longas da zona costal e intercostal são retangulares de paredes anticlinais fortemente sinuosas com espessamento variado, na superfície adaxial são mais espessas que na abaxial (Fig. 02 e 04). As células longas possuem de duas a sete papilas de tamanhos variados localizadas centralmente com formas cônicas a circulares (Fig 07 e 09).

Há apenas um tipo de célula curta presente na epiderme, as células silicificadas. As mesmas foram medidas em comprimento e espessura em ambas superfícies (Tab. 4 e 5). As formas são: crenadas 4.59-5.64  $\mu\text{m}$  adaxialmente e 4.38-5.33  $\mu\text{m}$  abaxialmente, nodular 8.4-3.68  $\mu\text{m}$  adaxialmente e 2.4-5.29  $\mu\text{m}$  abaxialmente e quadrangulares posicionando-se verticalmente entre as células longas (Fig. 05).

As células buliformes são maiores que as células longas e possuem formas retangulares a hexagonais com paredes celulares delgadas e retas (Fig. 03).

Os estômatos estão distribuídos em quatro a oito fileiras e localizam-se em sulcos protegidos por quatro a nove projeções de papilas, o que dificulta a visualização de sua real forma (Fig. 02, 07, 08, 09 e 10). Na face adaxial há uma média de  $343 \pm 43.35$  estômatos por  $\text{mm}^2$  e, na superfície abaxial,  $254 \pm 43.44$  (Tab.4 e 5).

Ocorrem diferentes tipos de tricomas na epiderme: os microtricomas, os ganchos e os espinhos. Os microtricomas consistem de duas células com aproximadamente o mesmo tamanho ocorrendo com mais frequência na superfície abaxial. Os tricomas em gancho e

espinho são unicelulares podendo ter base curta ou dilatada; os de base curta são encontrados apenas na superfície adaxial, e os de base dilatada na superfície abaxial (Fig. 05, 07, 09, 10 e 11). O comprimento e espessura média dos tricomas em espinho e gancho na superfície adaxial são respectivamente: 5.26-2.64  $\mu\text{m}$  e 7,33-4.23  $\mu\text{m}$ . O comprimento e espessura média dos tricomas em espinho de base dilatada na superfície abaxial é 25.20-9.73  $\mu\text{m}$  e o microtricoma na célula basal 8,03-4,6  $\mu\text{m}$  e célula distal 8.25-2.96  $\mu\text{m}$  (Tab. 4 e 5).

### 5.2.2 Secção transversal da lâmina foliar

A folha em secção transversal é linear apresentando maiores reentrâncias na superfície adaxial, onde se observam as células buliformes (Fig. 12 ). O comprimento e espessura média da quilha é respectivamente 417.8-264.86  $\mu\text{m}$  (Tab. 6)

Ambas as superfícies possuem epiderme unisseriada. As células epidérmicas têm forma retangular com parede periclinal externa e cutícula espessa, evidenciada pelo sudan IV. O comprimento e espessura média das células epidérmicas e cutícula na superfície adaxial respectivamente são 18.7-12.26  $\mu\text{m}$  e 18.7-12.26  $\mu\text{m}$ . Na superfície abaxial o comprimento e espessura média das células epidérmicas e cutícula respectivamente são 11.39-11.2  $\mu\text{m}$  e 18,41-11.39  $\mu\text{m}$  (Tab. 7). As células epidérmicas alternam-se com as células silicificadas, as quais podem ocorrer em ambas as superfícies, com formas retangulares e triangulares (Fig. 13 e 14). O teste para as substâncias fenólicas reagiu positivamente, contudo foi mais acentuado na cutícula da epiderme (Fig. 15).

Os microtricomas ocorrem nas duas superfícies na zona intercostal, com maior frequência na superfície abaxial, ao passo que os espinhos e ganchos ocorrem somente na superfície adaxial geralmente próximo às células buliformes (Fig. 16 e 17).

As células buliformes ocorrem em agrupamentos de quatro a onze células em apenas uma camada em forma de leque com cutícula e paredes periclinais externas espessas (Fig. 18o).

A folha é anfiestomática com os estômatos localizados abaixo do nível das demais células epidérmicas (Fig. 19). O mesofilo homogêneo é composto de células

parenquimáticas raquimorfas de parede delgada e lúmen pequeno; estas células reagiram positivamente ao teste do amido (Fig. 06 e 20). Essas células localizam-se sempre nas zonas intercostais, separadas pelas bainhas dos feixes vasculares (Fig. 18). Subjacentes às células buliformes encontram-se as fibras intercostais que não chegam a formar uma camada contínua, podendo ter de nove a vinte e uma células; essas células também ocorrem em uma camada com oito a quinze células na superfície abaxial acompanhando, freqüentemente, a extensão do agrupamento das células buliformes (Fig. 18).

O sistema vascular consiste de feixes vasculares colaterais de 1ª e de 2ª ordem conforme classificação de Metcalfe (1960), apresentando duas bainhas. A mais externa constituída por células parenquimáticas que diferem das células raquimorfas pela forma e pela ausência de cloroplastos. Na bainha interna essas células são menores e lignificadas. As fibras da extensão da bainha de feixe são células pequenas de paredes celulares espessas estendendo-se para ambas as superfícies (Fig. 19). Somente o tecido xilemático reagiu positivamente ao teste de lignina (Fig. 21).

Os feixes de primeira ordem são maiores, apresentando dois vasos de metaxilema e três a quatro vasos de protoxilema, o floema apresenta-se conspícuo. Geralmente existem três a cinco feixes de primeira ordem, um na nervura mediana e um a dois em cada extremidade. Entre os feixes vasculares de primeira ordem encontram-se três a cinco feixes de segunda ordem; estes são menores com xilema e o floema facilmente distintos, mas não há formação dos vasos do metaxilema (Fig. 19).

Os bordos são marcadamente assimétricos com a extremidade esquerda aguda e a direita reta, ambas voltadas para cima. O comprimento e espessura média do bordo esquerdo é 647.23-260.23 µm e direito 634.29-270.66 µm (Tab. 6). Nos bordos há um feixe vascular de segunda ordem e parênquima raquimorfo preenchendo o mesofilo. Geralmente há estômatos, células silicificadas e subjacente à epiderme fibras (Fig. 22 e 23).

### 5.2.3 Secção transversal da bainha foliar

A bainha foliar dispõe-se de maneira involuta (Fig. 24). Em secção transversal, a epiderme da bainha foliar é semelhante à da lâmina foliar, entretanto, na superfície adaxial

as células epidérmicas comuns são distintas da superfície abaxial por apresentarem células retangulares mais alongadas e parede periclinal externa e cutícula delgada (Fig. 25).

As células silicificadas são encontradas apenas na superfície abaxial, e possuem forma retangular (Fig. 25). Os macrotricomas são unicelulares, fusiformes, com ápice agudo de parede celular espessa apresentando impregnação de sílica e localizando-se geralmente no ápice das extremidades dos bordos (Fig. 26).

A bainha é anfiestomática, com maior frequência de estômatos na superfície abaxial. Nessa superfície localizam-se abaixo do nível das células epidérmicas comuns e na superfície adaxial no mesmo nível (Fig. 25 e 27). O mesofilo é homogêneo apresentando até onze camadas de parênquima raquimorfo; essas células lignificam-se, e junto com as bainhas dos feixes podem tornar o mesofilo totalmente lignificado (Fig. 25).

O sistema vascular é constituído de feixes vasculares de primeira, segunda e terceira ordem. Os feixes de primeira e segunda ordem são semelhantes aos feixes da lâmina foliar. Geralmente há sete feixes de primeira ordem e seis de segunda ordem dispostos alternadamente (Fig. 28). Nos feixes de terceira ordem o xilema e o floema estão reduzidos a alguns elementos, localizando-se geralmente próximos às extremidades da bainha (Fig. 29 e 30).

**Tab. 4**  
**Comprimento e espessura das células silicificadas crenadas e nodulares, espinhos e ganchos e número médio de estômatos por mm<sup>2</sup> em vista paradérmica na superfície adaxial de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (µm)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (µm)</b>	<b>Máximo (µm)</b>
<b>Cél. sil. crenada</b>	Comprimento	4.59	1.91	2.59	11.41
	Espessura	5.64	2.08	3.22	10.06
<b>Cél. sil. nodular</b>	Comprimento	8.40	1.22	6.44	11.08
	Espessura	3.68	0.66	2.51	4.98
<b>Espinhos</b>	Comprimento	5.26	1.36	2.20	7.68
	Espessura	2.64	0.53	1.95	4.18
<b>Ganchos</b>	Comprimento	7.33	1.96	4.53	11.65
	Espessura	4.23	1.54	1.95	7.48
<b>Estômatos Quantidade mm<sup>2</sup></b>	Nº de estômatos	343.43	43.35	255.0	415.0

Nota: Cél.: Células; Sil.: Silicificadas.

**Tab. 5**

**Comprimento e espessura das células silicificadas crenadas e nodulares, espinho de base larga, microtricomias e número médio de estômatos por mm<sup>2</sup> em vista paradérmica na superfície abaxial de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Máximo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Cél. sil. crenada</b>	Comprimento	4.38	3.57	2.22	17.33
	Espessura	5.33	4.75	2.86	22.09
<b>Cél. sil. nodular</b>	Comprimento	2.40	0.69	1.43	4.27
	Espessura	5.29	1.52	3.04	9.25
<b>Microtricomias Cél. basal</b>	Comprimento	8.03	3.50	4.27	19.07
	Espessura	4.60	2.24	2.15	12.49
<b>Microtricomias Cél. distal</b>	Comprimento	8.25	4.47	4.53	22.33
	Espessura	2.96	1.25	1.64	6.77
<b>Espinho de base larga</b>	Comprimento	25.20	28.47	5.33	113.96
	Espessura	9.73	7.45	3.90	30.66
<b>Estômatos Quantidade mm<sup>2</sup></b>	Nº de estômato	254.0	43.44	167.0	382.0

Nota: Cél.: Células; Sil.: Silicificadas;

**Tab. 6**  
**Comprimento e espessura da quilha e bordos em secção transversal de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Máximo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Quilha</b>	Comprimento	417.80	38.34	360.81	509.17
	Espessura	264.86	21.86	228.99	330.03
<b>Bordo Esqu.</b>	Comprimento	647.23	51.68	571.83	755.57
	Espessura	260.23	21.41	236.13	311.78
<b>Bordo Dir.</b>	Comprimento	634.29	49.15	570.73	738.73
	Espessura	270.66	30.98	239.47	354.09

Nota: Esq.: Esquerda; Dir. Direita.

**Tab. 7**  
**Comprimento e espessura das células epidérmicas comuns e cutícula em secção transversal de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Máximo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Adaxial Cél. epid. comuns</b>	Comprimento	11.82	2.62	7.11	17.08
	Espessura	6.41	1.71	2.25	9.68
<b>Adaxial Cutícula</b>	Comprimento	18.70	3.39	13.06	26.44
	Espessura	12.26	1.65	9.11	15.99
<b>Abaxial Cél. epid. comuns</b>	Comprimento	11.20	2.59	6.03	16.38
	Espessura	8.67	2.47	2.84	15.13
<b>Abaxial Cutícula</b>	Comprimento	18.41	3.91	12.98	28.20
	Espessura	11.39	1.38	9.28	14.67

Nota: Cél.: Células; Epid.: Epidérmicas.

#### 5.2.4 Discussão da lâmina e bainha foliar

Em vista paradérmica, a epiderme de *F. arenicola* está dividida em zonas costais e intercostais, conforme Metcalfe (1960) descreveu para a família Poaceae. A epiderme de *F. arenicola* apresenta: células longas e curtas, células buliformes, tricomas, estômatos e papilas. Esses tipos celulares são característicos da subfamília Bambusoideae citados por Brandis (1907), Metcalfe (1960), Renvoize (1987) e Judziewicz *et al.* (1999).

As células longas de *F. arenicola* apresentam paredes bastante sinuosas e espessas. Essas características também foram encontradas em *Filgueirasia cannavieira* por Guala (1995 e 2003) e nos bambus asiáticos estudados por Brandis (1907). Entretanto, Soderstrom & Ellis (1988) mencionaram células longas sinuosas de parede delgada para doze bambus lignificados do Sri Lanka. Metcalfe (1960) observou que essas diferenças na forma, no contorno e na espessura das células longas poderiam resolver problemas taxonômicos. Nesse contexto, podemos observar na Tab. 8, que a forma e o contorno das células longas das subfamílias da família Poaceae são muito parecidas, portanto, essas características sozinhas não possuem caráter discriminatório significativo.

Segundo Guala (1995), em secção transversal as células silicificadas na epiderme de *F. arenicola* são retangulares; entretanto, ele não mencionou a forma das células silicificadas em vista paradérmica. No presente estudo foram encontradas várias formas celulares em vista paradérmica: nodular, crenada e quadrangular, em secção transversal, triangular e retangular. Esses resultados, além de fornecerem novos dados para a espécie, contribuem para os estudos de células silicificadas do Cerrado para a tribo Bambuseae realizados por Sendulsky & Labouriau (1966) e para a família Poaceae por Campos & Labouriau (1969), Teixeira da Silva & Labouriau (1970) e Sondahl & Labouriau (1970). Como se pode observar na Tab. 8, Ellis (1987) utilizou as células silicificadas como um caráter sistemático, descrevendo para a subfamília Bambusoideae células silicificadas do tipo halteriforme e crenada; logo *F. arenicola* enquadra-se na classificação proposta por esse autor, além de acrescentar novos tipos.

As células silicificadas dispõem-se verticalmente entre as células longas, sendo essa característica distintiva da subfamília Bambusoideae e das outras subfamílias onde essas células apresentam-se dispostas horizontalmente (Tab. 8).

As funções das células silicificadas, segundo Sondahl & Labouriau (1970), Motomura, Fujii & Suzuki (2004) e Prychid, Rudall, & Gregory (2004) estão relacionadas a solucionar problemas de balanço hídrico, trocas térmicas, refletância de radiação das epidermes, ataque de patógenos e reforço mecânico das estruturas foliares de gramíneas.

Guala (1995) descreveu para *F. arenicola* a ocorrência de três a doze células buliformes em apenas uma camada, no presente estudo foi observado de quatro a onze células também com uma camada. O mesmo autor (1995, 2003) observou em *F. cannavieira* de três a doze células em duas camadas; dessa forma, podemos distinguir as espécies desse gênero pela quantidade de camada de células buliformes. Essas características contribuem para taxonomia da subtribo Arthrostylidiinae juntamente com os dados encontrados por Gomes (2002) em espécies de *Merostachys* nas quais a autora observou agrupamento de duas a seis células buliformes em uma camada e por Santos-Gonçalves (2005) em espécies de *Colantheria* que encontrou de três a sete células buliformes também em uma camada.

As papilas são características marcantes dos bambus (Brandis, 1907; Metcalfe, 1960). Em *F. arenicola* ocorrem de duas a sete papilas por célula longa e de quatro a nove papilas sobre os estômatos na forma de projeções, prevalecendo a média de quatro projeções por estômatos. Guala (1995) citou a presença das papilas e projeções nessa espécie e em *F. cannavieira*; contudo não mencionou quantas papilas por células e projeções. O presente estudo corrobora com estudos feitos por Clark & Londoño (1991) e Santos-Gonçalves (2005) sobre as espécies *Rhipidocladum* e *Colantheria*, respectivamente, onde o padrão observado pelos autores referente às projeções sobre os estômatos foi igual ao da espécie *F. arenicola*, contribuindo dessa forma para a sistemática da subtribo Arthrostylidiinae.

As papilas possuem valor taxonômico pela distribuição e frequência (Metcalfe, 1960); como se pode observar na Tab. 8, as papilas são encontradas em quatro subfamílias, no entanto a subfamília Bambusoideae é a única que apresenta constância desse caráter. Soderstrom & Ellis (1987) afirmam que as papilas refrativas são quase exclusivas da subtribo Arthrostylidiinae. Essas papilas em *F. arenicola* provavelmente estão ligadas à

perda de água, pois segundo Metcalfe (1960), espécies que se encontraram expostas ao sol desenvolvem estratégias para evitar a perda de água, como papilas refrativas silicificadas.

A lâmina foliar da maioria das gramíneas é plana e expandida com os bordos simetricamente iguais (Ellis, 1976), no entanto, na espécie em estudo os bordos são assimétricos corroborando com Soderstrom & Ellis (1987), que afirmam que as espécies inclusas em Arthrotylidiinae geralmente apresentam uma acentuada diferença na estrutura das margens foliares.

Em secção transversal, a lâmina foliar de *F. arenicola* está de acordo com o tipo básico da anatomia foliar dos bambus descrito por Brandis (1907), Metcalfe (1956), Brown (1958), Metcalfe (1960), Calderón & Soderstrom (1973), Renvoize (1987), Ellis (1987) e Judziewicz *et al.* (1999) (Tab. 8). A epiderme é unisseriada com parede periclinal externa e cutículas espessas, confirmadas pelo corante sudan IV. Segundo Metcalfe (1985) e Fahn (1985) essas características evitam a perda de água por transpiração e ataque de patógenos.

A lâmina foliar de *F. arenicola* é anfiestomática como descrito por Guala (1995); Renvoize (1987) salienta que são raras as espécies de bambus que são anfiestomáticas. Ellis (1987), utilizou esse critério como característica taxonômica para distinguir grupos de bambus, como pode ser observado na Tab. 8. A densidade estomática em *F. arenicola* é aproximadamente igual em ambas as superfícies (Tab. 4 e 5). Segundo Parkhust (1978) e Ellis (1979), a presença dos estômatos em ambas as superfícies são provavelmente desenvolvidas pelas condições ambientais para aumentar a condutância máxima foliar ao dióxido de carbono e a taxa de fotossíntese durante períodos de disponibilidade de água, conforme Esau (1976), descreveu para as espécies que habitam lugares secos e quentes.

Os estômatos da espécie em estudo localizam-se em sulcos, protegidos pela cera e papilas; segundo Metcalfe (1960) e Dickison (2000), essas características são encontradas em gramíneas que habitam lugares de alta intensidade luminosa ou são desenvolvidas em respostas às condições ambientais para evitar a perda de água por transpiração. Como *F. arenicola* ocorre em ambiente seco e com alta intensidade luminosa provavelmente esses aspectos estejam ligados à perda de água.

No presente estudo encontrou-se tricomas e microtricomas tanto em vista paradérmica como em secção transversal em ambas as superfícies, contradizendo Guala (1995), que afirma a ausência dos tricomas em ambas as superfícies e a presença de microtricomas

somente na superfície abaxial de *F. arenicola*, enquanto que em *F. cannavieira* os tricomas estão presentes apenas na superfície adaxial e os microtricomas na superfície abaxial. Guala (1995) mensurou os microtricomas de *F. arenicola* como tendo 50-52  $\mu\text{m}$ , no entanto, no presente estudo encontrou-se 16.28-7.56  $\mu\text{m}$ ; essa diferença pode está correlacionada a plasticidade fenotípica. Segundo Tateoka, Sukemitsu & Kawano (1959), essas características são úteis na sistemática, pois são exclusivas desse grupo, podendo variar entre espécies do mesmo gênero. Nesse contexto, *F. arenicola* difere de *F. cannavieira* pela presença dos tricomas na superfície abaxial e microtricomas na superfície adaxial (Guala, 1995). Salientando que a única subfamília que não apresenta microtricomas é Pooideae (Tab. 8).

O parênquima do mesofilo dos bambus é distinto das outras subfamílias por possuir projeções de suas paredes para o interior de suas células (Brandis, 1907). Essas células do parênquima recebem denominação especial de células invaginantes (Metcalf, 1956; 1960; Soderstrom & Ellis 1988); no entanto, Freir (1959), chamou essas células de tabulares lobuladas.

As células parenquimáticas do mesofilo de *F. arenicola* se distinguem das células parenquimáticas do mesofilo dos outros bambus quando individualizadas. Essas células individualizadas possuem forma semelhante ao tronco da coluna vertebral, no entanto, em secção transversal, “assemelham-se” às células parenquimáticas invaginantes. Essas células parenquimáticas foram chamadas por Freir (1959) de parênquima raquimorfo, encontradas no grupo Eragrostoideae, hoje Chloridoideae (GPWG, 2001) termo adotado nesse estudo. Ressaltando-se que para a subtribo Arthrostylidiinae, Soderstrom & Ellis (1987) afirmam que as células parenquimáticas não são do tipo invaginante, mas não as denominam e não realizaram estudo de macerado. Na Tab. 8, podemos observar que o mesofilo da maioria das subfamílias apresenta células raquimorfas com exceção das subfamílias Pooideae e Bambusoideae.

Segundo Soderstrom & Ellis (1987) células fusóides são características da subtribo Arthrostylidiinae; no entanto, essas células estão ausentes em *F. arenicola* corroborando com Guala (1995) (Tab. 10). Acredita-se que a ausência dessas células ocorre devido a diferentes pressões adaptativas (Guala, 1995), ou segundo Clark (1991), as espécies que crescem em elevadas altitudes e latitudes têm células fusóides reduzidas ou ausentes. Haja

vista o ambiente de ocorrência da espécie, essa poderia ser uma explicação para a ausência dessa estrutura.

Ao longo da lâmina foliar de *F. arenicola* os feixes vasculares estão dispostos apenas em uma fileira horizontal; no entanto, Brandis (1907), Metcalfe (1956), Wu (1960 e 1962), Ellis (1976), Soderstrom & Ellis (1988) e Judziewicz *et al.* (1999), afirmam que a disposição dos feixes vasculares na maioria dos bambus, principalmente na nervura mediana, está arranjada em duas séries horizontais, entretanto, Soderstrom & Ellis (1987) salientam que na subtribo Arthrostylidiinae falta um complexo sistema vascular na nervura mediana corroborando com os dados encontrados.

Os feixes vasculares de *F. arenicola* são de 1ª e de 2ª ordem, encontrado-se três feixes vasculares na nervura mediana, sendo um de primeira ordem e dois de segunda ordem. Essas ordens baseiam-se no tamanho e no desenvolvimento dos elementos vasculares (Metcalfe, 1960; Ellis, 1976). A quantidade de feixes vasculares de primeira ordem em *F. arenicola* pode variar de três a cinco, já os feixes vasculares de segunda ordem podem chegar até 14. Segundo Brandis (1907), Metcalfe (1956), Wu (1960) e Ellis (1976) a quantidade e distribuição dos feixes vasculares variam de espécie para espécie dentro do mesmo gênero, portanto, são relevantes na delimitação de táxons.

Os feixes vasculares de *F. arenicola* possuem dupla bainha, característica presente nos bambus (Brown, 1958; Judziewicz *et al.*, 1999). No entanto, Motomura, Fujii & Suzuki (2004), mostraram em *Sasa veitchii* (Arundinoideae) apenas uma bainha parenquimática envolvendo completamente os feixes vasculares. Segundo Brown (1958) as bainhas são úteis na sistemática.

O tecido de sustentação da lâmina foliar das Poaceae são as fibras (Ellis, 1976). Segundo Dickison (2000), este tecido exerce importante papel no suporte mecânico contra a ação dos ventos, prevenindo dessa forma que as folhas se curvem. Este fato pode ser comprovado pela localização dessas em *F. arenicola*; ocorrem associadas aos feixes vasculares, nos bordos e nas regiões intercostais abaixo das células buliformes. Salienta-se que essa característica está presente nos indivíduos de Arthrostylidiinae (Soderstrom & Ellis 1987; Clark & Londoño, 1991; Judziewicz *et al.* 1999) e geralmente ausente em outros grupos, auxiliando na caracterização desta subtribo. A presença das fibras intercostais em *F. arenicola* corrobora com os trabalhos de Gomes (2002) e Santos-Gonçalves (2005) que

detectaram a presença dessa característica respectivamente, nas espécies estudadas de *Merostachys* e *Colantheia* pertencentes também à subtribo Arthrotyliidiinae.

No presente estudo, observou-se que as fibras intercostais, as extensões da bainha e as fibras situadas na margem da lâmina foliar não reagiram com floroglucinol acidificado; essa característica também foi observada por Gomes (2002) que estudou treze espécies de *Merostachys*. Isso pode ocorrer devido à via biossintética da lignina e a regulação desse mecanismo, onde a quantidade, qualidade e distribuição podem variar de acordo com a qualidade do solo (Campbell & Sederroff, 1996) ou pelo fato dessas fibras estarem envolvidas em processo mecânico no enrolamento e desdobramento da folha, para evitar a perda de água pela transpiração.

Em *F. arenicola*, os compostos fenólicos concentram-se na cutícula da epiderme. De acordo com Raven, Evert & Eichhorn, (2001) provavelmente estes compostos fenólicos podem repelir insetos, répteis, pássaros e animais superiores pelo seu sabor adstringente, bem como, servir de antimicrobiano.

Em secção transversal a bainha foliar de *F. arenicola* caracteriza-se pela ausência de células buliformes, células fusóides e parênquima invaginante, conforme Brandis (1907) descreveu para os bambus asiáticos. Os estômatos da espécie em estudo são raros na superfície adaxial e freqüentes na superfície abaxial, entretanto, Gomes (2002) não citou nenhum estômato para as bainhas das espécies de *Merostachys*; contudo, Brandis (1907), observou que os estômatos são raros e ocorrem apenas na superfície abaxial corroborando com os dados encontrados.

O mesofilo da bainha de *F. arenicola* apresenta parênquima raquimorfo com paredes celulares delgadas com cloroplasto ou/e parênquima com paredes fortemente lignificadas, conforme Gomes (2002) descreveu para as espécies de *Merostachys*; este autor porém não descreveu o tipo de parênquima para o verificado gênero. Essa característica não foi descrita em nenhuma bainha foliar de bambu.

Em *F. arenicola*, observou-se macrotricoma somente na extremidade da bainha foliar, entretanto, Gomes (2002) encontrou nas espécies *Merostachys capixaba*, *Merostachys gracilis* e *Merostachys aff. ternata* tricomas unicelulares na face abaxial. Portanto, essa característica consolida Gomes (2002) que afirma que essa característica pode ser útil na sistemática.

Na espécie em estudo, os feixes vasculares da bainha foliar são de primeira, segunda e terceira ordem. Essas características também foram observadas por Gomes (2002) nas espécies de *Merostachys*. Entretanto, na região mediana ocorre apenas um feixe vascular de primeira ordem, enquanto que na maioria das espécies estudadas por Gomes (2002) há vários feixes de primeira ordem.

As características da lâmina e bainha foliar de *F. arenicola* (Tab. 11), em grande parte, estão de acordo com as descritas para a subfamília Bambusoideae (Tab. 8) e para a subtribo Arthrostylidiinae (Tab. 9) (Brandis, 1907; Brown, 1958; Metcalfe, 1960; Renvoize, 1987; Soderstrom & Ellis 1987; Guala, 1995; Judziewicz *et al.*, 1999) e com a breve descrição da lâmina foliar realizada por Guala (Tab. 10) (1995).

Os dados anatômicos da lâmina e bainha foliar:

A) presença dos tricomas em ambas as superfícies e microtricomas na superfície adaxial que não foram observados por Guala (1995);

B) adição de novas formas de células silicificadas para a espécie em estudo;

C) dados anatômicos inéditos da bainha foliar em corte transversal;

D) parênquima do tipo raquimorfo no mesófilo da lâmina foliar, sendo que essa última característica nunca foi mencionada para nenhuma espécie de bambu e

E) análise quantitativa anatômica.

Portanto, o presente estudo anatômico foliar traz novas informações para a subfamília Bambusoideae e para espécie propriamente dita. Diante dos dados encontrados vê-se a necessidade de se conhecer melhor as espécies de bambus da flora nativa do Brasil, uma vez que algumas características encontradas neste estudo não são mencionadas pela bibliografia específica analisada.

**Tab. 8**

**Caracteres anatômicos foliares das subfamílias Poaceae em relação à espécie *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala**

Caracteres	Subfamília					Espécie
	Pooideae	Panicoideae	Arundinoideae	Chloridoideae	Bambusoideae	<i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala
<b>Nervura mediana</b>	Feixe mediano S.V. simples Sem parênquima adaxial	Quilha S.V. simples Parênquima adaxial	Quilha ou não S.V. simples Sem parênquima adaxial comum	Quilha ou não S.V. simples Parênquima adaxial raro	Quilha S.V. complexo Parênquima adaxial raro	Quilha S.V. simples Parênquima adaxial e abaxial
<b>Clorênquima</b>	Não radiado Compacta ou difusas Cél. Par.	Fortemente ou fracamente radiado Cel. variáveis Cél. Raq.	Não radiado Compacto ou difuso Cél. Raq.	Fortemente radiado Cel. tabulares Cel. Uniformes Cél. Raq.	Não radiado Compacto ou difuso Células fusóides Células invaginantes	Não radiado Compacto Células raquimorfas
<b>Células longas intercostais</b>	Fusifforme ou retangular Parede reta ou sinuosa	Retangular Parede sinuosa (raramente reta)	Retangular Parede sinuosa	Retangular Parede sinuosa	Retangular Parede sinuosas	Retangular Parede fortemente sinuosa
<b>Estômatos</b>	Paralelos Células guardas em depressão	Cúpula ou triangular Célula guarda nivelada Comum ou ausente	Cúpula ou triangular Células guardas nivelado	Triangular (raramente cúpula) Células guardas niveladas	Triangular ou cúpula Células guardas nivelado	Células guardas em depressão
<b>Papilas</b>	Ausente	Inflado ou cuticular Uma ou mais por célula	Ausente, raramente presente	Comum\cuticular Uma por célula	Comum\cuticular Várias por células	Freqüente\cuticular Várias por células
<b>Microtricomas</b>	Ausente	Alongado como dedo	Alongado como dedo	Inflada ou esférica	Alongado como dedo	Alongado como dedo
<b>Corpos silicosos</b>	Alongado horizontalmente oblongo e nodular	Alongado horizontalmente hateriforme, cruz e nodular	Horizontalmente alongado quadrangular, oblongo, cruz, sela e halteres	Equidimensional sela, quadrangular, angular, redondo e halteres	Verticalmente alongado halteres, sela cruz e olyroide	Verticalmente alongado nodular, crenada e quadrangular

Fonte: Adaptado Ellis, 1987. Nota: S.V.: Sistema vascular; Cél.: Célula; Par.: Parênquima; Raq.: Raquimorfo

**Tab. 9**

**Comparação das características anatômicas da subtribo Arthrostylidiinae e da espécie *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala**

<b>Características</b>	<b>Subtribo</b>	<b>Espécie</b>
	<b>Arthrostylidiinae</b>	<b><i>Filgueirasia arenicola</i> (McClure) Guala</b>
<b>Margem foliar</b>	Assimétrico	Assimétrico
<b>Fibras intercostais</b>	Presente	Presente
<b>Papilas refrativas</b>	Presente	Presente
<b>Células fusóides</b>	Presente bem desenvolvidos	Ausente
<b>Células invaginantes</b>	Presente mais não identifica como tais	Ausente células raquimorfias
<b>Sistema vascular</b>	Simple	Simple

Fonte: Adaptado de Judziewicz *et al.*, 1999.

**Tab. 10**

**Comparação das características da espécie *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala apresentada por Guala (1995) e Silva-Filho & Graciano-Ribeiro (2006)**

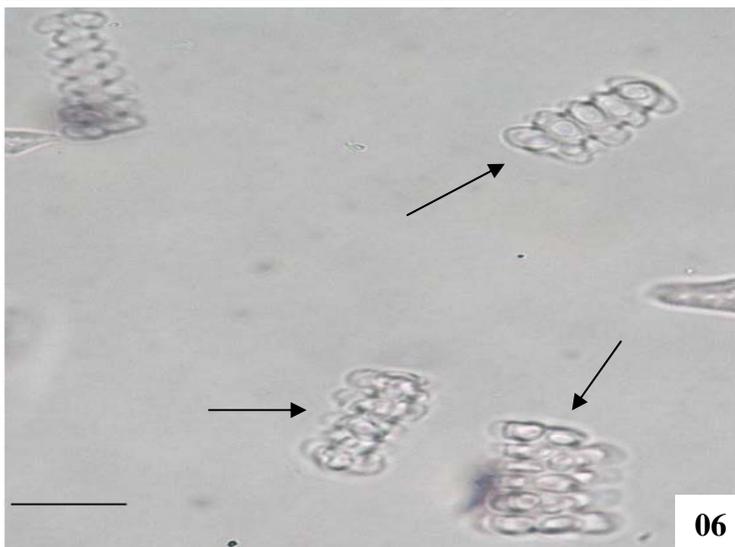
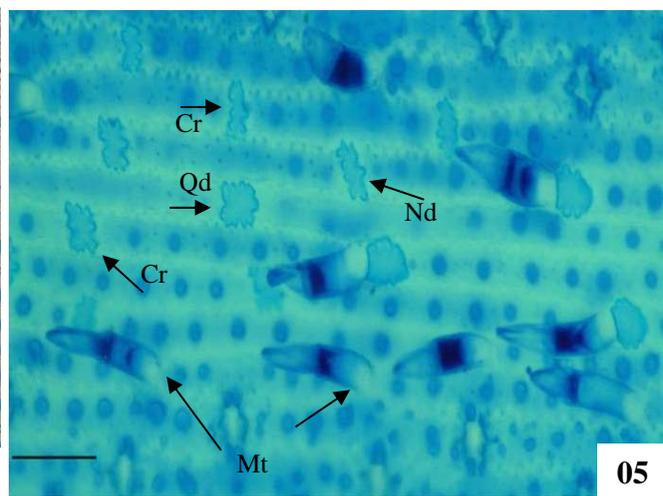
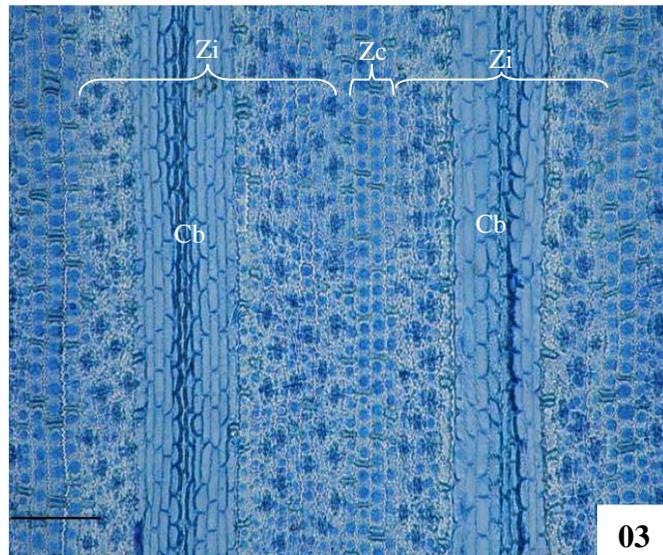
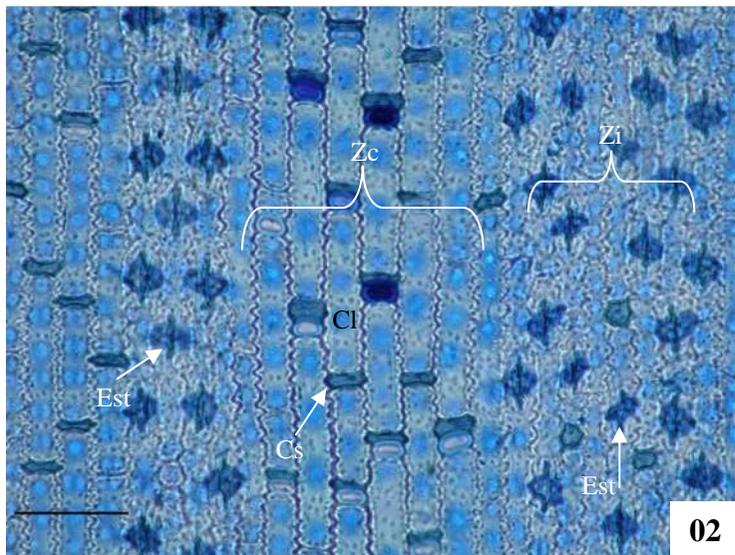
<b>Características</b>	<b>Guala</b>	<b>Silva-Filho &amp; Graciano-Ribeiro</b>
<b>Estômato</b>	Anfiestomático	Anfiestomático
<b>Papilas sobre o estômato</b>	Presente mas não quantifica	Presente - 4-9 papilas
<b>Células buliformes</b>	3-12 células Forma de leque Apenas uma camada	4-11 células Forma de leque Apenas uma camada
<b>Fibras intercostais</b>	Presente	Presente
<b>Tricomas</b>	Presença na face adaxial	Presente em ambas as faces
<b>Microtricomas</b>	Presente apenas na face abaxial	Presente em ambas as faces
<b>Células longas papilosas</b>	Presente em ambas as faces	Presente em ambas as faces
<b>Células invaginantes</b>	Não comenta	Ausente-apresentando células raquimorfias
<b>Células fusóides</b>	Não comenta	Ausente
<b>Células silicificadas</b>	Presente nas formas retangulares a quadrangulares (transversal)	Presente nas formas: nodular, crenadas, quadrangular (paradérmico) e retangulares, triangulares (transversal)

Fonte: Adaptado Guala 1995

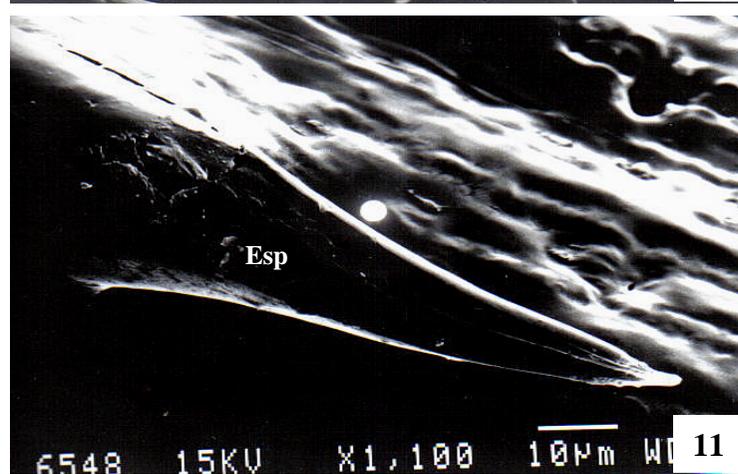
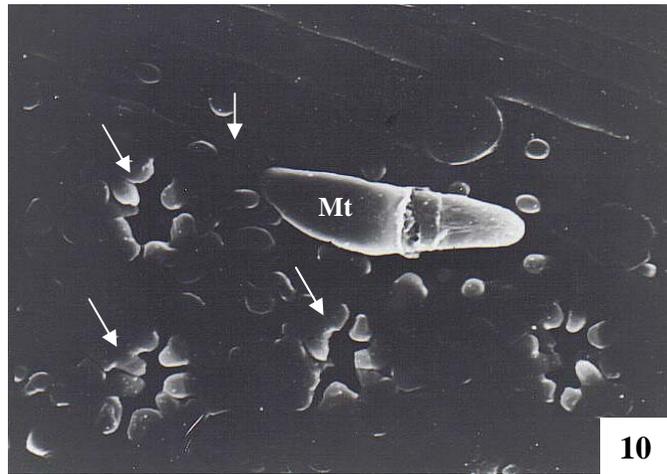
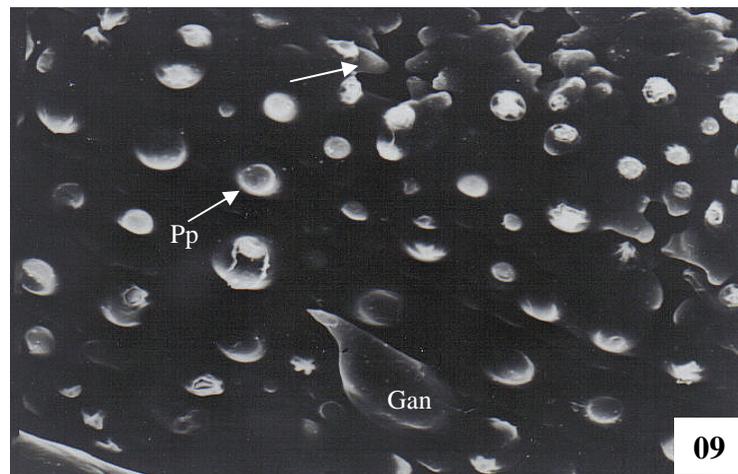
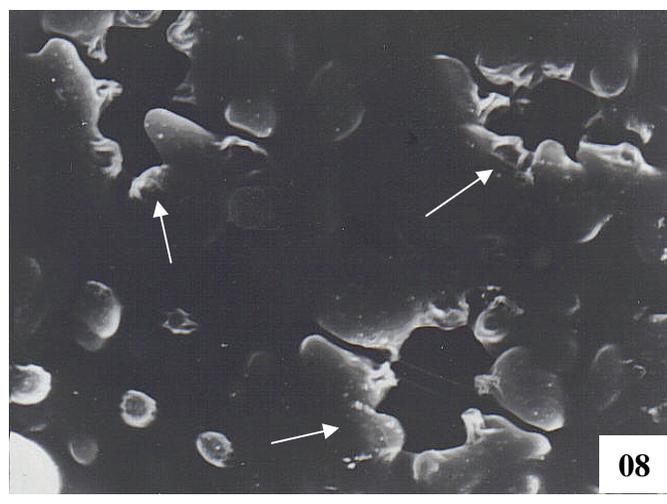
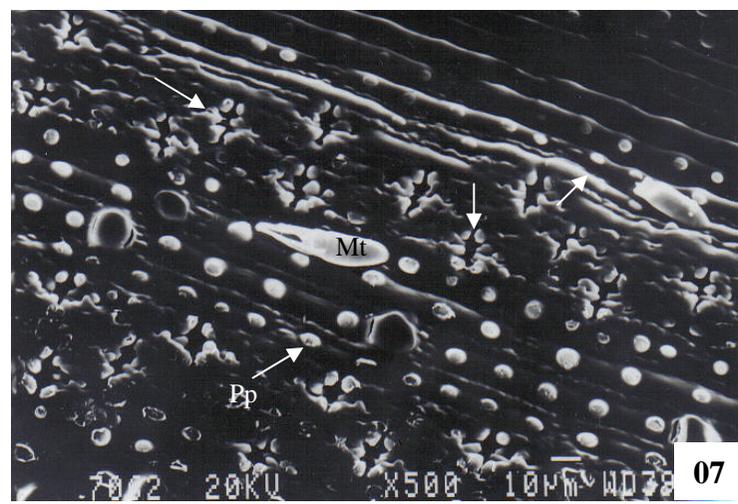
**Tab. 11**  
**Características da lâmina e bainha foliar de *Filgueirasia***  
***arenicola* (McClure) Guala em secção transversal**

<b>Região Foliar</b>		
<b>Características</b>	<b>Lâmina</b>	<b>Bainha</b>
<b>Células longas</b>	Retangulares	Retangulares
<b>Células silicificadas</b>	Triangular/retangular	Retangular
<b>Papilas</b>	Presente	Presente
<b>Estômatos</b>	Anfiestomáticos depressão	Anfiestomáticos Face adaxial nivelado Face abaxial em depressão
<b>Células buliformes</b>	Presente 4-11 células	Ausente
<b>Tricomas</b>	Presente em ambas as faces	Ausente
<b>Microtricomas</b>	Presente em ambas as faces	Ausente
<b>Macrotricoma</b>	Ausente	Presente
<b>Parênquima</b>	Não radiado Parênquima raquimorfo	Não radiado Parênquima raquimorfo
<b>Células fusóides</b>	Ausente	Ausente
<b>Fibras intercostais</b>	Presente	Ausente
<b>Nervura mediana</b>	S.V. simples de 1ª e 2ª ordens Parênquima em ambas faces	S.V. de 1ª, 2ª e 3ª ordens Parênquima em ambas faces

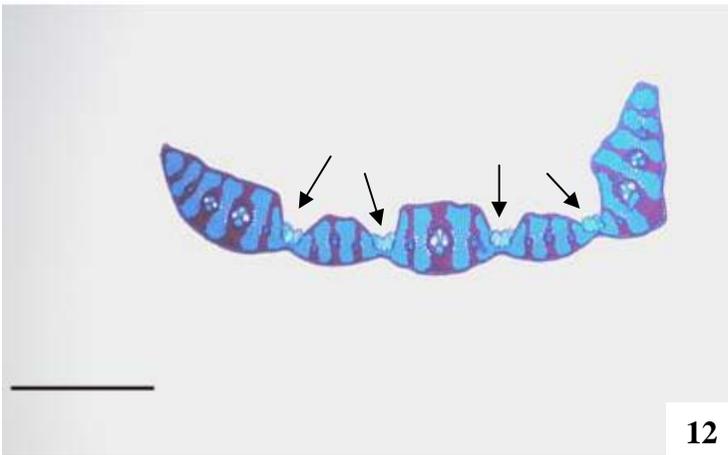
Nota: S.V.: Sistema vascular



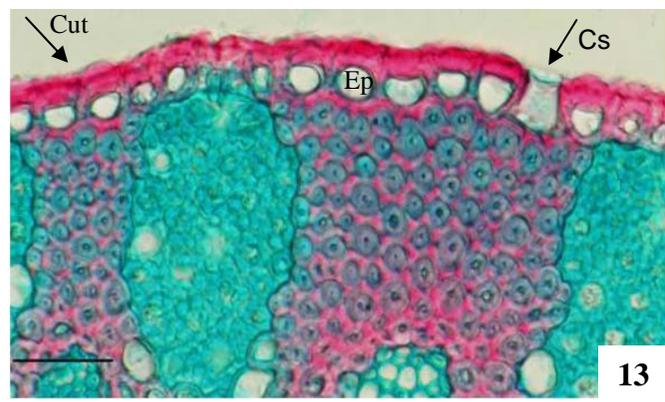
Figuras 02-05 Vista paradérmica da lâmina foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 02- Epiderme adaxial evidenciando as zonas: costal (Zc) e intercostal (Zi); células longas (Cl); células silicificadas (Cs) e estômatos (Est) (Barra 28,5µm). Fig.03- Epiderme adaxial, mostra-se as zonas costais (Zc) e intercostais (Zi) entre as células buliformes (Cb) (Barra: 67,5µm). Fig. 04-Epiderme abaxial evidenciando as zonas: costal (Zc) e intercostal (Zi); células longas (Cl); células silicificadas (Cs) (Barra: 67,5µm). Fig. 05- Epiderme abaxial mostrando as células silicificadas quadrangulares (Qd), crenada (Cr), nodular (Nd) e os microtricomas (Mt) (Barra: 6,9µm). Figura 06- Macerado da lâmina foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala evidenciando as células parenquimáticas raquimorfas (seta) (Barra: 6,9µm).



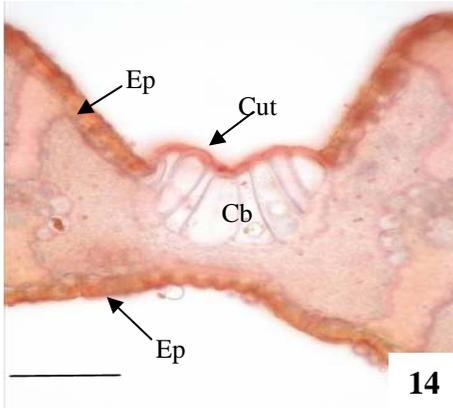
Figuras 07-11- Vista paradérmica da superfície da lâmina foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia eletrônica de varredura. Fig. 07- Superfície adaxial, evidenciando os estômatos (seta), papilas (Pp) nas células longas e microtricoma (Mt). Fig. 08- Superfície abaxial, nota-se as projeções das papilas sobre o estômato (seta) (X1700). Fig. 09- Superfície adaxial, evidenciando os estômatos (seta), papilas (Pp) nas células longas e tricomas em espinho (Gan) (X1200). Fig. 10- Epiderme adaxial, observa-se um microtricoma (Mt) e papilas (seta) (X950). Fig. 11- Epiderme abaxial destacando tricoma espinho de base dilatada (Esp).



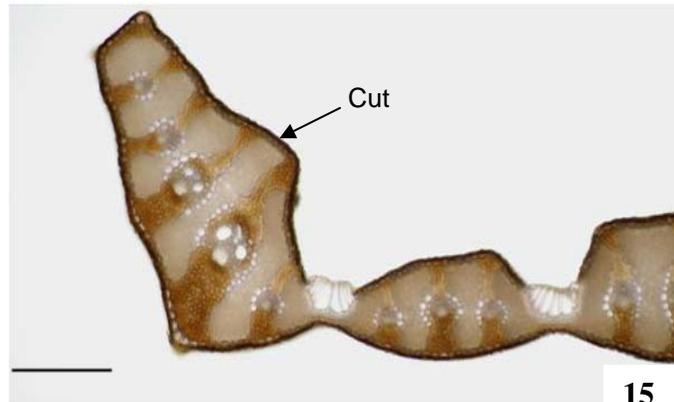
12



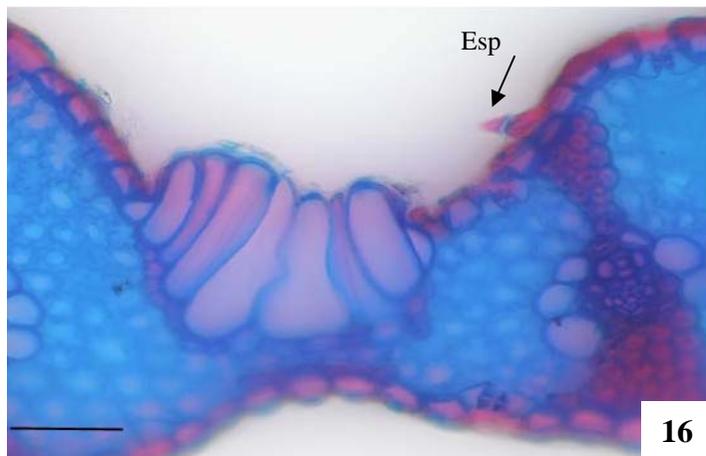
13



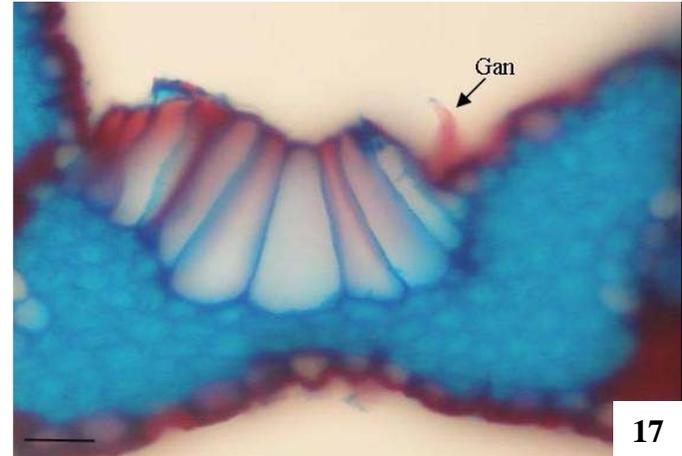
14



15

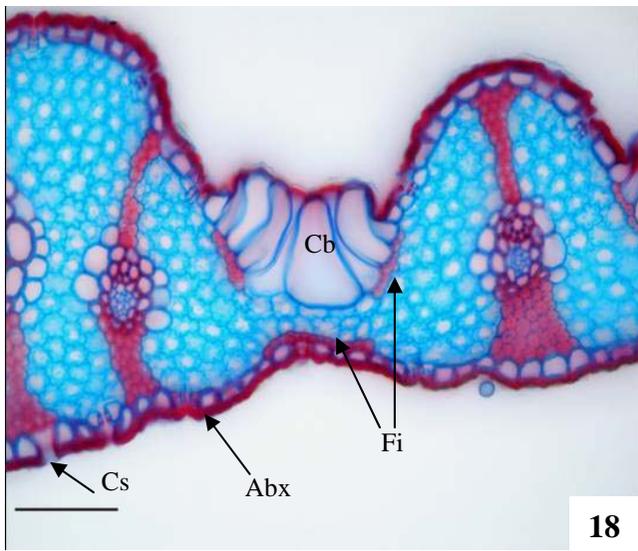


16

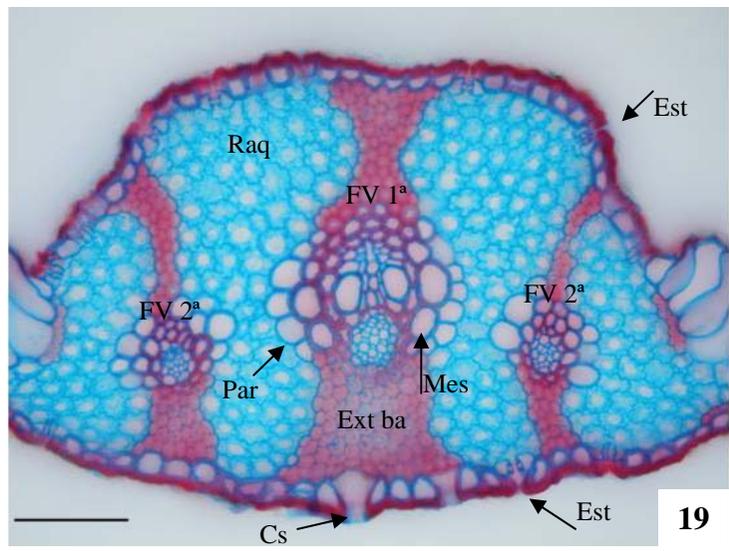


17

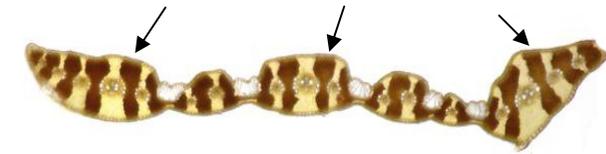
Figuras 12-17 Secção transversal da lâmina foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 12- Vista geral da lâmina foliar, nota-se nas reentrâncias da superfície adaxial células buliformes (setas) (Barra: 150µm). Fig. 13- Detalhe da superfície adaxial com células epidérmicas comuns (Ep), cutícula espessa (Cut) e células silicificadas (Cs) (Barra: 28,5µm). Fig. 14- Evidencia a cutícula (Cut) bastante espessa sobre a epiderme (Ep) de ambas superfícies e células buliformes (Cb) após utilizar o reagente Sudan IV (Bul) (Barra: 28,5µm). Fig. 15- Nota-se a maior concentração dos compostos fenólicos na cutícula (Cut) da epiderme, após utilizar o reagente Cloreto férrico (Barra: 25,5µm). Fig. 16 e 17- Superfície adaxial, evidenciando: tricomas em formas de espinho (Esp) e gancho (Gan) e microtricomas (Barra: 6,9µm).



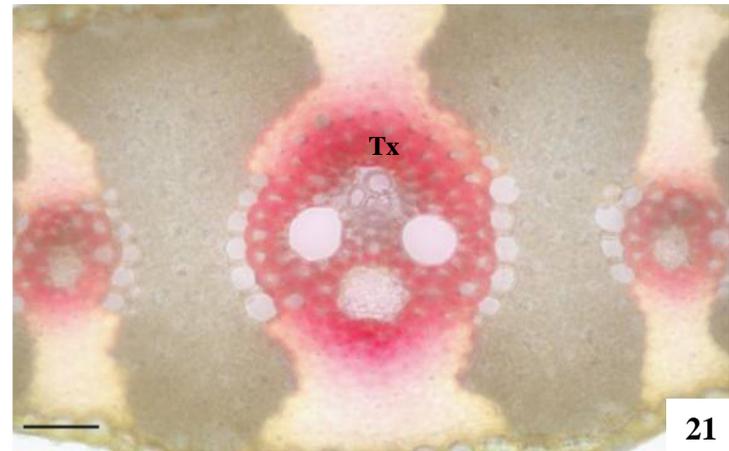
18



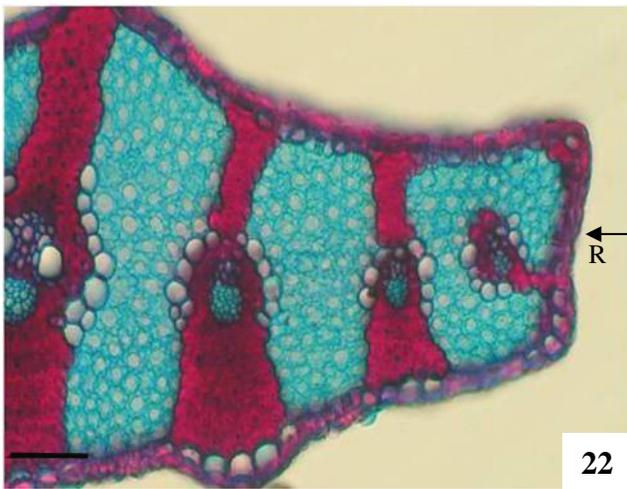
19



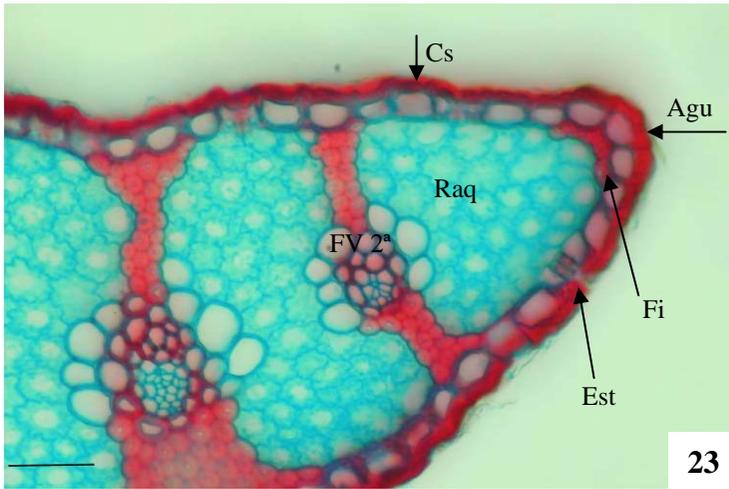
20



21

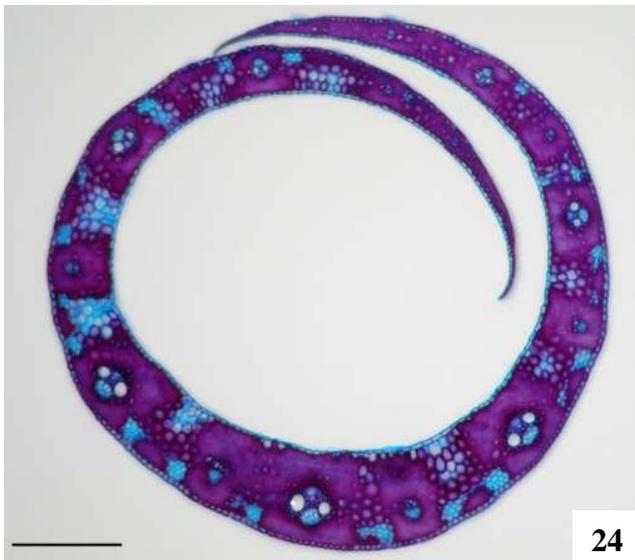


22

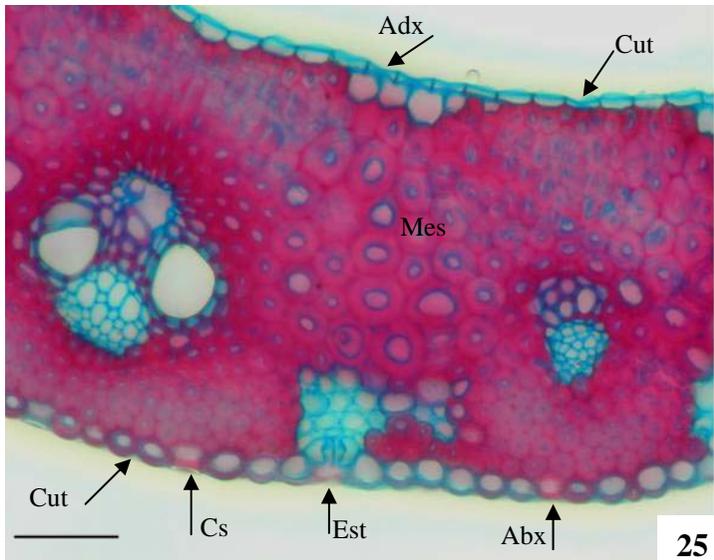


23

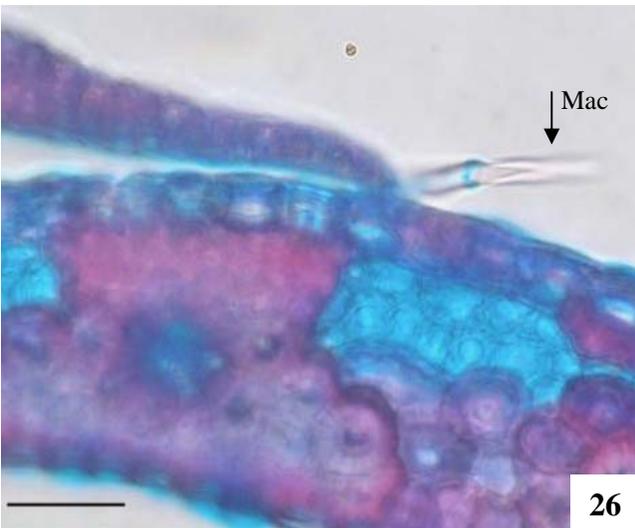
Figuras 18-23 Secção transversal da lâmina foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 18- Evidencia as células buliformes (Cb); fibras intercostais (Fi) subjacente as células buliformes e epiderme abaxial (Abx); células silicificadas triangular (Cs) (Barra: 28,5µm). Fig. 19- Lâmina foliar anfiestomática (Est); células parenquimáticas raquimorfas (Raq); feixes vasculares de 1ª e 2ª (FV 1ª e FV 2ª), bainha parenquimática (Par), bainha mestomática (Mes); extensão da bainha (Ex Ba); células buliformes (Cb), células silicificadas triangulares (Sil) (Barra: 28,5µm). Fig. 20- Observa-se amido nas células parenquimáticas (seta), após utilizar o reagente Lugol (Barra: 150µm). Fig. 21- Evidencia lignina apenas no tecido xilemático (Tx), após utilizar o reagente Floroglucinol acidificado (Barra: 6,9µm). Fig. 22- Destaca-se a extremidade direita reta (R) (Barra: 6,9µm). Fig. 23- Evidencia a extremidade esquerda agudo (Agu); fibras (Fi) subjacente a epiderme; estômatos (Est); parênquima raquimorfo (Raq); célula silicificada retangular (Cs) (Barra: 6,9µm).



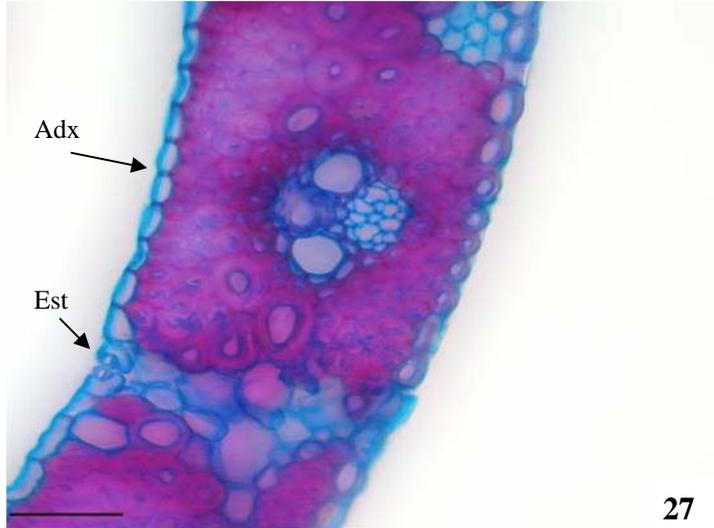
24



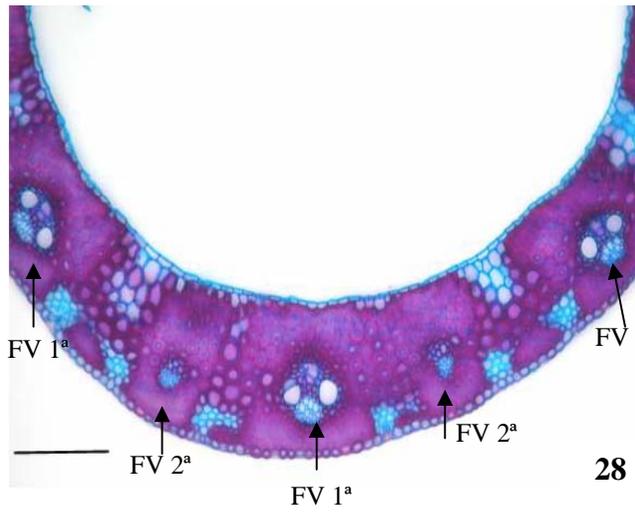
25



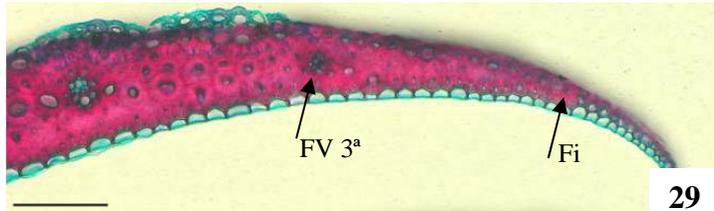
26



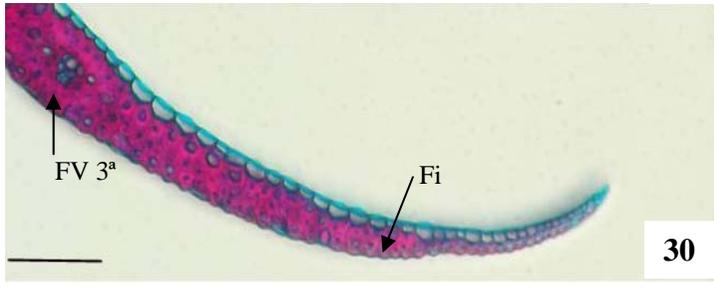
27



28



29



30

Figuras 24-30 Secção transversal da bainha foliar de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 24- Vista geral da bainha foliar (Barra: 150µm). Fig. 25- Evidencia a epiderme adaxial (Adx); cutícula (Cut) espessa na superfície abaxial (Abx); cutícula delgada (Cut) na superfície adaxial (Adx); estômatos (Est) na superfície abaxial, células silicificadas retangulares (Cs) na superfície abaxial; mesofilo com parênquima raquimorfo lignificado (Mes), feixes vasculares de 2ª ordem (FV 2ª) (Barra: 28,5 µm). Fig. 26- Destaca-se o macrotricoma na extremidade (Mac) (Barra: 6,9µm). Fig. 27- Observa-se o estômato (Est) na epiderme adaxial (Adx) (Barra: 6,9µm). Fig. 28- Nota-se a disposição alternada dos feixes vasculares de 1ª e 2ª ordens (FV 1ª e 2ª) e parênquima com paredes espessadas e lignificadas. (Barra: 67,5µm). Fig. 29-30- Evidencia as extremidades com feixe vascular de 3ª ordem (FV 3ª) e fibras (Fi) (Barra: 6,9µm).

### 5.2.5 Secção transversal do colmo

O caule é do tipo colmo, apresentando medula oca, com contorno externo ovalado a circular (Fig. 31).

Em secção transversal, a epiderme é unisseriada. Suas células possuem forma retangular a arredondada apresentando parede periclinal externa e cutícula espessa. O comprimento e espessura média das células epidérmicas são respectivamente 10.96-10.72  $\mu\text{m}$  (Tab. 12). Entre as células epidérmicas comuns encontram-se as células silicificadas, por toda a extensão da epiderme; essas células caracterizam-se por ter forma retangular (Fig. 32).

Ocorrem tricomas em forma de espinhos e ganchos; aqueles que apresentam forma de espinho a base é retangular dilatada na sua porção inferior com ápice agudo e paredes celulares lignificadas. O tricoma em gancho caracteriza-se por ter base retangular dilatada na sua porção superior com ápice recurvado. Os estômatos localizam-se abaixo do nível das células epidérmicas comuns sendo cobertos pela cutícula (Fig. 34).

No córtex, abaixo das células epidérmicas, há três a cinco camadas de células parenquimáticas raquimorfas; o comprimento e espessura média dessas células são respectivamente 10.50-10.29  $\mu\text{m}$  (Tab. 12). Essas células possuem parede espessada, no entanto, são interrompidas por ilhotas de fibras, as quais envolvem os pequenos traços foliares. As fibras das ilhotas são pequenas, bastante espessadas com pontoações simples estendendo-se até a epiderme e limitam-se com as fibras pericíclicas (Fig. 33).

As fibras pericíclicas estão subjacentes às células parenquimáticas raquimorfas, agrupadas em sete a onze camadas. O comprimento e espessura média dessas fibras são respectivamente 12.51-13.7  $\mu\text{m}$  (Tab. 12). Suas células caracterizam-se por terem tamanhos variados, paredes celulares fortemente lignificadas, lúmen pequeno e pontoações simples (Fig. 33). A parede do colmo que compreende do córtex ao estelo possui espessamento de  $615.18 \pm 51.41 \mu\text{m}$  (Tab. 12).

As fibras em macerado possuem comprimento e espessura média respectivamente 487.1-3.31  $\mu\text{m}$  e o lúmen com diâmetro  $1.44 \pm 0.47 \mu\text{m}$  (Tab. 12).

O estelo caracteriza-se pela predominância de parênquima de forma isodiamétrica com diferentes espessamentos nas paredes, organiza-se em quinze a dezoito camadas de

células, aumentado de tamanho da periferia para a região interna. Os feixes vasculares estão dispersos neste parênquima homogêneo (Fig. 35).

O sistema vascular é atactostelo, apresentando feixes vasculares do tipo colateral. Segundo a classificação de Liese & Grosser (2000), esses feixes se enquadram no tipo I que se constitui de elementos vasculares centralmente com bainha esclerenquimática envolvendo os elementos vasculares e estão incluídos no subtipo II por apresentar bainha esclerenquimática nos vasos de protoxilema e metaxilema. O xilema caracteriza-se por ter dois elementos de metaxilema bastante desenvolvidos, com um a quatro elementos de protoxilema e lacuna. O floema está voltado sempre para a epiderme, apresentando profloema e metafloema bem desenvolvidos com lúmen amplo. Envolvendo os feixes vasculares há fibras; essas se caracterizam por apresentar paredes celulares fortemente espessadas com o lúmen pequeno (Fig. 35).

Existem três zonas de diferenciação no estelo que estão relacionadas à forma, ao tamanho e a quantidade de feixes. São elas a zona periférica, a de transição e a interna (Fig. 35).

Na zona periférica, os feixes vasculares estão envolvidos pelas fibras pericíclicas na transição para o estelo e são caracterizados por possuir em média trinta e cinco feixes vasculares. Quanto ao tamanho são pequenos com forma arredondada e a bainha de fibra envolve-os totalmente; possui dois elementos de metaxilema de forma arredondada, geralmente um elemento de protoxilema ou lacuna; o floema apresenta profloema e metafloema bem desenvolvidos (Fig 36).

Na zona de transição, os feixes vasculares estão embutidos no tecido parenquimático, são maiores do que a zona periférica com menos bainha de fibras e de forma ovóide; observa-se em média vinte e sete feixes vasculares, possui dois elementos de metaxilema, suas formas variam de arredondada a alongada, geralmente há três a quatro elementos de protoxilema e lacuna; o floema apresenta profloema e metafloema bem desenvolvidos, sendo maiores que os feixes da periferia (Fig. 37).

Na zona interna os feixes vasculares também se encontram no tecido parenquimático estendendo-se até o limite da medula fistulosa; esses possuem forma ovóide, são maiores do que os feixes da região de transição e a bainha de fibras só envolve o floema, destacando normalmente dezenove feixes vasculares; possui dois elementos de metaxilema

de forma alongada, apresenta três a quatro elementos de protoxilema e lacuna; o floema apresenta protofloema e metafloema bem desenvolvidos (Fig. 38). A região medular é fistulosa (Fig. 31 e 38).

Após a análise do macerado do colmo, mensurou-se o comprimento e espessura dos elementos vasculares. Os elementos vasculares individualizados são classificados pelo os espessamentos secundários das paredes celulares. O espessamento em forma de anel denomina-se anelar apresentando 109.21-7.20  $\mu\text{m}$ ; espessamento em forma de hélice chama-se helicoidal com 139.13-6.65  $\mu\text{m}$ , espessamento em forma de escada denomina-se escalariforme apresentando 260-28.36  $\mu\text{m}$ , espessamento em forma de rede chama-se reticulado com 254.09-30.28  $\mu\text{m}$  e espessamento em forma de pontoações denomina-se pontoado apresentando 153.03-24.53  $\mu\text{m}$  (Tab.13).

**Tab. 12**  
**Comprimento e espessura das células do colmo em secção transversal de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Média (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Máximo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Epiderme</b>	Comprimento	10.96	1.85	7.15	15.65
	Espessura	10.72	3.11	6.40	17.14
<b>Par. Raq.</b>	Comprimento	10.50	1.50	7.69	13.54
	Espessura	10.29	1.95	7.11	14.94
<b>Fibras Per.</b>	Comprimento	12.51	2.55	8.54	19.23
	Espessura	13.70	2.71	8.54	19.33
<b>Fibras</b>	Comprimento	487.10	152.18	275.55	887.41
	Espessura	3.31	1.13	0.86	5.46
<b>Lúmen das fibras</b>	Diâmetro	1.44	0.47	0.62	2.26
<b>Parede do Colmo</b>	Diâmetro	615.18	51.41	493.12	704.25

Nota: Cél.: Células; Par.: Parênquima; Raq.: Raquimorfo; Per.: Periclicla; Escleren.: Esclerenquimáticas.

**Tab. 13**  
**Comprimento e espessura dos elementos vasculares do xilema do colmo de macerado de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (n=30)**

<b>Características</b>	<b>Medidas (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Máximo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Anelar</b>	Comprimento	109.21	54.75	49.10	286.04
	Espessura	7.20	2.52	3.51	15.12
<b>Helicoidal</b>	Comprimento	139.13	67.74	53.71	265.30
	Espessura	6.65	1.53	4.02	10.70
<b>Escalariforme</b>	Comprimento	260.07	70.42	126.52	412.32
	Espessura	28.36	12.52	6.93	44.82
<b>Reticulado</b>	Comprimento	254.09	66.93	129.40	407.52
	Espessura	30.28	11.79	8.30	49.10
<b>Pontoado</b>	Comprimento	153.07	97.86	42.91	337.03
	Espessura	24.53	9.05	6.79	42.45

### 5.2.6 Discussão do colmo

O caule de *F. arenicola* é do tipo colmo, apresentando medula fistulosa, com contorno externo ovalado a circular conforme Metcalfe (1960) descreveu para as gramíneas. O colmo de *F. arenicola* consiste de três sistemas de tecidos: o dérmico, o fundamental e o vascular com os respectivos tipos celulares: células epidérmicas comuns, células silicificadas, estômatos, tricomas, parênquima, esclerênquima e os elementos vasculares. Esses caracteres estão de acordo com a descrição de Grosser & Zamuco (1971) e Grosser & Liese (1971) para os bambus asiáticos.

*Filgueirasia arenicola* apresenta epiderme unisseriada com parede periclinal externa e cutícula espessas; segundo Hsieh & Wu (1991) e Liese (1998), essas características estão presentes na maioria dos bambus e são importantes para evitar a perda de água pela transpiração. Estudos realizados com duas espécies de *Brachiaria* e *Axonopus*, ambas pertencente à subfamília Panicoideae, pesquisadas respectivamente por Brito & Rodella

(2002) e Silva & Alquini (2003), observaram características idênticas à *F. arenicola*, no entanto Alonso & Moraes-Dallaqua (2004) pesquisando o caule de *Canna edulis* (Cannaceae) observou cutícula delgada, porém não mencionou a espessura da parede periclinal externa. Ellis (1979), afirma que as condições ambientais podem afetar a membrana cuticular aumentando-a em espessura e geralmente a parede periclinal externa acompanha esse espessamento; dessa forma, podemos inferir que essas diferenças entre as espécies são devido à adaptações ao meio ambiente.

Em *F. arenicola* as células silicificadas são retangulares alternando-se com as células epidérmicas comuns. Neste contexto, Londoño *et al* (2002), afirmam que *Guadua angustifolia* (Guaduinae) apresenta células silicificadas na epiderme, mas não informam o formato das mesmas, enquanto que Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003), não mencionaram células silicificadas para as espécies de bambus das subtribos Arthrotyliidiinae, Chusqueinae e Guaduinae. Assim, podemos inferir que as células silicificadas podem ser relevantes no uso da sistemática no nível de subtribo. Essas células silicificadas reforçam a epiderme oferecendo dureza (Londoño *et al*, 2002), isso explica a grande dificuldade de se obter bons cortes anatômicos.

Os tricomas em forma de espinhos ou ganchos estão presentes na epiderme de *F. arenicola*. Esses tricomas foram encontrados em *Guadua trinii* (Guaduinae), *Merostachys clausenii* (Arthrotyliidiinae) e *Merostachys multiramea* (Arthrotyliidiinae) por Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003). Os estômatos de *F. arenicola* estão presentes na epiderme abaixo do nível das células epidérmicas comuns, conforme Liese (1998) descreveu para a maioria dos bambus asiáticos e Londoño *et al* (2002) para *Guadua angustifolia*. No entanto, Brito & Rodella (2002) e Silva & Alquini (2003) estudando espécies da subfamília Panicoideae não descreveram a presença de estômatos e tricomas; Graciano-Ribeiro (2002) pesquisando espécies de *Otachyrium* (Panicoideae) descreveu ambas as estruturas, porém não mencionou a posição dos estômatos em relação à epiderme. Segundo Metcalfe (1985) essas estruturas amenizam a perda de água por transpiração e são relevantes no uso sistemático.

No córtex de *F. arenicola*, há três a cinco camadas de células parenquimáticas raquimorfadas de parede espessada; essas células nas espécies estudadas por Liese (1998), Londoño *et al* (2002) e Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003) foram descritas como

hipoderme ou células parenquimáticas de parede espessada. Nenhum autor anteriormente descreveu células parenquimáticas raquimorfas para os colmos de bambus.

Em *F. arenicola*, as fibras são bem menores tanto no comprimento, na largura quanto no diâmetro do lúmen do que as espécies *Gigantochloa scortchinii* e *Bambusa vulgaris* que possuem respectivamente em média 2700-5600  $\mu\text{m}$  de comprimento, 31.2  $\mu\text{m}$  de largura e diâmetro do lúmen 16,8  $\mu\text{m}$ , enquanto que na segunda espécie 1900-2400  $\mu\text{m}$  de comprimento, 31.6  $\mu\text{m}$  de largura e 17.9  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Abd. Latif & Liese, 2001), essa diferença entre as duas espécies e *F. arenicola* devem estar relacionadas ao tamanho do colmo.

As fibras pericíclicas estão subjacentes às células parenquimáticas raquimorfas formando um anel completo; essa característica foi encontrada nas espécies estudadas por Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003). Segundo Metcalfe (1960) e Liese (2003), as fibras estão presentes em uma grande extensão na parte periférica do colmo, tendo como função resistir às distensões, aos estresses e evitar injúrias. O estelo caracteriza-se pelo parênquima como tecido predominante nesta região aumentando de tamanho da periferia para a região interna conforme Liese (1998) descreveu.

A medula de *F. arenicola* é fistulosa, sem conteúdo aparente, no entanto, Liese & Wener (1995), encontraram sílica em medulas de certas espécies de bambus paquimorfos das regiões tropicais. Os mesmos autores desconhecem a origem e a formação dessa substância.

Segundo Zimmermann & Tomlinson (1972 e 1974) caules de Liliopsidas podem possuir dois tipos de sistemas vasculares; o externo que se caracterizam por terem feixes vasculares no córtex e o interno que apresentam feixes vasculares no cilindro central; além disso, esses autores descrevem que caules sem crescimento secundário apresentam todos os seus feixes vasculares todos na região do cilindro central. Nesse contexto, *F. arenicola* contribui com esses estudos, pois apresenta o segundo tipo vascular e apenas possui feixes vasculares no cilindro central. Dentre as famílias estudadas por Zimmermann & Tomlinson (1972) somente a família Bromeliaceae é que mais se assemelha ao sistema vascular de *F. arenicola*; contudo, estudos feitos por Murdy (1960) com *Zea mays* (Panicoideae) caracterizaram essa espécie como contendo os dois tipos de sistema vascular; no entanto Graciano-Ribeiro (2002), Brito & Rodella (2002) e Silva & Alquini (2003), pesquisando

espécies da subfamília Panicoideae e Alonso & Moraes-Dallaqua (2004) estudando uma espécie da família Cannaceae caracterizaram essas espécies como contendo apenas um tipo de sistema vascular, o interno. Dessa forma, Hitch & Sharman (1971) sugerem que há variações dos componentes vasculares dos colmos entre famílias e subfamílias, podendo ser úteis como ferramenta sistemática.

Os feixes vasculares de *F. arenicola* por apresentarem diferenciação no tamanho, na forma e na quantidade, podem ser usados como ferramenta sistemática, pois segundo Grosser & Zamuco (1971), Grosser & Liese (1971) e Liese (1997) essas características são as mais relevantes para tais fins.

Existem três zonas de diferenciação no estelo de *F. arenicola* conforme Grosser & Zamuco (1971) descreveram para os bambus asiáticos e Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003) para os bambus americanos. Os feixes vasculares periféricos de *F. arenicola* são em média 35, pequenos, de forma arredondada, com a bainha de fibras envolvendo-os totalmente; os feixes da zona de transição são em média 27, são maiores do que na região periférica com menos bainha de fibras e de forma ovóide; na zona interna os feixes são maiores do que os da zona de transição e a bainha de fibras só envolve o floema. Dessa forma, podemos observar que os feixes vasculares de *F. arenicola* são menores e mais numerosos próximos a periferia, aumentando de tamanho e diminuindo em quantidade à medida que se aproximam da medula; essas características corroboram com o estudo feito por Abd. Latif & Liese (2001), onde esses autores observaram essas características nas espécies *Bambusa vulgaris* (Bambuseae) e *Gingantoclhoa scortechinii* (Bambuseae).

Os feixes vasculares de *F. arenicola* correspondem ao tipo I (subtipo Ib) proposto por Liese & Grosser (2000) corroborando assim, com o estudo dos bambus para subtribo Arthrostylidiinae conduzido por Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003).

Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003) afirmam que as espécies da subtribo Arthrostylidiinae, Guaduinae e Chusqueinae não possuem correlação anatômica do colmo. Eles afirmam que as espécies da subtribo Chusqueinae possuem diferenciação nos feixes vasculares por terem colmo sólido, enquanto que as espécies das subtribos Guaduinae e Arthrostylidiinae possuem colmo oco, além disso, as espécies da subtribo Guaduinae diferem da subtribo Arthrostylidiinae por terem o floema em diferentes posicionamentos nas zonas de transição e interna. Nesse contexto, o presente estudo corrobora com os dados

encontrados por Rúgolo de Agrasar & Rodríguez (2003), pois o floema de *F. arenicola* está em único sentido.

Os dados encontrados no colmo *F. arenicola*:

A) a presença das células raquimorfas;

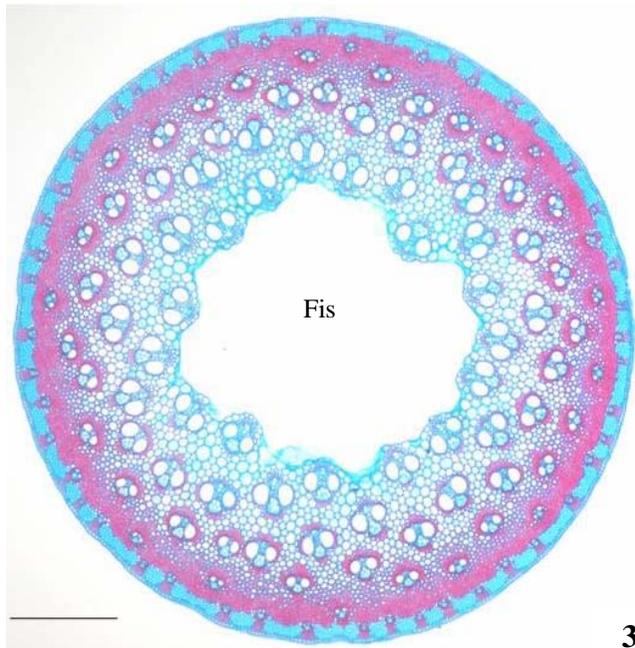
B) medula fistulosa;

C) tipo vascular interno e feixes vasculares apenas no cilindro central;

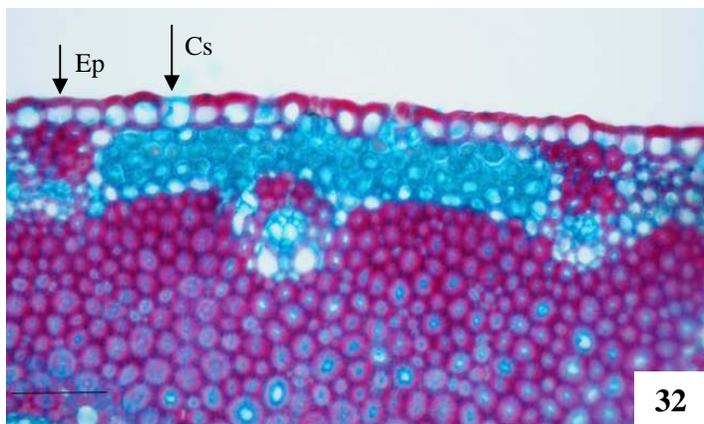
D) feixes vasculares de *F. arenicola* correspondendo ao tipo I (subtipo Ib) na classificação de Liese & Grosser (2000);

E) o floema de *F. arenicola* em único sentido e

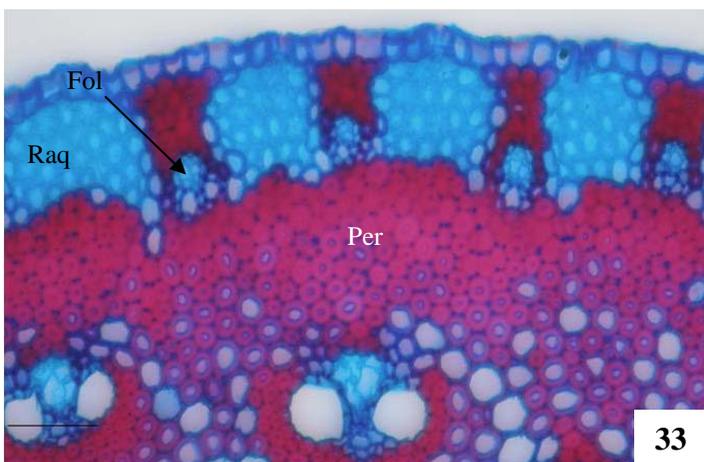
F) análise quantitativa anatômica, são características importantes e relevantes tanto para a subfamília Bambusoideae como para subtribo Arthrostylidiinae. Além de inserir característica inédita (A), pois a mesma não foi encontrada na bibliografia analisada. Dessa forma, a anatomia básica de *Filgueirasia arenicola* trouxe subsídios para futuros estudos de como utilizar melhor suas propriedades.



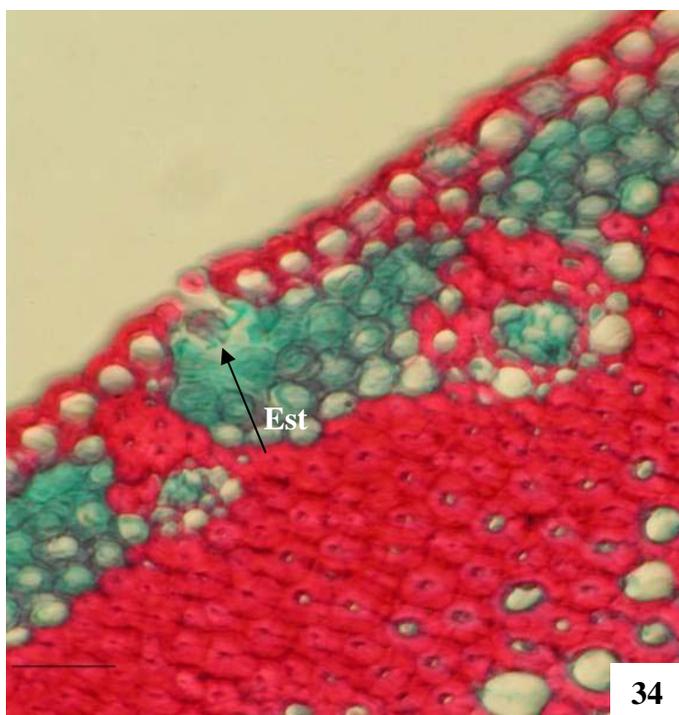
31



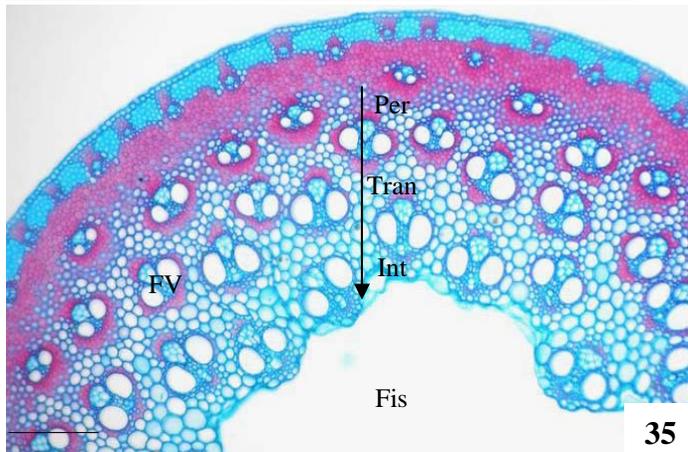
32



33

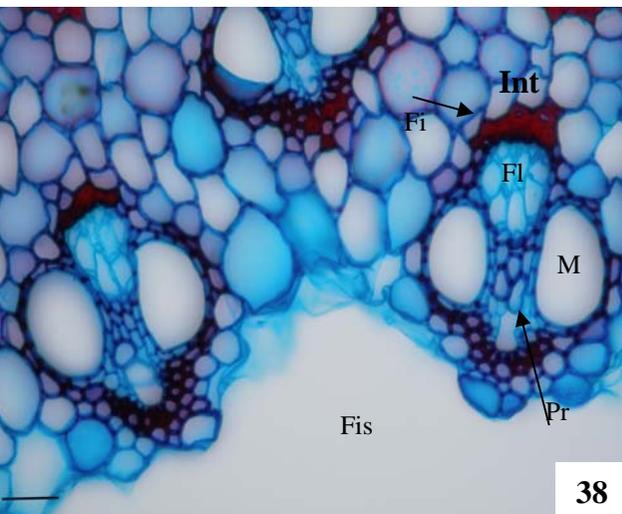
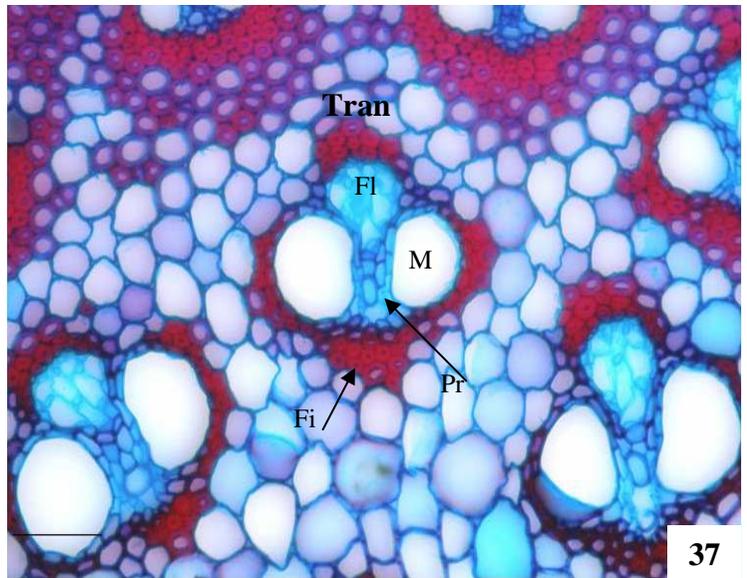
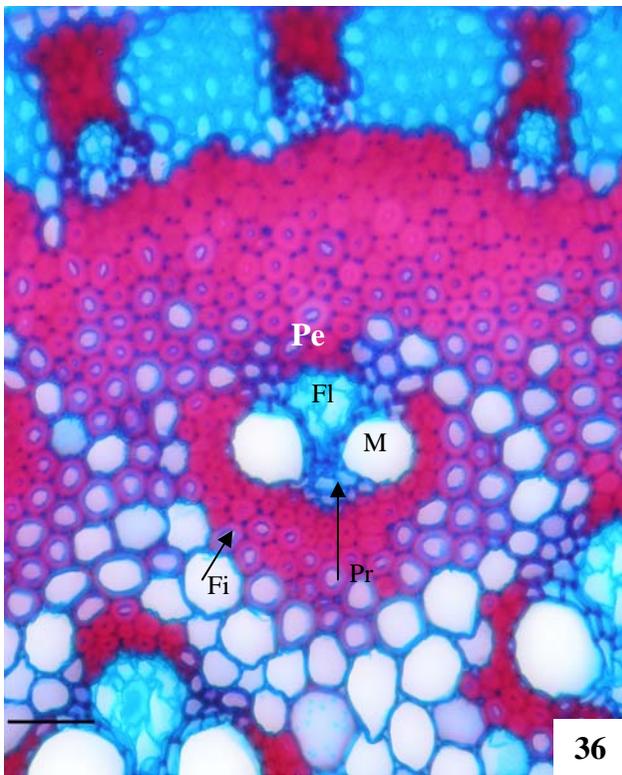


34



35

Figuras 31-35 Secção transversal do colmo de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala visto em microscopia óptica. Fig. 31- Vista geral do colmo, evidenciando seu contorno circular a ovalar e medula fistulosa (Fis) (Barra: 150 $\mu$ m) . Fig. 32- Evidencia as células epidérmicas (Ep) e as células silicificadas (Cs) (Barra: 28,5  $\mu$ m). Fig. 33- Destaca-se as células parenquimáticas raquimorfas (Raqu) de parede espessada, traços foliares (Fol) e as fibras pericíclicas (Per) (Barra: 28,5  $\mu$ m). 34-Evidencia o estômato (Est) abaixo do nível das células epidérmicas comuns (Barra: 6,9  $\mu$ m). Fig. 35- Observa-se as 3 zonas de diferenciação: periferia (Per), transição (Tran) e interno (Int), feixes vasculares dispersos (FV) no parênquima e medula fistulosa (Fis) (Barra: 67,5 $\mu$ m).



Figuras 36-38- Secção transversal do colmo de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala visto em microscopia óptica. Fig. 36- Evidencia o feixe vascular periférico (Pe) que caracteriza-se por ser pequeno com forma arredondada, destacando o metaxilema (M), protoxilema (Pr) e floema (Fl) bem desenvolvidos e bainha de fibra circundando (Fi) totalmente o feixe vascular (Barra: 0,6 $\mu$ m). Fig. 37- Observa-se o feixe vascular de transição (Tran) que caracteriza-se por ser maior com forma ovóide, apresentando metaxilema (M), protoxilema (Pr), floema (Fl) e bainha de fibras (Fi) envolvendo o floema, metaxilema e o protoxilema (Barra: 28,5 $\mu$ m). Fig. 38- Destaca-se os feixes vasculares da zona interna (Int) que caracterizam-se por serem maiores que da zona de transição com forma ovóide, apresentando metaxilema (M) e floema (Fl) bem desenvolvido e bainha de fibras envolvendo apenas o floema e a medula fistulosa (Fis) (Barra: 0,6 $\mu$ m).

### 5.2.7 Secção transversal da raiz

A raiz em secção transversal apresenta forma circular (Fig. 39) com epiderme unisseriada. As células epidérmicas comuns possuem forma retangular com parede celular delgada (Fig. 40); os pêlos radiculares surgem em ângulos retos apresentando parede celular espessada com base dilatada e ápice arredondado (Fig. 41).

No córtex, subjacente à epiderme encontra-se a exoderme unisseriada, suas células são hexagonais com paredes celulares fortemente espessadas, apresentando lúmen reduzido e pontoações ramificadas (Fig. 40). A região cortical possui quinze a dezoito células parenquimáticas, as mesmas vão diminuindo de tamanho à medida que se aproximam do estelo (Fig. 43). Contíguo à exoderme, as células parenquimáticas são hexagonais e apresentam organizados de uma a três camadas com lúmen amplo e paredes celulares espessadas semelhantes à exoderme (Fig. 40). Na região mais interna as células são isodiamétricas com lúmen amplo de parede delgada apresentando espaços intercelulares (Fig. 42). Na região próxima ao estelo, as células parenquimáticas estão distribuídas de forma radial e algumas células (por formação lisígina), formam cavidades aeríferas (normalmente de nove a vinte e três cavidades) (Fig. 39 e 44). Próximo à endoderme há uma a duas camadas de células parenquimáticas isodiamétricas de parede espessada (Fig. 45). A endoderme possui apenas uma camada, essas células são isodiamétricas com lúmen pequeno e são fortemente espessadas na parede periclinal interna estendendo-se até as paredes anticlinalis, formando dessa forma, um espessamento característico em “U” (Fig. 45).

O estelo inicia-se com o periciclo que apresenta apenas uma camada, suas células são retangulares, com lúmen grande e suas paredes celulares são fortemente espessadas (Fig. 45).

A raiz é poliarca com distribuição dos feixes vasculares dispersos, esses se destacam pela posição do floema que está totalmente aleatório entre os elementos de metaxilema (Fig. 46). O tecido xilemático apresenta protoxilema e metaxilema bem desenvolvidos, podendo ser envolvidos por células parenquimáticas isodiamétricas com lúmen reduzido de parede delgada ou espessada (Fig. 45). No tecido floemático o protofloema não é visualizado, mas o metafloema é conspícuo (Figs. 46 e 47), sendo envolvidos também por

parênquima com lúmen reduzido e paredes celulares fortemente espessadas. Os feixes vasculares podem localizar-se apenas na periferia ou preenchendo o estelo (Fig. 46, 47 e 48).

Na medula as células parenquimáticas podem variar em tamanho e em espessamentos, podendo ser: isodiamétricas, fortemente lignificadas na parte central e não lignificadas com lúmen amplo na sua periferia; células parenquimáticas isodiamétricas de paredes delgadas com lúmen amplo no centro, circundado por células parenquimáticas isodiamétricas fortemente espessadas, ou ainda, preenchida por fibras de lúmen reduzido (Fig. 47 e 48).

### 5.2.8 Discussão da raiz

A raiz de *F. arenicola* possui os três sistemas de tecidos: o dérmico, o fundamental e o vascular com os respectivos tipos celulares: células epidérmicas, pêlos radiculares, exoderme, parênquima fundamental, endoderme, periciclo e os elementos vasculares conforme Raechal & Curtis (1990) descreveram para alguns bambus da América do Sul, África e Ásia. Essas características corroboram com o trabalho de Kauff, Rudall & Conran (2000) no que se referem às estruturas típicas de raiz de Liliopsida.

Em secção transversal, a raiz de *F. arenicola* apresenta-se circular conforme Metcalfe (1960) descreveu para as gramíneas. A epiderme de *F. arenicola* é unisseriada com células retangulares, características observadas nas espécies *Chimonobambusa densifolia* (Arundinariinae), *Eremocaulon aureofimbriatum* (Guaduinae) e *Neurolepis* sp. (Neurolepidinae) por Raechal & Curtis (1990). As células epidérmicas de *F. arenicola* possuem parede celular delgada, essas características também foram descritas por Raechal & Curtis (1990) nas espécies *Pariana* sp. (Olyreae) e *Neurolepis* sp. (Neurolepidinae) e por Graciano-Ribeiro (2002) nas espécies *Otachyrium* (Panicoideae); no entanto, Clark & Harris (1981) descreveram para *Oryza sativa* (Ehrhartoideae) células epidérmicas de parede espessada. Dessa forma, podemos observar que as células epidérmicas variam enormemente entre as espécies de bambus conforme Raechal & Curtis (1990) e em algumas subtribos.

Pêlos radiculares foram observados em *F. arenicola*, surgindo em ângulo reto. Segundo Row & Reeder (1957) os pêlos radiculares podem ter valor sistemático na família Poaceae; eles observaram que os pêlos radiculares da tribo Bambuseae são semelhantes aos da tribo Panicoideae assim como os encontrados na espécie em estudo. Raechal & Curtis (1990) descreveram pêlos radiculares em *E. aureofimbriatum* (Guaduinae) e *Pharus vittatus* (Pharoideae) que são semelhantes aos de *F. arenicola*. Pode-se inferir, conforme Row & Reeder (1957) descreveram, que essa característica correlacionada com outros caracteres, tais como anatomia foliar e estrutura embrionária, podem ser usada na sistemática.

O córtex de *F. arenicola* inicia-se com a exoderme, a mesma é unisseriada com células bem espessadas; entretanto, nos bambus pesquisados por Raechal & Curtis (1990), foi encontrada uma exoderme de parede delgada isodiamétrica, ocasionalmente colapsadas e às vezes até faltando. A presença da exoderme segundo Taleisnik *et al.*, (1999) restringi a perda de água e levam relativa vantagem às espécies que habitam ambientes secos. Subjacente à exoderme de *F. arenicola* há uma a duas camadas de células parenquimáticas de parede espessada formando um anel, entretanto, Raechal & Curtis (1990), encontraram geralmente nos bambus estudados células esclerenquimáticas formando um anel; contudo, deve ser levada em conta a possibilidade de que essa diferença em *F. arenicola* pode ser simplesmente plasticidade fenotípica.

O córtex de *F. arenicola* possui 15-18 células parenquimáticas apresentando espaços intercelulares triangulares e normalmente de nove a 23 cavidades aeríferas lisíginas próximas à região do estelo; essa última característica foi encontrada na subtribo Arundinariinae por Raechal & Curtis (1990); no entanto, esses autores não informaram a origem dessas cavidades e nem a sua quantidade. Segundo Baruch & Mérida, (1995), as gramíneas que crescem em ambiente seco desenvolvem cavidades aeríferas, devido à baixa concentração de oxigênio, ocasionando um aumento na concentração do etileno que leva ao colapso das células parenquimáticas do córtex por formação lisígina originando o parênquima aerênquima. Essa característica também foi observada por Graciano-Ribeiro (2002) nas espécies de *Otachyrium* (Panicoideae) e por Soukup, Seago Jr. & Votrubová (2005) estudando a família Acoraceae (*Acorus calamus*) que é basal das Liliopsida.

Próximo ao estelo as células parenquimáticas de *F. arenicola* ocorrem em fileiras radiais; essa característica foi observada nas espécies *Arundinaria tessellata* (Arundinariinae), *Pariana* sp (Olyreae), *Indocalamus walkerianus* (Arundinariinae), *Neurolepis* sp. e *Streptogyna americana* (Olyreae) corroborando dessa forma, com os dados encontrados por Raechal & Curtis (1990).

A endoderme de *F. arenicola* é uniestratificada, suas células são isodiamétricas com espessamento incompleto na parede periclinal interna, formando dessa forma, espessamento característico em “U”; essa característica é comum entre as gramíneas segundo Metcalfe (1960), sendo encontrada nas subfamílias Ehrhartoideae e Panicoideae, respectivamente nas espécies *Oryza sativa* por Clark & Harris (1981) e *Otachyrium* por Graciano-Ribeiro (2002). Nesse contexto, Soderstrom e Ellis (1987) consideram tanto espessamento em “U” ou “O” como características de duas subtribos da subfamília Bambusoideae que são Arundinariinae e Bambusinae. Raechal & Curtis (1990), encontraram espessamento em “U” nas subfamílias Anomochlooideae (*Streptochaeta spicata*) e Pharoideae (*Pharus vittatus*) e nas subtribos Arundinariinae (*A. tessellata* e *C. densifolia*) e Streptogyneae (*Streptogyna americana*). Dessa forma, o espessamento em “U” na endoderme de *F. arenicola* acrescenta novos dados para a subfamília Bambusoideae e para a subtribo Arthrotyliidiinae.

O periciclo de *F. arenicola* é unisseriado e suas células são isodiamétricas de paredes celulares fortemente espessadas; essas características corroboram com as observações feitas por Raechal & Curtis (1990) na maioria dos bambus estudados por eles, Graciano-Ribeiro (2002) estudando as espécies de *Otachyrium* (Panicoideae) e Segin & Scatena (2004) pesquisando a família Bromeliaceae com espécies de *Tillandsia*.

Segundo Soukup, Seago Jr. & Votrubová (2005) a maioria das espécies das Liliopsidas possui raiz poliarca; assim *F. arenicola* contribui com essa afirmação por ter raiz poliarca e possuir seus feixes vasculares totalmente dispersos no cilindro central. Essa observação foi feita por Raechal & Curtis (1990) na maioria das espécies de bambu pesquisadas por esses autores, por Graciano-Ribeiro (2002) estudando as espécies de *Otachyrium* (Panicoideae) e Segin & Scatena (2004) com as espécies de *Tillandsia*.

Os feixes vasculares de *F. arenicola* são bastante conspícuos, podendo preencher apenas a periferia ou ocupando todo o estelo. Segundo Kauff, Rudall & Conran (2000), o

xilema e o floema da raiz seguem um padrão concêntrico na maioria das Liliopsida; no entanto, *F. arenicola* foge desse padrão, pois o floema destaca-se por ser aleatório no cilindro vascular, padrão esse que foi encontrado por Raechal & Curtis (1990) nas subtribos Guaduinae (*E. aureofimbriatum*), Arundinariinae (*I. walkerianus*) e Arthrostylidiinae (*Merostachys arenicola* e *Merostachys* sp.). Apesar dessa característica fugir do padrão, Raechal & Curtis (1990) não deram muita atenção a essa característica taxonômica, mas no presente estudo, ressalta-se a importância e o valor taxonômico em nível tribal e genérico.

A raiz de *F. arenicola* possui caracteres do tipo panicóide que são: células parenquimáticas radiais próximas ao estelo e mais de 12 elementos de vasos de metaxilema; e também se encontram característica de raiz poóide que são: espaço intercelular triangular, mais de 12 elementos de vasos de metaxilema e ausência de lacuna na medula. Essa classificação de raízes da família Poaceae foi realizada inicialmente por Goller (1977) e sumarizadas por Clark & Fisher (1987). Nesse contexto, Raechal & Curtis (1990) encontraram uma predominância de caracteres panicóide para os bambus, mas também foram observados caracteres do tipo poóide. Dessa forma, esses autores sugeriram que as espécies de bambus pesquisados por eles pertençam a um tipo de raiz intermediária que seria orizóide. Portanto, o presente estudo corrobora com a pesquisa de Raechal & Curtis (1990), haja vista que a espécie *F. arenicola* apresenta características dos dois tipos, sendo, portanto, do tipo orizóide.

Os dados encontrados na raiz

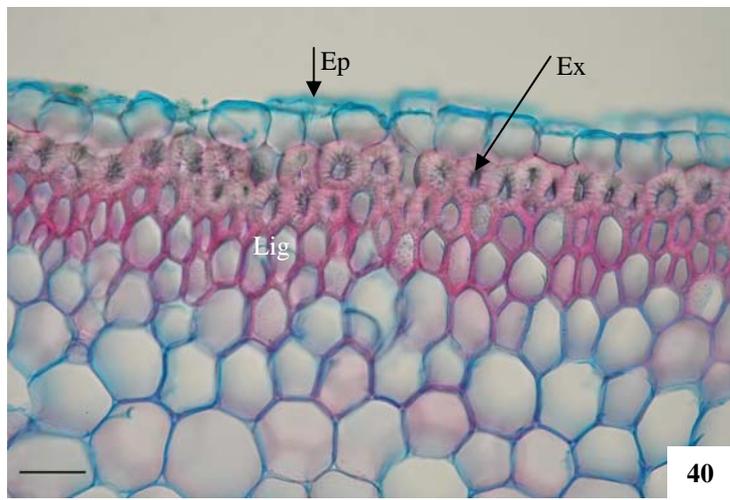
- A) os pêlos radiculares surgindo em ângulo reto;
- B) exoderme presente;
- C) espaços intercelulares triangulares no córtex;
- D) cavidades aeríferas lisíginas no córtex;
- E) endoderme em forma de “U”;
- F) periciclo unisseriado;
- G) floema totalmente disperso no estelo e a raiz do tipo orizóide.

São características relevantes para a subfamília Bambusoideae bem como para a subtribo Arthrostylidiinae. No entanto, ressaltam-se as características (E) e (G), pois são caracteres que não foram encontrados para a subtribo Arthrostylidiinae, portanto,

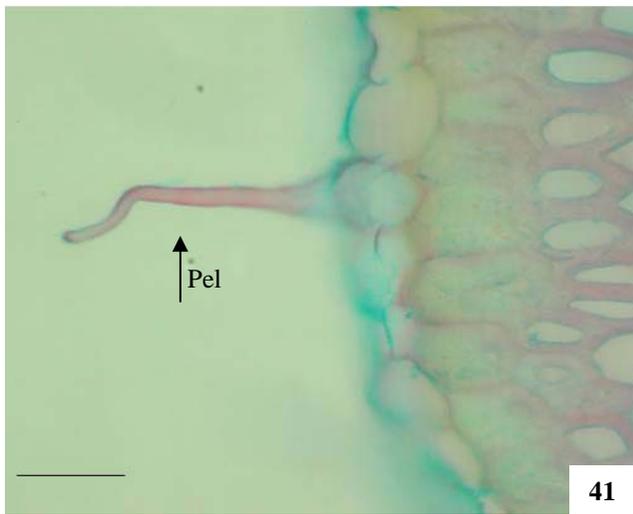
há necessidades de estudos posteriores nesta subfamília e subtribo, pois os dados anatômicos na bibliografia específica são escassos.



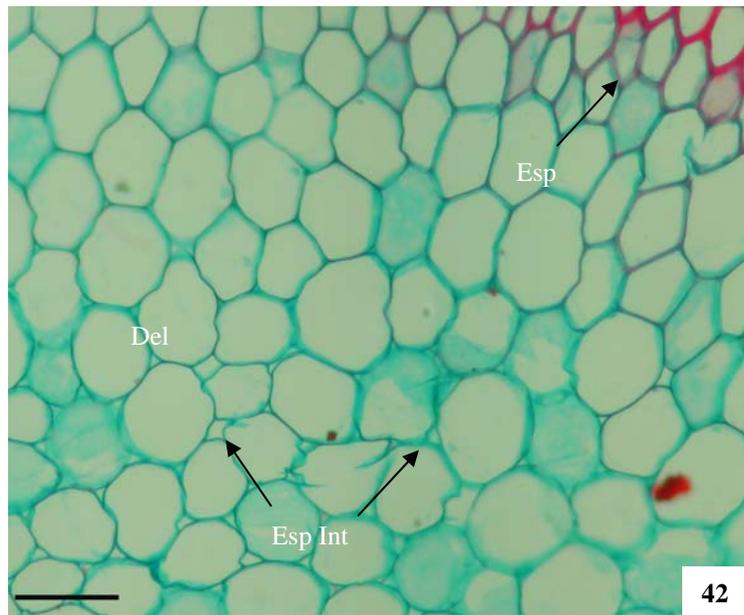
39



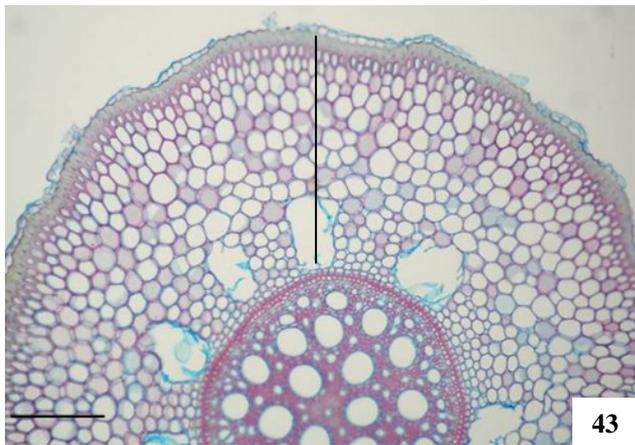
40



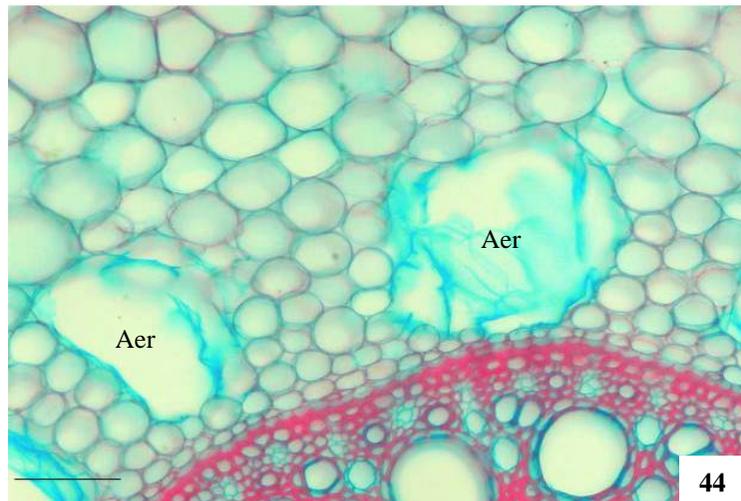
41



42

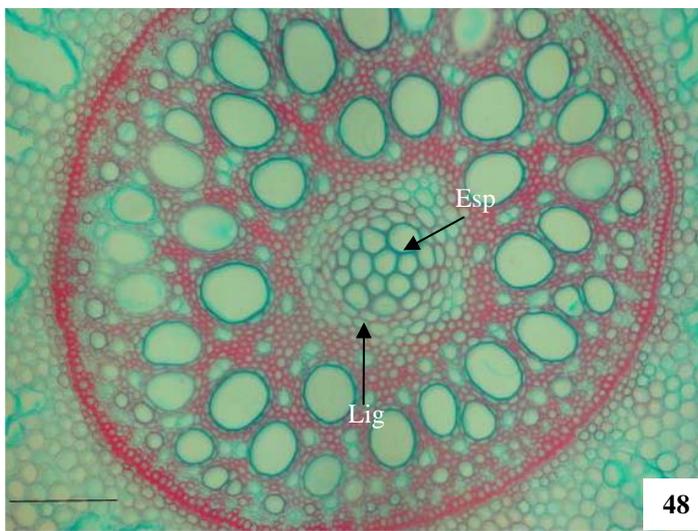
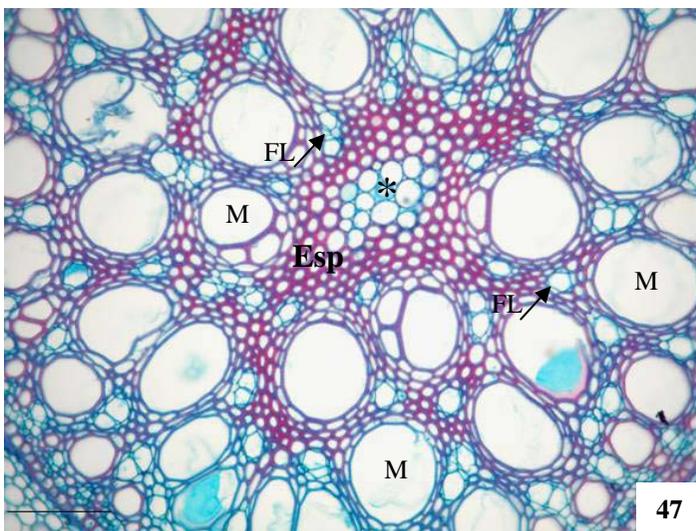
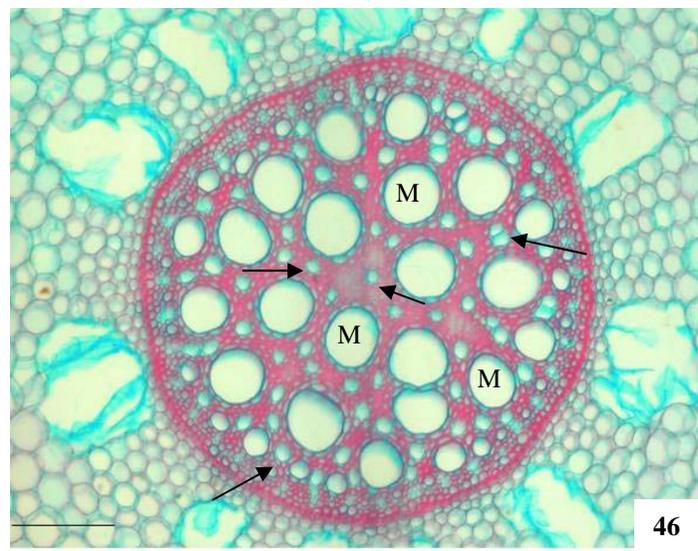
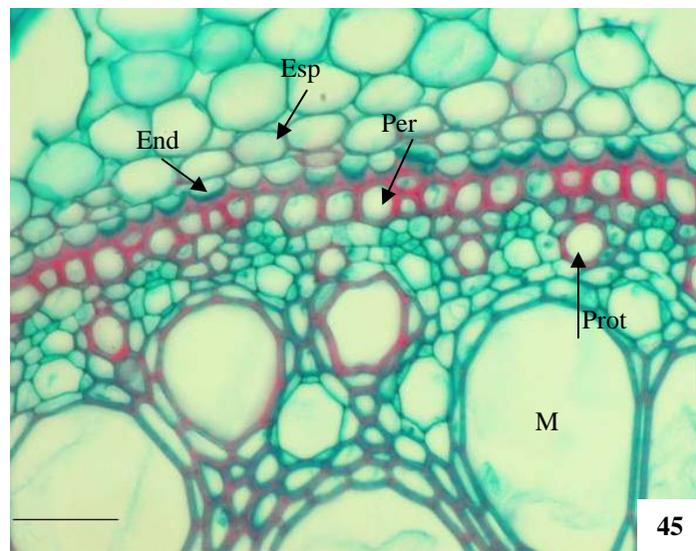


43



44

Figuras 39-44 Secção transversal da raiz de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 39- Vista geral da raiz, mostrando as cavidades aeríferas (Aer) circundando o estelo (Barra: 150µm). Fig. 40- Evidencia a epiderme (Ep) com suas paredes periclinais externa delgada; a exoderme (Ex) de parede bastante espessada e células parenquimáticas lignificadas (Lig) (Barra: 6,9µm). Fig. 41- Destaca-se o pêlo radicular (Pel) lignificado (Barra: 6,9 µm). Fig. 42- Evidencia as células parenquimáticas de parede delgada (Del) e espessada (Esp) e espaços intercelulares (Esp Int) (Barra: 28,5 µm). Fig. 43- Mostra o córtex com 15-18 camadas de células parenquimáticas, as quais vão diminuindo de tamanho a medida que se aproximam do estelo (Barra: 67,5µm). Fig. 44- Evidencia as cavidades aeríferas de formação lisígenas (Aer) próximas ao estelo (Barra: 28,5µm).



Figuras 45-48 Secção transversal da raiz de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 45- Detalhe da endoderme com espessamento em “U” (End), o periciclo lignificado (Per), protoxilema (Prot), metaxilema (M); 1-2 camadas de parênquima de parede espessado (Esp) acima da endoderme (Barra: 6,9µm). Fig. 46- Destaca-se a raiz poliarca com os feixes vasculares preenchendo o estelo, destacando o floema (seta) disperso entre os elementos de metaxilema (M) (Barra: 28,5 µm). Fig. 47- Evidencia os feixes vasculares na periferia do estelo destacando o floema (Fl) disperso entre os elementos de metaxilema (M); parênquima com parede espessada (Esp)delgada (\*) no centro do estelo circundado por parênquima lignificado (Lig), (Barra: 28,5 µm). Fig. 48- Observa-se as células parenquimáticas no centro do estelo com paredes espessadas (Esp) sendo circundado por parênquima de parede lignificada (Lig) (Barra: 28,5 µm). 73

### 5.2.9- Secção transversal do rizoma

Em secção transversal, a epiderme é unisseriada. As células epidérmicas comuns estão lignificadas e possuem forma retangular. Essas células alterna-se com as células silicificadas em grande quantidade por toda a extensão; essas células caracterizam-se por ter formas retangulares (Fig. 49).

Ocorrem tricomas na epiderme, com base dilatada e ápice agudo, suas paredes são bastante espessadas (Fig. 51). Os estômatos estão presentes no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 53).

No córtex, subjacente à epiderme, há uma a quatro camadas de células esclerificadas às vezes interrompidas por pequenos agrupamentos de células parenquimáticas de parede celular delgada, acima dos quais se encontram os estômatos (Fig. 49 e 52). As células esclerificadas localizadas abaixo da epiderme caracterizam-se por serem pequenas com paredes celulares bastante espessadas, ao passo que as células parenquimáticas são maiores, com lúmen amplo de paredes espessadas (Fig. 49 e 52). Após as células esclerificadas há predominância de células parenquimáticas, as mesmas estão dispostas 26-48 camadas, diminuindo de tamanho à medida que se aproximam da endoderme (Figs. 50 e 54). Essas células caracterizam-se por terem diversas formas, geralmente as suas paredes são lignificadas próximo à epiderme, enquanto que na região central e proximal à endoderme as paredes são mais finas, no entanto, pode-se encontrar o parênquima totalmente lignificado (Figs. 50 e 54).

A endoderme apresenta-se unisseriada, suas células possuem parede espessada e são interrompidas por parênquima e feixes vasculares anastomosados (Fig. 50, 54 e 55).

O estelo inicia-se com o periciclo que está contíguo à endoderme. Nesta região há predominância de feixes vasculares e tecido parenquimático; que pode ter tanto parede delgada como espessadas. O periciclo possui três a cinco camadas de células com paredes celulares espessadas, o mesmo apresenta-se como meristema de espessamento primário (MEP), ou seja, produz feixes vasculares colaterais centripetamente e anastomosados formando apenas elementos de metaxilema e metafloema (Fig. 55, 56 e 57).

Os feixes vasculares localizam-se somente no estelo de forma aleatória; a maioria dos feixes vasculares é formada pelo (MEP); esse meristema apresenta-se como vestígio em

células parenquimáticas espessadas (periciclo) (Fig. 57). No entanto, encontra-se no centro do estelo feixe vascular de origem procambial (Fig. 62).

Os elementos vasculares são colaterais, tanto de origens do MEP como do procâmbio. Os feixes vasculares de origem do MEP apresentam geralmente um vaso de metaxilema bem desenvolvido próximo ao periciclo (Fig. 58), e à medida que se aproximam do centro do estelo os feixes vão se diferenciando tornando-se maduros e apresentando de um a doze elementos de metaxilema bem desenvolvidos (Fig. 59 e 60). O floema também acompanha o mesmo desenvolvimento dos vasos do metaxilema, tornando-se bastante desenvolvido com células companheiras; seu posicionamento é aleatório, ou seja, ora voltado para epiderme ora para o centro do estelo (Fig. 61). Tanto elementos xilemáticos quanto floemáticos sofrem anastomose (Fig. 50 e 61). As fibras são pouco desenvolvidas, apenas envolvem o floema (Figs. 58 e 61).

Os feixes vasculares de origem procambial localizam-se no centro do estelo, os mesmos são caracterizados por ter dois elementos de metaxilema, principalmente um a dois vasos de protoxilema e lacuna. O floema é conspícuo sendo circundado por fibras e células parenquimáticas de parede espessada (Fig. 62). Foram observados espessamentos secundários anelares e helicoidais nas paredes celulares das células do protoxilema (Fig. 63).

### 5.3 - Discussão do rizoma

No rizoma de *Filgueirasia arenicola* as estruturas anatômicas em secção transversal, são basicamente similares ao que Liese (1998) descreveu para os rizomas dos bambus asiáticos, que são: orientação aleatória dos feixes vasculares, fibras pouco desenvolvidas e medula preenchida.

O rizoma de *F. arenicola* em secção transversal apresenta epiderme unisseriada, com células epidérmicas comuns lignificadas alternando-se com as células silicificadas e estômatos; essas características foram observadas por Liese (1998) para outros bambus, no entanto, esse autor não mencionou tricomas para o rizoma, característica essa que foi

encontrada em *F. arenicola*. Segecin & Scatena (2004) estudando rizomas de algumas espécies de *Tillandsia* (Bromeliaceae) observaram três regiões distintas igualmente ao rizoma de *F. arenicola*, no entanto, as células epidérmicas descritas por estes autores divergem da espécie *F. arenicola*, por terem parede delgada nas células epidérmicas comuns e pela ausência das células silicificadas.

O córtex de *F. arenicola* possui uma a quatro camadas de células esclerificadas interrompidas por células parenquimáticas. Ding, Tang & Chao, (1996) e Liese (1998) também encontraram essas características em outras espécies de bambus. Essa região possui 26 a 48 camadas de células parenquimáticas que diminuem de tamanho à medida que se aproximam da endoderme sem cavidades aeríferas. McClure (1963) observou em *Arundinaria tecta* (Arundinoideae) aerênquima bem desenvolvido no córtex desta espécie, sendo útil na separação nas espécies desse gênero; nesse contexto, Liese (1998), descreveu para *Pleioblastus yixingensis* (Arundinoideae) somente duas ou três camadas de células parenquimáticas e para *Phyllostachys heteroclada* (Shibataeinae) mais de 30 camadas com canais aeríferos desenvolvidos. Ding, Tang & Chao (1996) caracterizaram o córtex dos bambus tendo parênquima homogêneo.

Segundo Ding, Tang & Chao, (1996) algumas espécies que crescem em elevada altitude desenvolvem aerênquima no córtex, contudo, em *F. arenicola* não há aerênquima.

Segundo Rudall (1991) o meristema de espessamento primário MEP tem sido descrito em muitas famílias das Liliopsidas. A mesma autora admite que o MEP pode corresponder à região do periciclo. Essas características são observadas em *F. arenicola*.

Segundo DeMason (1979), a função do MEP varia com o hábito de crescimento: em plantas de pequeno porte das Liliopsidas o MEP produz raízes adventícias e sistema vascular associado, enquanto que nas palmeiras, o MEP é responsável pelo espessamento primário. No entanto, Menezes *et al.* (2005) relatam que existem células derivadas meristemáticas DME oriundo da endoderme que produz parênquima cortical e o periciclo que seria o MEP produz os feixes vasculares. Nesse contexto, o presente estudo está de acordo com DeMason (1979); contudo, necessita de mais estudos posteriores para averiguar se a endoderme produz o DME conforme Menezes *et al.* (2005) mencionou para as espécies *Cephalostemon riedelianus* (Rapataceae), *Cyperus papyrus* (Cyperaceae),

*Lagenocarpus rigidus* (Cyperaceae), *L. junciformis* (Cyperaceae), *Echinodorus paniculatus* (Alismataceae) e *Zingiber officinale* (Zingiberaceae).

Menezes *et al.* (2005), concordam com a afirmação de Rudall (1991) sobre o MEP ocorrer no periciclo que se encontra contíguo à endoderme. Menezes *et al.* (2005), descrevem o periciclo multisseriado de parede celular espessada ativo durante toda a vida da planta originando centripetamente os feixes vasculares. Essas características são observadas na espécie em estudo, dessa forma, podemos inferir que o rizoma de *F. arenicola* possui meristema de espessamento primário, através do periciclo.

Segundo Diggle & DeMason (1983), os feixes primários são colaterais com floema localizando externamente ao xilema; esse último pode apresentar espessamento anelar e helicoidal. Os mesmos autores afirmam a presença de feixes vasculares de origem procambial por apresentar protoxilema. Nesse contexto, a espécie *F. arenicola* corrobora com esse estudo, pois apresenta as observações feitas para *Yucca whipplei* por Diggle & DeMason (1983).

Segundo Cheadle (1937) há cinco critérios para distinguir os feixes vasculares secundários, sendo eles: ausência ou poucos elementos do floema, formato oval, arranjo radial, orientação radial do tecido parenquimático e falta de elementos anelares ou helicoidais. O rizoma da espécie em estudo apresenta muitos elementos de floema bem desenvolvidos e em diversas orientações, os feixes vasculares possuem várias formas, nenhuma constante, o arranjo é aleatório tanto para os feixes como para o parênquima e a presença dos elementos anelares e helicoidais, dessa forma, o meristema de espessamento secundário é ausente em *F. arenicola*.

Segundo Ding, Tang & Chao (1996), os caracteres endoderme com paredes espessadas e as fibras pericíclicas são típicos de algumas espécies pertencentes aos gêneros *Fagesia* e *Yusbania* que crescem em ambientes de elevada altitude; essas características também foram encontradas em *F. arenicola*.

Ding, Tang & Chao (1996) e Liese (1998), observaram alguns feixes vasculares no córtex, mas esses geralmente iniciam-se contíguo à endoderme. Eles também notaram que as estruturas dos elementos vasculares são distintas entre rizomas paquimorfo e leptomorfo: os primeiros diferenciam-se do segundo por terem normalmente um vaso de metaxilema, embora possam ser encontrados dois vasos. O protoxilema é ausente ou fracamente

desenvolvido com floema bem desenvolvido e suas fibras são poucos desenvolvidas. *Filgueirasia arenicola* possui rizoma paquimorfo, as características descritas acima para este rizoma estão de acordo com os autores, porém ressalta-se a presença de um a 12 elementos de metaxilema, orientação aleatória do floema e ausência de feixes vasculares no córtex.

As espécies que possuem apenas um vaso de metaxilema podem ser consideradas primitivas (Ding, Tang & Chao, 1996); neste contexto, Weiner & Liese (1990) estudaram 13 gêneros de Palmaceae, nos quais dez gêneros apresentaram somente um vaso de metaxilema, dessa forma, Ding, Tang & Chao (1996) consideram os bambus com rizoma do tipo paquimorfos mais primitivos do aqueles que apresentam o tipo leptomorfo, logo as características anatômicas de *F. arenicola* corroboram com os estudos de Weiner & Liese (1990) e Ding, Tang & Chao (1996). Portanto, essas características apresentadas por esses autores e pelo estudo presente consolidam que os bambus leptomorfos são do ponto de vista da sistemática mais derivados do que os paquimorfos.

Os feixes vasculares de *F. arenicola* são do tipo colateral; observam-se também feixes anastomosados bem desenvolvidos, essas características foram descritas para as espécies de bambus estudadas por Liese & Ding (1991), Ding, Tang & Chao (1996) e Liese (1997 e 1998) e segundo os mesmos autores, esses feixes são bem parecidos com os feixes dos nós dos colmos.

Segundo Ding, Tang & Chao (1996) os bambus que possuem rizoma paquimorfo classificam-se em dois tipos (I e II), usando como critério principal a presença ou não do anel de fibras pericíclicas. Para os autores, o Tipo II subdivide-se em quatro subtipos de acordo com as combinações das estruturas anatômicas (endoderme e aerênquima). Dessa forma, *F. arenicola* enquadra-se no tipo II, subtipo III (Tab. 14), ou seja, possui anel de fibras, presença da endoderme e ausência de aerênquima.

Os dados anatômicos do rizoma:

- A) presença de tricomas;
- B) ausência cavidades aeríferas;
- C) presença de endoderme
- D) presença do meristema de espessamento primário MEP ocorrendo no periciclo;
- E) presença de fibras pericíclicas;

- F) presença de feixes vasculares primários;
- G) elementos de floema bem desenvolvidos e em diversas orientações;
- H) o arranjo é aleatório tanto para os feixes como para o parênquima no estelo;
- I) os feixes vasculares com várias formas e
- J) presença de elementos do tipo anelar e helicoidal.

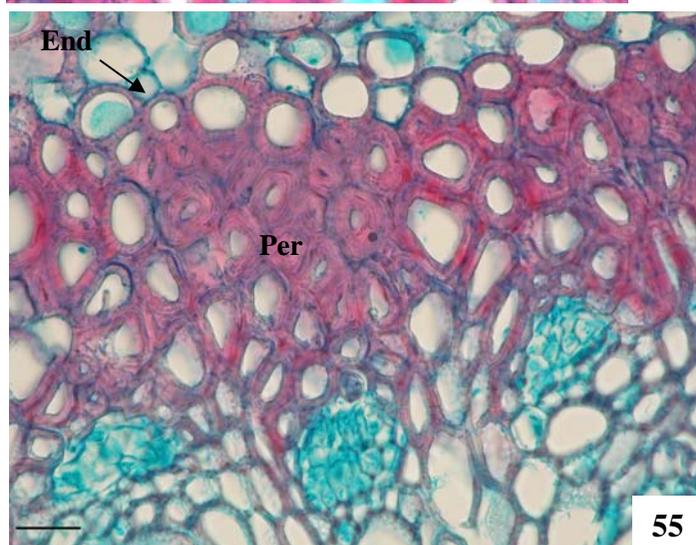
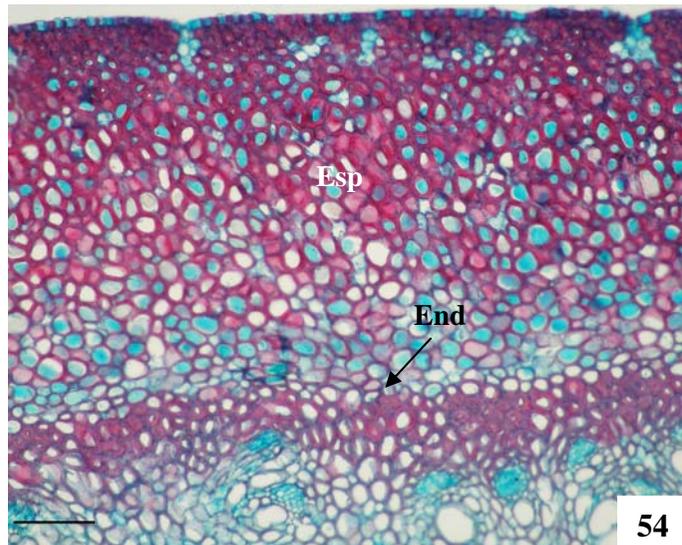
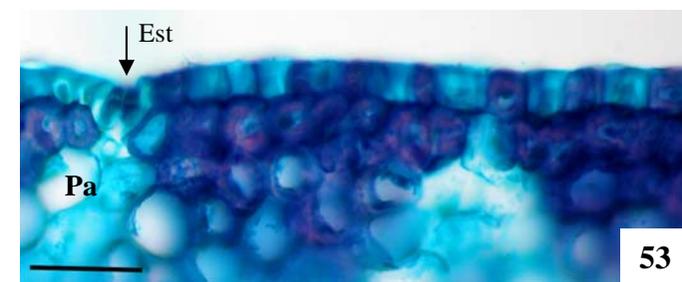
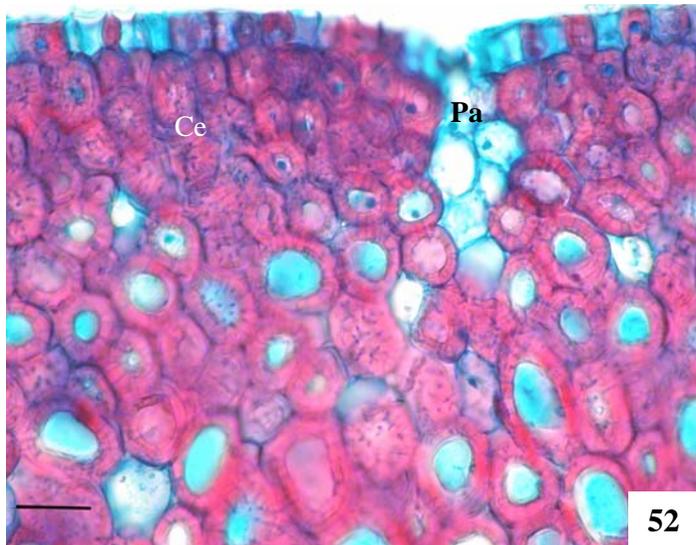
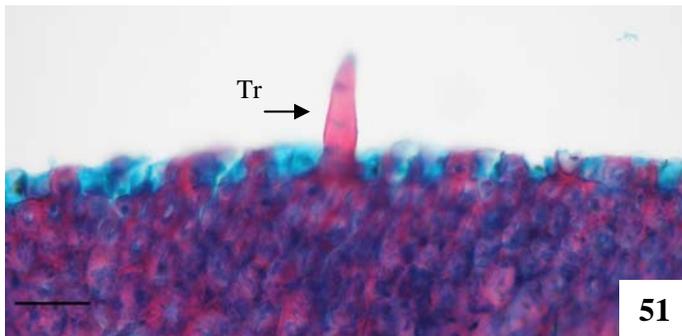
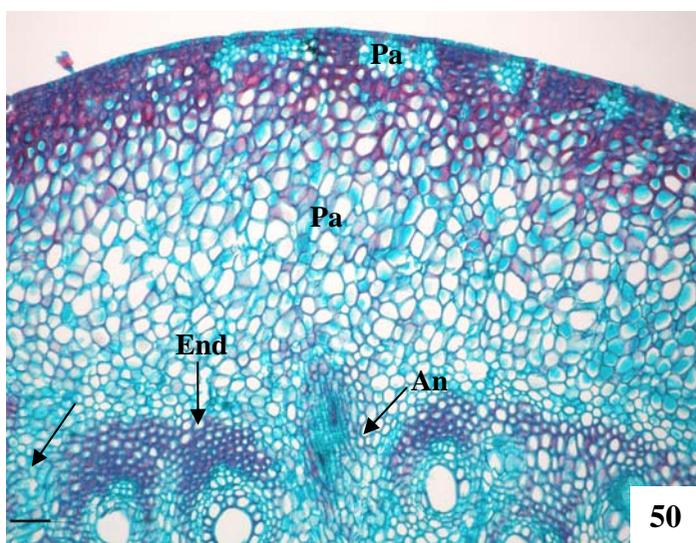
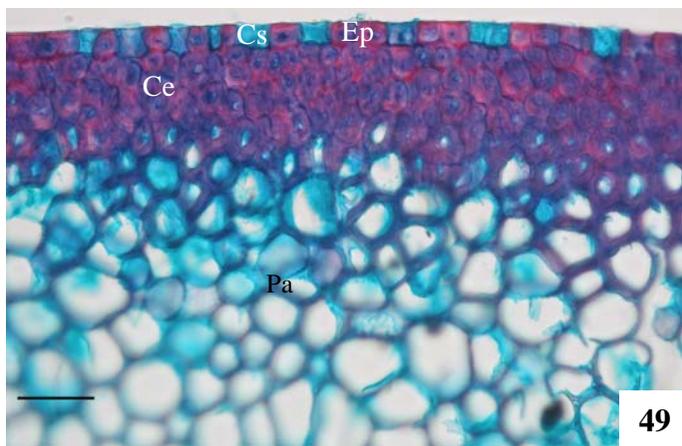
As características (A) e (D) não foram mencionadas em nenhum trabalho pesquisado sobre rizoma de bambus. As características (F), (G), (H), (I) e (J) confirmam a ausência de espessamento secundário e a presença dos caracteres (B), (C) e (E) são úteis para delimitar em qual grupo podemos colocar o rizoma de *F. arenicola*. Portanto, essas características são relevantes para a subfamília Bambusoideae bem como para a subtribo Arthrostylidiinae, no entanto, ressalta-se necessidades de estudos posteriores referentes ao rizoma, pois os dados anatômicos na bibliografia específica são escassos.

**Tab. 14**

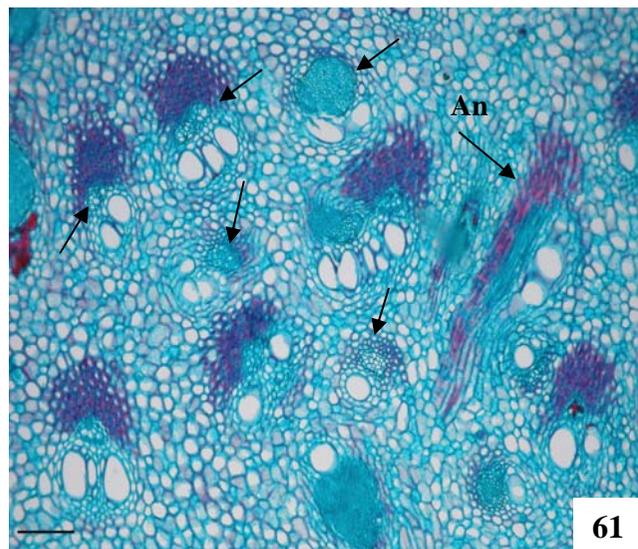
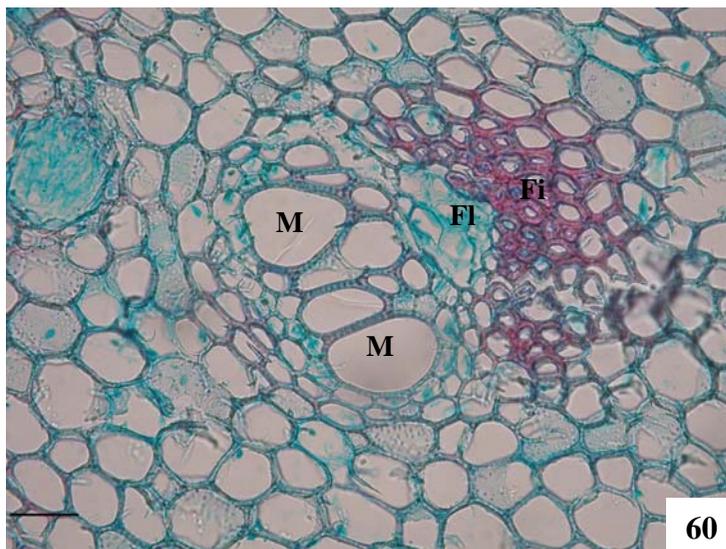
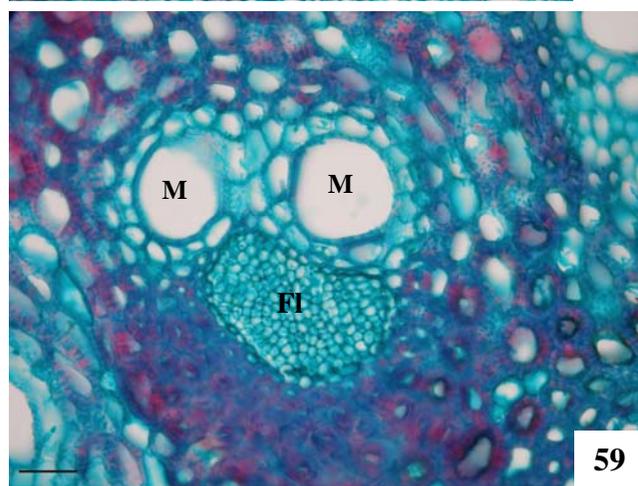
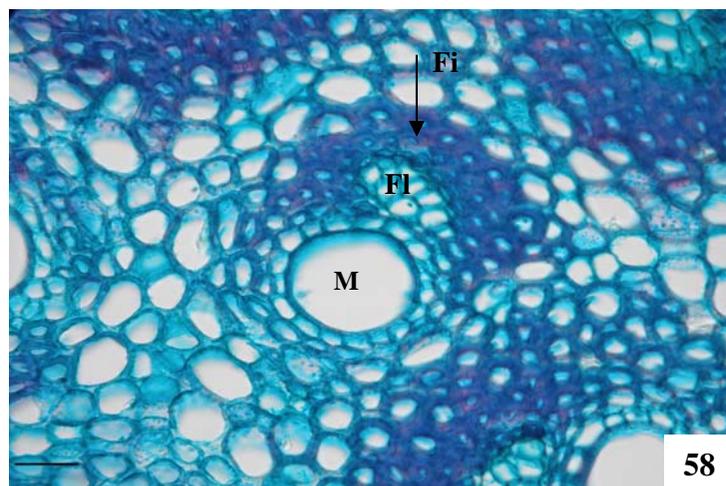
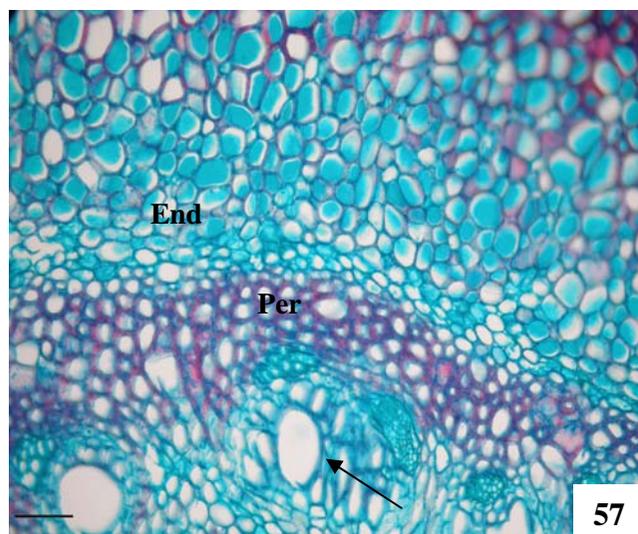
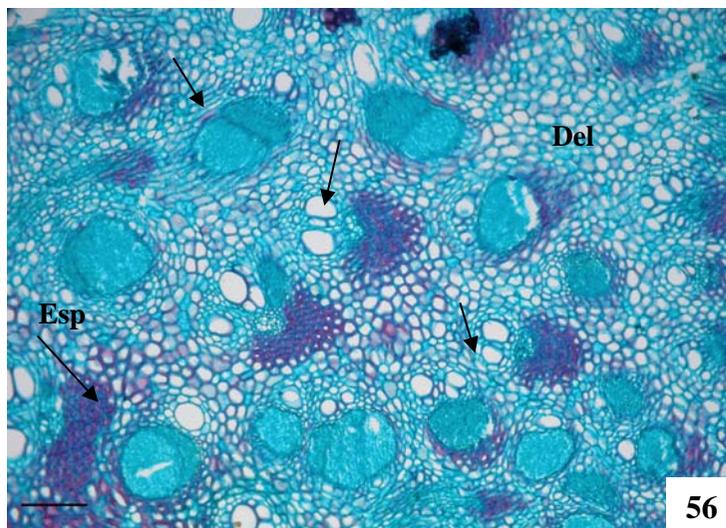
**Dois tipos básicos e quatro subtipos de bambus com rizoma paquimorfa**

<b>Tipo/Subtipo</b>	<b>Características</b>	<b>Alguns gêneros e espécies</b>
<b>TIPO I</b>	Nenhuma F.P. abaixo do córtex Ausência do aerênquima endoderme	<i>Bambusa</i>
		<i>Dendrocalumus</i>
		<i>Melocanna</i>
<b>TIPO II</b>	Anel de F.P. abaixo do córtex	<i>Fargesia</i>
		<i>Sinarundinaria</i>
		<i>Thamnocalamus</i>
<b>SUBTIPO I</b>	Aerênquima presente Endoderme presente	<i>Yushania yadongensis</i>
<b>SUBTIPO II</b>	Aerênquima presente Endoderme ausente	<i>Fargesia subflexuosa</i>
<b>SUBTIPO III</b>	Aerênquima ausente Endoderme presente	<i>Yushania violascens</i>
		<i>Filgueirasia arenicola</i>
<b>SUBTIPO IV</b>	Aerênquima ausente Endoderme ausente	<i>Sinarundinaria nitida</i>

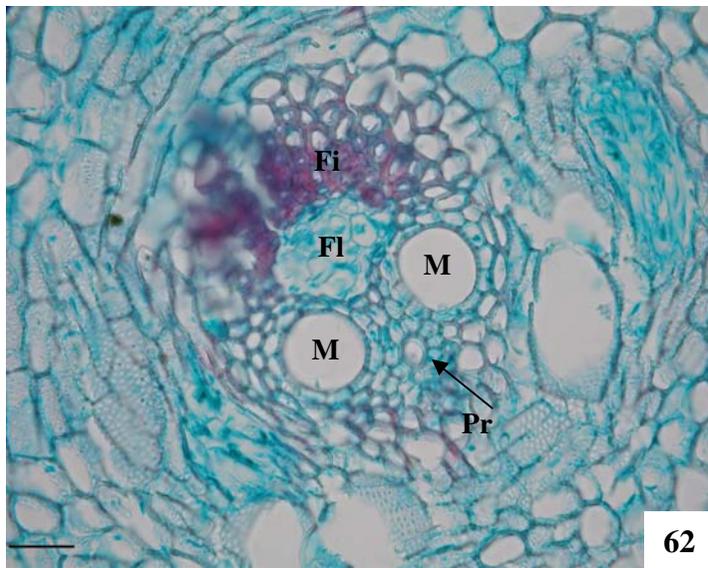
Adaptada de Ding, Tang & Chao, 1996 e Liese, 1998. Nota: F.P.: Fibras pericíclicas.



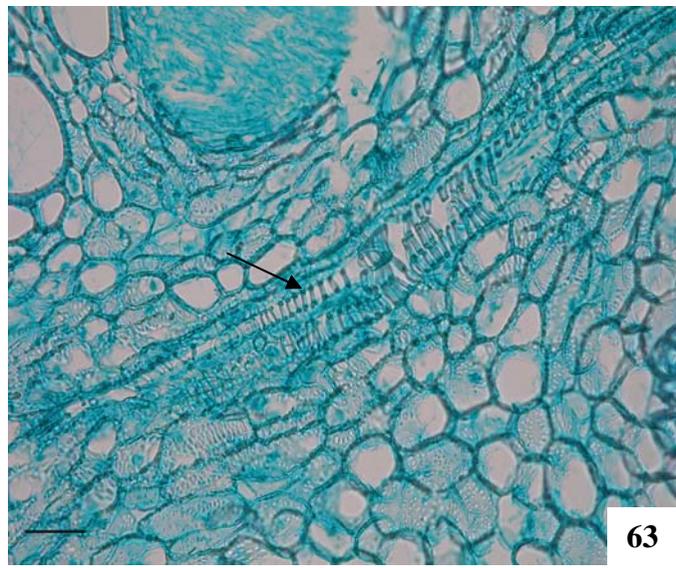
Figuras 49-55- Secção transversal do rizoma de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 49- Evidencia-as células epidérmicas lignificadas (Ep), as células silicificadas (Cs), uma a quatro camadas de células esclerificadas (Ce) e células parenquimáticas (Pa) (Barra: 2,4µm). Fig. 50- Destaca-se as células parenquimáticas (Pa) e os feixes anastomosados interrompendo a endoderme (End). Fig. 51- Aspecto de um tricoma de parede lignificada (Tr) (Barra: 0,6µm). Fig. 52 e 53- Observa-se o parênquima (Pa) interrompendo as células esclerenquimáticas (Ce) subjacente ao estômato (Est) (Barra: 0,6µm). Fig. 54- Observa-se as células parenquimáticas espessada (Esp) no córtex e a endoderme (End) (Barra: 5,9µm). Fig. 55- Evidencia a endoderme (End) unisseriada e o periciclo multisseriado (Per) (Barra: 0,6µm).



Figuras 56-61- Secção transversal do rizoma de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala em microscopia óptica. Fig. 56- Observa-se a predominância no cilindro central das células parenquimáticas de parede espessada (Esp) e delgada (Del) e dos feixes vasculares (seta) (Barra: 5,9µm). Fig. 57- Evidencia a endoderme e os feixes vasculares (seta) oriundos do periciclo (Per) (Barra: 5,9µm). Fig. 58- Evidencia um feixe vascular de origem MEP com apenas um vaso de metaxilema (M), floema desenvolvido (Fl) e fibras floemáticas (Fi) (Barra: 0,6µm). Fig. 59- Apresenta feixe vascular de origem MEP com dois vasos de metaxilema (M), floema bem desenvolvidos (Fl) e fibras floemáticas (Fi) (Barra: 0,6µm). Fig. 60- Feixe vascular de origem MEP com 12 vasos de metaxilema (M), floema (Fl) conspícuo e fibras (Fi) circundando-o (Barra: 0,6µm). Fig. 61- Evidencia o floema (seta) em várias direções e elementos vasculares anastomosados (An) (Barra: 5,9µm).



62



63

Figuras 62-63- Secção transversal do rizoma de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala visto em microscopia óptica. Fig. 62- Destaca-se feixe vascular de origem procambial por possuir dois elementos de metaxilema (M), principalmente o protoxilema (Pr), floema desenvolvido (Fl) e fibras (Fib) envolvendo-o (Barra: 0,6  $\mu$ m). Fig. 63- Observa-se espessamentos secundários anelares nas paredes das células do protoxilema (Barra: 0,6  $\mu$ m).

## Referências Bibliográficas

- ABD. LATIF, M. & LIESE, W. 2001. Anatomical features of *Bambusa vulgaris* and *Gigantochloa scortechinii* from four harvesting sites in penisular Malaysia. **Journal of Tropical Forest Products**. 7(1): 10-28.
- ALONSO, A.A. & MORAES-DALLAQUA, M.A. 2004. Morfoanatomia do sistema caulinar de *Canna edulis* Kerr-Gawler (Cannaceae). **Revista Brasil. Bot.** 27(2): 229-239.
- AVDULOV, N.P. 1931. Kario-sistematiche Untersuchungen der Familie Gramineen. Appl. **Lot. supplement** 44. 428 p.
- AZZINI, A. & MARY, R. 1982. Florescimento e frutificação em bambu. **Bragantia**. 41: 175-180.
- BARUCH, Z. & MÉRIDA, T. 1995. Effects of drought and flooding on root anatomy in four tropical forage grasses. **Int. J. Plant Sci.** 154(4): 514-521.
- BRANDIS, S.D. 1907. Remarks on the Struture of Bamboo Leaves. **Transactions of the Linnean Society of London**, series 2 (Botany), 7: 69-92, plates 11-14.
- BRITO, C.J.F.A. & RODELLA, R. 2002. Caracterização morfo-anatomômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A Rich.) Stapf e *B. Humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Revista Brasil. Bot.** 25(2): 221-228.
- BROWN, W.V. 1958. Leaf anatomy in grass systematic. **Bot. Gaz.** 119(3): 170-178
- BURMAN, A.G. & FILGUEIRAS, T.S. 1993. A review of the Wood Bamboo genera of Brazil (Gramineae: Bambusoideae: Bambuseae). **Thaiszia, Kosice**, 3:53-88.
- CALDERÓN, C.E. & SODERSTROM, T.R. 1973. Morphological and anatomical considerations of the grass subfamily Bambusoideae based on the genus *Maclurolyra*. **Smithsonian Contr. Bot.** 11:55.
- CALDERÓN, C.E. & SODERSTROM, T.R. 1980. **The Genera of Bambusoideae (Poaceae) of the American Continent: Keys and Comments**. Smithsonian Contr. Bot. 44: 1-27.
- CAMPBELL, M.M. & SEDEROFF, R.R. 1996. Variation in lignin content and composition. **Plant Physiology**, 110:3-13.
- CAMPOS, A.C. & LABOURIAU, L.G. 1969. Corpos silicosos de Gramíneas dos Cerrados

## II. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 4:143-151.

- CHEADLE, V.I. 1937. Secondary growth by means of a thickening ring in certain monocotyledons. **Botanical Gazette**. 98(3): 535-555.
- CLARK, L.G. & FISHER, J. 1987. Vegetative morphology of grasses: shoots and roots. Pp. 37-45. in **Grass Systematics and evolution**, eds. T.R. Soderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell, and M.E. Barkworth. Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- CLARK, L.H. & HARRIS, W.H. 1981. Observations on the root anatomy of rice (*Oryza sativa* L.). **American Journal of Botany**. 68: 154-161.
- CLARK, L. & LONDOÑO, X. 1991. A new species and new sections of *Rhipodocladum* (Poaceae: Bambusoideae). **American Journal of Botany**. 78(9): 1260-1279.
- CLARK, L. 1991. The function of fusoid cells in bamboos: An Hypothesis. **Supplement to American Journal of Botany**: Vol. 78(6):22.
- CLAYTON, W.D. & RENVOIZE, S.A. 1986. *Genera Graminum*. **Kew Bulletin** Adicional Series XIII, London. 389p.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T. & YEO, P.F. 1985. **The families of the monocotyledons: Structure, evolution and taxonomy**. Springer-Verlag, Berlin. 520p.
- DEMASON, D.A. 1979. Function and development of the primary thickening meristem in the monocotyledon, *Allium cepa* L. **Bot. Gaz.** 140: 51-66.
- DICKISON, W.C. 2000. Ecological anatomy. Pp 295-338 in **Integrative Plant Anatomy**., ed. DICKISON, W.C. USA: Academic Press.
- DIGGLE, P.K. & DEMASON, D.A. 1983. The relationship between the primary thickening meristem and the secondary thickening meristem in *Yucca whipplei* Torr. I Histology of the mature vegetative stem. **Amer. J. Bot.** 70(8): 1195-1204.
- DING, Y.L.; TANG, G.G. & CHAO, C.S. 1996. Anatomical studies on the rhizome of some pachymorph bamboos. In Ramuja Rao, 4<sup>th</sup>, Widjaja, ed., **Bamboo, people and the environment, Vol. 1, Propagation and management. Proc. Of the 5<sup>th</sup> International Bamboo Workshop, Ubud, Bali, Indonesia, 19-22 June 1995. International Network for bamboo and rattan, New delhi, India.** 121-131.
- ELLIS, R.P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae I: the leaf blade as viewed in transversal section. **Bothalia**. 12(1):65-109.
- ELLIS, R.P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II: the epidermis as seen in surface view. **Bothalia**. 12(4):641-671.
- ELLIS, R.P. 1987. A Review of comparative leaf anatomy in the systematics of the

Poaceae: The past twenty-five years. Pp. 255-238 in **Grass Systematics and evolution**, eds. T.R. Doderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell, and M.E. Barkworth. Washington DC: Smithsonian Institution Press.

EL RENUEVO. 2004. **Boletín de la sociedad Colombiana Del Bambu.**

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

FAHN, A. 1985. Anatomia Vegetal. **Edicione Pirâmide**, Madrid.

FILGUEIRAS, T.S. 1988 **Bambus nativos do Distrito federal (Gramineae: Bambusoideae)**. Revista brasileira de Botânica. 11: 47-66.

FILGUEIRAS, T.S. 1991. A floristic analysis of the Gramineae of Brazil's Distrito Federal and a list of the species occurring in the area. **Edinburgh Journal of Botany**. 48(1):73-80.

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

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

FREIR, F. 1959. Las células clorenquimáticas del mesófilo de las Gramíneas. **Revista Argentina de Agronomia**. T. 26, N.º 1-2: 1-16.

GERLACH, D. 1984. Botanische Mikrotechnik. **Stuttgart**, Georg Thieme Verlag. 311p.

GIFFORD, E.M. & BAYER, D.E. 1995. Developmental anatomy of *Cyperus esculentus*. **In. J. Plant. Sci.** 156: 622-629.

GOLLER, H. 1977. Beitrage zur anatomie adulter Gramineenwurzeln im Hinblick auf taxonomische Verwendbarkeit. **Beitr. Biol. Pflanzen**. 53: 217-307.

GOMES, D.M.S. 2002. **Anatomia foliar de espécies de *Merostachys* Spreng. (Poaceae: Bambusoideae) no sudeste brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GPWG. 2000. A phylogeny of the Grass family (Poaceae), as inferred from eight character sets. **Grass: Systematics and evolution**. 3-7p.

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

- GRACIANO-RIBEIRO, D. 2002. **Caracteres anatômicos aplicados à sistemática e variações ambientais das espécies de *Otachyrium* (Poaceae: Panicoideae) da América do Sul.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GROSSER, D. & LIESE, W. 1971. On the Anatomy of Asina bamboo, with special reference to their vascular bundle. **Wood Science and Technology**. 5:290-312.
- GROSSER, D. & ZAMUCO, G.I.J. 1971. Anatomy of some bamboo species in the Philippines. **Philipp. J.Sci.** 100:57-73.
- GUALA, G.F. 1995. A Cladistic Analysis and Revision of the Genus *Apoclada* (Poaceae: Bambusoideae: Bambusodae). **Systematic Botany**. 20(3):207-223.
- GUALA, G.F. 2000a. Spatial habitat characterization and prediction for two endemic sister species of bamboo on the cerrados of central Brazil. **Journal of the American Bamboo Society**, 14(1):21-27.
- GUALA, G.F.; BOGLER, D.; SADLE, J. & FRANCISCO-ORTEGA, J. 2000b. Molecular evidence for polyphyly in the genus *Apoclada* (Poaceae: Bambusoideae). **Journal of the American Bamboo Society**. 14(1):15-20.
- GUALA, G.F. 2001. A brief note on the forage value of *Apoclada* species. **Journal of the American Bamboo Society**. 15(1):48.
- GUALA, G.F. 2003. A New Genus of Bamboos from the Cerrado of Brazil. **Journal of the American Bamboo Society**. 17(1):1-3.
- HITCH, P.A. & SHARMAN, B.C. 1971 The vascular pattern of festucoid grass axes, with particular reference to nodal plexi. **Bot. Gaz.** 132:38-56.
- HSIEH, J.S. & WU, S.C. 1991. The ultrastructure of Taiwan giant bamboo and moso bamboo. **Proceedings 4<sup>th</sup> International Bamboo Workshop**. 199-212.
- JACOBS, F.; KINGSTON, J.D. & JACOBS, L.L. 1999. The origin of grass-dominated ecosystems. **Ann. Missouri Bot. Gard.** 86:590-643.
- JENSEN, W.A. 1962. **Botanical histochemistry: principles and practice**. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 408p.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company Inc., New York. 523p.
- JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A. & STVENS, P.F. 1999. **Plant Systematic: A phylogenetic Approach**. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts U.S.A.. 464p.
- JUDZIEWICZ, E.J & CLARK, L.G. 1993. The South American species of *Arthrostylidium*

- (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae). **Systematic Botany**. 18(1):80-99.
- JUDZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G.; LONDOÑO, X. & STERN, M.J. 1999. **American Bamboos**. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 392p.
- JUDZIEWICZ, E.J.; SORENG, R.J.; DAVIDSE, G.; PETERSON, P.M.; FILGUEIRAS, T.S. & ZULOAGA, F.O. 2000. Catalogue of New World Grass (Poaceae): I. Subfamilies Anomochlooideae, Bambusoideae, Ehrhartoideae, and Pharoideae. **Contr. from the United States National Herbarium**. 39:1-128.
- KAUFF, F., RUDALL, P.J. & CONRAN, J.G. 2000. Systematic root anatomy of Asparagales and other monocotyledons. **Plant Syst. Evol.** 223:139-154.
- KELLOGG, E.A. 1998. Relationships of cereal crops and other grass. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**. 95:2005-2010.
- KELLOGG, E.A. 2001. Evolutionary history of the grass. **Plant Physiology**. 125:1198-1205.
- LONDOÑO, X. 1992. Distribucion, Morfologia, Taxonomia, Anatomia, Silvicultura y usos de los Bambues del Nuevo Mundo. **Cespedia**, Vol. 19 Nos. 62-63-Enero-Diciembre. 87 el 138p.
- LIESE, W & DING, Y. 1991. Structure and function of the nodes in bamboo. **Proceedings 4<sup>th</sup> International Bamboo Workshop**. 213-217.
- LIESE, W & WEINER, G. 1995. Ageing of bamboo culms: a Review. Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Bamboo Workshop and 4<sup>th</sup> Intern. Bamboo Congress, Ubud, Bali, 19-22 in: **Bamboo, People and the Environment, Vol.1, Propagation and Management. INBAR Techn. Rep.** 8:132-148.
- LIESE, W. 1997. Structural research issues on bamboo. **INBAR Newsletter**. 5:22-29.
- LIESE, W. 1998. The anatomy of bamboo culms. **Technical Report**. 207p.
- LIESE, W & GROSSER, D. 2000. An expanded typology for the vascular bundles of bamboo culms. **Proc. Bamboo Inter. Symposium Chiangmai 2-4 August**. 121-134p.
- LIESE, W. 2003. Structures of a bamboo culm affecting its utilization. **Proc. International Workshop on bamboo industrial utilization, Xianning, China, 12 October, INBAR, Beijing**. 1-8.
- LONDOÑO, X., CAMAYO, G.C., RIAÑO, N.M. & LÓPEZ, Y. 2002. Characterization of the anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms. **The Journal of the American Bamboo Society**. 16(1):18-31

- LONDOÑO, X. 2004. Distribucion, Morfologia, Taxonomia, Anatomia, Silvicultura y usos de los Bambues del Nuevo Mundo. **III Congreso Colombiano de Botanica**, Popayan, 7 al 12 de Noviembre. 25p.
- MCCLURE, F.A. 1963. A new feature in bamboo rhizome anatomy. **Rhadora**. 65:134-136.
- MCCLURE, F.A. 1966. **The Bamboos- a fresh perspective**. Harvard University Press, Cambridge, USA. 374p.
- MCCLURE, F.A. & SMITH, L.B. 1967. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí-Santa Catarina-Brasil. 78p.
- MCCLURE, F.A. 1973. Genera of Bamboos Native to the New World (Gramineae: Bambusoideae), **Smithsonian Contributions to Botany Institution**. Vol 9.
- MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; JÚNIOR, M.C.S.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S. & NOGUEIRA, P.E. 1998. Capítulo VII- Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P (Orgs). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 7:289-556p.
- MENEZES, N.L.; SILVA, D.C., ARRUDA, C.O.; MELO-DE-PINNA, G.F.; CARDOSO, V.A., CASTRO, N.M.; SCATENA, V.L. & SCREMIN-DIAS, E. 2005. Meristematic activity of the endodermis and the pericycle in the primary thickening in monocotyledons. Considerations on the "PTM". **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 77(2):259-274.
- METCALFE, C.R. 1956. Some thoughts on the struture of bamboo leaves. **Bot. Mag**. 69:391-400p.
- METCALFE, C.R. 1960. **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford University Press, Amen, London. 731p.
- METCALFE, C.R. 1985. Ecological anatomy and morphology general survey. Pp. 126-152 in **Anatomy of the Dicotyledons.**, eds. METCALFE, C.R. & CHALK. 2° ed. Oxford University Press, New York.
- MOTOMURA, H.; FUJII, T. & SUZUKI, M. 2004. Sílica deposition in relation to ageing of leaf tissues in *Sasa veitchii* (Carrière) Rehder (Poaceae: Bambusoideae). **Annals of Botany**. 93:235-248.
- MURDY, W.H. 1960. The strngthening system in the stem of maize. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 47(3):205-226.
- NUMATA, M. 1979. **Ecology of Grasslands and Bamboolands in the World**. Gustav

- Fischer Verlag Jena. 224-235p.
- OTTMAR, R.D.; VIHNANEK, R.E.; MIRANDA, H.S.; SATO, M.N. & ANDRADE, S.M.A. 2001. **Stereo Photo Series for Quantifying Cerrado Fuels in Central Brazil. Volume I.** Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-519. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 87p.
- PAIVA, J.G.A.; FANK-de-CARVALHO, S.M; MAGALHÃES, M.P. & GRACIANO-RIBEIRO, D. 2006. Verniz vitral incolor 500\*: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botânica Brasilica.** Vol 20.
- PAGE, V.M. 1947. Leaf Anatomy of *Streptochaeta* and the Relation of this Genus to the Bamboos. **Bulletin of the Torrey Botanical Club.** 74(3):232-239.
- PARKHUST, D.F. 1978. The adaptative significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. **Journal of Ecology.** 66: 367-383.
- PIPERNO, D.R. & PEARSALL, D.M. 1998. The Silica Bodies of tropical American Grasses: Morfology, Taxonomy, and Implications for grasses Systematics and Fossil Phytolith Identification. **Smithsonian Contributions to Botany.** 85:1-40.
- PRYCHID, C.J.; RUDALL, P.J. & GREGORY, M. 2004. Systematics and Biology of Silica Bodies in Monocotyledons. **The Botanical Review.** 69(4):377-440.
- PURVIS, M.J.; COLLIER, R.D. & WALLS, D. 1964. **Laboratory techniques in botany.** London, Butterwoths, 371p.
- RATHER, J.A.; RIBEIRO, J.F. & BRIDEWATER, S. 1997. The Brazilian Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany.** 80:223-230.
- RAECHAL, L.J. & CURTIS, J.D. 1990. Root Anatomy of the Bambusoideae (Poaceae). **J.D. Amer. J. Bot.** 77(4):475-482.
- RAVEN, H.P., EVERT, R.F. & EICHHORN, S. 2001. **Biologia Vegetal.** Editora Guanabara Koogan S.A. 906p.
- RENVOIZE, S.A. 1987. A survey of leaf-blade anatomy in grasses X Bambuseae. **Kew Bull.** 42:201-207.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Capitulo III-Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M. & ALMEIDA, S.P (Orgs). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 3: 89-166p.
- ROW, H.C. & REEDER, J. 1957. Root-Hair development as evidence of relationships among genera of Graminae. **American Journal of Botany.** 44(7): 596-601.

- RUDALL, P. 1991. Lateral meristems and stem thickening growth in monocotyledons. **Bot. Rev.** 57: 150-163.
- RÚGOLO DE AGRASSAR; Z.E. & RODRÍGUEZ, F.M. 2003. Culm Anatomy of Native woody Bamboos in Argentina and Neighboring Areas: Cross Section. **The Journal of the American Bamboo Society.** 17(1):28-43
- SAJO, M.G. & CASTRO, N.M. 2003. Caule. Pp. 287. **Anatomia vegetal**, eds. Apezatoda-Glória, B & Carmello-Guerreiro, S.M. Viçosa:UFV.
- SANTOS-GONÇALVES, A.P. 2005. **Estudos Taxonômicos e Morfoanatômicos em Colantheria (Poaceae:Bambusoideae:Bambuseae).** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- SASS, J.E. 1951. **Botanical Microtechnique.** 2ª ed. Ames the Iowa State College Press, Iowa.
- SEGECIN, S. & SCATENA, V.L. Morfoanatomia de rizomas e raízes de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos campos Gerais, PR, Brasil. **Acta Bot. Bras.** 18(2):260-2004.
- SENDULSKY, T. & LABOURIAU, L.G. 1966. Corpos silicosos de Gramíneas dos Cerrados I. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** 31:159-186.
- SILVA, L.M. & ALQUINI, Y. 2003. Anatomia comparativa de folhas e caules de *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. (Poaceae). **Revista Brasil. Bot.** 26(2):185-192.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. 1974. Primitive Forest Grass and Evolution of the Bambusoideae. **Biotropica.** 6(3):141-153.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. 1979. A Commentary on the Bamboo (Poaceae: Bambusoideae). **Biotropica** 11(3):161-172.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. 1980. In Search of the Primitive Bamboos. **National Geographic Society Research Reports.** 12:647-654.
- SODERSTROM, T.R. & CALDERÓN, C.E. 1981. Observations on a fire-adapted bamboo of the Brazilian Cerrado, *Actinocladum verticillatum* (Poaceae: Bambusoideae). **Amer. J. Bot.** 68: 1200-1211.
- SODERSTROM, T.R. & ELLIS, R.P. 1987. 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.

- SODERSTROM, T.R & ELLIS, R.P. 1988. The Woody Bamboos (Poaceae:Bambusea) of Sri Lanka: A Morphological-Anatomical Study. **Smithsonian Contributions to Botany**. 72:1-75.
- SODERSTROM, T.R.; JUDZIEWICZ, E.J & CLARK, L.G. 1988. Distribution Patterns of Neotropical Bamboos. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. 121-157p.
- SÖNDAHL, M.R. & LABOURIAU, L.G. 1970. Corpos silicosos de Gramíneas dos Cerrados IV. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 5:183-207.
- SOUKUP, A.; SEAGO JR., J. & VOTRUBOVÁ, O. 2005. Development anatomy of the root cortex of basal monocotyledon, *Acorus calamus* (Acorales, Acoraceae). **Annals of Botany**. 96: 379-385.
- STAPLETON, C. 1998. Form and function in the bamboo rhizome. **J. Amer. Bamboo Soc.** 12(1): 21-32.
- TATEOKA, T., SUKEMITSU, I. & KAWANO, S. 1959. Notes on some Grasses. IX Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. **Botanical Gazette**. 121:80-91.
- TEIXEIRA DA SILVA, S. & LABOURIAU, L.G. 1970. Corpos silicosos de Gramíneas dos Cerrados III. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 5:167-182.
- VIEIRA, R.C.; GOMES, D.M.S.; SARAHYBA, L.S. & ARRUDA, R.C.O. 2002. Leaf anatomy of three herbaceous bamboo species. **Brazilian Journal Biology**. 62(4B): 907-922.
- TAI-HUI, W. 1985. Some ideas about the origin of bamboos. **J. Amer. Bamboo Soc.** 6(4): 104-111.
- ZHANG, W. & CLARK, L. 2000. Phylogeny and Classification of the Bambusoideae (Poaceae). Pp. 35-41 in **Grass Systematics and Evolution**, Eds. S.W.L. Jacobs & J. Everett (CSIRO:Melbourne).
- TALEISNIK, E.; PEYRANO, G.; CÓRDOBA, A. & ARIAS, C. 1999. Water retention capacity in root segments differing in the degree of exodermis development. **Annals of Botany**. 83:19-27.
- ZIMMERMANN, M.H. & TOMLINSON, P.B. 1972. The vascular system of monocotyledonous stems. **Bot. Gaz.** 133(2):141-155.
- ZIMMERMANN, M.H. & TOMLINSON, P.B. 1974. Vascular patterns in palm stems: Variations of the *Rhapis* principle. **Journal of the Arnold Arboretum**. 55:402-424.
- WATSON, L.; CLIFFORD, H.T. & DALLWITZ, M.J. 1985. The classification of Poaceae: Sub-families and Supertribes. **Aust. J. Bot.**33: 433-484.

- WIDMER, Y. 1990. Situacion del bambu en America Latina, con enfasis en America Central y Costa Rica. **El Chasqui**. 24:14-23.
- WU, M.C.-Y. 1960. Re-Investigations of the Midrib of Bamboo Leaves. **Bot. Bull. Academia Sinica**. 1(2):145-155.
- WU, M.C.-Y. 1962. The classification of bambuseae based on leaf anatomy. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**. 3:83-108.

## 7. Apêndice A

### Tabelas do Ponto 1.

Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações												
Indivíduos	Folha das ramificações						Bainhas foliares					
	Comprimento (cm)			Largura (cm)			Comprimento (cm)			Largura (cm)		
1 <sup>a</sup>	17.0	18.3	16.2	0.03	0.03	0.03	4.5	4.0	4.4	0.01	0.01	0.01
2 <sup>a</sup>	14.3	15.3	18.8	0.02	0.03	0.03	4.3	4.3	4.2	0.01	0.01	0.01
3 <sup>a</sup>	19.5	20.0	20.4	0.03	0.03	0.03	4.5	4.7	4.8	0.01	0.01	0.01
4 <sup>a</sup>	15.5	18.6	17.0	0.03	0.03	0.03	4.5	4.5	6.0	0.01	0.01	0.01
5 <sup>a</sup>	14.0	18.4	17.5	0.03	0.03	0.03	3.6	4.5	4.7	0.01	0.01	0.01
6 <sup>a</sup>	15.5	18.2	18.2	0.03	0.03	0.03	4.2	6.0	6.0	0.01	0.01	0.01
7 <sup>a</sup>	18.5	16.2	15.4	0.03	0.02	0.02	5.5	4.3	4.2	0.01	0.01	0.01
8 <sup>a</sup>	17.0	19.3	13.5	0.03	0.03	0.02	4.0	5.2	4.0	0.01	0.01	0.01
9 <sup>a</sup>	19.0	13.5	9.7	0.03	0.02	0.02	4.7	4.2	3.7	0.01	0.01	0.01
10 <sup>a</sup>	16.7	14.4	12.7	0.03	0.02	0.02	4.3	4.4	4.3	0.01	0.01	0.01
11 <sup>a</sup>	17.8	13.4	14.6	0.02	0.02	0.02	4.9	4.5	4.7	0.01	0.01	0.01
12 <sup>a</sup>	14.0	12.9	14.5	0.02	0.02	0.02	8.2	8.3	8.4	0.01	0.01	0.01
13 <sup>a</sup>	17.5	18.0	18.0	0.02	0.02	0.02	6.2	7.0	8.0	0.01	0.01	0.01
14 <sup>a</sup>	19.2	14.1	19.4	0.03	0.03	0.03	8.4	8.4	8.3	0.01	0.01	0.01
15 <sup>a</sup>	13.0	19.1	14.5	0.03	0.03	0.03	4.6	5.5	5.0	0.01	0.01	0.01
16 <sup>a</sup>	16.7	15.7	15.1	0.02	0.03	0.03	3.9	4.6	4.3	0.01	0.01	0.01
17 <sup>a</sup>	13.0	16.5	12.5	0.03	0.03	0.03	4.0	4.2	3.3	0.01	0.01	0.01
18 <sup>a</sup>	16.2	17.3	15.7	0.03	0.03	0.03	4.4	5.4	4.4	0.01	0.01	0.01
19 <sup>a</sup>	19.8	20.4	18.5	0.02	0.03	0.03	6.3	5.5	5.3	0.01	0.01	0.01
20 <sup>a</sup>	20.5	21.8	20.6	0.02	0.03	0.03	6.0	7.0	6.6	0.01	0.01	0.01
21 <sup>a</sup>	13.5	17.5	16.0	0.03	0.02	0.02	4.0	4.6	5.8	0.01	0.01	0.01

Continuação

<b>Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações</b>												
	<b>Folha das ramificações</b>						<b>Bainhas foliares</b>					
<b>Indivíduos</b>	<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>			<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>		
<b>22<sup>a</sup></b>	22.6	22.0	24.3	0.03	0.02	0.02	7.4	11.0	14.0	0.01	0.01	0.01
<b>23<sup>a</sup></b>	21.5	18.0	19.0	0.02	0.03	0.03	8.0	7.3	5.4	0.01	0.01	0.01
<b>24<sup>a</sup></b>	14.4	18.9	17.6	0.02	0.02	0.02	4.5	4.4	5.0	0.01	0.01	0.01
<b>25<sup>a</sup></b>	18.1	17.8	16.0	0.02	0.02	0.02	5.2	5.4	4.3	0.01	0.01	0.01
<b>26<sup>a</sup></b>	17.5	20.1	12.3	0.02	0.03	0.03	5.9	8.7	10.4	0.01	0.01	0.01
<b>27<sup>a</sup></b>	18.6	19.6	19.4	0.02	0.03	0.03	7.6	6.8	8.8	0.01	0.01	0.01
<b>28<sup>a</sup></b>	13.7	18.7	18.0	0.03	0.03	0.03	8.6	6.6	9.0	0.01	0.01	0.01
<b>29<sup>a</sup></b>	20.0	14.7	17.8	0.03	0.02	0.02	6.3	5.0	6.0	0.01	0.01	0.01
<b>30<sup>a</sup></b>	17.0	17.5	18.5	0.02	0.02	0.02	6.0	7.5	7.5	0.01	0.01	0.01

**TAB. DE DADOS QUANTITATIVOS DO COLMO--NÓ--ENTRENÓ E RAMO**

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
1	74	10	106.0	29.0	8	7.0	19.2	19.5	0.249	0.248
2		11	103.0	34.5	3	4.0	18.0	20.0	0.33	0.304
3		10	123.0	54.0	31	7.0	19.5	22.0	0.302	0.361
4		12	127.0	57.0	19	5.3	17.7	21.0	0.331	0.342
5		11	111.0	53.5	2	4.5	16.5	19.3	0.26	0.306
6		10	118.0	58.0	24	9.0	18.0	22.3	0.335	0.352
7		12	119.0	54.5	11	5.0	17.5	22.5	0.299	0.321
8		10	104.0	62.0	12	5.5	13.9	18.6	0.247	0.288
9		8	116.0	52.0	2	3.8	20.4	23.4	0.325	0.346
10		11	116.0	50.5	4	3.0	21.0	22.0	0.299	0.296
11		8	125.0	81.5	18	5.2	16.6	22.3	0.282	0.318
12		10	90.0	36.0	16	9.0	16.0	17.2	0.264	0.31
13		12	112.0	30.4	21	14.0	20.4	19.6	0.35	0.337
14		11	117.5	42.4	18	7.5	22.0	21.2	0.309	0.364
15		12	100.0	54.0	17	5.5	14.0	18.0	0.221	0.243
16		12	125.0	69.5	3	4.3	17.5	23.0	0.25	0.295
17		10	123.0	74.5	5	4.5	15.5	20.0	0.23	0.3
18		11	100.0	64.0	11	4.0	11.8	16.8	0.081	0.238
19		9	111.0	48.0	35	10.0	17.3	20.0	0.301	0.346
20		8	94.0	46.0	22	9.0	17.7	19.0	0.253	0.316

Continuação

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
21		8	65.5	45.0	12	4.5	9.5	15.0	0.195	0.214
22		12	73.0	24.6	7	12.0	12.0	15.3	0.176	0.217
23		10	118.0	43.0	31	13.5	19.5	21.1	0.349	0.385
24		11	81.0	50.8	11	5.2	10.3	15.3	0.149	0.185
25		11	107.0	54.2	4	4.7	17.0	21.1	0.241	0.256
26		10	95.0	28.0	25	7.0	18.0	17.0	0.288	0.336
27		10	89.0	22.0	7	9.0	14.5	17.7	0.224	0.228
28		10	77.0	24.0	7	9.0	15.5	13.5	0.231	0.28
29		10	103.0	60.0	16	8.0	14.0	19.0	0.202	0.243
30		11	130.0	13.5	12	15.0	15.0	11.0	0.28	0.282

Nota: Indiv.: Indivíduo; Nº: Número; Qtd.: Quantidade; Ramif.: Ramificação; Φ: Diâmetro

Continuação

Indivíduo	Φ do nó			Espessura (oco)	
	Inserção do nó (cm)	Acima da 1º ramif. (cm)	Abaixo da 1 ramif. (cm)	Medula (cm)	Córtex (cm)
1	0.282	0.279	0.247	0.156	0.075
2	0.337	0.333	0.343	0.144	0.052
3	0.412	0.346	0.435	0.198	0.092
4	0.393	0.327	0.374	0.224	0.086
5	0.306	0.272	0.308	0.19	0.055
6	0.372	0.372	0.393	0.179	0.058
7	0.351	0.354	0.32	0.129	0.068
8	0.304	0.285	0.31	0.118	0.047
9	0.379	0.334	0.364	0.173	0.085
10	0.363	0.303	0.323	0.178	0.072
11	0.34	0.389	0.385	0.169	0.069
12	0.327	0.333	0.329	0.208	0.061
13	0.387	0.411	0.386	0.242	0.096
14	0.383	0.322	0.46	0.196	0.084
15	0.251	0.259	0.257	0.103	0.05
16	0.3	0.306	0.207	0.161	0.057
17	0.318	0.25	0.337	0.147	0.071
18	0.27	0.24	0.252	0.114	0.054
19	0.344	0.338	0.394	0.164	0.075
20	0.282	0.27	0.318	0.119	0.063
21	0.185	0.242	0.213	0.07	0.044
22	0.253	0.239	0.278	0.068	0.099
23	0.407	0.394	0.429	0.289	0.084
24	0.206	0.193	0.253	0.082	0.049
25	0.281	0.252	0.295	0.131	0.063
26	0.336	0.336	0.375	0.186	0.074
27	0.28	0.25	0.301	0.104	0.086
28	0.302	0.276	0.373	0.099	0.075
29	0.224	0.228	0.279	0.127	0.054

Continuação

Indivíduo	$\Phi$ do nó			Espessura (oco)	
		0.338	0.288	0.351	0.17
<b>30</b>	0.338	0.288	0.351	0.17	0.072

Tabela do Ponto 2

Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações												
Indivíduos	Folha das ramificações						Bainhas foliares					
	Comprimento (cm)			Largura (cm)			Comprimento (cm)			Largura (cm)		
1 <sup>a</sup>	20.0	19.5	15.0	0.03	0.03	0.03	5.0	5.6	5.4	0.01	0.01	0.01
2 <sup>a</sup>	19.5	23.6	18.5	0.03	0.02	0.03	5.9	5.7	5.7	0.01	0.01	0.01
3 <sup>a</sup>	14.8	18.3	16.6	0.03	0.03	0.02	4.5	6.9	5.0	0.01	0.01	0.01
4 <sup>a</sup>	20.8	21.2	18.8	0.03	0.03	0.02	5.1	5.8	5.8	0.01	0.01	0.01
5 <sup>a</sup>	20.5	19.4	18.5	0.03	0.03	0.02	5.3	6.0	8.0	0.01	0.01	0.01
6 <sup>a</sup>	18.7	19.9	22.3	0.03	0.03	0.02	5.4	5.3	5.5	0.01	0.01	0.01
7 <sup>a</sup>	14.5	15.4	22.0	0.02	0.02	0.02	5.0	5.5	6.2	0.01	0.01	0.01
8 <sup>a</sup>	22.5	19.0	21.3	0.02	0.02	0.02	7.0	5.2	6.2	0.01	0.01	0.01
9 <sup>a</sup>	17.2	15.5	21.2	0.03	0.02	0.03	7.0	4.8	6.3	0.01	0.01	0.01
10 <sup>a</sup>	19.6	17.8	16.3	0.03	0.02	0.02	5.4	4.0	4.5	0.01	0.01	0.01
11 <sup>a</sup>	9.0	20.5	21.7	0.02	0.03	0.02	5.1	7.0	5.3	0.01	0.01	0.01
12 <sup>a</sup>	21.4	20.5	15.6	0.02	0.02	0.02	6.4	6.2	6.7	0.01	0.01	0.01
13 <sup>a</sup>	23.2	21.6	19.4	0.02	0.02	0.02	7.5	4.7	5.2	0.01	0.01	0.01
14 <sup>a</sup>	20.0	22.0	20.6	0.03	0.02	0.02	7.0	6.0	6.0	0.01	0.01	0.01
15 <sup>a</sup>	20.0	17.5	23.9	0.02	0.02	0.03	5.5	7.0	6.4	0.01	0.01	0.01
16 <sup>a</sup>	22.0	24.0	19.0	0.03	0.02	0.03	6.0	5.0	7.5	0.01	0.01	0.01
17 <sup>a</sup>	22.8	21.5	23.7	0.03	0.02	0.03	6.0	6.2	6.0	0.01	0.01	0.01
18 <sup>a</sup>	24.5	22.5	23.6	0.03	0.03	0.03	7.0	6.5	8.0	0.01	0.01	0.01
19 <sup>a</sup>	18.4	21.5	21.2	0.02	0.02	0.03	4.5	5.5	5.0	0.01	0.01	0.01
20 <sup>a</sup>	18.7	19.4	22.4	0.03	0.03	0.03	5.2	7.0	6.5	0.01	0.01	0.01
21 <sup>a</sup>	18.0	24.0	16.3	0.02	0.02	0.02	4.7	7.4	7.0	0.01	0.01	0.01

Continuação

<b>Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações</b>												
	<b>Folha das ramificações</b>						<b>Bainhas foliares</b>					
<b>Indivíduos</b>	<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>			<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>		
<b>22<sup>a</sup></b>	19.3	22.0	19.9	0.02	0.02	0.03	4.5	6.0	5.0	0.01	0.01	0.01
<b>23<sup>a</sup></b>	10.9	20.4	20.7	0.02	0.02	0.03	3.5	6.5	7.3	0.01	0.01	0.01
<b>24<sup>a</sup></b>	15.7	16.0	22.6	0.03	0.03	0.03	6.0	7.3	7.0	0.01	0.01	0.01
<b>25<sup>a</sup></b>	25.5	25.0	21.6	0.02	0.02	0.02	10.0	11.0	7.5	0.01	0.01	0.01
<b>26<sup>a</sup></b>	24.2	20.5	16.0	0.02	0.02	0.02	7.5	7.0	5.4	0.01	0.01	0.01
<b>27<sup>a</sup></b>	17.1	16.5	12.0	0.03	0.03	0.03	4.5	4.7	4.8	0.01	0.01	0.01
<b>28<sup>a</sup></b>	20.7	20.7	22.5	0.02	0.02	0.03	5.7	5.0	8.8	0.01	0.01	0.01
<b>29<sup>a</sup></b>	23.0	22.7	20.0	0.02	0.02	0.02	7.5	8.6	7.0	0.01	0.01	0.01
<b>30<sup>a</sup></b>	25.5	24.2	23.1	0.03	0.03	0.02	7.0	5.2	7.3	0.01	0.01	0.01

**TAB. DE DADOS QUANTITATIVOS DO COLMO--NÓ--ENTRENÓ E RAMO**

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
1	132	13	119.0	54.7	35	7.0	17.0	21.5	0.311	0.349
2		9	105.0	59.5	30	7.5	19.7	24.0	0.266	0.283
3		11	124.0	53.0	23	6.5	22.0	23.6	0.305	0.317
4		9	108.0	28.0	20	13.0	18.5	17.0	0.367	0.356
5		10	102.0	47.0	34	5.0	20.4	22.8	0.299	0.305
6		8	84.0	51.5	15	6.0	16.0	21.5	0.218	0.26
7		13	112.0	40.0	16	5.7	18.5	20.0	0.274	0.261
8		11	60.0	27.3	2	14.0	9.6	7.0	0.193	0.204
9		14	111.0	29.0	8	10.5	20.6	19.0	0.319	0.307
10		11	107.0	50.0	14	7.0	22.0	23.4	0.274	0.275
11		11	97.0	46.0	33	6.0	20.0	21.0	0.099	0.304
12		12	94.0	31.5	14	7.0	19.7	21.5	0.278	0.341
13		12	97.6	41.4	21	6.0	14.5	17.0	0.232	0.256
14		8	106.0	62.0	31	5.5	19.5	23.8	0.278	0.312
15		11	105.0	20.0	8	13.0	22.5	17.4	0.321	0.443
16		11	110.0	49.0	28	11.5	21.0	22.7	0.299	0.32
17		12	113.0	34.5	19	9.0	23.0	23.0	0.276	0.328
18		13	111.0	51.0	29	6.0	20.0	22.5	0.288	0.303
19		12	104.0	52.5	17	6.0	13.5	15.5	0.185	0.253
20		13	112.0	34.0	28	7.0	19.0	18.0	0.266	0.377

Continuação

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
21		13	128.0	50.5	21	9.0	20.5	25.0	0.26	0.269
22		12	109.0	67.0	33	4.0	9.0	16.5	0.32	0.256
23		13	121.0	32.0	4	6.5	23.0	19.5	0.29	0.298
24		12	104.0	29.1	7	6.5	24.0	19.5	0.316	0.363
25		14	102.0	33.0	9	12.0	23.0	22.5	0.31	0.35
26		14	111.0	43.6	13	6.0	22.5	22.8	0.282	0.301
27		13	158.0	60.9	2	7.0	27.8	28.3	0.316	0.318
28		8	82.0	59.0	17	5.5	6.3	10.0	0.123	0.137
29		14	81.0	29.3	14	9.0	15.5	19.3	0.252	0.355
30		10	112.0	33.0	14	8.5	14.5	25.8	0.352	0.382

Nota: Indiv.: Indivíduo; Nº: Número; Qtd.: Quantidade; Ramif.: Ramificação; Φ: Diâmetro

Continuação

Indivíduo	Φ do nó			Espessura (oco)	
	Inserção do nó (cm)	Acima da 1º ramif. (cm)	Abaixo da 1 ramif. (cm)	Medula (cm)	Córtex (cm)
1	0.32	0.33	0.33	0.14	0.08
2	0.33	0.34	0.39	0.14	0.06
3	0.35	0.32	0.37	0.16	0.14
4	0.41	0.41	0.44	0.19	0.09
5	0.36	0.36	0.37	0.12	0.09
6	0.27	0.28	0.27	0.13	0.06
7	0.33	0.36	0.32	0.13	0.06
8	0.25	0.23	0.29	0.07	0.06
9	0.34	0.39	0.39	0.15	0.09
10	0.33	0.33	0.37	0.13	0.12
11	0.30	0.34	0.37	0.13	0.08
12	0.38	0.32	0.14	0.13	0.08
13	0.31	0.26	0.26	0.14	0.08
14	0.34	0.32	0.36	0.14	0.08
15	0.51	0.39	0.57	0.18	0.10
16	0.38	0.36	0.42	0.12	0.10
17	0.38	0.35	0.40	0.18	0.12
18	0.38	0.34	0.40	0.15	0.05
19	0.28	0.28	0.36	0.14	0.06
20	0.40	0.33	0.37	0.19	0.10
21	0.33	0.31	0.36	0.15	0.08
22	0.29	0.29	0.29	0.16	0.06
23	0.35	0.34	0.39	0.14	0.10
24	0.38	0.34	0.44	0.15	0.12
25	0.41	0.34	0.46	0.16	0.08
26	0.38	0.35	0.37	0.16	0.09
27	0.39	0.36	0.42	0.15	0.08
28	0.24	0.16	0.22	0.06	0.03
29	0.34	0.35	0.44	0.15	0.11

Continuação

Indivíduo	$\Phi$ do nó			Espessura (oco)	
	Inserção do nó (cm)	Acima da 1º ramif. (cm)	Abaixo da 1 ramif. (cm)	Medula (cm)	Córtex (cm)
30	0.453	0.483	0.491	0.175	0.128

Tabela do Parque Nacional das Emas

Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações												
Indivíduos	Folha das ramificações						Bainhas foliares					
	Comprimento (cm)			Largura (cm)			Comprimento (cm)			Largura (cm)		
1 <sup>a</sup>	17.7	19.6	20.8	0.02	0.02	0.02	8.0	8.9	6.0	0.01	0.01	0.01
2 <sup>a</sup>	13.7	21.0	20.7	0.02	0.02	0.02	4.4	5.3	8.0	0.01	0.01	0.01
3 <sup>a</sup>	18.0	19.8	18.3	0.02	0.02	0.02	6.1	4.5	5.8	0.01	0.01	0.01
4 <sup>a</sup>	21.0	17.2	22.3	0.02	0.02	0.02	8.3	7.3	8.0	0.01	0.01	0.01
5 <sup>a</sup>	22.0	21.9	20.8	0.03	0.03	0.02	8.8	7.0	5.9	0.01	0.01	0.01
6 <sup>a</sup>	19.9	21.2	15.6	0.02	0.02	0.02	6.5	7.0	5.8	0.01	0.01	0.01
7 <sup>a</sup>	23.7	17.8	17.4	0.02	0.02	0.02	9.0	5.0	7.6	0.01	0.01	0.01
8 <sup>a</sup>	8.7	20.5	12.5	0.03	0.02	0.02	6.2	5.9	8.0	0.01	0.01	0.01
9 <sup>a</sup>	19.0	15.8	21.0	0.02	0.02	0.02	6.5	8.0	7.5	0.01	0.01	0.01
10 <sup>a</sup>	17.6	12.3	18.0	0.03	0.02	0.03	5.5	4.0	5.0	0.01	0.01	0.01
11 <sup>a</sup>	17.6	14.6	5.1	0.02	0.02	0.02	4.7	4.0	4.8	0.01	0.01	0.01
12 <sup>a</sup>	25.5	18.7	22.0	0.03	0.02	0.03	7.8	4.5	5.5	0.01	0.01	0.01
13 <sup>a</sup>	19.5	22.3	17.7	0.02	0.02	0.02	3.0	8.5	7.5	0.01	0.01	0.01
14 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	19.2	17.6	19.3	0.02	0.02	0.02	6.7	7.4	7.4	0.01	0.01
15 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	17.4	9.2	19.3	0.03	0.03	0.03	6.0	6.8	7.7	0.01	0.01
16 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	15.8	23.5	9.7	0.03	0.03	0.02	7.2	8.0	5.3	0.01	0.01
17 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	21.5	18.7	20.3	0.02	0.03	0.03	6.2	6.6	6.0	0.01	0.01
18 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	17.1	19.0	16.9	0.02	0.03	0.02	7.5	8.6	8.0	0.01	0.01
19 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	21.5	14.0	16.7	0.03	0.02	0.03	7.8	7.0	7.3	0.01	0.01
20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	19.3	21.4	20.5	0.03	0.03	0.03	8.0	8.5	6.8	0.01	0.01
21 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	21.5	21.5	21.5	0.03	0.03	0.03	7.4	7.0	6.8	0.01	0.01

Continuação

<b>Tabela quantitativa das folhas e bainhas das ramificações</b>												
	<b>Folha das ramificações</b>						<b>Bainhas foliares</b>					
<b>Indivíduos</b>	<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>			<b>Comprimento (cm)</b>			<b>Largura (cm)</b>		
<b>22<sup>a</sup></b>	15.9	23.5	22.1	0.03	0.03	0.03	6.5	7.4	7.8	0.01	0.01	0.01
<b>23<sup>a</sup></b>	17.5	20.0	20.9	0.02	0.03	0.02	6.0	7.4	7.9	0.01	0.01	0.01
<b>24<sup>a</sup></b>	22.7	18.7	17.4	0.03	0.03	0.02	13.5	10.5	10.0	0.01	0.01	0.01
<b>25<sup>a</sup></b>	21.0	19.7	14.0	0.02	0.02	0.02	9.0	8.4	7.2	0.01	0.01	0.01
<b>26<sup>a</sup></b>	18.8	18.4	15.9	0.02	0.03	0.03	5.3	5.6	5.6	0.01	0.01	0.01
<b>27<sup>a</sup></b>	15.4	21.1	20.7	0.03	0.02	0.02	6.0	6.4	4.9	0.01	0.01	0.01
<b>28<sup>a</sup></b>	23.1	13.4	16.3	0.03	0.03	0.03	6.3	6.2	8.0	0.01	0.01	0.01
<b>29<sup>a</sup></b>	14.6	21.5	21.7	0.03	0.02	0.03	6.5	7.0	8.0	0.01	0.01	0.01
<b>30<sup>a</sup></b>	18.2	15.7	13.5	0.02	0.02	0.03	4.7	6.8	4.7	0.01	0.01	0.01

**TAB. DE DADOS QUANTITATIVOS DO COLMO--NÓ--ENTRENÓ E RAMO**

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
1	310	10	150	35.5	5	15.0	24.0	19.0	310	10
2		14	155	77.7	23	9.0	17.8	23.4		14
3		11	139	34.5	8	11.0	23.8	20.7		11
4		9	150	77.0	23	12.0	22.0	25.2		9
5		9	140	56.4	20	10.0	20.7	24.6		9
6		13	147	59.0	6	15.5	19.4	21.7		13
7		12	140	54.6	14	9.2	21.6	20.9	12	140
8		14	160	37.0	4	14.0	21.0	20.0	14	160
9		9	130	98.4	21	9.0	19.4	22.9	9	130
10		11	112	54.7	13	8.0	13.0	15.0	11	112
11		13	130	67.0	17	5.5	15.1	18.0	13	130
12		13	132	35.0	11	7.7	16.5	19.6	13	132
13		10	150	53.2	6	7.0	24.5	24.5	10	150
14		12	141	67.7	8	8.0	19.0	22.7	12	141
15		11	146	79.5	22	7.4	17.6	21.1	11	146
16		13	158	59.5	18	7.0	25.5	27.7	13	158
17		13	149	57.0	7	11.0	22.3	24.4	13	149
18		13	148	54.9	4	14.0	19.0	21.1	13	148
19		13	128	37.5	12	10.0	17.0	19.4	13	128
20		12	134	68.0	7	10.0	15.8	19.5	12	134

Continuação

Indiv.	Nº total de colmos	Qtd. de entrenós	Altura total (cm)	Altura da 1ª ramif. (cm)	Nº de folhas da 1ª ramif.	Comprimento do ramo (cm)	Comprimento do entrenó		Φ do entrenó	
							Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)	Acima da 1ª ramif. (cm)	Abaixo da 1ª ramif. (cm)
21		14	155	64.5	23	8.6	20.6	21.1	14	155
22		10	118	65.5	23	5.0	16.0	16.8	10	118
23		11	140	74.5	21	6.0	18.0	23.8	11	140
24		13	144	55.0	15	11.5	19.0	23.1	13	144
25		13	165	60.5	7	40.0	24.0	28.0	13	165
26		12	156	92.0	12	7.0	19.0	27.7	12	156
27		13	137	73.5	19	9.0	17.0	20.7	13	137
28		13	141	71.0	11	10.5	16.0	20.8	13	141
29		13	154	91.5	28	7.5	16.7	22.0	13	154
30		14	160	97.5	8	5.6	16.7	22.0	14	160

Nota: Indiv.: Indivíduo; Nº: Número; Qtd.: Quantidade; Ramif.: Ramificação; Φ: Diâmetro

Continuação

Indivíduo	$\Phi$ do nó			Espessura (oco)	
	Inserção do nó (cm)	Acima da 1º ramif. (cm)	Abaixo da 1 ramif. (cm)	Medula (cm)	Córtex (cm)
1	0.363	0.359	0.362	0.368	0.35
2	0.297	0.313	0.304	0.311	0.335
3	0.348	0.334	0.377	0.368	0.396
4	0.394	0.428	0.392	0.385	0.463
5	0.365	0.397	0.361	0.326	0.393
6	0.386	0.411	0.427	0.366	0.415
7	0.313	0.351	0.322	0.313	0.387
8	0.395	0.402	0.407	0.417	0.411
9	0.33	0.362	0.38	0.31	0.343
10	0.324	0.371	0.35	0.328	0.373
11	0.325	0.363	0.36	0.327	0.366
12	0.321	0.342	0.327	0.326	0.351
13	0.348	0.381	0.403	0.326	0.35
14	0.296	0.324	0.306	0.282	0.356
15	0.292	0.335	0.318	0.259	0.352
16	0.346	0.356	0.344	0.224	0.381
17	0.387	0.407	0.404	0.362	0.431
18	0.322	0.348	0.318	0.288	0.335
19	0.363	0.371	0.378	0.368	0.343
20	0.275	0.397	0.243	0.258	0.283
21	0.348	0.391	0.426	0.369	0.413
22	0.305	0.35	0.357	0.337	0.344
23	0.328	0.376	0.356	0.357	0.377
24	0.326	0.348	0.347	0.32	0.358
25	0.368	0.37	0.354	0.333	0.353
26	0.334	0.404	0.365	0.323	0.402
27	0.395	0.402	0.407	0.417	0.411
28	0.391	0.336	0.322	0.311	0.366
29	0.313	0.372	0.351	0.322	0.359

Continuação

Indivíduo	$\Phi$ do nó			Espessura (oco)	
	Inserção do nó (cm)	Acima da 1º ramif. (cm)	Abaixo da 1 ramif. (cm)	Medula (cm)	Córtex (cm)
30					

## 8. Apêndice B

### **Correlações – Medidas Externas**

O estudo da correlação tem o objetivo de medir e avaliar o grau de associação existente entre duas variáveis e, para isso, utiliza-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson ( $r$ ).

O valor deste coeficiente pode variar entre -1 e 1. Abaixo segue a explicação de Correlação:

- 1 <  $r$  < 0: Correlação linear negativa;
- 0 <  $r$  < 1: Correlação linear positiva;
- $r = 0$ : Correlação nula;
- $r = -1$ : Correlação perfeita negativa;
- $r = 1$ : Correlação perfeita positiva.

Onde  $r$  é dado por:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

e X e Y são as variáveis que deseja-se constatar o nível de correlação.

Outra análise pode ser feita:

- 0 <  $r$  < |0,4|: Baixa correlação;
- |0,41| <  $r$  < |0,70| :Correlação Moderada;
- |0,71| <  $r$  < |1|: Alta correlação.

É considerada significativa a correlação que apresenta p-valor (Prob > |r| under H0) inferior a 0,05.

A Tabela abaixo mostra as correlações encontradas entre as variáveis de medidas externas.

Tabela3: Correlações entre as medidas externas

Pearson Correlation Coefficients, N = 90									
Prob >  r  under H0: Rho=0									
	QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
QE	100.000	0.39800	0.17955	0.22813	0.16690	0.24127	0.21509	0.20572	0.13661
Qtd. de entrenós		0.0001	0.0904	<b>0.0306</b>	0.1159	<b>0.0220</b>	0.0418	0.0518	0.1992
AT	0.39800	100.000	0.29199	0.53301	0.62029	0.68675	0.63811	0.43046	0.29046
Altura total	<b>0.0001</b>		<b>0.0052</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0055</b>
CR	0.17955	0.29199	100.000	0.26026	0.08755	0.35196	0.31493	0.23236	0.23618
Comprimento do ramo	0.0904	<b>0.0052</b>		<b>0.0132</b>	0.4119	<b>0.0007</b>	<b>0.0025</b>	<b>0.0275</b>	<b>0.0250</b>
CEAc1	0.22813	0.53301	0.26026	100.000	0.70052	0.56347	0.58353	0.66631	0.54426
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	<b>0.0306</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0132</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
CEAb1	0.16690	0.62029	0.08755	0.70052	100.000	0.49889	0.51067	0.45550	0.41360
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.1159	<b>&lt;.0001</b>	0.4119	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
DEAc1	0.24127	0.68675	0.35196	0.56347	0.49889	100.000	0.78858	0.71175	0.64292
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	<b>0.0220</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0007</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
DEAb1	0.21509	0.63811	0.31493	0.58353	0.51067	0.78858	100.000	0.78548	0.66116
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.0418	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0025</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
DNI	0.20572	0.43046	0.23236	0.66631	0.45550	0.71175	0.78548	100.000	0.81741
Diâm. nó inserção	0.0518	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0275</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>
DNAc1	0.13661	0.29046	0.23618	0.54426	0.41360	0.64292	0.66116	0.81741	100.000
Diâm. nó acima da 1º ramif.	0.1992	<b>0.0055</b>	<b>0.0250</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	
DNAb1	0.12628	0.31893	0.25719	0.55570	0.34439	0.55346	0.65895	0.77003	0.69778
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0.2356	<b>0.0022</b>	<b>0.0144</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0009</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
Medu	0.19766	0.69208	0.31884	0.54176	0.47873	0.77306	0.79493	0.68436	0.57710
Medula	0.0618	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0022</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
Corx	0.25203	0.26309	0.22841	0.51989	0.32199	0.47620	0.53815	0.58332	0.53711
Córtex	<b>0.0166</b>	<b>0.0122</b>	<b>0.0304</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0020</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
CF_	-0.06034	-0.20839	0.07552	-0.06523	-0.17971	-0.06378	-0.01122	0.06423	0.11542
Comprimento da Folha	0.5721	0.0487	0.4793	0.5413	0.0901	0.5504	0.9164	0.5476	0.2787
CB_	0.16273	0.11548	0.47903	0.15637	0.06160	0.24395	0.27142	0.14200	0.12035
Comprimento da Bainha	0.1254	0.2784	<b>&lt;.0001</b>	0.1411	0.5641	<b>0.0205</b>	<b>0.0097</b>	0.1818	0.2585
LF_	-0.37977	-0.35697	-0.20778	-0.27798	-0.24270	-0.30937	-0.29212	-0.26399	-0.25938
Largura da Folha	<b>0.0002</b>	<b>0.0006</b>	0.0494	<b>0.0080</b>	<b>0.0212</b>	<b>0.0030</b>	<b>0.0052</b>	<b>0.0119</b>	<b>0.0136</b>

	<b>DNAb1</b>	<b>Medu</b>	<b>Corx</b>	<b>CF_</b>	<b>CB</b>	<b>LF</b>
QE	0.12628	0.19766	0.25203	-0.06034	0.16273	-0.37977
Qtd. de entrenós	0.2356	0.0618	<b>0.0166</b>	0.5721	0.1254	<b>0.0002</b>
AT	0.31893	0.69208	0.26309	-0.20839	0.11548	-0.35697
Altura total	<b>0.0022</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0122</b>	<b>0.0487</b>	0.2784	<b>0.0006</b>
CR	0.25719	0.31884	0.22841	0.07552	0.47903	-0.20778
Comprimento do ramo	<b>0.0144</b>	<b>0.0022</b>	<b>0.0304</b>	0.4793	<b>&lt;.0001</b>	0.0494
CEAc1	0.55570	0.54176	0.51989	-0.06523	0.15637	-0.27798
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	0.5413	0.1411	<b>0.0080</b>
CEAb1	0.34439	0.47873	0.32199	-0.17971	0.06160	-0.24270
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	<b>0.0009</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0020</b>	0.0901	0.5641	<b>0.0212</b>
DEAc1	0.55346	0.77306	0.47620	-0.06378	0.24395	-0.30937
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	0.5504	<b>0.0205</b>	<b>0.0030</b>
DEAb1	0.65895	0.79493	0.53815	-0.01122	0.27142	-0.29212
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	0.9164	<b>0.0097</b>	<b>0.0052</b>
DNI	0.77003	0.68436	0.58332	0.06423	0.14200	-0.26399
Diâm. nó inserção	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	0.5476	0.1818	<b>0.0119</b>
DNAc1	0.69778	0.57710	0.53711	0.11542	0.12035	-0.25938
Diâm. nó acima da 1º ramif.	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	0.2787	0.2585	<b>0.0136</b>
DNAb1	100.000	0.52737	0.57794	0.21008	0.22341	-0.25543
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0469</b>	<b>0.0343</b>	<b>0.0151</b>
Medu	0.52737	100.000	0.40032	-0.08261	0.24451	-0.17020
Medula	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>	0.4389	<b>0.0202</b>	0.1088
Corx	0.57794	0.40032	100.000	0.17346	0.20127	-0.45433
Córtex	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>		0.1020	0.0571	<b>&lt;.0001</b>
CF_C	0.21008	-0.08261	0.17346	100.000	0.23769	-0.26185
Comprimento da Folha	<b>0.0469</b>	0.4389	0.1020		<b>0.0241</b>	<b>0.0127</b>
CB_	0.22341	0.24451	0.20127	0.23769	100.000	-0.25729
Comprimento da Bainha	<b>0.0343</b>	<b>0.0202</b>	0.0571	<b>0.0241</b>		<b>0.0144</b>
LF_	-0.25543	-0.17020	-0.45433	-0.26185	-0.25729	100.000
Largura da Folha	<b>0.0151</b>	0.1088	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0127</b>	<b>0.0144</b>	

## **Análise Fatorial**

Análise fatorial, que inclui análise de componentes principais e análise de fatores comuns, é uma abordagem estatística que pode ser usada para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes comuns (fatores). O objetivo é encontrar um meio de condensar a informação contida em um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (fatores) com uma perda mínima de informação. Pelo fato de fornecer uma estimativa empírica da “estrutura” das variáveis consideradas, a análise fatorial se torna uma base objetiva para criar escalas múltiplas.

O uso de análise fatorial em sua essência serve para auxiliar na escolha de um número de variáveis suficientemente capazes de explicar o conjunto de dados não permitindo a duplicação de efeitos causados por variáveis altamente correlacionadas.

No estudo das correlações simples dos dados da pesquisa foi revelado que há um número substancial de correlações **superiores** a 0,3 permitindo inicialmente a utilização da análise fatorial.

De modo similar, porém oposto, as correlações parciais devem ser **pequenas**, pois assim são capazes de revelar a existência de fatores “verdadeiros” permitindo que as variáveis possam ser explicadas por esses fatores.

Tabela 10: Número de Correlações Superiores a 0,3

	<b>Nº Correlações Superiores a 0,3</b>	<b>Total de Correlações</b>
<b>Medidas Externas</b>	254	289

Os dados de medidas externas foram padronizados utilizando a média 0 e variância 1, no sentido de que as variáveis quantitativas de medida externa têm magnitude ou escala diferente das demais, o que pode influenciar a análise de forma inapropriada.

Uma primeira abordagem é verificar as Estimativas de Comunalidades conhecida como SMC – quantia total de variância que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis incluídas na base de dados. As SMC são estimativas da variância compartilhada, ou comum, entre as variáveis e apresentam valores superiores a 0,60 para a maioria das variáveis ora estudadas, sendo assim há mais um reforço da aplicação da fatorial. Neste caso seguem os resultados das SMC dos dados em questão.

Final Communality Estimates: SMS Total = 12.078594

QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
0.62803788	0.81195602	0.51835354	0.62696008	0.57953372	0.76668439	0.81668389	0.86007219	0.78056032
DNAb1	Medu	Corx	CF	CB_	LF			
0.75934518	0.77713302	0.64931019	0.64435536	0.67164190	0.74815446			

Outra forma de determinar a adequação da análise fatorial é a que examina a matriz de correlação inteira. O **teste de Barlett de esfericidade** é um teste estatístico para detectar a presença de um conjunto de correlações significantes entre pelo menos algumas das variáveis. Da mesma forma a **medida de adequação da amostra (MAS - Measure of Sampling Adequacy)** apresenta um índice com valores entre 0 e 1, sendo que são considerados aceitáveis os valores **acima de 0.5** mas atinge um padrão excelente quando seus valores estão **acima de 0.8**, pois propicia uma análise fatorial bem mais consistente.

Os resultados comprovam a teoria no seguinte quadro resumo adquirido do conjunto de dados:

Kaiser's Measure of Sampling Adequacy: Overall **MSA = 0.83673079**

QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
0.70504779	0.71986417	0.83197712	0.86562010	0.79991089	0.93102257	0.90395091	0.88281186	0.85006897
DNAb1	Medu	Corx	CF	CB	LF			
0.91995883	0.89010098	0.87484752	0.71381409	0.75780042	0.72724315			

Com esses resultados preliminares poderemos subtrair da amostra, sem perda de informação, as variáveis que apresentam os menores **MSA**, ou seja, as que são **inferiores a 0,6**: variáveis **A1 e NF1**.

O conjunto de variáveis restantes poderá ser representado por 4 fatores que, através de um teste estatístico, mostrará se são significativos ou não.

Teste para quantidade de fatores necessários, cuja significância está baseada nas 90 observações.

Teste para escolha de 4 fatores.

Teste	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
H0: Não há fatores comuns	136	9.708.001	<.0001
HA: Há pelo menos um fator comum			
H0: 4 fatores são suficientes	74	942.124	0.0566
HA: São necessários mais fatores			

O teste realizado, indicou rejeição da primeira hipótese de que não há fatores comuns e a escolha de quatro fatores foi aceita ao nível de significância estatística de 5%, sinalizando a suficiência na escolha de 3 fatores representativos do conjunto de variáveis, confirmado através do teste qui-quadrado.

Outro critério de escolha do número de fatores<sup>1</sup> se baseia nos autovalores em que cada variável contribui com o valor 1 do autovalor total. Logo, apenas os fatores que têm autovalores maiores que 1 são considerados significantes.

**Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total  
= 17 Average = 1**

	<b>Eigenvalue</b>	<b>Difference</b>	<b>Proportion</b>	<b>Cumulative</b>
<b>1</b>	6.81160686	4.23607727	0.4007	0.4007
<b>2</b>	2.57552959	1.07239313	0.1515	0.5522
<b>3</b>	1.50313646	0.31481553	0.0884	0.6406
<b>4</b>	1.18832093	0.38142824	0.0699	0.7105
<b>5</b>	0.80689269	0.11100725	0.0475	0.7580
<b>6</b>	0.69588544	0.04939003	0.0409	0.7989
<b>7</b>	0.64649541	0.13798986	0.0380	0.8369
<b>8</b>	0.50850555	0.04224889	0.0299	0.8668
<b>9</b>	0.46625666	0.08363542	0.0274	0.8943
<b>10</b>	0.38262124	0.05667948	0.0225	0.9168
<b>11</b>	0.32594175	0.03352078	0.0192	0.9360
<b>12</b>	0.29242097	0.05388571	0.0172	0.9532
<b>13</b>	0.23853526	0.04479018	0.0140	0.9672
<b>14</b>	0.19374508	0.04399990	0.0114	0.9786
<b>15</b>	0.14974518	0.03277937	0.0088	0.9874
<b>16</b>	0.11696581	0.01957070	0.0069	0.9943
<b>17</b>	0.09739511		0.0057	1.0000

4 factors will be retained by the NFACTOR criterion.

**Comentário:** Os 4 primeiros fatores apresentam valores maiores do que 1, o que garante a significância na escolha dos 4 fatores. Considerando cargas fatoriais de explicação da variável nos fatores, aquelas que apresentam valores inferiores a 0,5 são baixas; acima de 0,5 são altas e menores que 0,3 são não significativas, pelo método da máxima verossimilhança.

---

<sup>1</sup> Os autovalores foram gerados pela proc factor do sas, utilizando o método da máxima verossimilhança para otimização.

## ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS<sup>2</sup>

Os autovalores das 4 primeiras Componentes Principais acumula a proporção da variância explicada em 71,05% de capacidade de explicação das 17 variáveis utilizadas. Observa-se também que a Primeira Componente explica 40,07% da variância total das variáveis.

Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total = 17 Average = 1				
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	6.81160686	4.23607727	<b>0.4007</b>	0.4007
2	2.57552959	1.07239313	<b>0.1515</b>	0.5522
3	1.50313646	0.31481553	<b>0.0884</b>	0.6406
4	1.18832093	0.38142824	<b>0.0699</b>	<b>0.7105</b>
5	0.80689269	0.11100725	0.0475	0.7580
6	0.69588544	0.04939003	0.0409	0.7989
7	0.64649541	0.13798986	0.0380	0.8369
8	0.50850555	0.04224889	0.0299	0.8668
9	0.46625666	0.08363542	0.0274	0.8943
10	0.38262124	0.05667948	0.0225	0.9168
11	0.32594175	0.03352078	0.0192	0.9360
12	0.29242097	0.05388571	0.0172	0.9532
13	0.23853526	0.04479018	0.0140	0.9672
14	0.19374508	0.04399990	0.0114	0.9786
15	0.14974518	0.03277937	0.0088	0.9874
16	0.11696581	0.01957070	0.0069	0.9943
17	0.09739511		0.0057	1.0000

A tabela abaixo mostra a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de variáveis analisado após a **rotação dos eixos** que redistribui a carga da variância entre os fatores.<sup>3</sup>

		Rotated Factor Pattern			
		Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
DEAb1	Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.88393	-0.10420	-0.02243	0.15490
DNI	Diâm. nó inserção	0.85694	-0.15500	-0.31452	0.05270
DEAc1	Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0.84869	-0.15037	0.08105	0.13129
Medu	Medula	0.81118	-0.17065	0.11541	0.27691
CEAc1	Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0.76887	-0.18056	0.03617	-0.04339
DNAc1	Diâm. nó acima da 1º ramif.	0.76096	-0.14778	-0.42310	0.02567
DNAb1	Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0.75700	0.01214	-0.43013	0.03370
AT	Altura total	0.69361	-0.23988	0.52069	-0.04688
Corx	Córtex	0.67956	0.12371	-0.27683	-0.30916
CEAb1	Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.62780	-0.35610	0.23285	-0.06620
CR	Comprimento do ramo	0.44243	0.43027	0.25607	0.26815
CB_	Comprimento da Bainha	0.06189	0.56334	-0.51380	-0.24327
CF	Comprimento da Folha	-0.45503	-0.25143	-0.09071	0.68531
LF	Largura da Folha	0.16854	0.81832	0.01530	0.11402
QE	Qtd. de entrenós	0.35485	0.11002	0.45477	-0.53216

Variância Explicada em cada Fator após a Rotação utilizando o método varimax

Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
6.8116069	2.5755296	1.5031365	1.1883209

<sup>2</sup> Análise realizada através da *proc factor* do sas utilizando o método *principal* que gera os fatores componentes, o mesmo resultado seria obtido se fosse utilizada a *proc princomp* também do sas.

<sup>3</sup> O importante é a ordenação das variáveis de acordo com valores após a rotação dos eixos pelo método varimax.

Comentário: O traço<sup>4</sup> total é 17 (17 variáveis), logo os percentuais de explicação da variância em cada fator, após a rotação passa a ser de 40,07% para o fator 1, de 15,15% para o segundo fator, de 8,84% para o terceiro fator e de 6,99% para o quarto fator . O percentual total, portanto, continua sendo de 71,05%, tal como apresentado na tabela de comunalidades<sup>5</sup> logo a seguir.

Final Commuality Estimates: Total = 12.078594								
QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
0.62803788	0.81195602	0.51835354	0.62696008	0.57953372	0.76668439	0.81668389	0.86007219	0.78056032
DNAb1	Medu	Corx	CF	CB	LF			
0.75934518	0.77713302	0.64931019	0.64435536	0.67164190	0.74815446			

Comentário: 1) A comunalidade **12.078594** representa 71,05% da explicação da variância total dos dados, que é um índice considerado elevado (HAIR *et al.*, 1995);

2) Comunalidade Pequena indica que uma boa parte da variância em uma variável não é explicada pelos fatores;

3) A variável **QE** tem menos em comum com as outras variáveis do que a variável **AT**, apesar de ambas contribuírem em mais da metade de sua variância através dos quatro fatores.

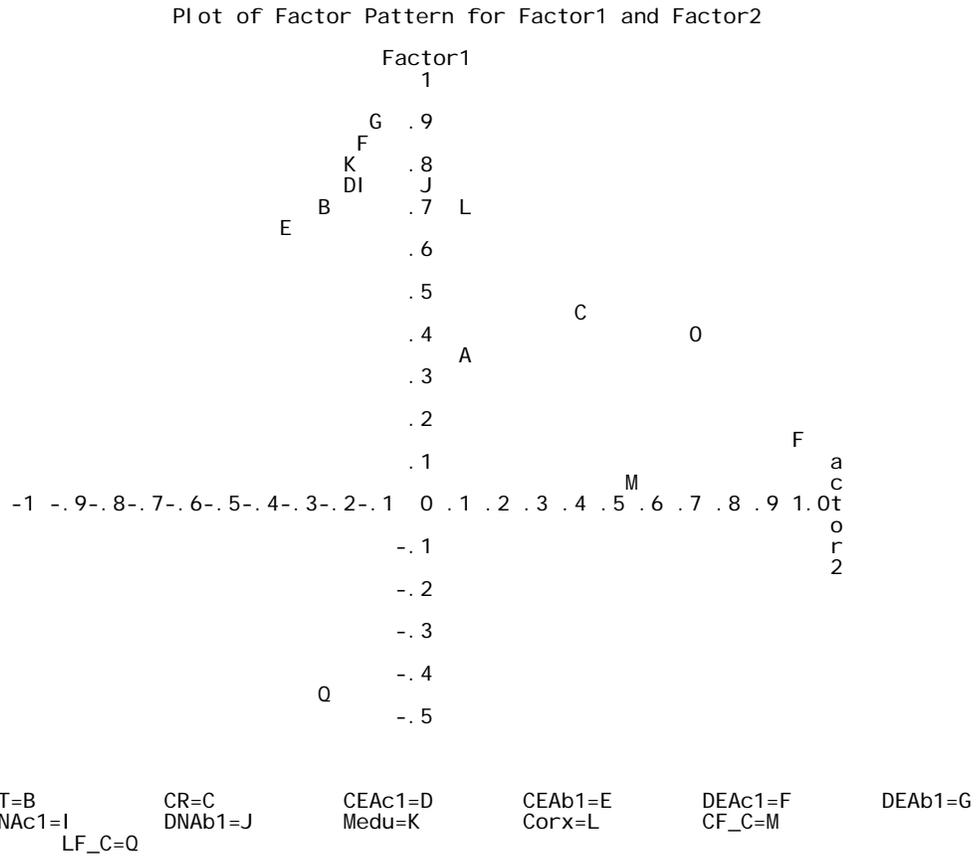
Para os dados já com novos eixos rotacionados, foi utilizado o método de rotação **varimax**<sup>6</sup> que redistribui a variância entre os fatores, equilibrando-os. As variáveis tiveram a seguinte configuração:

<sup>4</sup> Traço é a variância total a ser explicada e é igual à soma dos autovalores do conjunto de variáveis.

<sup>5</sup> Comunalidades representam a quantia de variância explicada pela solução fatorial para cada variável.

<sup>6</sup> Rotação **varimax** tem o objetivo de simplificar as linhas e colunas da matriz fatorial para facilitar a interpretação dos dados.

## Gráfico 1: Fator 1 e Fator 2



**Comentário:** Quanto mais próximo da linha do fator (mais próximo de zero na linha) maximiza-se a carga de uma variável em um único fator. Quanto mais alto o valor, maior é a explicabilidade daquela variável em relação ao fator. Quando grupos de variáveis podem ser formados, maior é a homogeneidade das variáveis.

Gráfico 2: Fator 1 e Fator 3

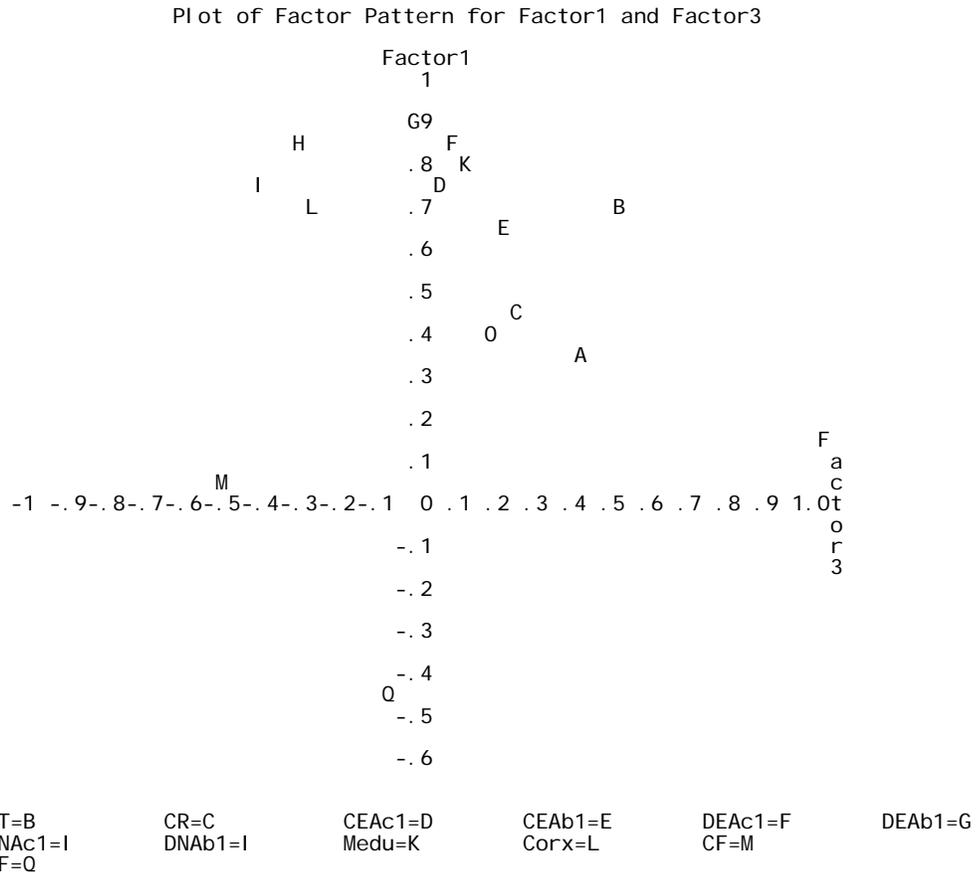
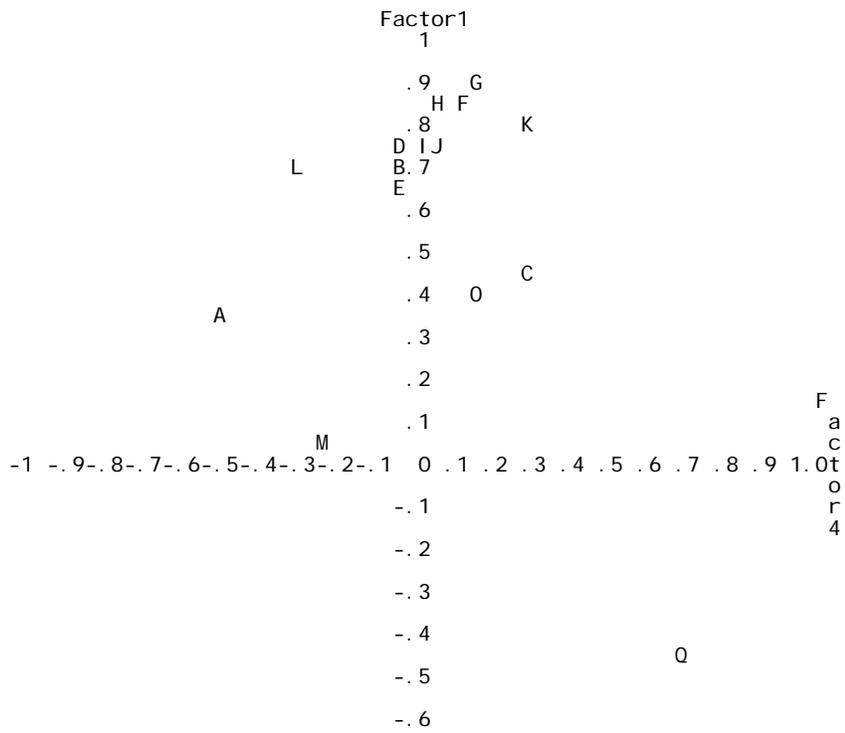


Gráfico 3: Fator 1 e Fator 4

Plot of Factor Pattern for Factor1 and Factor4



QE=A  
DNI =H  
CB\_B=0

AT=B  
DNAc1=I  
LF=Q

CR=C  
DNAb1=J

CEAc1=D  
Medu=K

CEAb1=E  
Corx=L

DEAc1=F  
CF=M

DEAb1=G

Gráfico 4: Fator 2 e Fator 3

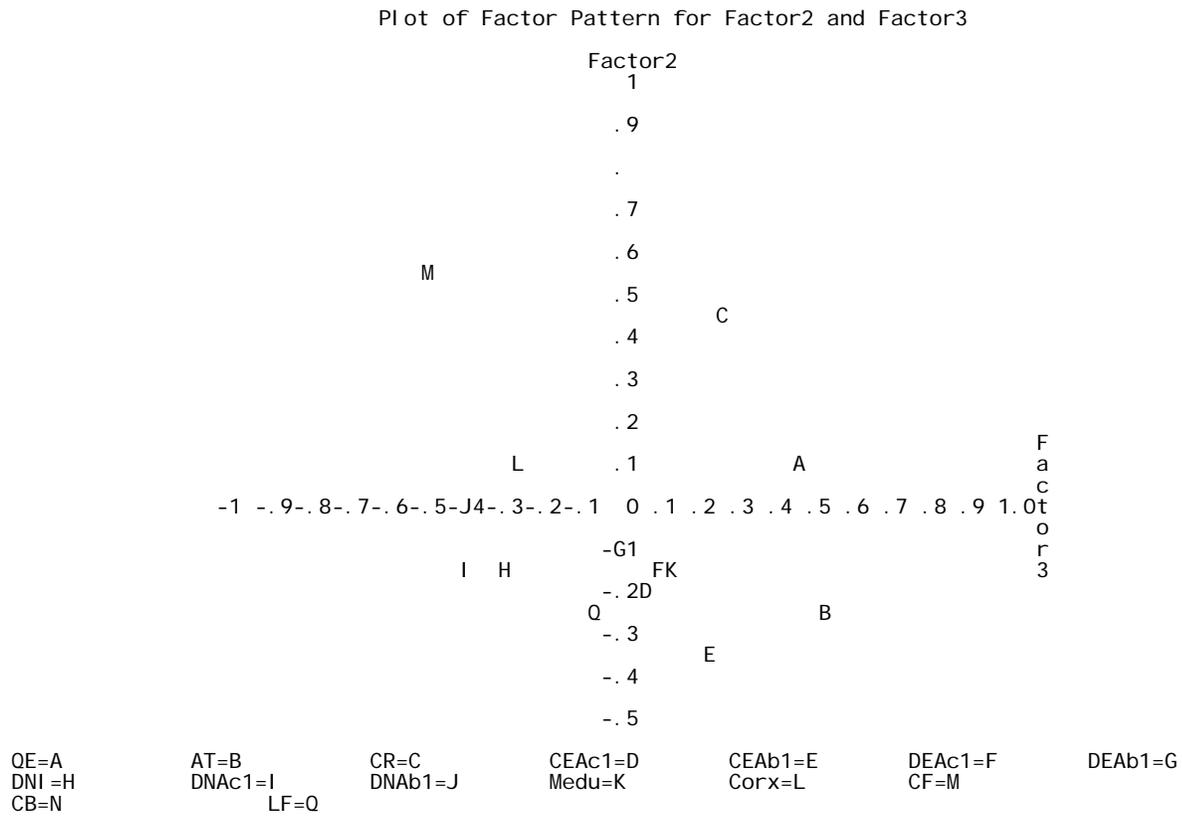


Gráfico 5: Fator 2 e Fator 4

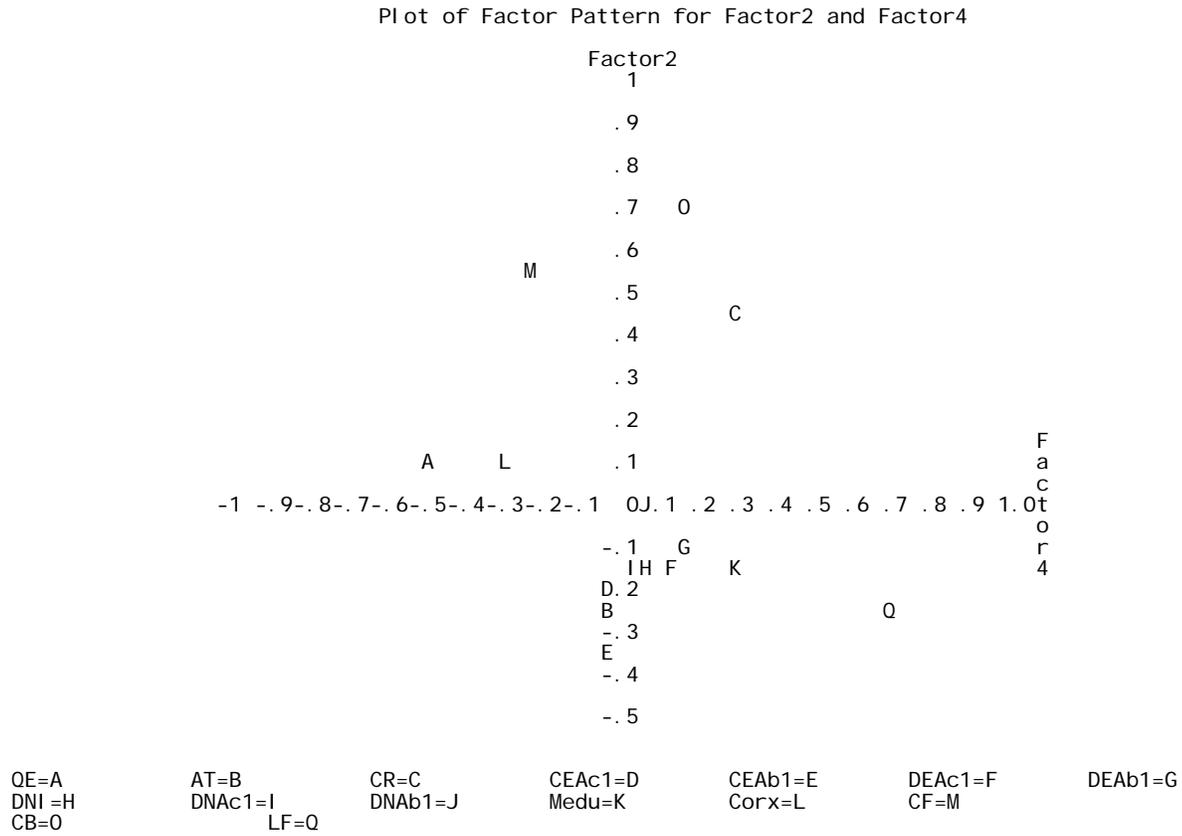
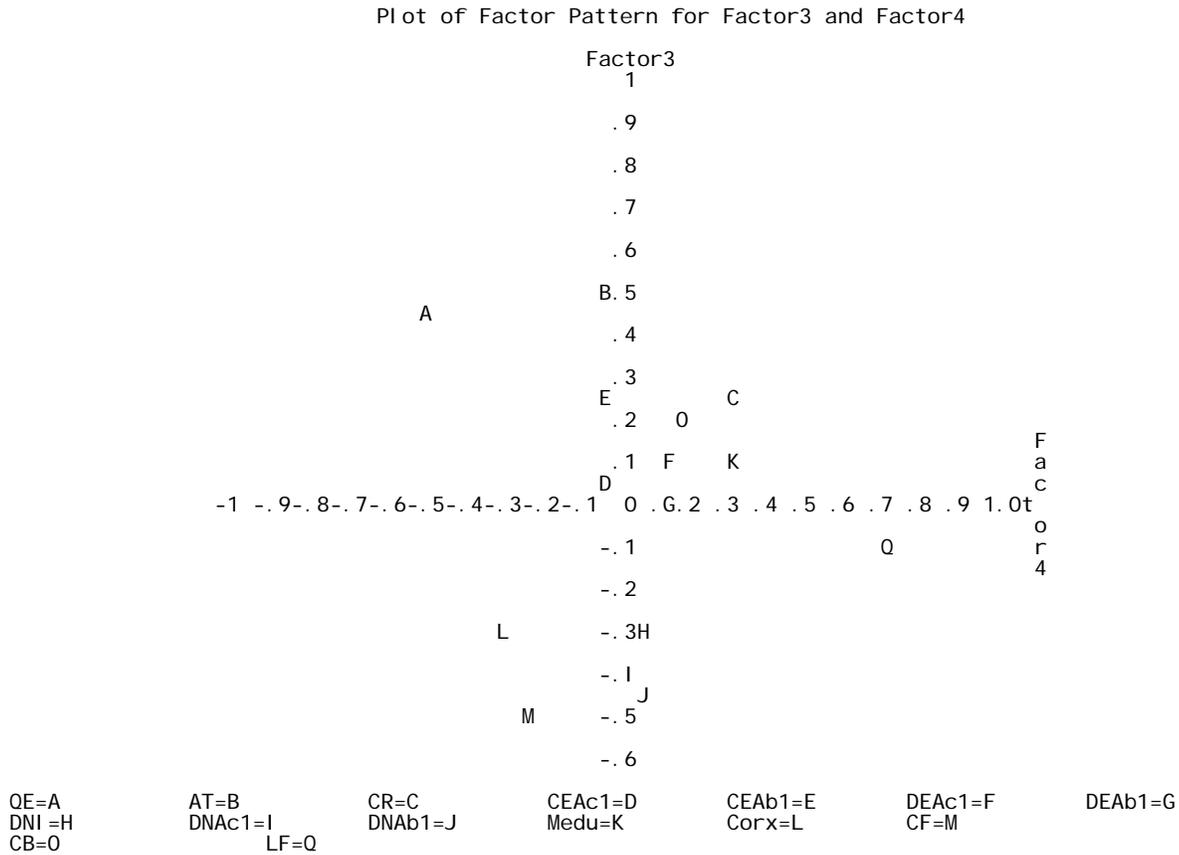


Gráfico 6: Fator 3 e Fator 4



Com análise visual dos grupos homogêneos de variáveis representadas pelos 4 fatores, nota-se uma concentração no fator 1 das variáveis relacionadas ao diâmetro. Já as relacionadas com o comprimento se concentram mais no fator 2, no fator 3 a altura e no fator 4 a quantidade de entrenós. Esta configuração está bem representada na tabela abaixo.

		Rotated Factor Pattern			
		Factor1	Factor2	Factor3	Factor4
DNI	Diâm. nó inserção	0.92223	0.05769	-0.00135	0.07899
DNAc1	Diâm. nó acima da 1º ramif.	0.87472	-0.00513	-0.11866	0.03633
DNAb1	Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0.83755	0.12907	-0.19730	0.04754
DEAb1	Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.83231	0.22642	0.24699	0.10806
DEAc1	Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0.76914	0.19782	0.33755	0.14843
Medu	Medula	0.74348	0.22997	0.41366	0.01913
CEAc1	Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0.70363	0.07475	0.24519	0.25723
Corx	Córtex	0.64561	0.12303	-0.24960	0.39378
CEAb1	Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0.54092	-0.06812	0.45135	0.28033
CB	Comprimento da Borda A	0.11360	0.80572	-0.03565	0.09103
CR	Comprimento do ramo	0.22157	0.66106	0.17308	0.04806
AT	Altura total	0.46258	0.13722	0.64676	0.40105
CF	Comprimento da Folha C	0.09574	0.26323	-0.74151	0.12675
QE	Qtd. de entrenós	0.05308	0.14160	0.21237	0.74838
LF	Largura da Folha C	-0.23299	-0.13489	0.17575	-0.80299

**Comentário:** Fazendo um corte nos valores na ordem de 0.50, visualmente 4 conjuntos de variáveis estão representadas distintamente em fatores individuais.

O resumo do **cluster de variáveis** segue também da seguinte forma:

Cluster summary for 4 clusters					
Cluster	Members	Cluster Variation	Variation Explained	Proportion Explained	Second Eigenvalue
1	9	9	5.780214	0.6422	0.8969
2	4	4	2.511239	0.6278	0.7291
3	2	2	1.208393	0.6042	0.7916
4	2	2	1.379769	0.6899	0.6202

Total variation explained = 10.879615 Proportion = 0.6410250

Cluster	Variable	R-squared with		1-R**2 Ratio	Variable Label
		Own Cluster	Next Closest		
Cluster 1	CEAc1	0.6095	0.1481	0.4584	Comp. entrenó acima 1ª ramif.
	CEAb1	0.4092	0.2648	0.8036	Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.
	DEAc1	0.7103	0.2331	0.3777	Diâm. entrenó acima 1ª ramif.
	DEAb1	0.7877	0.1745	0.2571	Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.
	DNI	0.8275	0.0800	0.1875	Diâm. nó inserção
	DNAc1	0.6829	0.0568	0.3363	Diâm. nó acima da 1º ramif.
	DNAb1	0.6330	0.0642	0.3922	Diâm. nó abaixo da 1 ramif.
	Medu	0.6579	0.2483	0.4551	Medula
	Corx	0.4622	0.1808	0.6565	Córtex
Cluster 2	CR	0.4476	0.1036	0.6162	Comprimento do ramo
	CB	0.6743	0.0639	0.3479	Comprimento da Bainha
Cluster 3	AT	0.6042	0.3844	0.6429	Altura total
	CF	0.6042	0.0924	0.4361	Comprimento da Folha
Cluster 4	QE	0.6899	0.0869	0.3396	Qtd. de entrenós
	LF_C	0.6899	0.1194	0.3521	Largura da Folha

## Análise de Cluster (Agrupamento de Observações)

A análise de cluster tem por conceito, verificar as distâncias entre os objetos estudados dentro do espaço multiplano constituído por eixos de todas as medidas realizadas (variáveis) são calculadas e, a

seguir, os objetos são agrupados conforme a proximidade entre eles. Primeiro, constituem um grupo inicial os dois objetos mais próximos, em seguida, verifica-se qual o objeto seguinte que se localiza mais próximo ao centro desse primeiro grupo constituído e forma-se um novo grupo e, assim, sucessivamente, até que todos os objetos são reunidos no grupo total de todos os objetos estudados.

A tabela abaixo mostra que o cluster 1 é o que contempla a maior quantidade de observações (49), o que representa 54,44% do total das observações.

Tabela 11: Cluster por Localidade

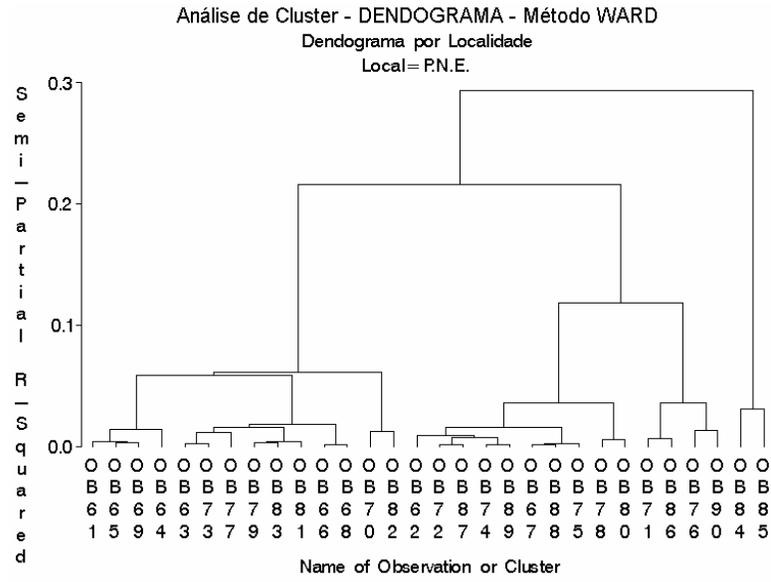
Cluster	Local			Total
	Ponto1	Ponto2	P.N.E.	
1	3	23	23	49
	3.33	25.56	25.56	54.44
2	10	2	3	15
	11.11	2.22	3.33	16.67
3	17	5	4	26
	18.89	5.56	4.44	28.89
Total	30	30	30	90
	33.33	33.33	33.33	100.00

Para a análise de cluster foi utilizado o Método de WARD. Nesse método a distância entre dois clusters é a soma dos quadrados entre os dois clusters feita sobre todas as variáveis. Em cada estágio do procedimento de agrupamento de observações, a soma interna de quadrados é minimizada sobre todas as partições (o conjunto completo de agrupamentos disjuntos ou separados) que podem ser obtidas pela combinação de dois agregados do estágio anterior. Esse procedimento tende a combinar agrupamentos com um pequeno número de observações. Ele também tende a produzir agregados com aproximadamente o mesmo número de observações.

Os fatores gerados pela análise fatorial foram utilizados na análise de cluster, sendo que em geral os clusters ficaram bem definidos, com uma diferença na quantidade de observações sendo maior apenas no cluster 1, mas a forma indica que essas observações estão distribuídas homogeneamente dentro deste cluster.



Gráfico 9: Dendograma representativo das observações no P.N.E.



## Comparação de Médias

Para a comparação de médias por localidades foi usado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% para todas as variáveis analisadas.

Quantidade de Entrenós:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	2.451724
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.964

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes			
Tukey Grouping	Mean	N	Local
A	12.0333	30	P.N.E.
A			
A	11.5667	30	Ponto2
B	10.3667	30	Ponto1

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,964. Para quantidade de entrenós a média do P.N.E e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 é diferenciável tanto do P.N.E quanto do Ponto 2.

Altura Total:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	242.7692
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	9.5929

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes			
Tukey Grouping	Mean	N	Local
A	143.633	30	P.N.E.
B	106.320	30	Ponto2
B			
B	105.967	30	Ponto1

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 9,5929. Para altura total a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do P.N.E é diferenciável tanto do Ponto 1 quanto do Ponto 2.

Comprimento do ramo:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	18.79692
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	2.6693

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	10.367	30	P.N.E.	
A				
B	7.773	30	Ponto2	
B				
B	7.167	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 2,6693. Para comprimento do ramo a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 2 e do P.N.E também não são diferenciáveis. A média do P.N.E e do Ponto 1 são diferenciáveis.

Comprimento do entrenó acima da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	13.9801
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	2.302

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	19.2667	30	P.N.E.	
A				
B	18.7700	30	Ponto2	
B				
B	16.5267	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 2,6693. Para comprimento do entrenó acima da 1ª ramificação a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 2 e do P.N.E também não são diferenciáveis. A média do P.N.E e do Ponto 1 são diferenciáveis.

Comprimento do entrenó abaixo da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	12.56685
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	2.1826

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	21.9133	30	P.N.E.	
A				
B	20.3800	30	Ponto2	
B				
B	19.1233	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 2,1826. Para comprimento do entrenó abaixo da 1ª ramificação a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 2 e do P.N.E também não são diferenciáveis. A média do P.N.E e do Ponto 1 são diferenciáveis.

Diâmetro do entrenó acima da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.002876
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.033

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.33943	30	P.N.E.	
B	0.27230	30	Ponto2	
B				
B	0.26177	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,033. Para diâmetro do entrenó acima da 1ª ramificação a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do P.N.E é diferenciável tanto do Ponto 1 quanto do Ponto 2.

Diâmetro do entrenó abaixo da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.002274
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0294

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.36550	30	P.N.E.	
B	0.30610	30	Ponto2	
B				
B	0.29523	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,0293. Para diâmetro do entrenó abaixo da 1ª ramificação a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do P.N.E é diferenciável tanto do Ponto 1 quanto do Ponto 2.

Diâmetro do nó da inserção:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.002925
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0333

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.35403	30	P.N.E.	
A				
A	0.35193	30	Ponto2	
B	0.31710	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,0333. Para diâmetro do nó da Inserção a média do P.N.E. e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 é diferenciável tanto do P.N.E quanto do Ponto 2.

Diâmetro do nó acima da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.002596
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0314

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.33663	30	Ponto2	
A				
B	0.32547	30	P.N.E.	
B				
B	0.30070	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,0314. Para diâmetro do nó acima da 1ª ramificação a média do P.N.E. e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do Ponto 2 também não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do P.N.E são diferenciáveis.

Diâmetro do nó abaixo da 1ª ramificação:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.004131
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0396

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.37297	30	Ponto2	
A				
B	0.36847	30	P.N.E.	
B				
B	0.32963	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,0396. Para diâmetro do nó abaixo da 1ª ramificação a média do P.N.E. e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do Ponto 2 também não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do P.N.E são diferenciáveis.

Medula:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.001394
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.023

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.198333	30	P.N.E.	
B	0.154600	30	Ponto1	
B				
B	0.146900	30	Ponto2	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,023. Para medula a média do Ponto 1 e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do P.N.E é diferenciável tanto do Ponto 1 quanto do Ponto 2.

Córtex:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.000348
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0115

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	0.090233	30	Ponto2	
A				
A	0.088567	30	P.N.E.	
B	0.069000	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,0115. Para córtex a média do P.N.E e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 é diferenciável tanto do P.N.E quanto do Ponto 2.

Comprimento da Folha:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	11.23675
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	2.0638

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	19.8767	30	Ponto2	
A				
B	17.9633	30	P.N.E.	
B				
B	16.7233	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 2,0638. Para comprimento da Folha a média do P.N.E e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do P.N.E também não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do Ponto 2 são diferenciáveis.

Comprimento da Bainha:

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	2.531762
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.9796

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes				
Tukey Grouping	Mean	N	Local	
A	6.8467	30	P.N.E.	
A				
B	5.8900	30	Ponto2	
B				
B	5.4833	30	Ponto1	

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 0,9796. Para comprimento da Bainha, a média do P.N.E e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do Ponto 2 também não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 e do P.N.E são diferenciáveis.

B 5.7933 30 Ponto1

Largura da Folha :

Alpha	0.05
Graus de Liberdade	87
Erro Quadrado Médio	0.000844
Valor Crítico Padronizado	3.37219
Diferença Mínima Significante	0.0179

Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes			
Tukey Grouping	Mean	N	Local
A	0.260000	30	Ponto1
B	0.024667	30	Ponto2
B			
B	0.024000	30	P.N.E.

As médias são consideradas diferentes se a diferença entre elas for maior que 1,0179. Para largura da folha, a média do P.N.E e do Ponto 2 não são diferenciáveis. A média do Ponto 1 é diferenciável tanto do ponto 2 quanto do P.N.E.

Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: Ponto 1  
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
QE	1	0,16354	0,05368	0,0207	-0,0393	-0,0392	-0,13058	0,07075	-0,06138
Qtd. de entrenós		0,3878	0,7782	0,9136	0,8366	0,8371	0,4916	0,7103	0,7473
AT	0,16354	1	-0,03175	0,63742	0,61507	0,58932	0,65112	0,71603	0,55327
Altura total	0,3878		0,8677	<b>0,0002</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0006</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,0015</b>
CR	0,05368	-0,03175	1	0,07975	-0,39371	0,23377	0,18471	0,21115	0,27333
Comprimento do ramo	0,7782	0,8677		0,6753	<b>0,0313</b>	0,2137	0,3285	0,2627	0,1439
CEAc1	0,0207	0,63742	0,07975	1	0,6655	0,82113	0,80618	0,83064	0,71173
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0,9136		0,6753		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
CEAb1	-0,0393	0,61507	-0,39371	0,6655	1	0,53381	0,57846	0,53699	0,52792
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,8366	<b>0,0003</b>	<b>0,0313</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>0,0024</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0027</b>
DEAc1	-0,0392	0,58932	0,23377	0,82113	0,53381	1	0,84535	0,83966	0,84655
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0,8371	<b>0,0006</b>	0,2137	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,0024</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
DEAb1	-0,13058	0,65112	0,18471	0,80618	0,57846	0,84535	1	0,91279	0,85153
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,4916	<b>&lt;.0001</b>	0,3285	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,0008</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
DNI	0,07075	0,71603	0,21115	0,83064	0,53699	0,83966	0,91279	1	0,84589
Diâm. nó inserção	0,7103	<b>&lt;.0001</b>	0,2627	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,0022</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>		<b>&lt;.0001</b>
DNAc1	-0,06138	0,55327	0,27333	0,71173	0,52792	0,84655	0,85153	0,84589	1
Diâm. nó acima da 1º ramif.	0,7473	<b>0,0015</b>	<b>0,1439</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,0027</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	
DNAb1	-0,15036	0,45681	0,37299	0,65416	0,2896	0,72104	0,83269	0,83956	0,70735
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0,4277	<b>0,0112</b>	<b>0,0424</b>	<b>&lt;.0001</b>	0,1206	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
Medu	0,07166	0,66016	0,2959	0,74242	0,45742	0,75699	0,81915	0,82976	0,776
Medula	0,7067	<b>&lt;.0001</b>	0,1124	<b>&lt;.0001</b>	<b>0,011</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
Corx	0,10305	0,22472	0,49377	0,50736	0,15132	0,41769	0,41108	0,58302	0,41034
Córtex	0,5879	0,2325	<b>0,0056</b>	<b>0,0042</b>	0,4247	<b>0,0216</b>	<b>0,024</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0243</b>
CF_C	0,19051	-0,22889	0,5794	-0,11276	-0,26804	-0,05472	-0,08059	-0,06223	-0,0801
Comprimento da Folha C	0,3133	0,2237	<b>0,0008</b>	0,553	0,1521	0,7739	0,672	0,7439	0,6739
CB_A	-0,01675	-0,2787	0,65654	0,12255	-0,29686	0,0919	0,13711	0,13238	0,13366
Comprimento da Borda A	0,93	0,1359	<b>&lt;.0001</b>	0,5188	0,1112	0,6291	0,47	0,4856	0,4813
CB_B	0,13335	-0,33532	0,68932	-0,02169	-0,42947	-0,01239	0,05903	0,05228	0,06511
Comprimento da Borda B	0,4824	0,0701	<b>&lt;.0001</b>	0,9094	0,0179	0,9482	0,7567	0,7838	0,7325
CB_C	0,14629	-0,48747	0,60493	-0,13633	-0,51649	-0,08493	-0,11107	-0,08037	-0,04245
Comprimento da Borda C	0,4405	<b>0,0063</b>	<b>0,0004</b>	0,4725	<b>0,0035</b>	0,6554	0,559	0,6729	0,8237
LF_C	0,02223	0,13956	-0,07278	0,19328	0,13337	0,08873	0,29544	0,20193	0,05389

Largura da Folha C	0,9072	0,462	0,7023	0,3061	0,4823	0,641	0,113	0,2846	0,7773
Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: Ponto 1									
Prob >  r  under H0: Rho=0									
	DNAb1	Medu	Corx	CF_C	CB_A	CB_B	CB_C	LF_C	
QE	-0,15036	0,07166	0,10305	0,19051	-0,01675	0,13335	0,14629	0,02223	
Qtd. de entrenós	0,4277	0,7067	0,5879	0,3133	0,93	0,4824	0,4405	0,9072	
AT	0,45681	0,66016	0,22472	-0,22889	-0,2787	-0,33532	-0,48747	0,13956	
Altura total	0,0112	<.0001	0,2325	0,2237	0,1359	0,0701	0,0063	0,462	
CR	0,37299	0,2959	0,49377	0,5794	0,65654	0,68932	0,60493	-0,07278	
Comprimento do ramo	0,0424	0,1124	0,0056	0,0008	<.0001	<.0001	0,0004	0,7023	
CEAc1	0,65416	0,74242	0,50736	-0,11276	0,12255	-0,02169	-0,13633	0,19328	
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	<.0001	<.0001	0,0042	0,553	0,5188	0,9094	0,4725	0,3061	
CEAb1	0,2896	0,45742	0,15132	-0,26804	-0,29686	-0,42947	-0,51649	0,13337	
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,1206	0,011	0,4247	0,1521	0,1112	0,0179	0,0035	0,4823	
DEAc1	0,72104	0,75699	0,41769	-0,05472	0,0919	-0,01239	-0,08493	0,08873	
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	<.0001	<.0001	0,0216	0,7739	0,6291	0,9482	0,6554	0,641	
DEAb1	0,83269	0,81915	0,41108	-0,08059	0,13711	0,05903	-0,11107	0,29544	
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	<.0001	<.0001	0,024	0,672	0,47	0,7567	0,559	0,113	
DNI	0,83956	0,82976	0,58302	-0,06223	0,13238	0,05228	-0,08037	0,20193	
Diâm. nó inserção	<.0001	<.0001	0,0007	0,7439	0,4856	0,7838	0,6729	0,2846	
DNAc1	0,70735	0,776	0,41034	-0,0801	0,13366	0,06511	-0,04245	0,05389	
Diâm. nó acima da 1º ramif.	<.0001	<.0001	0,0243	0,6739	0,4813	0,7325	0,8237	0,7773	
DNAb1	1	0,66781	0,57197	0,14836	0,39588	0,25478	0,14394	0,19228	
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.		<.0001	0,001	0,434	0,0303	0,1742	0,448	0,3087	
Medu	0,66781	1	0,42546	-0,09151	0,13698	0,06219	-0,10192	0,14636	
Medula	<.0001		0,0191	0,6306	0,4704	0,7441	0,592	0,4403	
Corx	0,57197	0,42546	1	0,30646	0,48116	0,42691	0,46937	-0,01807	
Córtex	0,001	0,0191		0,0995	0,0071	0,0186	0,0089	0,9245	
CF_C	0,14836	-0,09151	0,30646	1	0,422	0,46286	0,50272	0,12932	
Comprimento da Folha C	0,434	0,6306	0,0995		0,0202	0,01	0,0046	0,4958	
CB_A	0,39588	0,13698	0,48116	0,422	1	0,7452	0,69262	-0,06393	
Comprimento da Borda A	0,0303	0,4704	0,0071	0,0202		<.0001	<.0001	0,7371	
CB_B	0,25478	0,06219	0,42691	0,46286	0,7452	1	0,90224	-0,0435	
Comprimento da Borda B	0,1742	0,7441	0,0186	0,01	<.0001		<.0001	0,8194	
CB_C	0,14394	-0,10192	0,46937	0,50272	0,69262	0,90224	1	-0,10456	
Comprimento da Borda C	0,448	0,592	0,0089	0,0046	<.0001	<.0001		0,5824	
	0,19228	0,14636	-0,01807	0,12932	-0,06393	-0,0435	-0,10456	1	

Largura da Folha C	0,3087	0,4403	0,9245	0,4958	0,7371	0,8194	0,5824		
Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: Ponto 2									
Prob >  r  under H0: Rho=0									
	QE	AT	CR	CEAc1	CEAb1	DEAc1	DEAb1	DNI	DNAc1
QE		0,32826	0,06972	0,33475	0,13006	0,22135	0,25636	0,23812	0,19575
Qtd. de entrenós	1	0,0766	0,7143	0,0706	0,4933	0,2398	0,1715	0,2051	0,2999
AT	0,32826	1	-0,19222	0,63443	0,68744	0,51788	0,33058	0,43185	0,4393
Altura total	0,0766		0,3089	<b>0,0002</b>	<.0001	0,0034	0,0744	0,0172	0,0151
CR	0,06972	-0,19222	1	0,10331	-0,22114	0,24886	0,32662	0,37218	0,27404
Comprimento do ramo	0,7143	0,3089		0,5869	0,2402	0,1848	0,0781	0,0428	0,1428
CEAc1	0,33475	0,63443	0,10331	1	0,71375	0,45222	0,58463	0,62866	0,56322
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0,0706	0,0002	0,5869		<.0001	0,0121	0,0007	0,0002	0,0012
CEAb1	0,13006	0,68744	-0,22114	0,71375	1	0,44845	0,44886	0,4708	0,59816
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,4933	<.0001	0,2402	<.0001		0,0129	0,0128	0,0086	0,0005
DEAc1	0,22135	0,51788	0,24886	0,45222	0,44845	1	0,63738	0,70976	0,69473
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0,2398	0,0034	0,1848	0,0121	0,0129		0,0002	<.0001	<.0001
DEAb1	0,25636	0,33058	0,32662	0,58463	0,44886	0,63738	1	0,89795	0,78859
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,1715	0,0744	0,0781	0,0007	0,0128	0,0002		<.0001	<.0001
DNI	0,23812	0,43185	0,37218	0,62866	0,4708	0,70976	0,89795	1	0,8062
Diâm. nó inserção	0,2051	0,0172	0,0428	0,0002	0,0086	<.0001	<.0001		<.0001
DNAc1	0,19575	0,4393	0,27404	0,56322	0,59816	0,69473	0,78859	0,8062	1
Diâm. nó acima da 1º ramif.	0,2999	0,0151	0,1428	0,0012	0,0005	<.0001	<.0001	<.0001	
DNAb1	0,15053	0,3437	0,44945	0,49236	0,32191	0,47584	0,66737	0,70588	0,6962
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0,4272	0,0629	0,0127	0,0057	0,0828	0,0079	<.0001	<.0001	<.0001
Medu	0,31061	0,52385	0,17859	0,53628	0,50475	0,69015	0,77141	0,76531	0,70933
Medula	0,0948	0,003	0,3451	0,0023	0,0044	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Corx	0,15087	0,28671	0,20801	0,51043	0,39799	0,5015	0,64164	0,54324	0,57759
Córtex	0,4262	0,1245	0,27	0,004	0,0294	0,0048	0,0001	0,0019	0,0008
CF_C	-0,17268	-0,46617	0,13835	-0,29194	-0,40834	-0,20979	0,03517	0,0539	-0,00174
Comprimento da Folha C	0,3615	0,0094	0,4659	0,1175	0,0251	0,2659	0,8536	0,7773	0,9927
CB_A	0,17103	-0,40111	0,33466	-0,02966	-0,00949	0,05743	0,12673	0,16757	0,07824
Comprimento da Borda A	0,3662	0,028	0,0707	0,8764	0,9603	0,7631	0,5045	0,3761	0,6811
CB_B	0,39904	-0,055	0,19091	0,26144	0,11641	0,08873	0,40836	0,35434	0,14535
Comprimento da Borda B	0,0289	0,7728	0,3122	0,1629	0,5401	0,641	0,0251	0,0547	0,4435
CB_C	-0,03461	-0,23877	0,15356	-0,10873	-0,13542	0,0034	0,00582	0,12932	-0,00105

Comprimento da Borda C	0,8559	0,2038	0,4178	0,5674	0,4755	0,9858	0,9756	0,4958	0,9956
LF_C	0,15082	0,3033	-0,04715	0,0519	-0,12219	0,09529	0,0581	0,06879	-0,07415
Largura da Folha C	0,4263	0,1033	0,8046	0,7853	0,5201	0,6164	0,7604	0,7179	0,697
<b>Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: Ponto 2</b>									
<b>Prob &gt;  r  under H0: Rho=0</b>									
	<b>DNAb1</b>	<b>Medu</b>	<b>Corx</b>	<b>CF_C</b>	<b>CB_A</b>	<b>CB_B</b>	<b>CB_C</b>	<b>LF_C</b>	
QE	0,15053	0,31061	0,15087	-0,17268	0,17103	0,39904	-0,03461	0,15082	
Qtd. de entrenós	0,4272	0,0948	0,4262	0,3615	0,3662	0,0289	0,8559	0,4263	
AT	0,3437	0,52385	0,28671	-0,46617	-0,40111	-0,055	-0,23877	0,3033	
Altura total	0,0629	0,003	0,1245	0,0094	0,028	0,7728	0,2038	0,1033	
CR	0,44945	0,17859	0,20801	0,13835	0,33466	0,19091	0,15356	-0,04715	
Comprimento do ramo	0,0127	0,3451	0,27	0,4659	0,0707	0,3122	0,4178	0,8046	
CEAc1	0,49236	0,53628	0,51043	-0,29194	-0,02966	0,26144	-0,10873	0,0519	
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0,0057	0,0023	0,004	0,1175	0,8764	0,1629	0,5674	0,7853	
CEAb1	0,32191	0,50475	0,39799	-0,40834	-0,00949	0,11641	-0,13542	-0,12219	
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,0828	0,0044	0,0294	0,0251	0,9603	0,5401	0,4755	0,5201	
DEAc1	0,47584	0,69015	0,5015	-0,20979	0,05743	0,08873	0,0034	0,09529	
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0,0079	<.0001	0,0048	0,2659	0,7631	0,641	0,9858	0,6164	
DEAb1	0,66737	0,77141	0,64164	0,03517	0,12673	0,40836	0,00582	0,0581	
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	<.0001	<.0001	0,0001	0,8536	0,5045	0,0251	0,9756	0,7604	
DNI	0,70588	0,76531	0,54324	0,0539	0,16757	0,35434	0,12932	0,06879	
Diâm. nó inserção	<.0001	<.0001	0,0019	0,7773	0,3761	0,0547	0,4958	0,7179	
DNAc1	0,6962	0,70933	0,57759	-0,00174	0,07824	0,14535	-0,00105	-0,07415	
Diâm. nó acima da 1ª ramif.	<.0001	<.0001	0,0008	0,9927	0,6811	0,4435	0,9956	0,697	
DNAb1	1	0,56896	0,52517	0,23411	0,09977	0,33476	0,09566	0,18933	
Diâm. nó abaixo da 1ª ramif.		0,001	0,0029	0,2131	0,5999	0,0706	0,6151	0,3163	
Medu	0,56896	1	0,56227	-0,01009	0,04816	0,3666	-0,17808	0,01469	
Medula	0,001		0,0012	0,9578	0,8005	0,0463	0,3465	0,9386	
Corx	0,52517	0,56227	1	-0,08718	-0,02734	0,2004	-0,10358	-0,14854	
Córtex	0,0029	0,0012		0,6469	0,8859	0,2883	0,586	0,4334	
CF_C	0,23411	-0,01009	-0,08718	1	0,22372	0,1806	0,41549	0,17971	
Comprimento da Folha C	0,2131	0,9578	0,6469		0,2347	0,3396	0,0224	0,342	
CB_A	0,09977	0,04816	-0,02734	0,22372	1	0,40192	0,28223	-0,31784	
Comprimento da Borda A	0,5999	0,8005	0,8859	0,2347		0,0277	0,1308	0,087	
CB_B	0,33476	0,3666	0,2004	0,1806	0,40192	1	0,30018	-0,16748	
Comprimento da Borda B	0,0706	0,0463	0,2883	0,3396	0,0277		0,107	0,3763	

CB_C	0,09566	-0,17808	-0,10358	0,41549	0,28223	0,30018	1	0,11395	
Comprimento da Borda C	0,6151	0,3465	0,586	0,0224	0,1308	0,107	1	0,5488	
LF_C	0,18933	0,01469	-0,14854	0,17971	-0,31784	-0,16748	0,11395	1	
Largura da Folha C	0,3163	0,9386	0,4334	0,342	0,087	0,3763	0,5488	1	
<b>Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: P.N.E</b>									
<b>Prob &gt;  r  under H0: Rho=0</b>									
	<b>QE</b>	<b>AT</b>	<b>CR</b>	<b>CEAc1</b>	<b>CEAb1</b>	<b>DEAc1</b>	<b>DEAb1</b>	<b>DNI</b>	<b>DNAc1</b>
QE	1	0,38182	0,11941	-0,19056	-0,01238	-0,02279	-0,21831	-0,12106	-0,08709
Qtd. de entrenós		0,0373	0,5297	0,3131	0,9482	0,9049	0,2465	0,524	0,6472
AT	0,38182	1	0,38844	0,5866	0,69734	0,28461	0,09864	0,15126	-0,00746
Altura total	0,0373		0,0339	<b>0,0007</b>	<.0001	0,1274	0,604	0,4249	0,9688
CR	0,11941	0,38844	1	0,40463	0,32209	0,33848	0,17921	0,12245	0,22686
Comprimento do ramo	0,5297	0,0339		0,0266	0,0826	0,0673	0,3434	0,5192	0,228
CEAc1	-0,19056	0,5866	0,40463	1	0,61113	0,43003	0,21976	0,40603	0,18058
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0,3131	0,0007	0,0266		0,0003	0,0177	0,2433	0,026	0,3396
CEAb1	-0,01238	0,69734	0,32209	0,61113	1	0,23967	0,21753	0,13341	-0,16238
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,9482	<.0001	0,0826	0,0003		0,2021	0,2482	0,4822	0,3913
DEAc1	-0,02279	0,28461	0,33848	0,43003	0,23967	1	0,46656	0,68223	0,59732
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0,9049	0,1274	0,0673	0,0177	0,2021		0,0094	<.0001	0,0005
DEAb1	-0,21831	0,09864	0,17921	0,21976	0,21753	0,46656	1	0,55797	0,49718
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,2465	0,604	0,3434	0,2433	0,2482	0,0094		0,0014	0,0052
DNI	-0,12106	0,15126	0,12245	0,40603	0,13341	0,68223	0,55797	1	0,73417
Diâm. nó inserção	0,524	0,4249	0,5192	0,026	0,4822	<.0001	0,0014		<.0001
DNAc1	-0,08709	-0,00746	0,22686	0,18058	-0,16238	0,59732	0,49718	0,73417	1
Diâm. nó acima da 1º ramif.	0,6472	0,9688	0,228	0,3396	0,3913	0,0005	0,0052	<.0001	
DNAb1	-0,11475	0,21297	0,05497	0,4099	0,28479	0,63864	0,58342	0,71617	0,59127
Diâm. nó abaixo da 1 ramif.	0,546	0,2585	0,773	0,0245	0,1272	0,0001	0,0007	<.0001	0,0006
Medu	-0,16759	0,31847	0,21878	0,52712	0,41348	0,61433	0,55693	0,70177	0,57769
Medula	0,376	0,0863	0,2454	0,0028	0,0231	0,0003	0,0014	<.0001	0,0008
Corx	-0,05309	-0,10374	0,03774	0,24071	-0,03871	0,46216	0,43923	0,43594	0,39606
Córtex	0,7805	0,5854	0,8431	0,2001	0,8391	0,0101	0,0152	0,016	0,0303
CF_C	-0,41671	-0,20628	-0,13212	-0,06914	-0,0825	0,02261	-0,02954	-0,07482	0,1376
Comprimento da Folha C	0,022	0,2741	0,4864	0,7166	0,6647	0,9056	0,8769	0,6944	0,4684
CB_A	-0,02156	-0,001	0,36281	0,16271	0,10043	0,09209	0,07848	-0,09629	0,0353
Comprimento da Borda A	0,91	0,9958	0,0488	0,3903	0,5975	0,6284	0,6802	0,6127	0,8531
CB_B	-0,16987	0,2954	0,28562	0,34808	0,35617	0,0515	0,09509	-0,02994	-0,18173

Comprimento da Borda B	0,3695	0,113	0,126	0,0594	0,0534	0,7869	0,6172	0,8752	0,3365
CB_C	-0,07168	0,12019	0,13616	0,06053	0,11931	-0,08035	-0,04819	-0,01013	0,10293
Comprimento da Borda C	0,7066	0,527	0,4731	0,7507	0,53	0,673	0,8004	0,9576	0,5883
LF_C	0,2035	-0,21385	-0,2892	-0,52658	-0,30764	-0,25762	0,04735	-0,12042	-0,12311
Largura da Folha C	0,2808	0,2565	0,1211	0,0028	0,0982	0,1693	0,8038	0,5262	0,5169
<b>Pearson Correlation Coefficients, N = 30, Localidade: P.N.E</b>									
<b>Prob &gt;  r  under H0: Rho=0</b>									
	<b>DNAb1</b>	<b>Medu</b>	<b>Corx</b>	<b>CF_C</b>	<b>CB_A</b>	<b>CB_B</b>	<b>CB_C</b>	<b>LF_C</b>	
QE	-0,11475	-0,16759	-0,05309	-0,41671	-0,02156	-0,16987	-0,07168	0,2035	
Qtd. de entrenós	0,546	0,376	0,7805	0,022	0,91	0,3695	0,7066	0,2808	
AT	0,21297	0,31847	-0,10374	-0,20628	-0,001	0,2954	0,12019	-0,21385	
Altura total	0,2585	0,0863	0,5854	0,2741	0,9958	0,113	0,527	0,2565	
CR	0,05497	0,21878	0,03774	-0,13212	0,36281	0,28562	0,13616	-0,2892	
Comprimento do ramo	0,773	0,2454	0,8431	0,4864	0,0488	0,126	0,4731	0,1211	
CEAc1	0,4099	0,52712	0,24071	-0,06914	0,16271	0,34808	0,06053	-0,52658	
Comp. entrenó acima 1ª ramif.	0,0245	0,0028	0,2001	0,7166	0,3903	0,0594	0,7507	0,0028	
CEAb1	0,28479	0,41348	-0,03871	-0,0825	0,10043	0,35617	0,11931	-0,30764	
Comp. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,1272	0,0231	0,8391	0,6647	0,5975	0,0534	0,53	0,0982	
DEAc1	0,63864	0,61433	0,46216	0,02261	0,09209	0,0515	-0,08035	-0,25762	
Diâm. entrenó acima 1ª ramif.	0,0001	0,0003	0,0101	0,9056	0,6284	0,7869	0,673	0,1693	
DEAb1	0,58342	0,55693	0,43923	-0,02954	0,07848	0,09509	-0,04819	0,04735	
Diâm. entrenó abaixo 1ª ramif.	0,0007	0,0014	0,0152	0,8769	0,6802	0,6172	0,8004	0,8038	
DNI	0,71617	0,70177	0,43594	-0,07482	-0,09629	-0,02994	-0,01013	-0,12042	
Diâm. nó inserção	<.0001	<.0001	0,016	0,6944	0,6127	0,8752	0,9576	0,5262	
DNAc1	0,59127	0,57769	0,39606	0,1376	0,0353	-0,18173	0,10293	-0,12311	
Diâm. nó acima da 1ª ramif.	0,0006	0,0008	0,0303	0,4684	0,8531	0,3365	0,5883	0,5169	
DNAb1	1	0,70424	0,44965	-0,00666	0,05567	-0,25196	-0,08695	-0,19612	
Diâm. nó abaixo da 1ª ramif.		<.0001	0,0127	0,9722	0,7701	0,1792	0,6477	0,299	
Medu	0,70424	1	0,42411	-0,00656	0,11247	0,0124	0,02361	-0,3273	
Medula	<.0001		0,0195	0,9726	0,554	0,9481	0,9014	0,0775	
Corx	0,44965	0,42411	1	-0,01007	-0,0127	-0,021	-0,00315	-0,07845	
Córtex	0,0127	0,0195		0,9579	0,9469	0,9123	0,9868	0,6803	
CF_C	-0,00666	-0,00656	-0,01007	1	0,15514	0,17661	0,29877	0,21304	
Comprimento da Folha C	0,9722	0,9726	0,9579		0,413	0,3505	0,1088	0,2583	
CB_A	0,05567	0,11247	-0,0127	0,15514	1	0,47394	0,40586	-0,1525	
Comprimento da Borda A	0,7701	0,554	0,9469	0,413		0,0082	0,0261	0,4211	

CB_B	-0,25196	0,0124	-0,021	0,17661	0,47394	1	0,49305	-0,21602
Comprimento da Borda B	0,1792	0,9481	0,9123	0,3505	0,0082		0,0056	0,2516
CB_C	-0,08695	0,02361	-0,00315	0,29877	0,40586	0,49305	1	-0,14481
Comprimento da Borda C	0,6477	0,9014	0,9868	0,1088	0,0261	0,0056		0,4452
LF_C	-0,19612	-0,3273	-0,07845	0,21304	-0,1525	-0,21602	-0,14481	1
Largura da Folha C	0,299	0,0775	0,6803	0,2583	0,4211	0,2516	0,4452	