

Influência da idade do Bambusa vulgaris nas suas características químicas e anatômicas, visando à produção de polpa celulósica

MFN -0788

N CHAMADA:

TITULO: Influência da idade do Bambusa vulgaris nas suas características químicas e anatômicas, visando à produção de polpa celulósica

AUTOR(ES): GOMIDE, J.L.OLIVEIRA, R.C.COLODETTE, J.L.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 14

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 03-06.11.1981

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1981, ABTCP

PAG/VOLUME: p.05-29, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 14, 1981, São Paulo, v.1, p.05-29

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

INFLUÊNCIA DA IDADE DO Bambusa vulgaris NAS SUAS
 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E ANATÔMICAS, VISANDO
 À PRODUÇÃO DE POLPA CELULÓSICA¹



José Lívio Gomide²
 Rubens Chaves de Oliveira²
 Jorge Luiz Colodette²
 Univ. Fed. Viçosa
 Dept^o Eng. Florestal

1. INTRODUÇÃO

O bambu pertence à família Gramineae, havendo mais de 700 espécies que se desenvolvem em regiões de clima quente tropical e subtropical. É planta nativa de Burma, China, Índia, Japão, Tailândia, Vietnã e Filipinas. Algumas espécies se desenvolvem também na África (Etiópia, Kenia, Sudão, Tanzânia, África do Sul e Uganda) e América do Sul (Argentina, Brasil e Equador). Estudos têm sido realizados, em escala experimental, para introdução do bambu no Sudoeste dos Estados Unidos.

A planta de bambu possui apenas um colmo e, anualmente, novos colmos são emitidos pelo rizoma, formando uma touceira. Algumas espécies crescem rapidamente, atingindo alturas de 36 a 45 metros, com diâmetro basal de 15 a 20 cm, em 6 a 8 anos. Na Índia, o ciclo de corte é de 6 a 8 anos, normalmente.

O bambu é a principal fonte de matéria-prima (mais de 60 %) para produção de celulose e papel na Índia, sendo também utilizado para produção de papel em Bangladesh, China, Kenia, Filipinas e Formosa. No Brasil, a "Indústria de Papéis Santo Amaro" utiliza o bambu para uma produção superior a 100 toneladas/dia de papel para embalagem.

Apesar do bambu não ser matéria-prima de grande importância mundial ou nacional para a produção de celulose e papel, trata-se de planta

¹Estudo subvencionado pelo convênio Indústrias de Papéis Santo Amaro/Sociedade de Investigações Florestais.

²Departamento de Engenharia Florestal - U.F.V. - 36570, Viçosa-MG

que apresenta crescimento extremamente rápido e características desejáveis para finalidades celulósico-papeleiras. Entretanto, para se aproveitar ao máximo a potencialidade do bambu, como matéria-prima para a produção de celulose e papel, torna-se necessário um estudo detalhado de suas características anatômicas e de sua constituição química.

O objetivo deste trabalho foi o estudo das características dimensionais das fibras e da constituição química do Bambusa vulgaris, com idades de 1 a 5 anos, visando à produção de polpa celulósica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foi utilizado o Bambusa vulgaris var. vulgaris, com idades de 1, 2, 3, 4 e 5 anos, obtido de plantação industrial da Indústria de Papéis Santo Amaro, localizada em Santo Amaro, Bahia. Foram coletadas, ao acaso, de uma mesma touceira de 5 anos, 2 varas de bambu para cada idade analisada. As varas foram seccionadas transversalmente, de modo a se retirar de cada vara um total de 3 gomos, provenientes da parte inferior, média e superior. A seguir, os gomos foram seccionados transversalmente, em comprimentos de cerca de 3 cm. Um desses segmentos, proveniente de uma das varas de 4 anos, foi utilizado para cortes anatômicos transversais e longitudinais, com espessura de cerca de 20 μ que, após tratamento com safranina, foram montados com bálsamo do Canadá em lâminas de microscópio e fotografados com auxílio de microscópio ótico, com aumento de aproximadamente 80X e 800X. Os segmentos foram cortados em cavacos de cerca de 1-2 cm de largura e todos os cavacos de uma mesma idade foram misturados. Utilizando a técnica de quarteamento, os cavacos foram amostrados para determinação da densidade básica pelo método de imersão em água, retirando-se 5 amostras para cada idade. O restante dos cavacos foi cortado manualmente em pequenos palitos. Após homogeneização, parte dos palitos foi moída em moinho Wiley e a serragem, após classificação em peneiras de 40 e 60 mesh, foi armazenada para posterior análise química. Parte dos palitos foi submetida a uma maceração a quente com solução nítrico-acética (5 partes de

ácido acético e 1 parte de ácido nítrico) para separação das fibras. As fibras, após coloração com safranina, foram medidas com auxílio de microscópio (largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede) ou utilizando a técnica de projeção (comprimento). Foram medidas 150 fibras para cada dimensão, por idade. As análises químicas foram realizadas segundo normas da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel (ABCP) e da Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI), conforme especificado no Quadro 1, à exceção da determinação da holocelulose que foi realizada utilizando solução de clorito de sódio e ácido acético, tamponada para pH 4,7 com acetato de sódio, e da determinação de pentosanas que foi feita pelo método de brometo-bromato, segundo BROWNING (1). As determinações dos elementos minerais foram realizadas colorimetricamente (P) ou por espectrofotometria de chama (Na e K) ou, ainda, por meio de técnica de absorção atômica (Ca).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estrutura Anatômica do Bambu

Na Figura 1 são apresentadas as secções transversal e longitudinal do Bambusa vulgaris, com aumento de cerca de 80X, abrangendo toda a espessura da parede do colmo. Na Figura 2 é apresentada a secção transversal, com aumento de cerca de 800X, mostrando mais detalhadamente a estrutura anatômica das fibras.

Basicamente, o bambu é constituído por células parenquimatosas, vasos e fibras. As fibras e os vasos são dispostos em forma de aglomerados de feixes fibrovasculares dispersos num tecido de células parenquimatosas. Os elementos anatômicos são dispostos longitudinalmente em relação ao eixo do colmo, numa estrutura bastante compacta, que se caracteriza pela ausência de elementos radiais. As cavidades de ar são restritas aos lumens das fibras e dos vasos que formam o sistema capilar do bambu. As fibras são dispostas em forma de feixes concentrados principalmente na região periférica do colmo.

QUADRO 1 - Metodologia utilizada para análise química do Bambusa vulgaris

Análises	Normas/Metodologia
Holocelulose	Deslignificação com ClO_2^*
Pentosanas	Método do brometo-bromato (1)
Lignina	ABCP M 10/71
Extrativos	ABCP M 3/69
Cinzas	ABCP M 11/77
Sílica	TAPPI T 245 os-77
Potássio	Espectrofotometria de chama
Cálcio	Absorção atômica
Fósforo	Colorimetria
Sódio	Espectrofotometria de chama
Solubilidade em: Água fria	ABCP M 4/68
Água quente	ABCP M 4/68
Álcool/benzeno	ABCP M 6/68
NaOH 1%	ABCP M 5/68

*Uso de clorito de sódio, ácido acético e, como tampão, acetato de sódio.

A presença de epiderme com características de impermeabilidade, a existência de uma compacta camada de fibras na região periférica do colmo, a limitada área de canais condutores e a completa ausência de raios são características que poderão dificultar a penetração do licor de cozimento no tecido do bambu, ocasionando alguns problemas na polpação. Essa provável dificuldade de penetração do licor de cozimento, ocasionada por uma estrutura anatômica desfavorável, poderá, entretanto, ser superada por um esmagamento mecânico do colmo e pela produção de cavacos de pequenas dimensões.

Analisando-se a estrutura anatômica do bambu (Figura 1), verifica-se que a quantidade de materiais filtosos é menor que nas madeiras, o que diminui o valor dessa matéria-prima para produção de polpa celulósica, por causa de um menor rendimento que, provavelmente, deverá ser obtido.

3.2. Dimensões das fibras do *Bambusa vulgaris* e suas inter-relações

As características dimensionais das fibras do *Bambusa vulgaris* com idades de 1, 2, 3, 4 e 5 anos estão apresentadas no Quadro 2. Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 são apresentadas, em forma de histograma, as distribuições das frequências por classe de dimensões das fibras, para a idade de 1 ano.

Analisando-se o Quadro 2, verifica-se que o comprimento das fibras do *B. vulgaris* é comparável ao do das madeiras de coníferas, apresentando, entretanto, largura bem inferior à das fibras dessas madeiras. A fibra de *B. vulgaris* é, em linhas gerais, longa e estreita, com lúmen fino e paredes relativamente espessas. As características dimensionais das fibras do *B. vulgaris* devem proporcionar-lhes propriedades de rigidez.

Os índices de enfiamento das fibras (relação entre comprimento e largura) variou de 135 a 164. Esses altos valores são característicos das fibras de bambu, uma vez que fibras de coníferas e de eucalipto apresentam valores bem menores, da ordem de 60 a 70 e de 50 a 60, respectivamente. Os coeficientes de flexibilidade (relação percentual entre diâmetro do lúmen e largura da fibra) determinados variaram de 32 a 40%, tendo os colmos mais

jovens apresentado fibras mais flexíveis. Os valores determinados para a fração parede (relação percentual entre 2 vezes a espessura da parede e a largura da fibra) e para o índice de Runkel (relação entre 2 vezes a espessura da parede e o diâmetro do lúmen) apresentaram altos valores (50 a 60% e 1 a 2,1, respectivamente), refletindo a característica de paredes relativamente espessas das fibras do B. vulgaris.

As características dimensionais das fibras do B. vulgaris indicam que essa espécie, quando comparada com madeiras de coníferas, deverá resultar em polpa celulósica com resistências à tração e ao arrebentamento inferiores mas, possivelmente, em resistências comparáveis quanto ao rasgo, o que favorece a produção de papéis para embalagem. Por causa da delgadeza das fibras, papéis de impressão de alta qualidade poderão ser produzidos com fibras de B. vulgaris.

No plantio de B. vulgaris de 5 anos de idade, os colmos jovens de 1 ano foram os que apresentaram fibras com características dimensionais mais promissoras para a produção de papel. Os colmos de 1 ano de idade eram constituídos por fibras longas, largas, com lumens relativamente grandes, coeficiente de flexibilidade maior, menor fração parede e menor índice de Runkel.

3.3. Densidade e constituição química do Bambusa vulgaris com idades de 1 a 5 anos

O conhecimento da constituição química da matéria-prima utilizada para a produção de polpa celulósica permite uma melhor compreensão das reações químicas que ocorrem durante a polpação e o branqueamento, possibilitando, ainda, um controle inteligente das operações de deslignificação, branqueamento e refinamento.

No Quadro 3 são apresentados os resultados médios das análises químicas e das determinações da densidade básica do Bambusa vulgaris com idades de 1, 2, 3, 4 e 5 anos.

3.3.1. Densidade básica

A densidade básica do B. vulgaris variou de $0,33 \text{ g/cm}^3$ (1 ano) a $0,59 \text{ g/cm}^3$ (4 anos). Na Figura 7 verifica-se que ocorre uma elevação da densidade com o aumento da idade, até 4 anos. Os colmos jovens (de 1 ano) apresentaram a mais baixa densidade ($0,33 \text{ g/cm}^3$) e os com idade de 2 a 5 anos apresentaram densidades semelhantes ou pouco superiores às do Eucalyptus grandis, Eucalyptus alba e Eucalyptus saligna (2).

A densidade do bambu é um fator econômico de grande importância na polpação. Os bambus mais densos apresentam maior peso seco por unidade de volume, sendo, por isso, os preferidos para a polpação, uma vez que maior peso de bambu pode ser colocado num dado volume do digestor. Embora haja necessidade de usar maior quantidade de álcali, calculado em função do peso do bambu, é mais econômico a polpação de maior quantidade de bambu por ciclo do digestor descontínuo, ou por unidade de tempo em digestor contínuo. Considerando, portanto, as vantagens de se utilizar bambus de maior densidade, as idades mais indicadas para a produção de polpa celulósica seriam as de 2 a 4 anos.

3.3.2. Holocelulose

Os resultados obtidos demonstraram que o B. vulgaris apresenta teores variados de holocelulose, em função da idade do colmo. Na Figura 8 observa-se que até 3 anos de idade há uma diminuição do teor de holocelulose com o aumento da idade e que após 3 anos o aumento da idade favorece vantajosamente a elevação do teor de holocelulose. Em ordem decrescente, os teores mais elevados de holocelulose e, portanto, os mais desejados para produção de polpa celulósica, foram obtidos nas idades de 5 e 1 anos.

Os teores de holocelulose observados foram relativamente baixos, devendo-se, ainda, considerar que o bambu possui alto teor de hemiceluloses

(pentosanas) e altas solubilidades em água e NaOH a 1%, o que deverá prejudicar o rendimento dos processos de polpação.

3.3.3. Pentosanas

Os teores médios de pentosanas determinados para o B. vulgaris de diferentes idades foi bastante elevado, variando de 19,9% a 23,8%, tendo sido, inclusive, superiores ao normalmente encontrado em madeiras de eucalipto (2). Esses altos teores de pentosanas poderão ser uma característica vantajosa, facilitando o refinamento da polpa e o desenvolvimento das propriedades de resistência.

Na Figura 9 observa-se que, do mesmo modo que a holocelulose, o aumento da idade causa, inicialmente, um decréscimo do teor de pentosanas, mas, em idades superiores a 2 anos, o aumento da idade favorece a elevação do teor de pentosanas.

3.3.4. Lignina

Os teores de lignina determinados em diferentes idades do B. vulgaris foram relativamente elevados, variando de 21,8 a 25,0%, aproximando-se dos limites inferiores característicos das madeiras de coníferas e dos limites superiores das madeiras de eucalipto. Considerando-se que o bambu é uma gramínea, sua lignina deverá ser constituída não só por unidades de guaiacil e siringil mas, também, por teores relativamente elevados de p-hidroxifenil.

Apesar dos teores de lignina no B. vulgaris com 2 e 3 anos terem sido semelhantes, verifica-se, conforme mostrado na Figura 10, que o aumento da idade resulta em elevação do teor de lignina. O menor teor de lignina foi encontrado nos colmos mais jovens de 1 ano de idade (21,8%) e o mais alto nos colmos mais velhos de 5 anos (25,0%). Do ponto de vista do teor de lignina, seria preferível, para produção de polpa celulósica, utilizar bambus mais jovens por causa dos mais baixos teores de lignina.

3.3.5. Cinzas

O B. vulgaris apresentou, em todas as idades analisadas, altos teores de cinzas, variando de 2,2 a 3,2%. Esses altos teores de cinzas deverão ter pequena influência na qualidade do papel mas, por causa da presença de sílica, poderão causar problemas na polpação do bambu, dificultando a produção de polpa para rayon e a recuperação dos reagentes no licor residual. O teor mais elevado de cinzas foi encontrado no bambu de 1 ano (3,2%), tendo sido observado uma tendência de decréscimo com o aumento da idade, atingindo o valor mínimo com 4 anos (2,2%), seguida de aumento na idade de 5 anos (2,8%), como mostrado na Figura 11.

Na Figura 12 pode-se observar uma tendência de aumento do teor de sílica no B. vulgaris em função da idade. Em todas as idades analisadas o teor de sílica foi elevado; o valor mais baixo de sílica foi obtido nos colmos de 1 ano (0,22%) e o mais alto nos colmos de 5 anos (0,82%). Esses teores de sílica poderão causar sérios problemas na secção de recuperação do processo kraft, uma vez que grande parte da sílica poderá ser dissolvida no licor de polpação. A sílica, em combinação com íons de cálcio, poderá depositar-se nas paredes internas dos tubos do evaporador, formando uma crosta dura que afetará seriamente a transferência de calor e que deverá ser frequentemente removida por meios mecânicos ou mecano-químicos. Existem informações na literatura (3) referentes a algumas fábricas kraft que utilizam bambu, nas quais a sílica forma uma incrustação dura, com formato de "colméia", nos tubos da caldeira, que tem que ser removida com ferramentas tipo talhadeira.

Dos elementos minerais analisados, o potássio foi o que apresentou maiores teores, seguido, em ordem decrescente, pelo fósforo, cálcio e sódio. Outros elementos minerais devem ocorrer em quantidades apreciáveis no bambu, uma vez que a soma dos elementos minerais analisados mais a sílica foi de 1 a 2% inferior ao teor de cinzas.

3.3.6. Extrativos

Extrativos são materiais solúveis em solventes neutros, não sendo considerados como constituintes estruturais da "substância bambu". Esses materiais são quase totalmente solubilizados durante a fase inicial da polpação kraft, afetando desfavoravelmente o rendimento do processo. O B. vulgaris apresentou altos teores de extrativos em todas as idades analisadas. Na Figura 13 observa-se um aumento do teor de extrativos com o aumento da idade, atingindo um máximo com idade de 3 anos (15,7%) e em idades superiores ocorre um decréscimo, apresentando na idade de 5 anos o menor teor (9,0%).

O B. vulgaris apresentou em todas as idades estudadas altos teores de substâncias solúveis em água fria, água quente, álcool/benzeno e em NaOH 1%, características desvantajosas para a produção de polpa celulósica. Essas solubilidades atingiram valores máximos na idade de 3 anos e mínimos na idade de 5 anos, conforme mostrado nas Figuras 14, 15, 16 e 17.

4. RESUMO

Foram analisadas as características dimensionais e a constituição química do Bambusa vulgaris, visando à produção de polpa celulósica. O material analisado foi o Bambusa vulgaris var. vulgaris obtido de plantação industrial com 5 anos de idade, localizada no município de Santo Amaro, Bahia. Foram analisadas, separadamente, colmos de 1, 2, 3, 4 e 5 anos de idade, provenientes de uma mesma touceira. Do ponto de vista de características dimensionais das fibras, os colmos de 1 ano foram os que, em geral, apresentaram as melhores características. As fibras do B. vulgaris apresentaram comprimento comparável ao das fibras de madeiras de coníferas, mas com largura bem inferior. O B. vulgaris apresentou em todas as idades analisadas altos teores de pentosanas, lignina, cinzas e extrativos. Os teores de sílica foram elevados, indicando que deverão ocorrer sérios problemas na secção de recuperação do processo kraft quando essa espécie for utilizada para a produção de celulose.

QUADRO 2 - Dimensões das fibras do Bambusa vulgaris com idades de 1, 2, 3, 4 e 5 anos e suas inter-relações

Dimensões	Idade, anos				
	1	2	3	4	5
Comprimento (mm):					
- mínimo	1,09	0,94	0,94	1,01	1,20
- máximo	4,80	5,79	5,48	5,18	5,73
- média	2,43	2,75	2,87	2,91	2,75
- desvio padrão	0,70	0,91	1,10	0,97	0,75
- coeficiente de variação	28,61	32,91	38,52	33,42	27,10
Largura (μ):					
- mínima	5,41	7,21	9,01	9,01	9,01
- máxima	41,44	34,23	34,23	36,04	28,83
- média	17,98	17,84	17,53	18,01	17,23
- desvio padrão	7,21	5,78	5,39	5,97	5,22
- coeficiente de variação	40,12	32,41	30,76	33,15	30,33
Lumen (μ):					
- mínimo	1,80	1,80	1,80	0,90	0,90
- máximo	32,43	28,83	27,03	28,83	25,23
- média	9,00	7,44	7,28	5,83	6,85
- desvio padrão	7,42	6,14	5,66	6,01	6,08
- coeficiente de variação	82,51	82,63	77,69	103,03	88,77
Espessura de parede (μ):					
- mínima	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
- máxima	10,81	11,71	15,32	12,61	12,65
- média	4,49	5,20	5,12	6,09	5,19
- desvio padrão	1,52	2,22	2,00	2,27	1,79
- coeficiente de variação	33,91	42,62	39,04	37,24	34,57
Índice de enfeltramento	135	154	164	162	160
Coefficiente de flexibilidade, %	50	42	42	32	40
Fração parede, %	50	58	58	68	60
Índice de Runkel	1.0	1.4	1.4	2.1	1.5

QUADRO 3 - Densidade básica e constituição química do Bambusa vulgaris com idades de 1, 2, 3, 4 e 5 anos

Análises	Idades, anos				
	1	2	3	4	5
Densidade básica, g/cm ³	0,33	0,54	0,54	0,59	0,46
Holocelulose, %	68,0	63,0	60,3	64,7	71,2
Pentosanas, % ^a	23,8	19,5	19,7	19,9	21,6
Lignina, % ^a	21,8	23,6	23,0	24,6	25,0
Cinzas, %	3,2	2,5	2,5	2,2	2,8
Sílica, %	0,22	0,80	0,39	0,78	0,82
Potássio, %	0,89	0,53	0,73	0,36	0,56
Cálcio, %	0,02	0,03	0,02	0,06	0,07
Fósforo, %	0,12	0,08	0,09	0,09	0,12
Sódio, %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Extrativos, % ^b	12,9	14,5	15,7	13,7	9,0
Solubilidade em:					
Água fria, %	10,7	11,2	11,8	10,6	6,6
Água quente, %	11,8	14,0	15,0	12,6	7,7
Álcool/benzeno, %	7,9	9,7	9,8	9,6	5,7
NaOH 1%, %	29,9	31,5	33,4	27,4	23,0

^a Determinado em material livre de extrativo.

^b Material extraído com álcool/benzeno, álcool e água quente, segundo a norma ABCP M3/69 (Preparo de madeira livre de extrativo).

5. LITERATURA CITADA

1. BROWNING, B.L. Methods of chemistry. New York, Interscience Publishers, 1967. 882 p.
2. BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. As Madeiras das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. Brasília, PRODEPEF, 1976. 145 p. (Série Divulgação, 13).
3. MISRA, D.K. Pulping and bleaching of non wood fibers. In: Casey, J.P., ed. Pulp and paper chemistry and chemical technology. 3 rd. New York, Wiley Interscience, 1980. v. I, p. 504-508.

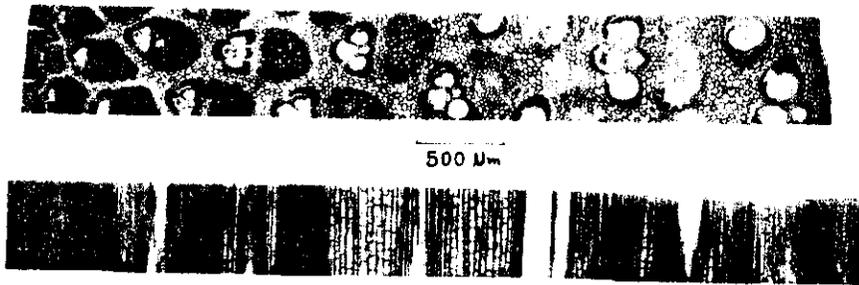


FIGURA 1 - Secções transversal e longitudinal do Bambusa vulgaris (80X).

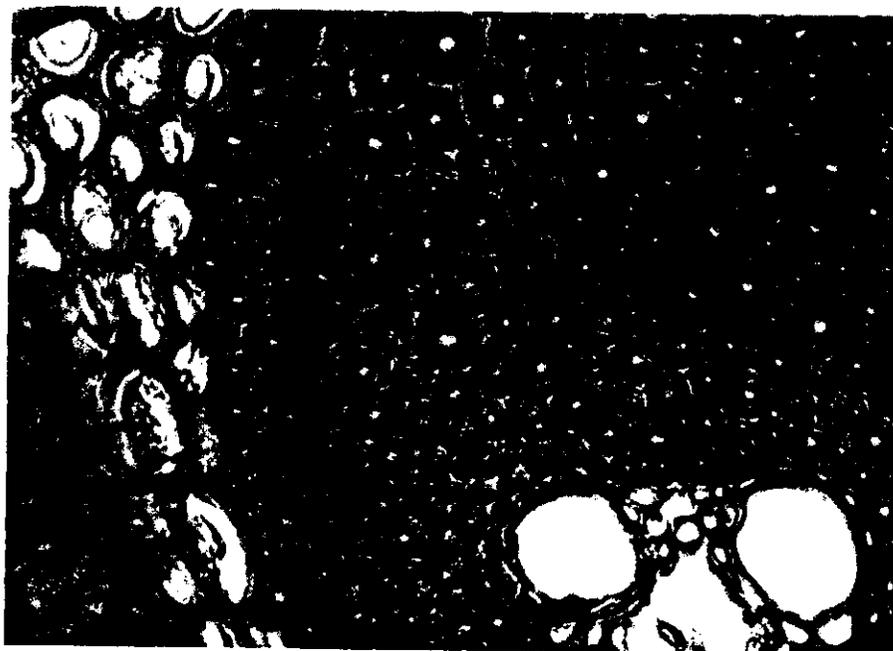


FIGURA 2 - Secção transversal de Bambusa vulgaris (800X).

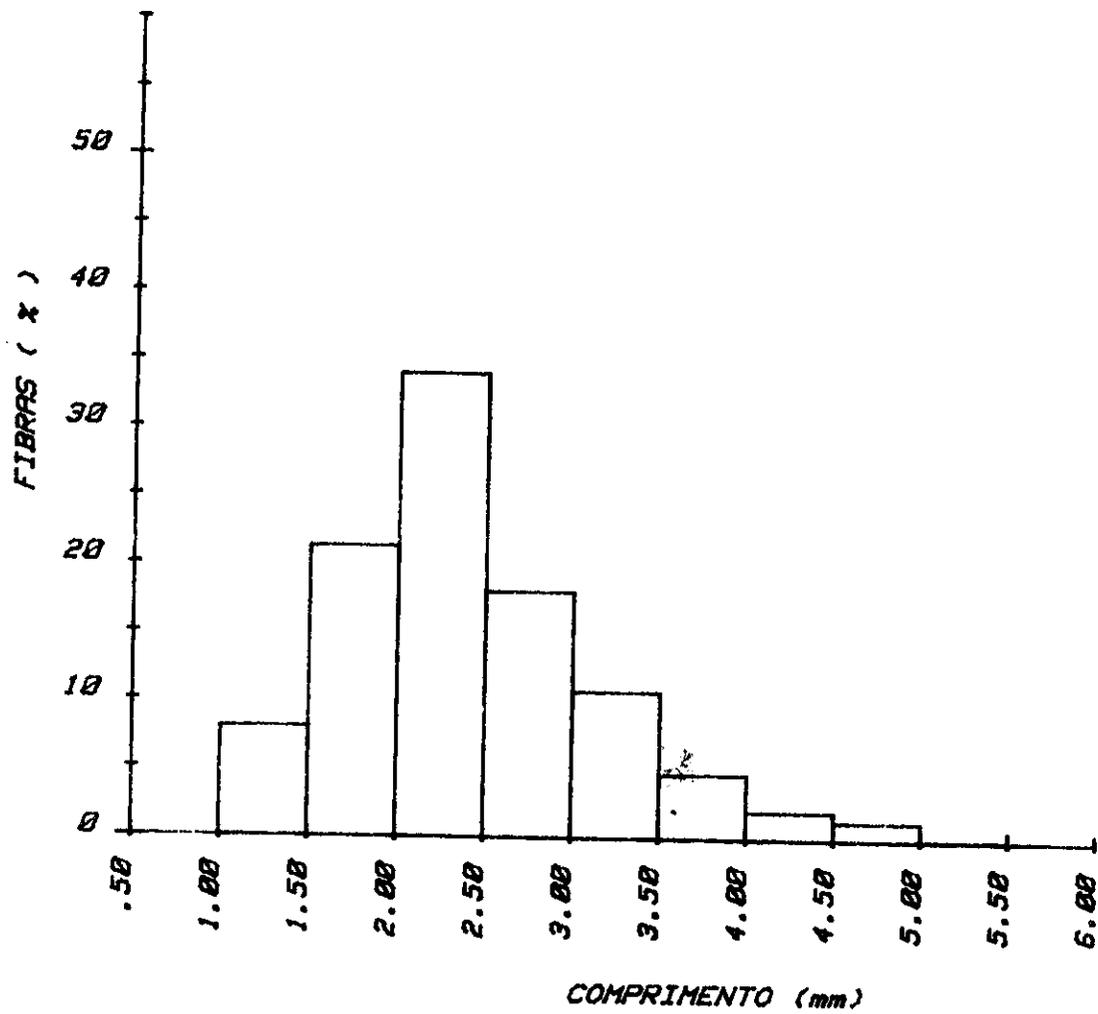


FIGURA 3 - Distribuição de freqüência relativa, por classe de comprimento, das fibras de Bambusa vulgaris de 1 ano.

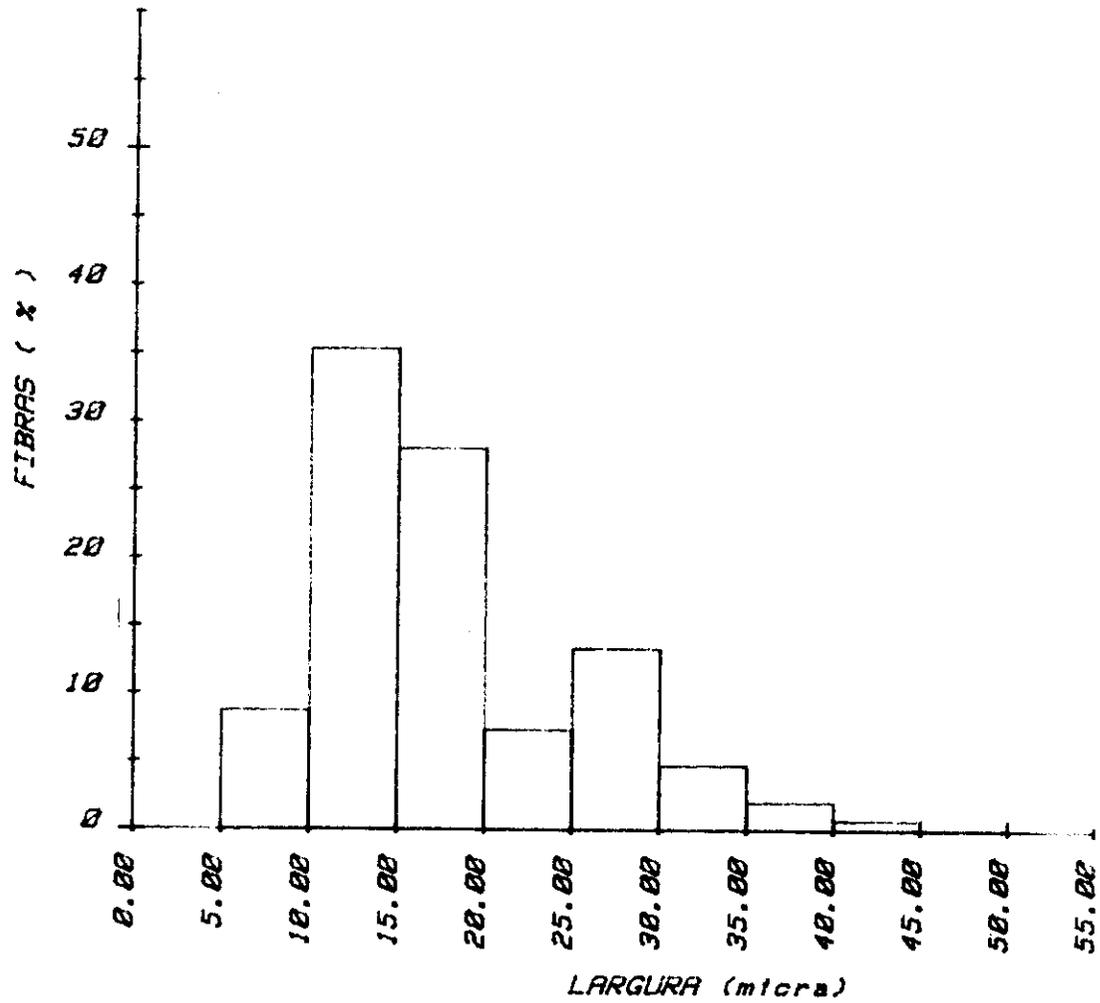


FIGURA 4 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de largura, das fibras de Bambusa vulgaris de 1 ano.

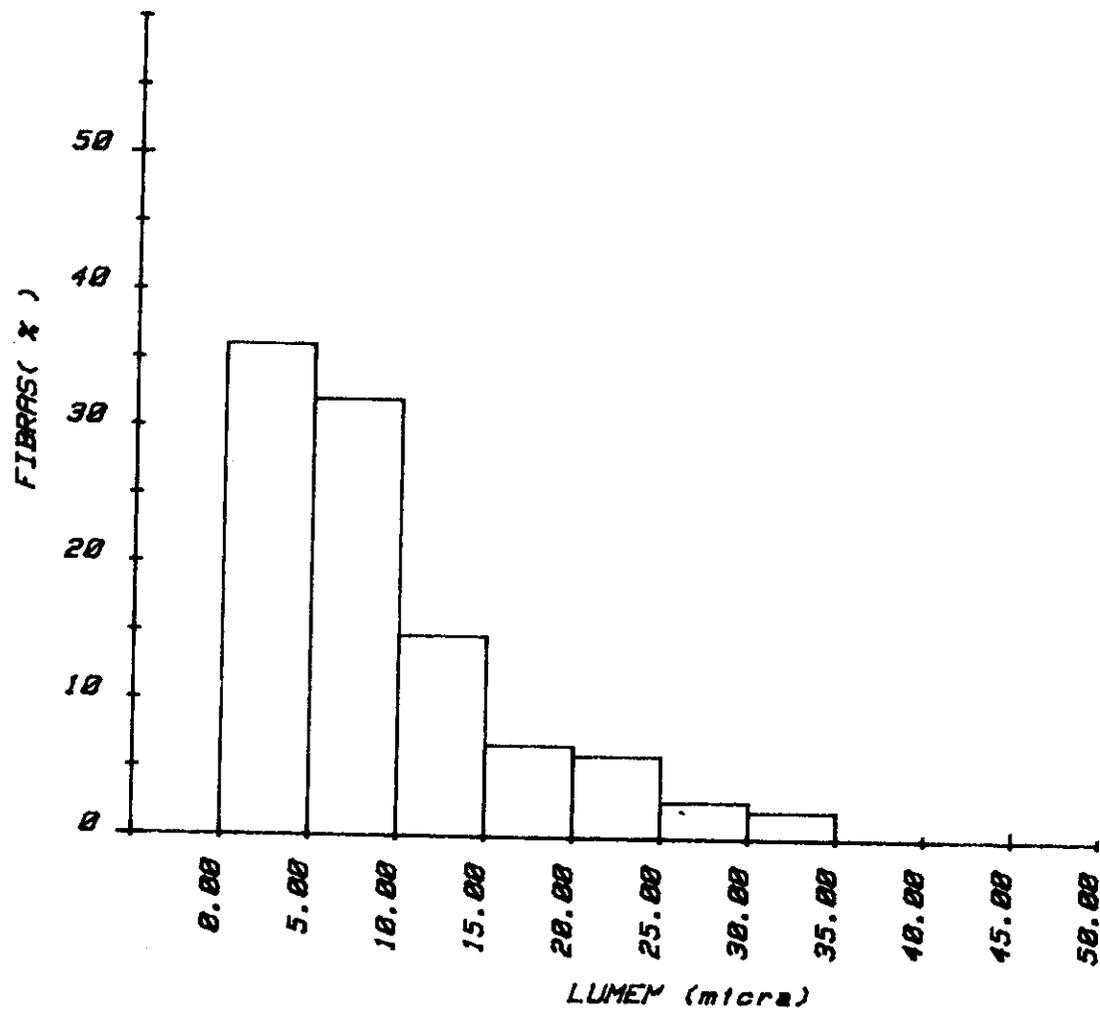


FIGURA 5 - Distribuição de frequência relativa, por classes de diâmetro de lúmen, das fibras de Bambusa vulgaris de 1 ano.

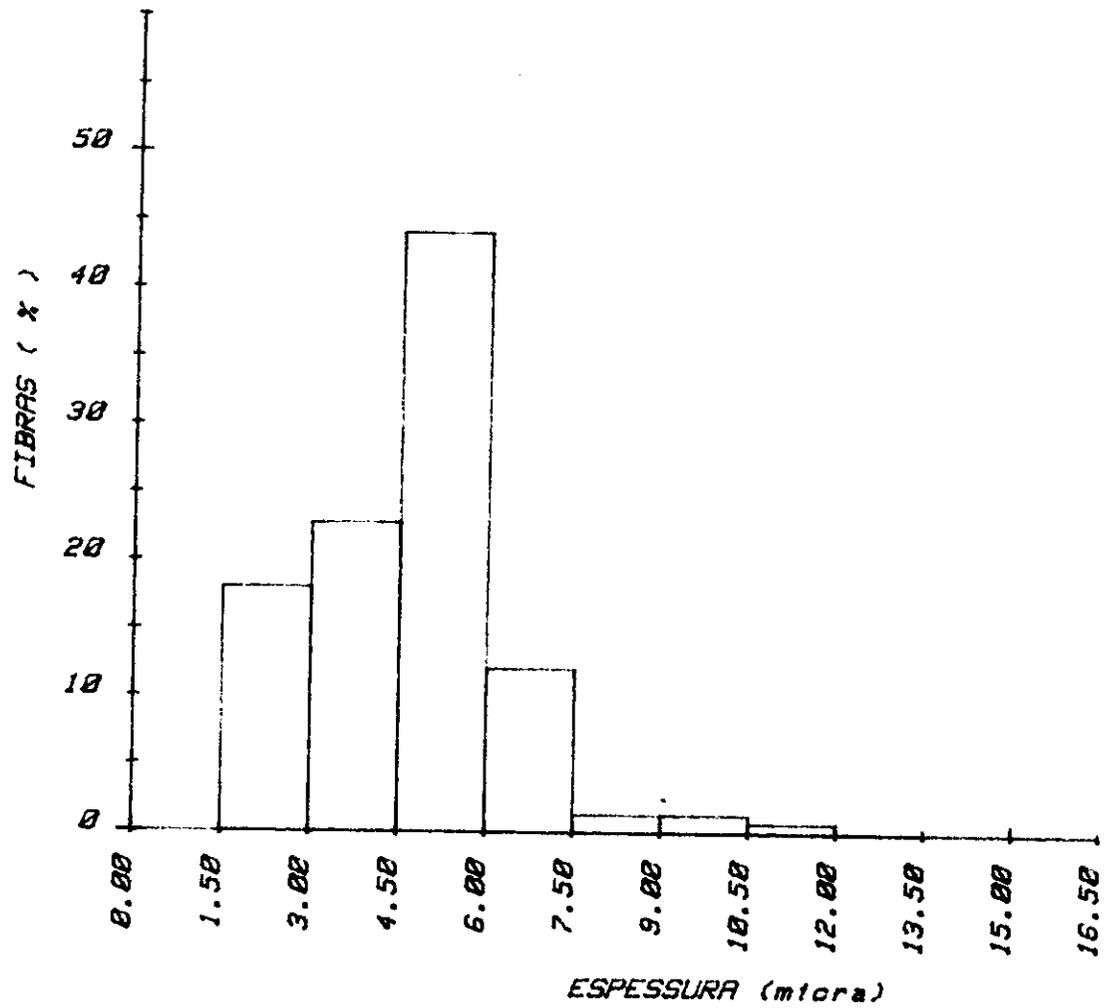


FIGURA 6 - Distribuição de frequência relativa, por classes de espessura de parede, das fibras de Bambusa vulgaris de 1 ano.

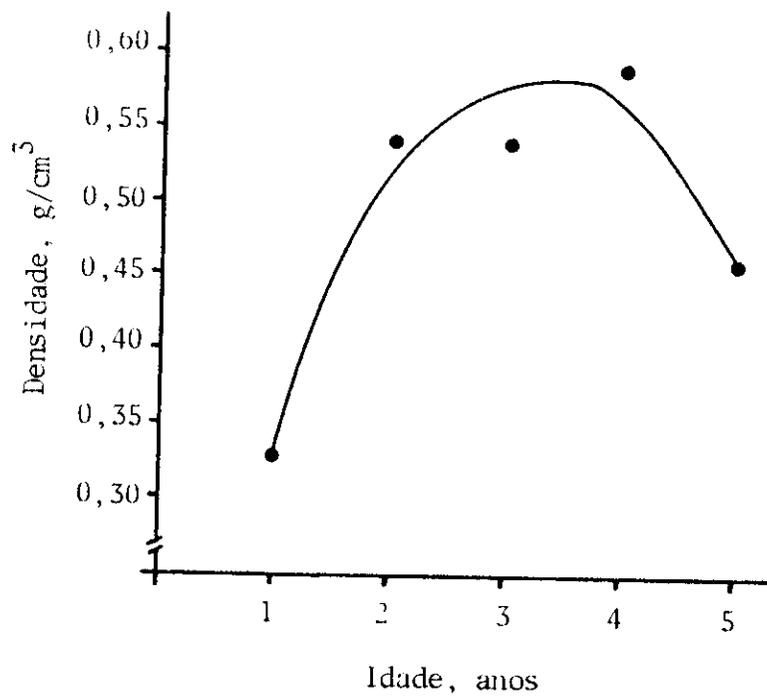


FIGURA 7 - Influência da idade sobre a densidade do Bambusa vulgaris.

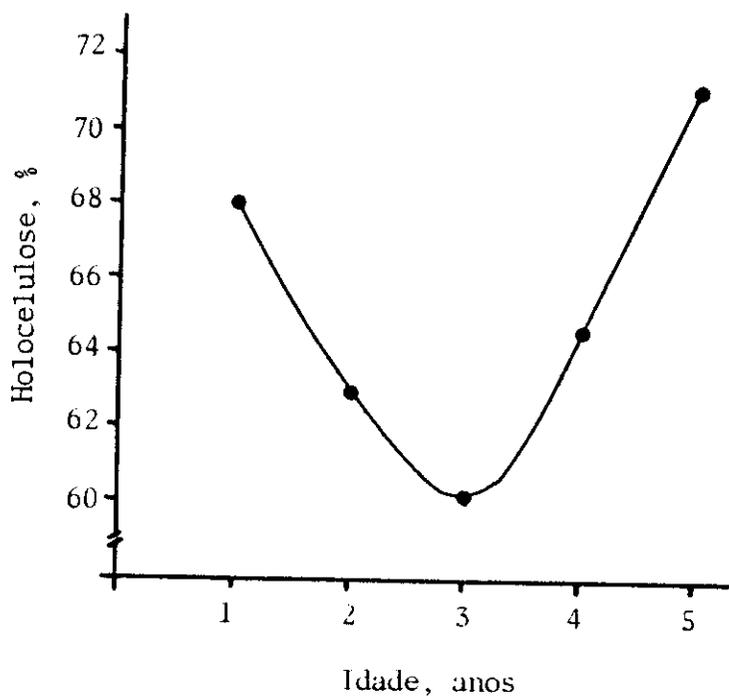


FIGURA 8 - Influência da idade sobre o teor de holocelulose do Bambusa vulgaris.

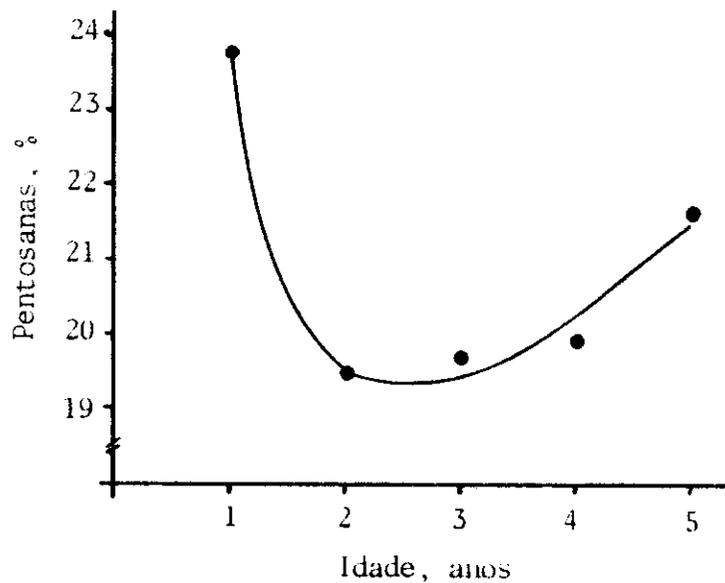


FIGURA 9 - Influência da idade sobre o teor de pentosanas do Bambusa vulgaris

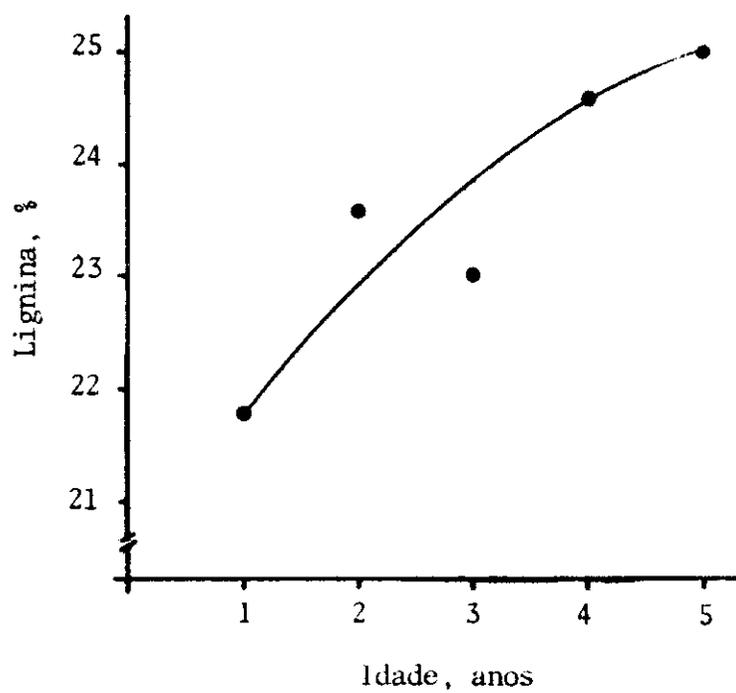


FIGURA 10 - Influência da idade sobre o teor de lignina do Bambusa vulgaris.

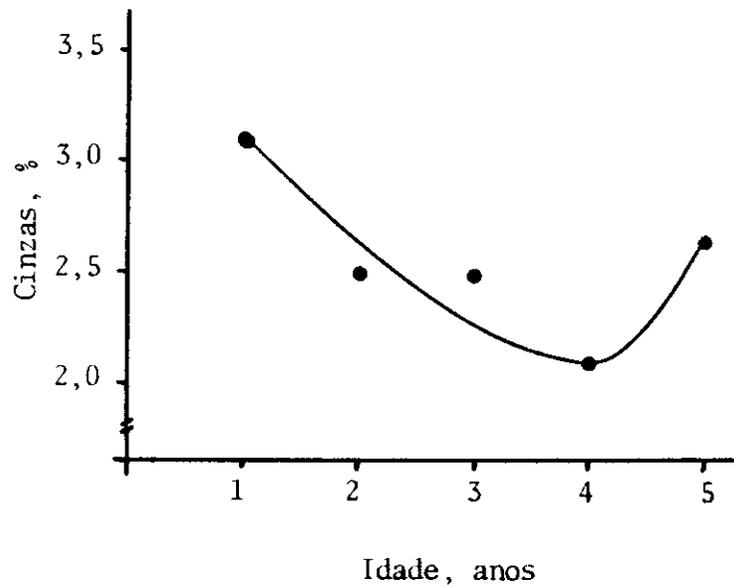


FIGURA 11 - Influência da idade sobre o teor de cinzas do Bambusa vulgaris.

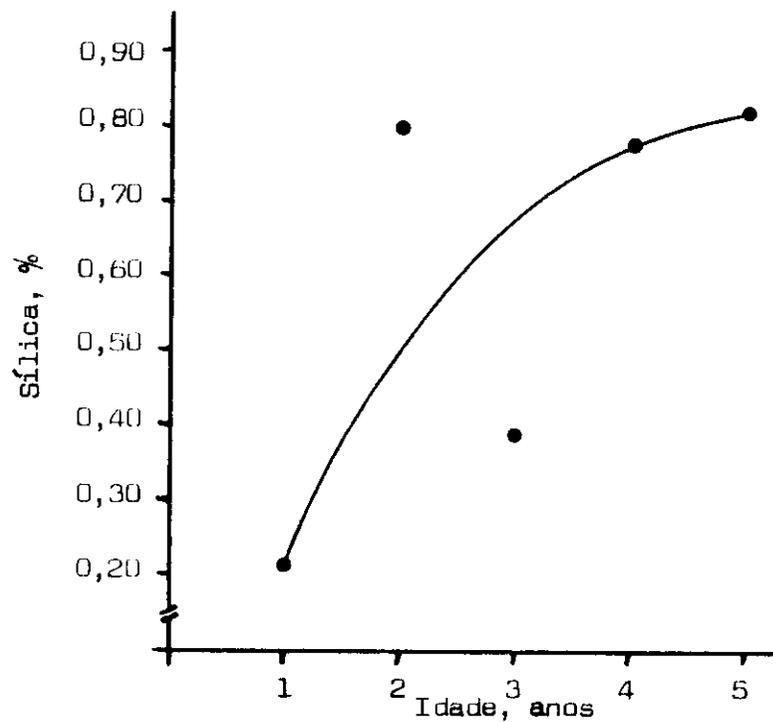


FIGURA 12 - Influência da idade sobre o teor de sílica do Bambusa vulgaris.

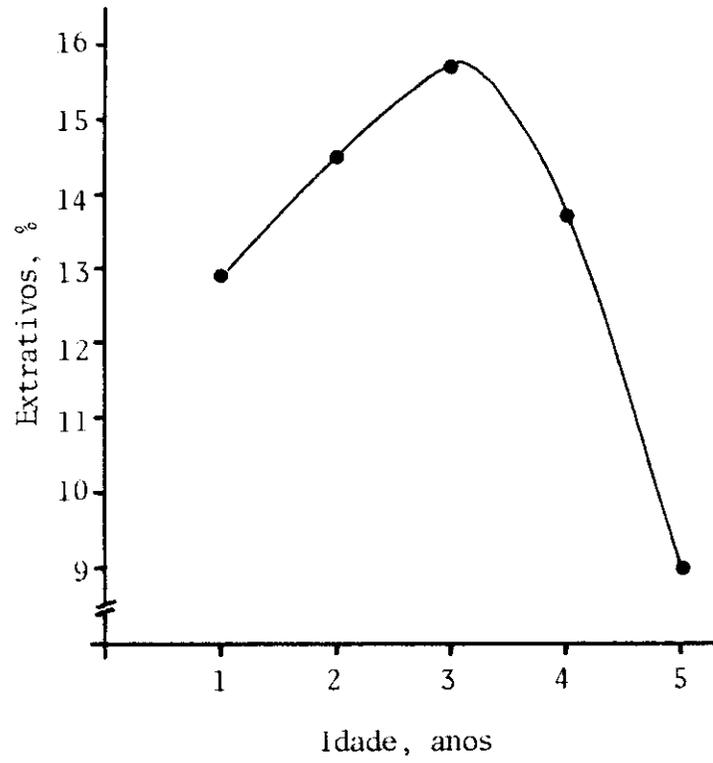


FIGURA 13 - Influência da idade sobre o teor de extrativos do Bambusa vulgaris.

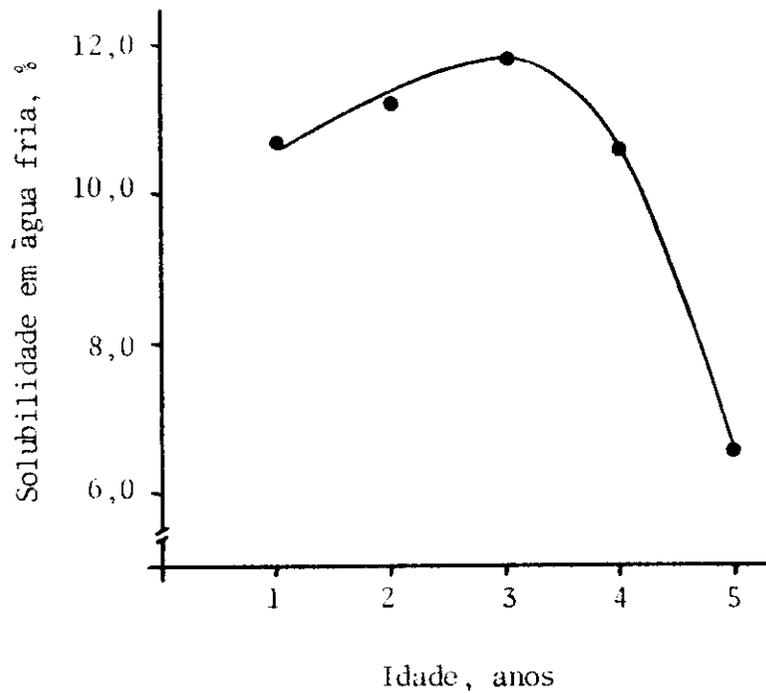


FIGURA 14 - Influência da idade sobre a solubilidade do

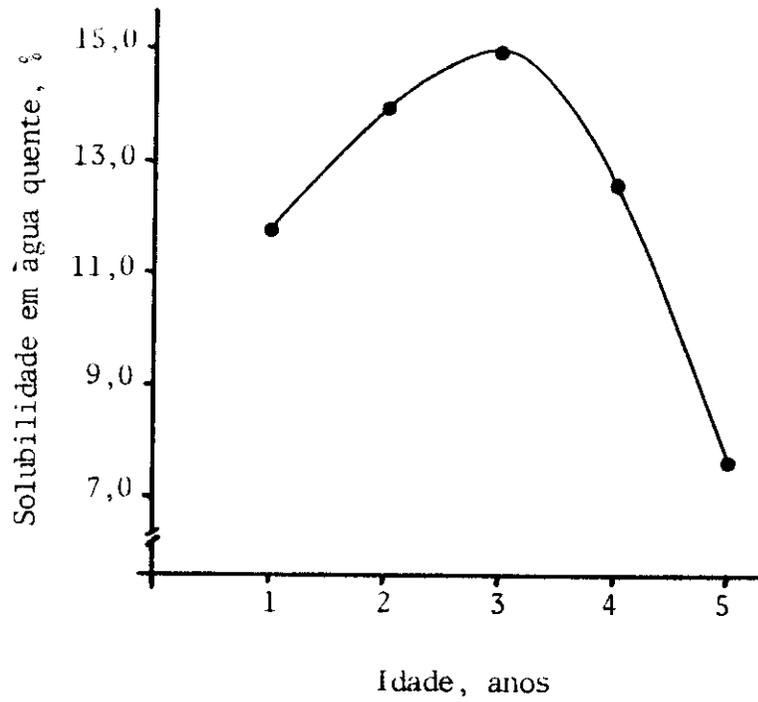


FIGURA 15 - Influência da idade sobre a solubilidade do Bambusa vulgaris em água quente.

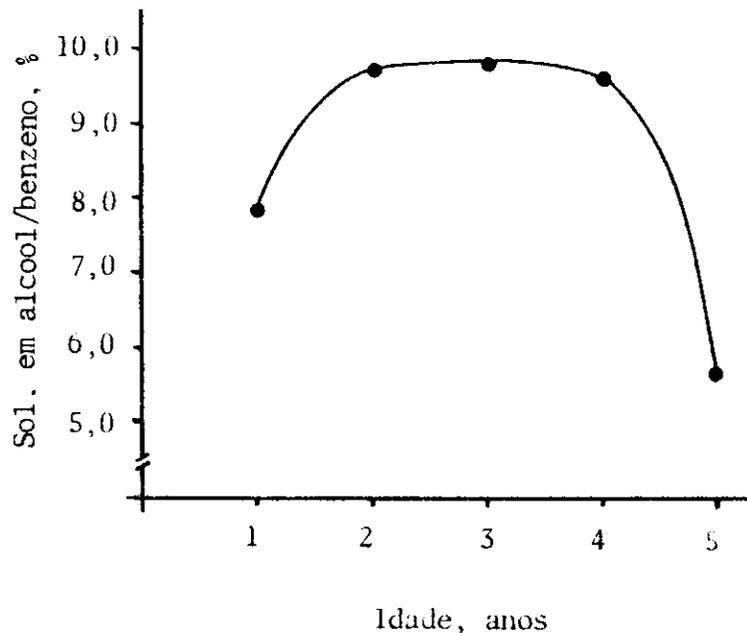


FIGURA 16 - Influência da idade sobre a solubilidade do Bambusa vulgaris em álcool/benzeno.

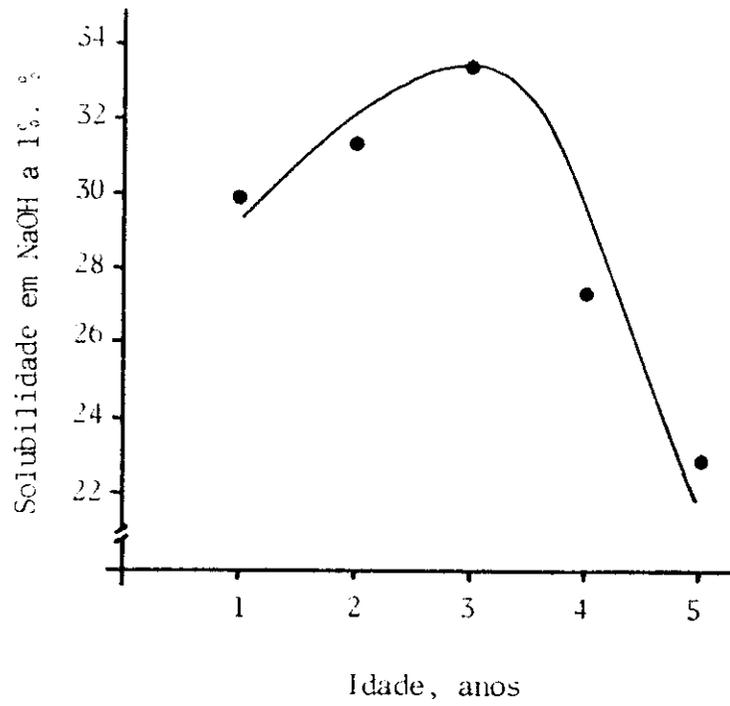


FIGURA 12 - Influência da idade sobre a solubilidade do Bambusa vulgaris NaOH 1%.