

## Morfometria das fibras do sistema radicular de *Philodendron bipinnatifidum* Schott (Família Araceae; subgênero Meconostigma).

Luciedi de Cássia Leôncio Tostes<sup>1</sup>, Silvia Rodrigues Machado<sup>2</sup>, Marcelo de Jesus Veiga Carim<sup>3</sup>, José Renan da Silva Guimarães<sup>4</sup>

1. Mestre em Ciências Biológicas, Divisão de Botânica, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá- IEPA, Brasil. E-mail: [luciedi.tostes@gmail.com](mailto:luciedi.tostes@gmail.com)

2. Doutora em Ciências Biológicas, Divisão de Botânica, Universidade Estadual Paulista de Botucatu- UNESP, Brasil.

3. Mestre em Botânica, Divisão de Botânica, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá-IEPA, Brasil.

4. Geógrafo, Divisão de Botânica, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá-IEPA, Brasil.

**RESUMO:** *Philodendron bipinnatifidum* apresenta raízes dimórficas, onde ocorrem dois padrões de raízes aéreas: fixas e suspensas. A raiz suspensa é dividida em duas porções: aérea, subterrânea. Esse estudo visa determinar características anatômicas e micrométricas das fibras das raízes de *P. bipinnatifidum* com o objetivo de fornecer subsídios para indústria de papel. Para se proceder a quantificação de algumas variáveis anatômicas da raiz suspensa nas suas porções aérea, aérea-subterrânea e lateral-subterrânea, 10 indivíduos adultos foram analisados, sendo, de cada, retiradas cinco amostras num total de 50 medições para cada variável. Foram analisadas: fibras (comprimento, largura, espessura de parede e diâmetro do lume- material dissociado), espessura total da raiz, do córtex e do estelo (secções transversais). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas através do teste de tukey ao nível de 5% de probabilidade. Analisando os dados estatísticos em conjunto concluiu-se que as fibras das três porções das raízes analisadas não completam as exigências necessárias para alcançar um papel de qualidade. Apesar de alguns valores serem significativos para porção da raiz lateral-subterrânea indicando que as mesmas podem apresentar um papel com boa resistência e mais rigidez, porém economicamente não seria viável pela dificuldade de obtenção dessas raízes.

**Palavras-chaves:** Dimorfismo, fibras, raiz aérea, raiz subterrânea.

**ABSTRACT:** Leaf fibers Morphometry of *Philodendron bipinnatifidum* Schott (Araceae Family; subgenre Meconostigma). *Philodendron bipinnatifidum* presents dimorphic roots, where two patterns of aerial roots: fixed and suspended. The root is broken down into two parts: air, ground. This study aims to determine the anatomical and micrometric fibers of the roots of *P. bipinnatifidum* with the goal of providing subsidies to paper industry. To carry out the measurement of some variable anatomic root portions thereof suspended in air, air-ground and ground-side 10 adults were analyzed, and in each five samples taken from a total of 50 measurements for each variable. Were analyzed: fiber (length, width, thickness and lumen diameter material-decoupled), the total thickness of the root cortex and stele (cross sections). Data were subjected to analysis of variance and the averages compared by Tukey test at 5% probability. Analyzing the statistical data collection is concluded that the fibers of the three portions of the roots examined do not complete the requirements necessary to achieve a quality paper. Although some values are significant portion of the lateral root-underground indicating that they may submit a paper with good strength and stiffness over, would not be economically feasible due to the difficulty of obtaining these roots.

**Keywords:** Dimorphism, fibers, aerial root, root underground.

### 1. Introdução

Dimorfismo de raízes em Araceae é bastante comum, sendo referidos dois tipos de raízes: raízes curtas grampiformes, geralmente estendendo-se em ângulo reto ao caule e

preendendo a planta à superfície trepadora, e raízes longas alimentadoras que descem ao solo com a finalidade de absorver água e nutrientes (COELHO, 2000). Hinchee (1981), em um estudo sobre *Monstera*

*deliciosa* propôs três denominações para as raízes aéreas: raízes aéreas, raízes aéreas-subterrâneas (surgindo a partir de um ápice radicular aéreo e que tenha penetrado no solo) e raízes laterais-subterrâneas surgindo a partir de uma raiz aérea-subterrânea.

*Philodendron bipinnatifidum* Schott apresenta raízes dimórficas com duas porções diferenciadas, sendo que as raízes suspensas da porção aérea e porção aérea-subterrânea são anatomicamente diferentes. Isso ocorre devido à maturação de certas células e tecidos. Já a porção aérea-subterrânea apresenta a mesma constituição anatômica da porção lateral-subterrânea (TOSTES e MACHADO, 2001).

Em Araceae com raízes dimórficas, as raízes de suporte são mais numerosas que as de absorção (MAYO et al., 1997). Alguns gêneros não apresentam distinção entre raízes de suporte e de absorção (WENT, 1895). Alguns gêneros de Araceae como *Montrichardia* Schott, *Heteropsis* Kunth, *Dieffenbachia*, *Monstera* Schott Schott apresentam fibras com resistência mecânica, elasticidade e impermeabilidade, reunindo características qualitativas que justificam e fortalece sua utilização na fabricação de moveis, papéis e com material de construção (HINCHEE, 1981; SAVASTANO JUNIOR e PIMENTEL, 2000; PAULA, 2003). Baseado nessas considerações estabelecidas por alguns autores, este estudo visa determinar as características micrométricas das fibras de *P. bipinnatifidum* para verificar potencial de uso como fibra em produção de papel.

## 2. Material e Métodos

Foram estudadas as três porções (porção aérea, porção subterrânea e porção lateral-subterrânea) das raízes de *P. bipinnatifidum* (Figura 1) ocorrentes em fragmentos de Mata Atlântica nos municípios de Botucatu (Serra de Botucatu e Jardim Botânico) e de Boracéia (Serra do Mar), estado de São Paulo.

A identificação das espécies foi feita por comparação com exsiccatas do Herbário "Irina D. Gemtchujnicov"- BOTU, da Universidade Estadual Paulista de Botucatu- UNESP sendo também enviadas amostra ao Dr. Marcus Nadruz, do Jardim Botânico do Rio de

Janeiro, especialista em Araceae. O material estudado encontra-se depositado no referido Herbário sob os números 210, 211, 212 (*P. bipinnatifidum*).

Foram coletadas sementes de infrutescência maduras de *P. bipinnatifidum*. As sementes foram germinadas em vermiculita para observações do desenvolvimento das raízes. No laboratório realizaram-se as medidas das plântulas germinadas com observações diárias, medindo comprimento total das raízes, avaliando suas diferenciações (Figura 2).

### Caracterização morfométrica

Foram confeccionadas lâminas semi-permanentes, a partir do material macerado das fibras das raízes suspensas nas suas três porções de *P. bipinnatifidum*, segundo a técnica de Franklin (1945), no Laboratório de Anatomia Vegetal, departamento de Botânica da Universidade Estadual Paulista de Botucatu- UNESP.

### Quantificação das variáveis morfométricas

Para se proceder a quantificação de algumas variáveis da raiz suspensa nas suas porções aérea, aéreo-subterrânea e lateral-subterrânea, 10 indivíduos adultos foram analisados, sendo, de cada, retiradas cinco amostras num total de 50 medições para cada variável com cinco repetições cada. O número de medições foi efetuado de acordo com o sugerido por (BARRICHELO et al., 1984).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado para o estudo das variáveis anatômicas, considerando-se como tratamentos as três porções da raiz. Foram analisadas: fibras (comprimento, largura, espessura de parede e diâmetro do lume-material dissociado), espessura total da raiz, do córtex e do estelo (secções transversais).

Para medir o comprimento de fibras, foi utilizado microscópio de projeção com aumento de 10/0,25 $\mu$ m; para a largura da fibra e diâmetro do lume, o aumento foi 40/0,25 $\mu$ m. A espessura da parede foi obtida com auxílio de ocular micrométrica. Para medir a espessura do córtex, do estelo e espessura total das raízes, foi utilizado

microscópio de projeção com aumento de 5/0,25 $\mu$ m.

Para medir o crescimento das porções das raízes suspensas, foi utilizada uma régua milimétrica com anotações diárias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Visando verificar algumas das propriedades das fibras com potencial de uso para produção de papel, presentes nas três porções das raízes suspensas foram verificados as relações entre as dimensões de fibras, conforme Milanez e Foelkel (1981):

- a) Índice de enfileiramento (IE) =  $C/L \times 1000$
- b) Coeficiente de flexibilidade (CF) =  $DL/L \times 100$
- c) Fração parede (FP) =  $2E/L \times 100$
- d) Índice de Runkel (IR) =  $2E/DL$

Onde:

C= comprimento da fibra (mm);

L= largura da fibra ( $\mu$ m);

E= espessura da parede da fibra ( $\mu$ m);

DL= diâmetro do lume da fibra ( $\mu$ m).

### 3. Resultados e Discussão

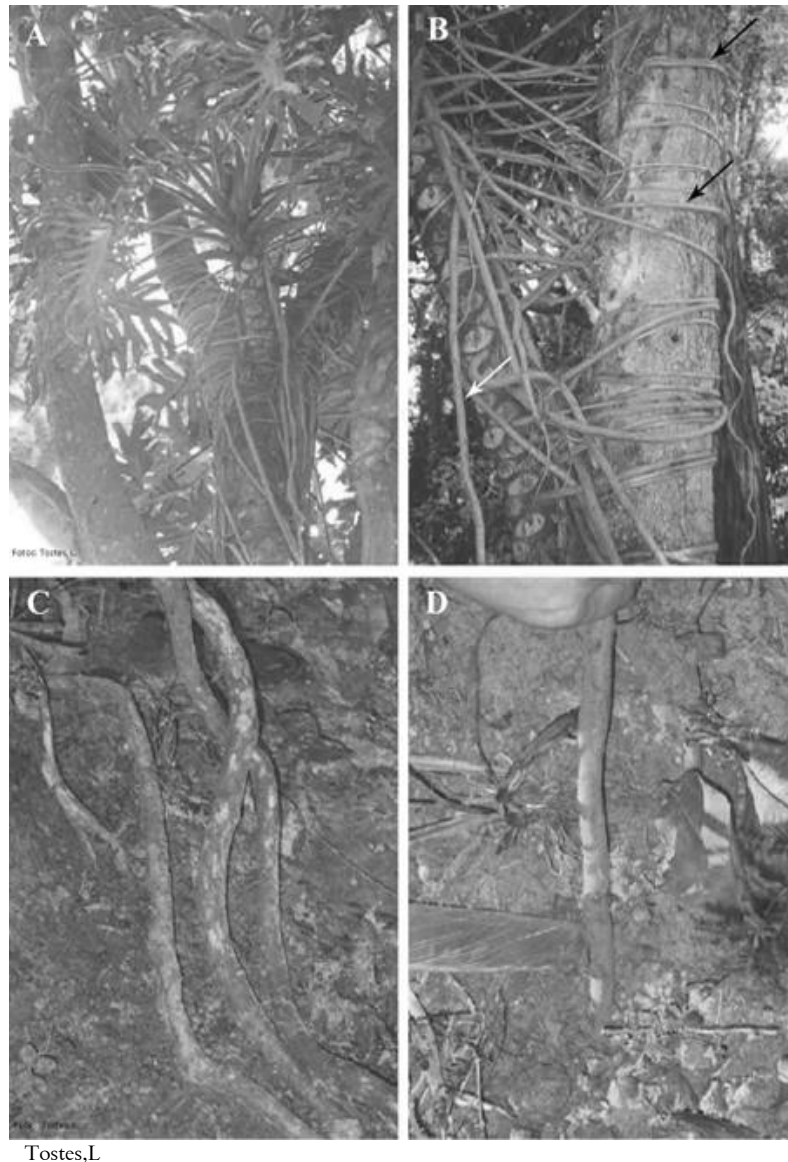
Em *P. bipinnatifidum* a diferenciação entre as porções suspensas já é nítida desde o início do desenvolvimento dessas plantas (Fig. 1, 2). Nas raízes suspensas, distinguem-se somente duas porções: aérea, aérea-subterrânea, onde a lateral-subterrânea provem da aérea- subterrânea (Fig.1).

No gênero *Philodendron* a maioria das espécies apresenta hábito trepador com produção de raízes aérea e subterrânea, como observado em *P. bipinnatifidum* e *P. selloum*. Essas espécies apresentam as mesmas características anatômicas do sistema radicular (TOSTES e MACHADO, 2001). Suas raízes suspensas distinguem-se duas porções: aérea, aérea-subterrânea, a qual ramifica-se em lateral-subterrânea. A porção aérea tem função de suporte até a sua chegada ao solo, onde

penetra profundamente, originando então, a porção aérea-subterrânea com função de absorção. Desta porção aérea-subterrânea surgem as raízes laterais (porção lateral-subterrânea) que se tornam mais desenvolvidas à medida que se aprofundam no solo, exercendo, também, a função de absorção (TOSTES e MACHADO, 2001).

Raízes dimórficas em Araceae são descritas por Guttenberg (1968), Hinchee (1981) e Mathews et al., (1997). Raízes aéreas de Araceae epífitas e trepadeiras, como nos gêneros *Anthurium*, *Monstera*, *Rhaphidophora*, *Epipremnum* e *Scindapsus* muitas vezes são especializadas em sustentação, onde se fixam em outras plantas, as quais servem como suporte, enquanto que as raízes de absorção estendem-se para o solo (WENT, 1895). As raízes de absorção, denominadas também de alimentadoras, atingem grandes comprimentos devido às posições altas das plantas no andar superior das florestas. Uma vez no interior do solo úmido e escuro ou, de fissuras do caule, elas se ramificam formando uma densa rede.

A forma das raízes é relacionada com estresse, gravidade e com o fototropismo positivo. O crescimento de raízes geralmente é considerado constante, porém o comprimento aumenta linearmente com o tempo (ERICKSON e SAX, 1956). De acordo com Hinchee (1981), raízes aéreas de *Monstera deliciosa* apresentam um aumento exponencial em relação ao seu crescimento aéreo, enquanto que o crescimento de raízes subterrâneas, quando entram no solo, diminui com o tempo permanecendo constante devido às barreiras do próprio solo. Essa diferença no crescimento foi correlacionada com a iniciação e maturação de certos tipos de células e tecidos, e com a velocidade de alongamento que a raiz aérea apresenta, a qual aumenta com o tempo. A velocidade de alongamento e a zona de alongamento são fatores significantes dentro da morfogênese das raízes aéreas (GIL e TOMLINSON, 1975).

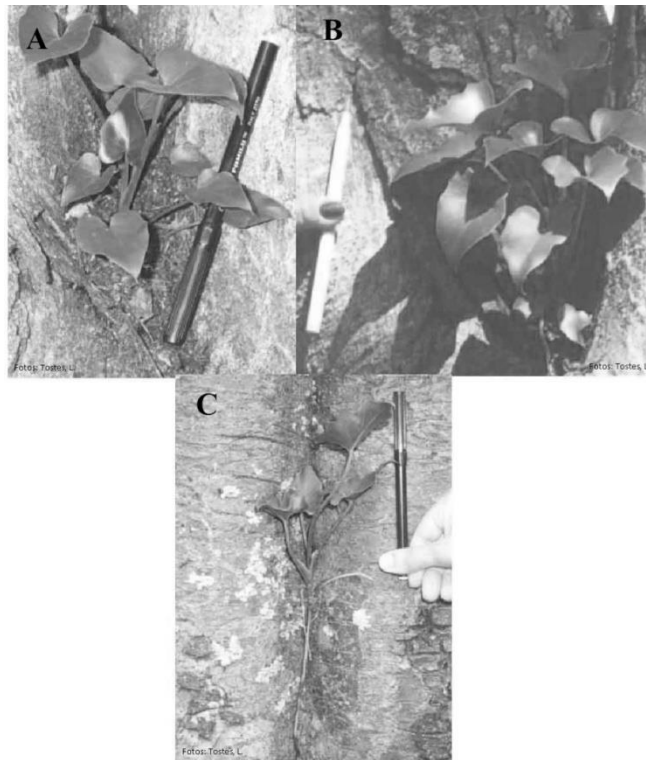


**Figura 1.** Exemplares de *P. bipinnatifidum*: A) Aspecto geral do habitat da planta - B) Aspecto geral das raízes: raiz fixa (seta preta); raiz suspensa (seta); raiz madura (seta branca) - C) Aspecto geral da raiz, porção aéreo-subterrânea antes de penetrar no solo - D) Aspecto geral da raiz, porção aéreo-subterrânea dentro do solo.

Verificou-se que raízes aéreas de *P. bipinnatifidum* apresentam um crescimento relativamente rápido, em torno de 90 mm/dia de comprimento; entretanto, em raízes subterrâneas o crescimento fica mais lento, registrado em torno de 15 mm de comprimento (Fig.1, 2).

A proporção do comprimento da raiz e da zona de alongamento de espécies de *Philodendron* foi analisada, onde se constatou 20-50 mm/dia de comprimento (MAYO et al., 1997) para 90mm/dia de comprimento em *P. bipinnatifidum*.

Hinchee (1981) verificou que o crescimento da raiz aérea de *Monstera deliciosa* é elevado, ficando em torno de 105 mm/dia; entretanto, o crescimento em raízes aéreas de espécies de *Philodendron* foi pequeno, em torno de 10 mm/dia. Neste trabalho, verificou-se que raízes aéreas de *P. bipinnatifidum* apresentam um crescimento rápido; entretanto, em raízes subterrâneas o crescimento fica mais lento, devido às barreiras encontradas no solo.



**Figura 2.** Exemplos jovens de *P. bipinnatifidum*: A) Indivíduo com 10 dias apresentando suas folhas com aspecto ainda cordiforme e pequenos tufos de raízes - B) Indivíduo com 20 dias, já com folhas pinatífidas e raízes em desenvolvimento - C) Indivíduo com 30 dias emitindo raízes aéreas fixas.

#### *Caracterização morfológica*

As fibras das porções em estudo apresentam características anatômicas similares, onde, nota-se que na raiz suspensa da espécie estudada, as fibras são longas, não havendo diferenças significativas quanto ao comprimento das mesmas nas três porções analisadas; já, na porção aéreo-subterrânea as fibras são mais largas, de paredes mais espessas e diâmetro do lume significativamente menor que nas demais porções (Fig.3). Na porção

aéreo-subterrânea, os valores obtidos para espessura do córtex são significativamente maiores em relação às porções aérea e lateral-subterrânea. A espessura do estelo apresenta valores similares nas porções aérea e aéreo-subterrânea, sendo significativamente menor na porção lateral-subterrânea. Com relação à espessura total da raiz, os valores diferem significativamente nas três porções, sendo maior na porção aéreo-subterrânea (Tab.1).



**Figura 3.** Fibras das raízes suspensas de *P. bipinnatifidum*

**Tabela 1.** Valores médios das variáveis morfométricas analisadas nas três porções das raízes suspensas de *P. bipinnatifidum* Schott.

VARIÁVEIS	RLS	RAS	RA	CV%
Comprimento ( $\mu\text{m}$ ) das fibras	1.095,65A	1.037,93A	1.098,85A	14,24
Diâmetro ( $\mu\text{m}$ ) do lume	25,71A	15,72B	15,39B	13,43
Largura ( $\mu\text{m}$ ) total	12,79B	30,37A	27,04A	13,45
Espessura ( $\mu\text{m}$ ) do látex	1.035,31C	3.536,55A	2.344,65B	21,69
Espessura ( $\mu\text{m}$ ) da parede	25,71A	15,72B	15,39B	13,43
Espessura ( $\mu\text{m}$ ) do estelo	1.030,95B	2.897,10A	2.605,65A	22,07
Espessura ( $\mu\text{m}$ ) total	3.101,55C	9.970,20A	7.251,45B	20,88

RLS: raiz lateral subterrânea, RAS: raiz aérea subterrânea, RA: raiz aérea, CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente.

### Propriedades físico-mecânicas

Os valores obtidos para o índice de enfiamento, coeficiente de flexibilidade, fração de parede e índice de Runkel são

significativamente maiores para a porção lateral-subterrânea, nas duas espécies. A tabela 2 apresenta os dados obtidos unicamente em *P. bipinnatifidum*

**Tabela 2.** Valores de índice de enfiamento, coeficiente de flexibilidade, fração de parede e índice de Runkel das três porções das raízes suspensas de *P. bipinnatifidum* Schott.

VARIÁVEIS	RLS	RAS	RA
Índice de Enfiamento	85,66	34,18	40,63
Coeficiente de flexibilidade	201,02	51,78	56,92
Fração parede (%)	402	103	113
Índice de Runkel	0,5	2	2

RLS: raiz lateral subterrânea, RAS: raiz aérea subterrânea, RA: raiz aérea.

Entre as principais dimensões das fibras se destacam o comprimento, a largura, o diâmetro do lume e a espessura da parede celular. Muitas vezes estas dimensões das fibras, isoladamente, não nos permitem atingir grandes conclusões. Porém ao agrupá-los, sob diversas formas resultam em índices que nos auxiliam na interpretação da qualidade das fibras. Tais como Índice de Runkel, Índice de Enfiamento, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede.

Quanto ao comprimento, foram classificadas em: extremamente curta (menos de 500  $\mu\text{m}$ ); muito curta (500 a 700 $\mu\text{m}$ ); moderadamente curta (700 a 900  $\mu\text{m}$ ); tamanho médio (900 a 1600  $\mu\text{m}$ ); moderadamente longa (1600 a 2200 $\mu\text{m}$ ); muito longa (2200 a 3000  $\mu\text{m}$ ) e extremamente longa (acima de 3000  $\mu\text{m}$ ) (METCALFE e CHALK, 1983). As fibras das três porções estudadas são consideradas moderadamente longas.

Em relação à espessura da parede, foram classificadas em muito espessa (> 5  $\mu\text{m}$ ); espessa (3 - 5  $\mu\text{m}$ ); delgada (2 - 3  $\mu\text{m}$ ) e muito delgada (< 2  $\mu\text{m}$ ) (Manimekalai et al., 2002). A porção da Raiz lateral- subterrânea é mais espessa, em torno de 25, 71 $\mu\text{m}$  do que as demais porções.

O Índice de Runkel é uma característica que está relacionada com a rigidez da fibra e à sua capacidade de interligação. Desaconselha-se produzir celulose com fibras cujo índice seja superior a 1,5, sendo considerada celulose de boa qualidade a que apresentar índice inferior a 1 (FOELKEL, 1978). Quanto mais baixo o Índice de Runkel e mais alto o Coeficiente de flexibilidade, maior será o grau de colapso (achatamento) das fibras, ou seja, melhor amoldamento das células, produzindo maior ligação entre si, e, conseqüentemente, produzindo papel mais resistente ao rasgo e ao estouro (BARRICHELO et al., 1984).

Índice de Runkel forneceria um determinante diagnóstico do uso das fibras para papel, seus valores podem ser agrupados em cinco grupos, as fibras classificadas no grupo I (até 0,25) são consideradas excelentes para papel, do grupo II (0,25 - 0,5) muito boas para papel, no grupo III (0,5 - 1,0) boas para papel, no grupo IV (1,0 - 2,0) regulares para papel e no grupo V (acima de 2,0) não devem ser usadas para papel tendo em vista que o grau de colapso é muito baixo. As fibras da porção lateral – subterrânea apresentam índice de Runkel em torno de 0,5, onde são consideradas boas para produção de papel, enquanto que as demais porções apresentam índice em torno de 2 não sendo indicadas para produção de papel.

O Coeficiente de Flexibilidade e o Índice de Runkel indicam o grau de colapso que sofre as fibras durante o processo de fabricação de papel. O Coeficiente de Flexibilidade indica a habilidade para ligação das fibras. Quanto maior a flexibilidade das mesmas, maior a sua possibilidade de colapso durante o refino. Com isso, ocorre maior ligação entre as fibras, aumentando as resistências ao estouro e tração, e, diminuindo a opacidade e a resistência ao rasgo Foelkel (1978). Nas porções das raízes laterais- subterrânea o coeficiente de flexibilidade ficou em 201,02, onde associado ao índice de Runkel garante fibras de qualidade para produção de papel.

A Fração Parede associa-se à facilidade de colapso e flexibilidade para ligação das fibras. Fibras com fração parede acima de 40% são mais rígidas, pouco flexíveis, com boa resistência ao rasgo e menor resistência à tração e ao arrebentamento, onde a interligação das mesmas é prejudicada. A Fração Parede indica a quantidade de celulose e lignina presente nas fibras, de tal modo que, quanto mais alta for à fração, tanto mais celulose e lignina terão as fibras Foelkel (1978). A porção da raiz lateral- subterrânea apresenta fração parede com boa resistência.

O Índice de Enfeltramento é uma característica que indica o afilamento da fibra. Para as fibras longas, o índice varia de 70 a 80 (FOELKEL, 1978), e para as variáveis estudadas é de 85,66 para raiz lateral-

subterrânea, 34,18 para raiz aéreo-subterrânea e 40,63 para raiz aérea. Portanto, as variáveis para raiz aérea- subterrânea e aérea não apresentam um afilamento adequado.

O aumento na espessura da parede, com o aumento da idade, tem efeito direto sobre a densidade básica, onde as fibras resultantes destas frações provavelmente são mais rígidas, contribuindo negativamente na conformação da folha de papel (BARRICHELO et al., 1984 e ZOBEL et al., 1980).

#### 4. Conclusão

Os resultados da caracterização morfométrica das três porções das raízes das espécies de *P. bipinnatifidum*, segundo cálculos estatísticos não indicam fibras adequadas para a fabricação de papel. Analisando os dados estatísticos em conjunto concluiu-se que as fibras das três porções das raízes analisadas não completam as exigências necessárias para alcançar um papel de qualidade.

Apesar de alguns valores serem significativos, para porção da raiz lateral-subterrânea, indicando que as mesmas podem apresentar um papel com boa resistência e mais rigidez, porém economicamente não seria viável pela dificuldade de obtenção dessas raízes.

#### 5. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq; a Universidade Estadual Paulista-UNESP/Botucatu e ao Instituto Científico e Tecnológico do Estado do Amapá- IEPA.

#### 6. Referências bibliográficas

- BARRICHELO, L. E. G.; NARIYOSHI, A. H.; BEIG, O.; DINIZ, A. S. Variação das características da madeira de eucalipto para diferentes espécies, idades e locais. In: Congresso Anual de Celulose e Papel, 17, São Paulo. Anais São Paulo: ABCP, p. 9-22, 1984.
- COELHO, M. A. N. *Philodendron* Schott (Araceae): Morfologia e taxonomia das espécies da Reserva Ecológica de Macaé de Cima-Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 51 (78/79): 21-68, 2000.
- CROAT, T. B.; BAKER, R. Studies in Araceae II: *Anthurium* section *Polyphyllum*. *Selbyana*, 2: 230-238, 1978.
- ERICKSON, R.O. & SAX, K.B. Rates of cell division and cell elongation in the growth of the primary root of

- Zea mays*. **Proceedings of the American Philosophical Society** 100: 499-510, 1956.
- FRANKLIN, G.L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resins composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, 155: 51, 1945.
- FOELKEL, C. E. B.; ZVINAKEVICIUS, C.; ANDRADE, J. R. O cancro do eucalipto e sua influência sobre a qualidade da celulose Kraft. **Cenibra Pesquisa**, Belo Oriente, v. 58, 34p. maio, 1978.
- GILL, A. M.; TOMLINSON, P. B. **Aerial roots: an array of forms and functions**. 237-260 in Torrey, J. G., Clarkson, D. T. eds. The development and function of roots. Academic Press, London, 1975.
- GUTTENBERG, H., **Der primäre Bau der Angiospermenwurzel**. In Linsbauer, K. (ed). *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Vol. 8 part. 5. 472pp. Berlin. Gebrüder Borntraeger, 1968.
- HOTTA, M. Study of the Family Araceae: General Remarks. **Japanese Journal of Botany** 20(4): 269-310, 1971.
- HINCHEE, M.A.W. Morphogenesis of aerial and subterranean roots of *Monstera deliciosa*. **Botanical Gazette** 142: 347-359, 1981.
- MADISON, M.T. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana* 2(1): 1-13, 1977.
- MATHEWS, M.; WEE, M.L. & HO, K.K. Growth and development of aerial roots of a tropical ornamental *Philodendron lacerum*. **Journal of Horticultural Science** 72(1): 27-34, 1997.
- MANIMEKALAI, V.; PAVICHANDRAN, P.; BALASUBRAMANIAN, A. Fibres of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and their potential use in paper and board making. *Phytomorphology*, 52(1): 55-59, 2002.
- MAYO, S. J.; BOGNER, J. & BOYCE, P. C. The genera of Araceae. **Royal Botanical Garden**, Kew. 370p, 1997.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. *Anatomy of the dicotyledons - Wood structure and conclusion of the general introduction*. v. 2. 2 ed. Oxford: Clarendon Press. 308pp, 1983
- MILANEZ, A.C.; FOELKEL, C.E.B. Processos de deslignificação com oxigênio para a produção de celulose de eucalipto. *In: Congresso anual da ABCP*, 14., São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP. p. 37-110, 1981.
- PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel. **Acta Amazonica**, 33 (2): 243-262, 2003.
- RUNKEL, R.O.H. Pulp from tropical wood. *TAAP*, 35 (4): 174-178, 1952.
- SAVASTANO JÚNIOR, H.; PIMENTEL, L.L. Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 4(1): 103-110, 2000.
- TOSTES, L. C. L.; MACHADO, S. R. Morfo-anatomia comparativa dos órgãos vegetativos entre *Philodendron bipinnatifidum* Schott e *Philodendron selloum* C. Koch (Araceae) subgênero Meconostigma. Instituto de Biociências do Câmpus de Botucatu – São Paulo. UNESP, 58p, 2001.
- WENT, F.A.F.C. Über Haft-und Nahrwurzeln bei Kletterpflanzen und Epiphyten. **Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg** 12: 1-72, 1895.
- Zobel, B. J.; Buijtenen., J. P. *Wood variation: its causes and control*. New York, Springer-Verlag, 3. ed., 363p., 1989.