

O USO DO BAMBU NA IRRIGAÇÃO MONTAGEM DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO DE PEQUENO PORTE, UTILIZANDO TUBULAÇÃO DE BAMBU

MARCO ANTONIO DOS REIS PEREIRA¹

Apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia – Conbea 1997

INTRODUÇÃO.

A técnica da irrigação tem contribuído significativamente, juntamente com as demais técnicas agrícolas, para o aumento da produtividade e/ou da produção de alimentos, sendo já de conhecimento geral os benefícios advindos da sua utilização. Sabe-se, entretanto, que a porcentagem da área irrigada no Brasil é relativamente pequena se comparada com outros países de maior tradição no uso da irrigação, bem como em relação ao total das terras potencialmente irrigáveis aqui existentes. Supõe-se que isto seja decorrência principalmente do custo da irrigação, da falta de informação e do baixo poder aquisitivo de nossos agricultores, especialmente os pequenos.

Desse modo, está sendo desenvolvido na UNESP (Campus de Bauru) um trabalho sobre a utilização do bambu como tubulação de condução de água para fins de irrigação de pequeno porte, com o objetivo de fornecer uma alternativa aqueles agricultores que de outra forma não tem acesso a irrigação, através de um material simples, barato e acessível.

O bambu é um material natural que pode ser cultivado na propriedade rural , permitindo ao mesmo tempo que o próprio produtor construa seu sistema de irrigação. Agronomicamente é uma planta de grande potencial de uso, consistindo de um material renovável que produz colmos anualmente sem necessidade de replantio, tendo centenas de outras aplicações, especialmente em meio rural ou seja, possuir uma moita de bambu na propriedade equivale a possuir uma pequena “fábrica “de tubos para irrigação e outros usos. Dentre as mais de mil espécies de bambu existentes, as espécies gigantes parecem ser as mais adequadas para utilização em irrigação, devido a produzirem colmos com dimensões, características físicas e mecânicas compatíveis para este fim. Dentre as espécies gigantes, optou-se inicialmente pela espécie **Dendrocalamus giganteus** (bambu gigante ou bambu balde) por ser uma espécie relativamente comum em nosso meio rural. Paralelamente a está espécie, outras espécies gigantes estão sendo introduzidas para posterior estudo. Inbar (1994), tem recomendado de um modo geral, a introdução e o estudo de 19 espécies de bambu consideradas as mais prioritárias, baseado em critérios relativos a sua utilização, cultivo e produção, processamento e produtos, recursos genéticos e agro-ecologia

Neste trabalho são apresentados os passos necessários para a montagem de um sistema de irrigação por aspersão convencional de pequeno porte, destacando também a utilização de materiais simples e de baixo custo necessários para a transformação dos colmos de bambu em tubos e sua instalação no campo. São também apresentados dados referentes à rugosidade dos

¹ Eng. Agrícola - Prof. M.Sc. - Dep. de Eng. Mecânica - Unesp / Campus de Bauru - S.P.

tubos de bambu , pressão de trabalho, durabilidade no campo e processos de tratamento para a preservação dos colmos, de acordo com estudos que estão sendo desenvolvidos.

O BAMBU

O bambu cresce mais rapidamente do que qualquer outra planta do planeta. Sua admirável vitalidade, grande versatilidade, leveza, resistência, facilidade em ser trabalhado com ferramentas simples, sua formidável beleza ao natural ou processado, são qualidades que tem proporcionado ao bambu o mais longo e variado papel na evolução da cultura humana do que qualquer outra planta (Farrely, 1984)^(II).

Os colmos do bambu possuem excelentes propriedades físicas e mecânicas que podem ser utilizadas em lugar dos custosos plásticos e metais. Suas características de retidão, leveza, força, dureza, conteúdo de fibras, flexibilidade e facilidade de trabalho são ideais para os diferentes propósitos tecnológicos (Hsiung, 1988)

A espécie vegetal conhecida por bambu, é botanicamente classificada como Bambusae, uma tribo da família das Gramíneas. Pelas características de seu colmo, é considerada como uma planta lenhosa, monocotiledônea, pertencente as angiospermas, (Hidalgo Lopez, 1974).

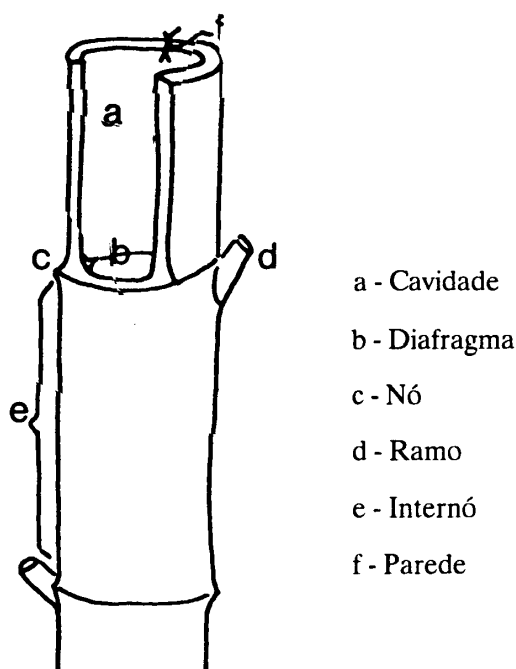
De acordo com Castro (1985)^{XV}, existe atualmente no mundo uma enorme atenção por materiais e soluções construtivas autóctones que em geral possuem em comum qualidades como adaptabilidade ao meio ambiente, economia e beleza.

Jaramillo (1992)^{XVI}, comenta que o bambu é um recurso natural que menos tempo leva para ser renovado, não havendo nenhuma espécie florestal que possa competir em velocidade de crescimento e aproveitamento por área. Acrescenta que suas propriedades estruturais, tomadas como relação peso-resistência superam de longe as madeiras, podendo ser comparada ao aço e as fibras . Comenta ainda, ser incrível que um material tão extraordinário esteja todavia, especialmente na Colômbia , associada a uma subcultura de miséria e turgúrio.

Jiru et allí (1994)^{XI}, observam que a sobrevivência e desenvolvimento dos seres humanos em geral contam com a exploração dos recursos naturais e que hoje estamos assistindo a exaustão destes recursos, assim, os recursos vegetais que crescem sobre a terra merecem definitivamente mais a atenção. A madeira, que é largamente utilizada e conhecida no mundo, tem um ciclo de crescimento muito longo, e já se encontra em muitos países restrição ao seu corte. O bambu, com sua alta resistência, elasticidade, características de uso, cresce rapidamente e amadurece em um curto período (3-5 anos) com grande produção. É fácil de se estabelecer uma plantação, que durará muito tempo e produzirá colmos anualmente. Desse modo, acrescenta que o recurso bambu, tem se tornado significativo e atraído a atenção das pessoas.

O bambu, tal como as árvores, acha-se constituído por uma parte aérea e outra subterrânea. JANSSEN (1988)^{VII}, faz referência que a parte aérea (tronco ou caule das árvores) é denominada de colmo no bambu, sendo normalmente oco. Este espaço vazio dentro do colmo é denominado de cavidade, as quais são separadas uma das outras por diafragmas que aparecem externamente como nós, de onde saem ramos e folhas. A porção do colmo entre os dois nós é chamada de internó e a espessura do colmo é denominada de parede.

Na Figura 1, acha-se representada uma seção de colmo com suas partes e denominações.



- a - Cavidade
- b - Diafragma
- c - Nó
- d - Ramo
- e - Internó
- f - Parede

Figura 1 - Colmo de bambu e suas denominações (JANSSEN, 1988)

Vários autores, Galvez et alli (1982); Hidalgo Lopez (1974; 1982); Liese (1985); Farrely (1984), apresentam a ramificação do rizoma segundo duas maneiras distintas, originando os dois principais grupos de bambu quanto ao hábito de crescimento: A) Grupo paquimorfo, sympodial ou entouceirante, que se desenvolve principalmente nas zonas tropicais, compreende entre outros os gêneros Bambusa, Dendrocalamus, Gigantochoa, Guadua e etc. B) Grupo leptomorfo, monopodial ou alastrante, que se desenvolve principalmente em zonas temperadas, compreendendo entre outros os gêneros Arundinaria, Plyllostachys, Semi-arundinaria e etc.

Liese (1985), descreve os bambus tipo entouceirante como tendo rizomas mais curtos, firmes e grossos que o outro tipo. Os colmos são agrupados, formando moitas com 30 a 100 colmos e produzem anualmente de 5 a 10 novos colmos de acordo com a espécie e condições locais. Acrescenta ainda, ser o bambu a planta de mais rápido crescimento, atingindo os tipos entouceirantes uma altura final entre 15 e 35 metros em cerca de 2 a 4 meses, através do contínuo alongamento dos brotos, a taxas de 0,20 a 1 m diários. Cada broto possui ao emergir o seu diâmetro final, pois o bambu não apresenta aumento radial devido a crescimento secundário.

Segundo Hidalgo Lopez (1982), existem no mundo cerca de 75 gêneros e 1250 espécies de bambu, das quais 62% são nativas da Ásia, 34% das Américas e 4% da África e Oceania

De acordo com Inbar (1994)^(VIII), embora 75% das espécies de bambu tenham algum uso local e 50 delas sejam extensivamente utilizadas, é recomendada a introdução e experimentação de 19 espécies consideradas prioritárias, com base em critérios relativos à utilização, cultivo,

processamento e produtos, recursos genéticos e agro-ecologia e que encontram-se sumarizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Espécies prioritárias de bambu (Inbar, 1994).

Espécie	Valor			Manejo	Clima e Ecologia		Recursos Genéticos				
	C	RI	E		Cl	Sl	GE	S	IV	E	Apl.
Bambusa Bambos	++	++	++	D	h,d,s	r,m,p	H	L	M	M	H
B. blumeana	++	++	++	D	h,d,s	r,m,p	H	L	H	H	H
B. polymorpha	+	+	-	D	h,d	r,m	H	H	M	H	H
B. textilis	+	++	+	D	st	r,m	M	L	H	H	L
B. tulda	+	++	+	D	h,d	r,m	H	M	H	H	H
B. vulgaris	-	-	++	D	h,d,s	r,m,p	L	L	L	L	L
Cephalostachyum pergracile	+	++	+	W	h,d	m	M	L	M	H	M
Dendrocalamus Asper	++	+	++	D	h,d	r	H	H	M	H	H
D. giganteus	+	+	+	D	h	r	H	H	M	H	H
D. latiflorus	++	+	+	D	h	r	M	L	M	H	L
D. strictus	++	+	++	D	d,s	m,p	M	L	L	H	M
Gigantochoa apus	+	++	+	D	h	r	H	H	M	H	H
G. levis	+	++	++	D	h	r	H	L	H	H	H
G. pseudoarundinaria	++	+	+	D	h,d	r	M	L	H	H	L
Guadua angustifolia	++	++	++	W	h	r,m	H	H	H	H	H
Melocana boccifera	+	++	+	W	h	r	H	M	H	H	M
Ochilandra	+	+	+	W	h	r	H	H	M	H	H
Plylostachys pubescens	++	++	++	D	t	r,m	M	M	L	L	L
Thyrsostachis siamensis	++	++	++	D	d,(h)	w.(r)	M	M	L	H	L

Onde:

Valor : C = Potencial para comercialização ++ (alto); + (médio); - (baixo)
 RI = Indústria rural ++ (alto); + (médio); - (baixo)
 E = Regenerador ambiental ++ (alto); + (médio); - (baixo)

Manejo : D = Domesticado
 W = Selvagem

Clima e Ecologia : Cl = Clima: h(trópicos úmidos); d(trópicos secos);
 st(subtropical); s(semi árido); t(temperado)
 Sl = Solos: r (rico); m (médio); p (pobre)

Recursos genéticos: GE = Desgaste genético
 S = Necessidade de pesquisa sobre armazenamento de sementes
 IV = Necessidade de pesquisa sobre armazenamento in vitro
 E = Necessidade de maiores transferências
 Apl = Necessidade de levantamentos futuros
 H (alto) - M (médio) - L (baixo)

O BAMBU GIGANTE

O bambu gigante ou também conhecido como bambu balde (**Dendrocalamus giganteus**) é um bambu relativamente comum em nosso meio como destacam Azzini et alli. (1982), é uma planta perene e com grande potencial agrícola, devido a sua característica de produzir colmos assexuadamente ano após ano, sem necessidade de replantio e com grande produtividade por área.

É uma cultura fácil de ser reproduzida no campo, através da reprodução vegetativa de partes de seu colmo, e pode ser explorada continuamente alguns anos após seu plantio. Como o bambu possui centenas de aplicações em meio rural é muito interessante que se pudesse estimular seu plantio e tornar melhor conhecido seu grande potencial de utilização.

De acordo com Inbar (1994) e McClure (1957)^(IX), a espécie Dendrocalamus giganteus apresenta colmos com altura entre 24-40 metros, internós entre 0,40 a 0,50 m, diâmetros entre 0,10 e 0,20 m e com parede espessa, que no entanto varia de acordo com a altura. Comentam ainda ser este um bambu de uso geral e que se adapta bem as regiões tropicais e subtropicais.

Algumas características do bambu gigante investigadas por alguns pesquisadores são mostradas a seguir para um melhor conhecimento desta espécie de bambu. Assim, Beraldo & Zoulalian (1995), apresentam a distribuição dos elementos anatômicos das espécies de bambu Plylostachys viridis (leptomorfo) e Dendrocalamus giganteus (Paquimorfo) tomada nas camadas interna, intermediária e externa do colmo.

Camada do Colmo	Dendrocalamus giganteus			Plylostachys viridis		
	Vasos %	Fibras %	Parênquim a %	Vasos %	Fibras %	Parênquim a %
Interna	11	16	73	13	24	63
Intermediária	9	32	59	13	37	50
Externa	8	55	37	10	63	27

Lima Jr. et alli. (1995)^(X), mostram valores médios de algumas características físicas e mecânicas da espécie Dendrocalamus giganteus e Bambusa vulgaris.

	Resistência compressão	R. Tração (Mpa)	R. Flexão (Mpa)	Módulo Elasticidade à tração (GPa)	Internós [m]	Diâmetro [m]	Espessura [m]
Dendrocalamus giganteus	77	115	152	11	0,55-0,65	0,12-0,14	0,1-0,12
Bambusa vulgaris	65	115	131	9	0,35-0,45	0,07-0,08	0,06-0,08

Ghavami (1995)^(XVI), comenta que as fibras são as principais responsáveis pela resistência dos bambus, tendo em geral uma distribuição de 40 a 90% na parte externa e de 15 a 30% na

parte interna. O autor apresenta também, algumas propriedades mecânicas para a espécie Dendrocalamus giganteus:

Parte do Colmo	Tração (Mpa)				Compressão [Mpa]				Flexão Mpa			Cisalhamento [MPa]	
	σ		Etx10 ⁴		σ		Ecx10 ⁴		σ		Efx10 ⁴		
	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó	Nó Internó			
Superior	109,3	156,0	0,085	1,07	32,6	49,0	0,24	0,30	86,0	136,7	0,72	0,896	49
Médio-superior	119,2	148,3	1,27	1,54	37,5	50,0	0,41	0,45	102,0	152,5	1,05	1,336	44,5
Médio	114,6	139,7	1,26	1,59	32,9	47,5	0,40	0,44	97,0	122,8	1,10	1,298	45,6
Médio-inferior	109,3	129,8	1,25	1,52	33,0	41,5	0,37	0,45	94,6	118,3	1,03	1,262	44,7
Inferior	99,3	101,6	1,22	1,49	58,8	39,7	0,35	0,34	85,6	112,7	1,05	1,296	47,0

O Quadro 2 apresenta algumas dimensões médias típicas da espécie Dendrocalamus giganteus como observadas por Pereira (1992), mostrando o diâmetro externo (D), o diâmetro interno (d), a espessura da parede (E) e o comprimento dos internós, para seções de colmo consecutivas A, B e C, tomadas a partir da base do colmo, com 4 metros de comprimento cada seção, perfazendo 12 metros úteis de colmo a serem utilizados como tubos. As medidas foram feitas na entrada e na saída dos tubos.

Quadro 2 - Dimensões médias de colmos de bambu gigante

colmo	seção	internó (m)	Entrada			Saída		
			D (m)	d (m)	E (m)	D (m)	d (m)	E (m)
1	A	0,410	0,140	0,124	0,018	0,135	0,112	0,011
	B	0,545	0,135	0,112	0,011	0,125	0,102	0,011
	C	0,620	0,125	0,102	0,011	0,110	0,095	0,007
2	A	0,400	0,135	0,095	0,020	0,125	0,100	0,012
	B	0,510	0,125	0,100	0,012	0,115	0,095	0,010
	C	0,515	0,115	0,095	0,010	0,097	0,080	0,008
3	A	0,375	0,145	0,110	0,017	0,135	0,110	0,012
	B	0,500	0,135	0,110	0,012	0,123	0,102	0,010
	C	0,510	0,123	0,102	0,010	0,105	0,090	0,007
4	A	0,420	0,130	0,092	0,019	0,115	0,095	0,010
	B	0,510	0,115	0,095	0,010	0,100	0,082	0,009
	C	0,505	0,100	0,082	0,009	0,080	0,064	0,008
5	A	0,415	0,146	0,106	0,020	0,137	0,112	0,012

	B	0,525	0,137	0,112	0,012	0,132	0,108	0,012
	C	0,500	0,132	0,108	0,012	0,096	0,080	0,008
6	A	0,350	0,138	0,092	0,023	0,125	0,090	0,017
	B	0,500	0,125	0,090	0,017	0,115	0,090	0,012
	C	0,505	0,115	0,090	0,012	0,094	0,078	0,008
7	A	0,345	0,143	0,093	0,025	0,125	0,100	0,012
	B	0,500	0,125	0,100	0,012	0,120	0,100	0,010
	C	0,525	0,120	0,100	0,010	0,103	0,085	0,009
8	A	0,330	0,156	0,110	0,023	0,141	0,112	0,014
	B	0,490	0,141	0,112	0,014	0,124	0,102	0,011
	C	0,515	0,124	0,102	0,011	0,110	0,094	0,008
9	A	0,390	0,152	0,110	0,021	0,142	0,112	0,015
	B	0,515	0,142	0,112	0,015	0,135	0,115	0,010
	C	0,545	0,135	0,115	0,010	0,125	0,110	0,007
10	A	0,410	0,145	0,105	0,020	0,135	0,100	0,017
	B	0,505	0,135	0,100	0,017	0,130	0,100	0,015
	C	0,515	0,130	0,100	0,015	0,105	0,088	0,008

A figura 9 mostra uma moita do bambu gigante dando uma idéia das grandes dimensões desta espécie de bambu.

Figura 9. Moita de bambu gigante.

REPRODUÇÃO DO BAMBU

O bambu só floresce uma vez na sua vida, o que ocorre num intervalo que varia de 60 a 120 anos dependendo da espécie e de condições locais. Quando isto ocorre, para a maioria das espécies, a moita e todas moitas provenientes desta morrem, num fenómeno chamado florescimento gregário. Assim a reprodução do bambu é normalmente vegetativa ou seja, através de partes de seu colmo. Existem várias maneiras de se fazer esta reprodução sendo as principais, descritas a seguir.

reprodução por rizoma

Neste caso, um colmo inteiro ou um pedaço deste é retirado da moita com suas raízes e plantado no solo. É um método muito seguro quanto a pega, porém muito trabalhoso e de pouco rendimento, especialmente para as espécies gigantes.

reprodução através do colmo

Neste caso existem duas maneiras de se fazerem mudas. Na primeira, o colmo é seccionado em pedaços que contenham no mínimo dois nós e que possuam gemas nestes nós. Deve-se então fazer um furo no internó e enche-lo de água, para então ser enterrado horizontalmente no solo. Na segunda maneira, o colmo deve ser cortado logo abaixo de um nó que possua gema ou preferencialmente que já tenha um ramo lateral e logo abaixo do nó imediatamente superior, de modo a formar um copo que deve ser enchido com água e plantado na posição vertical com o nó abaixo do solo. Estes métodos tem apresentado uma boa porcentagem de pega. É importante salientar que o plantio deve ser feito em local que não receba muita insolação direta, até que as mudas estejam pegadas e que se possa transplantá-las para o local definitivo.

reprodução por ramos laterais

Neste caso os ramos primários devem ser cortados como estacas que contenham duas ou tres gemas e plantadas em saquinhos plásticos para mudas. Deve também estar ao abrigo da insolação direta. Fornece uma quantidade de material, superior ao caso anterior, embora possua

uma porcentagem de pega menor. Com ramos secundários, não se tem conseguido reprodução por este método.

reprodução in vitro

Sem dúvida é o melhor método para reprodução do bambu em termos de quantidade de material possível de ser utilizado por colmo e para se conseguir grandes quantidades de mudas. A sua desvantagem é a necessidade da instalação de um laboratório e a utilização de mão de obra especializada para manuseio deste.

COLHEITA E CORTE DOS COLMOS DE BAMBU

A colheita dos colmos na moita de bambu deve ser feita com o uso de um machado ou uma moto serra ou outra ferramenta similar. O corte deve ser feito a uns 20 cm do solo e logo acima de um nó, para se evitar a entrada de água e o apodrecimento da parte do colmo que ficou na moita.

Devem ser cortados colmos com no mínimo dois anos de idade, devido as suas melhores propriedades de resistência. Colmos novos (até 2 anos) devem ser deixados na moita para que possa haver a brotação de novos colmos. A maior resistência dos colmos de bambu ocorre entre os 3 e os 7 anos que é seu período de vida útil antes que seque na própria moita.

A idade de um colmo é um pouco difícil de se avaliar. Colmos novos (até 1 ano) não tem ainda folhas e ramos, apresentam uma cor mais esverdeada, possuem folhas caulinares cobrindo o colmo e, localizam-se geralmente na parte mais externa da moita. Colmos mais velhos (2 ou mais anos), possuem folhas, ramos e ramificações destes ramos, apresentam coloração um pouco amarelada e, localizam-se geralmente mais para dentro da moita. Colmos com 3 ou mais anos costumam apresentar manchas nos internós o que é indicativo de estar o bambu maduro para uso.

O ideal é colocar uma marca a cada ano nos colmos e ir identificando ano a ano os colmos com 1, 2, 3,...anos, pelo número de marcas existentes.

Os colmos após retirados da moita, devem ser cortados em seções de 4 metros de comprimento, com o auxílio de um serrote ou moto serra, devendo-se retirar também, seus galhos e ramos. Este tamanho (4 metros), facilita as operações de transporte e limpeza interna dos colmos. Cada colmo pode fornecer de 3 a 4 tubos de 4 metros de comprimento, perfazendo um total de 12 a 16 metros úteis por colmo. O transporte dos colmos deve ser feito rapidamente para se evitar sua secagem rápida que tende a favorecer o aparecimento de trincas nos colmos. A Figura 3 mostra esquematicamente as partes do colmo a serem utilizadas.

Fig 1. Partes de um colmo a serem utilizadas.

TRATAMENTO PRESERVATIVO DOS COLMOS.

O bambu por ser um material biológico está sujeito a se deteriorar pela ação de fungos e insetos, podendo, segundo alguns autores, durar de 1 a 3 anos quando não tratado e de 10 a 15 quando tratado. Em nosso trabalho de campo utilizando o bambu enterrado como tubulação de condução de água para a irrigação, temos encontrado uma vida útil de cerca de 2 anos para os bambus que não receberam nenhum tratamento preservativo, sendo que os bambus que receberam tratamento químico pelo processo boucherie modificado tem já alcançado uma durabilidade de 5 anos.

Existem alguns tratamentos preservativos cuja finalidade é aumentar a vida útil dos colmos do bambu. Os tratamentos mais comuns são :

tratamento de cura natural.

Depois de cortado, o bambu é deixado na moita na posição vertical com suas ramas e folhas por cerca de 30 dias. A transpiração das folhas continua em andamento, diminuindo a quantidade de seiva dos colmos. Este método é simples e barato, devendo aumentar a resistência dos colmos contra as brocas, mas não contra fungos e cupins.

tratamento químico por substituição da seiva.

Os métodos que utilizam preservativos químicos são mais eficientes que os tratamentos tradicionais, porém, requerem maiores cuidados no manuseio e aplicação dos produtos químicos, assim como qualquer produto químico utilizado na agricultura.

método boucherie modificado.

Este método é considerado o mais eficiente e prático para o tratamento do bambu, os colmos (sem terem seus nós internos removidos) são conectados com a saída de um tambor de 200 litros, possibilitando o tratamento simultâneo de 3 colmos..

O tambor é fechado e ligado a um compressor manual, que permite a elevação da pressão interna, a qual é controlada por um manômetro instalado na parte superior do tambor. A pressão interna utilizada deve ser em torno de 0,5 atm (5 mca) e o tempo de tratamento deve ser de 2 a 3 horas.

Após o tratamento os colmos devem ser guardados por pelo menos 10 dias em local coberto e fechado, para que o produto químico sofra distribuição dentro do colmo e, ocorra o tratamento.

Para este processo de tratamento os colmos de bambu devem estar verdes (recentemente cortados), a menos que se vá trabalhar com pressões de tratamento maiores. Caso contrário, a seiva endurece dentro dos vasos, dificultando ou mesmo impedindo o tratamento.

O produto químico utilizado para o tratamento dos colmos foi o CCB (Cu - Cr - B) na concentração de 6%. Este produto é um preservativo utilizado para tratamento de madeiras como o eucalipto, tem ação fungicida e inseticida, é hidrossolúvel e classificado como Borato de Cobre Cromatado, sendo comercializado pela empresa Montana Química S&A, como Osmose NR Sal. Outro produto utilizado para este tratamento é o Borax.

A Figura 4 mostra o equipamento utilizado para tratamento dos colmos pelo método boucherie modificado.

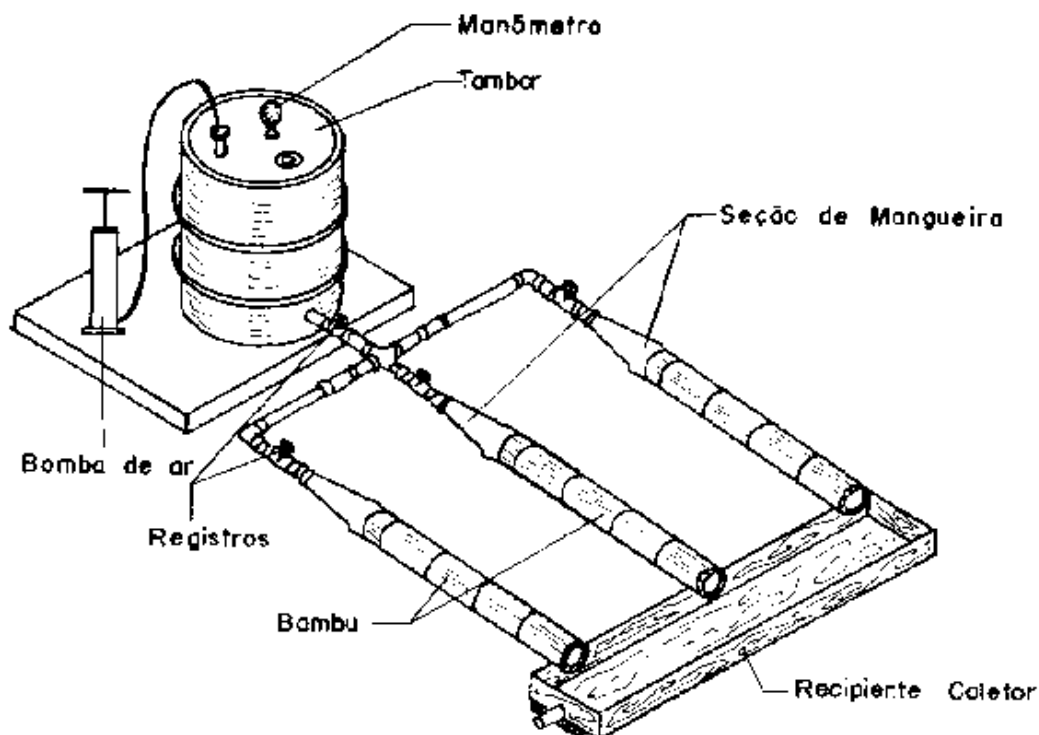


Figura 4. Equipamento para tratamento pelo método boucherie.

O Quadro 3 mostra análise de retenção do produto CCB utilizado para tratamento químico dos tubos de bambu pelo processo boucherie modificado.

Quadro 3. Análise de retenção por absorção atômica dos ingredientes ativos (I.A) em kg de IA/m³ de bambu de amostras tratadas pelo processo boucherie modificado.

Colmo	Tempo tratamento	Densidade Kg/m ³	Retenção			Total Kg/m ³
			CrO ₃ Kg/m ³	CuO Kg/m ³	B Kg/m ³	
1	4 hs	965,5	3,76	0,96	0,55	5,27
2	4 hs	1.036	1,55	0,73	0,27	2,55
3	6 hs	980,6	1,67	0,49	0,25	2,41
4	6 hs	956,6	2,49	0,67	0,37	3,53
5	6 hs	1.028	3,08	0,93	0,47	4,48
6	15 hs	818,5	2,29	0,98	0,43	3,70
7	15 hs	1.033	3,82	1,55	0,63	6,0
8	15 hs	1.040	4,58	1,46	0,71	6,75
9	15 hs	926,1	2,13	0,93	0,34	3,4

Os dados do quadro 1 mostram que alguns tubos tiveram retenção abaixo do mínimo recomendado de 5 kg/m³ (Puroshotan et alli 1965, citados por HEUVEL , 1983 e SLOB et alli , 1985) e alguns acima do mínimo recomendado. Porém após 5 anos de instalação no campo os tubos de bambu tratados continuam funcionando normalmente.

processo do tambor.

Neste processo os colmos com no máximo 4 metros de comprimento são colocados em um tambor com o mesmo preservativo utilizado no processo anterior. O produto químico sobe através do colmo por capilaridade efetuando o tratamento.

tratamento por imersão

Para tratar o bambu por imersão, os colmos são colocados horizontalmente dentro de um tanque com o preservativo químico por um período de tempo de cerca de 12 horas

produtos preservativos

Um produto químico para ser utilizado no tratamento preservativo de colmos de bambu deve ter algumas características como: ter ação fungicida e inseticida eficiente, ser solúvel em água para que se possa alterar seu grau de concentração e principalmente não sofrer lixiviação. O produto testado em nosso trabalho, chamado CCB (Cobre - Cromo e Boro) é um sal hidrossolúvel de características fungicidas e inseticidas devido a ação do Boro e do Cobre, sendo o Cromo um elemento fixador. O tempo de cura recomendado de 10 a 15 dias após o tratamento, deve-se ao fato de se esperar que haja a redução do Cromo hexavalente que é lixiviável para o Cromo trivalente que não é lixiviável em água. Portanto nossa recomendação é no sentido de se utilizar o bambu sem tratamento, caso não se conheçam as características do produto químico, especialmente quanto a sua lixiviação. Acreditamos que um período de 2 anos é um período razoável para aqueles que de outra forma não paderiam irrigar. Além disso os tubos de bambu não se deterioram ao mesmo tempo e o trabalho de se substituir um tubo danificado é fácil de ser feito especialmente se o agricultor possui uma moita de bambu em sua propriedade.

EXECUÇÃO DOS TUBOS PARA CONDUÇÃO DE ÁGUA.

Para a transformação de um colmo de bambu em um tubo que possa conduzir água, são necessários alguns passos descritos a seguir.

remoção e limpeza interna dos nós.

Uma ferramenta deve ser construída para a remoção e limpeza interna dos nós, a qual deve ser composta por um pedaço de cano de ferro com cerca de 30 cm de comprimento, tendo as suas extremidades recortadas e afiadas, o qual deve ser posteriormente soldado a um outro cano de menor diâmetro e com cerca de 2 metros de comprimento para servir como cabo da ferramenta.

O diâmetro da ferramenta deve ser inferior ao menor diâmetro dos colmos colhidos, garantindo assim a limpeza de todos os colmos.

A limpeza e o acabamento dos nós é feita pelo vai e vem da ferramenta que é introduzida e operada manualmente dentro dos colmos. Esta operação de limpeza e acabamento interno do colmo é fácil de executar e como é feita manualmente deve ser feita de modo a retirar o máximo possível dos diafragmas internos e assim garantir um bom funcionamento hidráulico do tubo de bambu quanto à perda de carga.

A Figura 5 mostra uma ferramenta manual utilizada para a remoção e acabamento interno dos nós.

Figura 5. Ferramenta manual para remoção e acabamento interno dos nós dos colmos do bambu.

Atualmente esta-se trabalhando também com uma ferramenta giratória de acionamento elétrico, o que tem melhorado muito as condições de escoamento dos tubos de bambu, e que será comentado posteriormente no ítem relativo a perda de carga em tubos de bambu.

instalação dos aspersores.

A instalação dos aspersores nas tubulações de bambu é feita pela sequência dos seguintes passos : Furar os tubos, fazer as roscas, fixar os adaptadores e as hastes de subida.

Os furos nas tubulações são feitos com o uso de uma serra tipo copo de 1 1/2" (polegadas) de diâmetro, que é acoplada e acionada por uma furadeira manual.

As roscas nos furos são feitas através de um adaptador de ferro de 1 1/2" para 1" que deve ser girado através de um griffo, executando as roscas internamente nos furos. A seguir, são instalados adaptadores semelhantes (1 1/2" ? 1") de ferro ou plástico (PVC) nestes furos, permitindo a instalação das hastes de subida de 1" com os aspersores.

A figura 6 mostra a sequência para a instalação dos aspersores nas tubulações de bambu.

A

B

C

Figura 6. Sequência para instalação dos aspersores nas tubulações de bambu.

A- Furo na tubulação B- Rosca C- Haste de subida.

tampão final.

O tampão final é feito simplesmente deixando-se sem limpar os dois últimos nós da extremidade dos tubos de bambu que forem destinados para este fim.

Uniões.

Existem várias maneiras de se fazer a união entre os tubos de bambu, podendo-se utilizar desde materiais simples e baratos como a borracha de câmara de ar de pneu de carro ou caminhão, ou até se adaptar um pedaço de PVC como uma luva, caso se queira trabalhar com pressões mais elevadas.

uniões com luvas de borracha :

São feitas utilizando-se câmaras de ar de pneu de automóvel ou caminhão, com cerca de 50 cm de comprimento, que devem ser utilizadas como luvas para unir 2 tubos de bambu de diâmetros iguais ou diferentes. A seguir, esta união deve ser cuidadosamente amarrada com tiras do mesmo material as quais devem ser cortadas com cerca de 5 a 10 cm de largura, aproximadamente 2 metros de comprimento e amarradas firmemente superpondo-se cerca de 8 camadas destas tiras. Temos observado que estas uniões de borracha não se deterioram quando enterradas no solo, já tendo atingido 5 anos de funcionamento. Quanto a pressão de trabalho, recomenda-se seu uso para pressões máximas da ordem de 2,5 atm (25 mca). Esta união apresenta um custo extremamente baixo, já que a borracha de pneu usado é praticamente jogada fora pelos borracheiros, é fácil de manusear no campo e também muito fácil de ser trocada caso ocorra algum problema de manutenção.

uniões com luvas de bambu

Devem ser feitas para tubos de diâmetros semelhantes, que são unidos internamente ou externamente por pedaços de bambu de diâmetros menores ou maiores e com cerca de 10 cm de comprimento, devendo tal luva de bambu, encostar no primeiro nó de cada colmo unido. A vedação deve ser feita como no caso anterior. A desvantagem neste caso é que trata-se de uma união rígida e portanto sujeita a trincar ou rachar durante o manuseio.

união com encaixe direto

Pode ser usada para unir tubos de diâmetros diferentes pelo encaixe de um tubo dentro do outro. A vedação deve ser feita como nos casos anteriores. A desvantagem desta união é a maior perda de carga que vai provocar no escoamento.

união com luva de pvc

Deve ser utilizada quando se pretende trabalhar com pressões superiores as indicadas para os casos anteriores, é seguramente melhor que as anteriores porém, vai implicar também em alguma elevação de custos.

A Figura 7 mostra algumas das diferentes uniões que podem ser utilizadas.

A

B

C

Figura 7. Uniões dos tubos de bambu.

A- Luva de borracha B- Luva de bambu C- Encaixe direto.

ARMAZENAMENTO DOS COLMOS.

A secagem do bambu é um aspecto muito sensível para a sua utilização como tubulação e deve ser evitada o máximo possível, pois existe o risco do bambu apresentar pequenas rachaduras enquanto seca, o que seguramente vai comprometer sua utilização como tubulação pressurizada.

Os colmos de bambu devem ser armazenados quando necessário, em local coberto e ventilado e pelo menor espaço de tempo possível, evitando que sequem rapidamente.

PERDA DE CARGA EM TUBOS DE BAMBU

A fórmula de Hazen-Willians tem seu uso generalizado para cálculo da perda de carga em tubulações de diferentes materiais, novas ou em uso, para diâmetros maiores que 50 mm (0,05 m), tendo a seguinte expressão :

$$J = 10,647 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}}$$

onde :

J = Perda de carga unitária (m/m)

Q = Vazão (m³/s)

D = Diâmetro (m)

C = Coeficiente de rugosidade do conduto.

Em trabalho que está sendo atualmente desenvolvido para a determinação das características hidráulicas de tubos do bambu gigante, já foram determinados preliminarmente os seguintes valores para o coeficiente de rugosidade C da fórmula de Hazen-Willians, de acordo com o tipo de ferramenta utilizada para usinagem interna dos diafragmas (nós) :

Tipo de ferramenta	C
Impacto-manual	60,57
Giratória-elétrica	99,70

PRESSÃO DE RUPTURA DOS TUBOS DE BAMBU

De acordo com testes preliminares que estão sendo conduzidos, os tubos de bambu gigante testados até um comprimento útil de 12 metros podem suportar pressões da ordem de 4 atm (40 mca)

RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE BORRACHA A PRESSÃO

De acordo com os ensaios já efetuados com uniões utilizando borracha de câmara de ar, estas uniões são capazes de suportar pressões da ordem de 2,5 atm (25 mca), o que sugere a necessidade de se melhorar este tipo de união para que fique compatível com os valores das pressões de ruptura que estão sendo obtidas com os tubos de bambu.

INSTALAÇÃO NO CAMPO.

Os tubos de bambu devem ser instalados no campo enterrados no mínimo uns 30 cm evitando assim sua exposição ao sol e ao risco de racharem. Desse modo a irrigação feita com tubos de bambu deve ser do tipo fixa.

O procedimento de instalação é ir colocando os tubos de bambu, fazendo as uniões e tampando com terra, começando pela linha principal. As linhas secundárias são derivadas da linha principal através de tes (pvc) de derivação ou de válvulas de linha que devem ser unidas aos tubos de bambu e amarradas com borracha. Caso seja necessário fazer alguma curva o procedimento é utilizar uma curva de pvc unida ao tubo de bambu.

Quer sejam utilizados tubos tratados quimicamente ou não, os tubos de bambu devem ser mantidos se possível, sempre cheios de água para sua melhor conservação e durabilidade.

A Figura 8 mostra esquematicamente uma linha principal e quatro linhas laterais de um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo de pequeno porte, utilizando tubulação de bambu.

Figura 8. Esquema de sistema de irrigação por aspersão convencional utilizando tubos de bambu.

FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NO CAMPO.

Alguns cuidados e observações, são comentados a seguir e devem sempre que possível serem seguidos. Do mesmo modo, devem surgir novas observações e sugestões, fruto da experiência de cada um, e que servirão sem dúvida para melhorar mais o sistema de irrigação aqui proposto.

O sistema de irrigação com tubos de bambu deve ser utilizado enterrado no solo (30 cm), para sua maior durabilidade.

O sistema de irrigação com o bambu deve ser mantido sempre cheio de água, para sua melhor conservação.

O sistema de irrigação aqui proposto, implantado a 5 anos, utilizando tubos de bambu tratados e não tratados, apresenta os tubos de bambu tratados ainda em funcionamento enquanto os tubos de bambu não tratados se deterioraram num tempo médio de 2 anos e foram sendo substituídos quando estragavam, de modo que o sistema se manteve sempre em completo funcionamento.

A pressão utilizada em nosso trabalho foi de 1,5 atm (15 mca), que é suficiente para o acionamento de aspersores de pequeno porte. Pressões maiores podem ser utilizadas, porém, deve-se tomar especial cuidado com a resistência das emendas. De acordo com trabalho que está sendo atualmente desenvolvido, a união com borracha é recomendada para trabalhar com pressões de até 2,5 atm (25 mca). Para pressões maiores recomenda-se utilizar outro tipo de união como luvas de pvc amarradas com borracha.

Inicialmente a água que fica dentro do bambu apresenta um forte cheiro, que desaparece após alguns minutos de funcionamento e que nada mais é do que a transformação química de substâncias do próprio bambu.

Utilizando-se a borracha de pneu (câmara de ar), pode-se unir facilmente o bambu a outro tipo de material, como o PVC, mesmo que os diâmetros sejam diferentes. Este mesmo material deve ser utilizado quando for necessário ser feito algum reparo nas linhas, pela sua facilidade de manuseio.

Pode-se também, testar outras variedades de bambu para serem utilizadas como tubos de condução de água para a irrigação, porém, estas devem possuir dimensões adequadas para tal fim, como as espécies gigantes.

O bambu é uma cultura que se reproduz facilmente e que apresenta uma grande produção. Portanto, onde não existir a espécie de bambu sugerida neste trabalho, pode-se plantá-la e rapidamente se obter sua própria fonte de bambu.

Observa-se também, que no sistema de irrigação aqui proposto, justamente por se utilizar de um material simples e barato como é o bambu, procurou-se utilizar técnicas e equipamentos que fossem as mais simples e baratas passíveis, possibilitando assim, a sua adoção e instalação na própria propriedade rural, especialmente para os pequenos produtores.

Para o corte dos colmos a serem usados como tubos, procurar os colmos que tenham no mínimo 2 - 3 anos de idade, pois colmos mais jovens não tem ainda boa resistência a pressão. Os de 3 ou mais anos são mais fáceis de identificar pois estão mais para dentro da moita e apresentam quase sempre manchas espalhadas pelos internós. Os colmos mais jovens, que estão na parte mais externa da moita, não devem ser utilizados.

Utilizar colmos que aparentemente não apresentem defeitos visíveis como rachos, furos de insetos, etc.

A figura 9 mostra uma linha lateral enterrada em funcionamento, utilizando tubos de bambu.

Figura 9. Linha lateral de bambu enterrada em funcionamento.

MATERIAL NECESSÁRIO.

Para o tratamento químico caseiro-Processo boucherie modificado :-

Tambor de 200 litros com tampa, para colocação de pressão interna.

Compressor manual
Manômetro
Câmara de ar de pneu : de automóvel ou caminhão
Produto químico
Um registro
Uma saída tripla para tratamento simultâneo de 3 tubos de bambu.

Para remoção dos nós e usinagem interna manual.

Cano de ferro de 30 cm de comprimento (ferramenta)
Cano de ferro de 2 - 3 metros de comprimento (cabo)
Lima para afiação da ferramenta de corte

Para instalação do aspersor

Furadeira manual
Serra copo de 1 1/2"
Adaptador de ferro de 1 1/2" para 1"
Grinco ou o próprio adaptador com cabo para fazê-lo girar
Veda rosca

Para instalação no campo

Sulco ou canaleta de 30 cm de profundidade para enterrar os tubos de bambu
Luvas de borracha ou pvc para união
Tiras de borracha para amarração
Cotovelo de derivação, Tes ou válvulas de linha para as derivações

CONCLUSÃO

Muito embora o bambu seja um material muito antigo e tenha milhares de usos entre os povos orientais, para nós ele ainda é um material muito pouco utilizado, sendo praticamente desconhecidos os vários tipos de bambu e suas diferentes características e aplicações, exceto talvez os gêneros **Phyllostachys** (cana da Índia) e **Bambusa** que são utilizados como vara de pescar, na fabricação de móveis, utensílios , artesanato e fabricação de papel. Outros usos como : material alternativo para construções diversas, engenharia, condução de água, compósitos vegetais, placas compensadas, sarrafos, reflorestamento entre outros, são ainda incipientes, mas começam a despontar pelo trabalho pioneiro de alguns pesquisadores brasileiros.

Acreditamos que pelas suas características silvícolas, biológicas, físicas, mecânicas e também pela diversidade de espécies e aplicações o bambu possa se tornar uma material alternativo para o próximo século, especialmente devido já a quase extinção das nossas madeiras.

Para isto no entanto será necessário um direcionamento de esforços, especialmente para a introdução e reprodução das melhores espécies de bambu, como também o estudo de suas principais características e aplicações.