

DESEMPENHO DE DRENOS DE BAMBU E PVC EM SOLO DE VÁRZEA¹

EUGÊNIO FERREIRA COELHO² e PAULO MAGELA PEREIRA³

RESUMO - A fim de verificar a viabilidade do uso de quatro tipos de materiais drenantes envolvendo o bambu-comum (*Bambusa tuldooides*) e o bambu-gigante (*Bambusa vulgaris*), foram instalados em solo de várzea dois sistemas de drenagem de alívio com drenos a intervalos de 15 m entre si com 0,89 m de profundidade. No sistema 1, de drenagem em solo de condutividade hidráulica saturada de 0,58 m/dia e porosidade drenável 4,9% foram instalados os materiais drenantes bambus em feixes amarrados, drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu e PVC perfurado corrugado. No sistema 2, com solo de condutividade hidráulica saturada de 0,18 m/dia e porosidade drenável de 2,9%, foram instalados os materiais bambus em feixes amarrados, bambus em feixes não amarrados, bambu gigante sem septos e seccionados, e PVC corrugado perfurado. Obtiveram-se dados diários de profundidade do lençol freático, vazão nas saídas dos drenos, e dados pluviométricos entre fevereiro de 1986 e março de 1988. Todos os materiais drenantes apresentaram viabilidade técnica de uso comparados ao PVC perfurado corrugado, sendo que os bambus em feixes não amarrados e drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu foram os que apresentaram melhor desempenho no processo de drenagem.

Termos para indexação: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldooides*, condutividade hidráulica saturada, porosidade drenável.

PERFORMANCE OF BAMBOO AND PVC AS DRAINAGE MATERIALS IN LOWLAND SOIL

ABSTRACT - The objective of this work was to verify the usefulness of the bamboo (*Bambusa tuldooides*) and giant bamboo (*Bambusa vulgaris*) as drainage materials. Two drainage systems were built: System I was set in a soil with saturated hydraulic conductivity of 0,58 m/day and drainable porosity of 4,9%. System 2, in a soil with the saturated hydraulic conductivity of 0,18 m/day drainable porosity of 2,9%. In system 1 three drainage materials were used: tied bundle bamboo, perforated corrugated PVC pipe and a furrow at the bottom of the ditch covered with bamboo sticks arranged across the furrow resulting in a drain similar to mole drain. In system 2 the drainage materials were: tied bundle bamboo, untied bundle bamboo, cut giant bamboo without septum at nodes and perforated corrugated PVC pipe. Each material was installed in three parallel ditches, 35 m long, 15 m apart and depth of 0,89 m. Water table depth, outflow from the drains and rainfall data were measured in the period from February, 1986 to March, 1988. Despite the best performance of untied bundle bamboo and the drains similar to mole drains using bamboo, all the bamboo arrangements tested were efficient as drainage materials.

Index terms: *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldooides*, saturated hydraulic conductivity, drainable porosity.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui 30 milhões de hectares de várzeas irrigáveis que, em seu estado natural, normalmente apresentam o lençol freático próximo da superfície do solo, ocorrendo, muitas vezes, problemas de inundações periódicas,

¹ Aceito para publicação em 25 de novembro de 1991.

² Eng.-Agríc., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada (CNPAl), Caixa Postal 341, Parnaíba, PI.

³ Eng.-Agríc., EPAMIG/FELP, Caixa Postal 47, Leopoldina, MG.

sendo, portanto, áreas de solos excessivamente úmidos (Lamster 1980).

O uso agrícola destas áreas tem apresentado uma tendência crescente, em função das características que as tornam adequadas à prática de agricultura de alta produtividade, dentre as quais a topografia plana e a situação próxima de rios, permitindo o uso de irrigação por gravidade com baixo custo de bombeamento. Na recuperação destas áreas são normalmente executados trabalhos de drenagem e sistematização.

Uma drenagem adequada pode exigir, dependendo do tipo de solo e dos gradientes naturais, a instalação de sistemas de alívio, envolvendo a construção de drenos abertos e cobertos. Os drenos abertos têm apresentado problemas de manutenção no que diz respeito ao assoreamento, uma vez que os taludes não têm sido condizentes com o material de solo. As infestações por plantas invasoras também têm contribuído enormemente para dificultar a manutenção, pelo fato de os usuários, principalmente pequenos e médios produtores, não terem acesso à técnicas de manutenção existentes. A estas dificuldades somam-se a perda de área útil de plantio e problemas de movimentação de máquinas. Nota-se, portanto, a importância do uso de drenos cobertos, que também apresentam desvantagens, principalmente quanto ao custo da instalação.

O produtor muitas vezes não dispõe de recursos suficientes para introdução de sistemas de drenagem usando os materiais drenantes do tipo PVC, polietileno de alta densidade, concreto poroso ou cerâmica, existentes no mercado. É necessário, portanto, o estudo de alternativas que visem minimizar os custos ao produtor na instalação de drenos cobertos.

O bambu comum (*Bambusa tudoides*), bambu-gigante verde (*Bambusa vulgaris*) e o bambu-gigante verde-amarelo (*Bambusa vulgaris vitata*) são espécies comuns em muitas regiões do Brasil. Estas plantas têm sido usadas em cercas, quebra-ventos, na fabricação de objetos de uso doméstico, construção de casas, pontes, calhas ou condutos de água.

O bambu, como material drenante, tem sido usado na Índia desde 1968, tendo-se apresenta-

do bastante adequado à situação dos pequenos produtores daquele país (Appu 1973).

Os bambus em feixes têm sido usados como material drenante no Brasil, carecendo, entretanto, de conhecimentos de eficiência e durabilidade para maior segurança do agricultor.

Nwa (1981), verificando a viabilidade do uso do bambu-gigante cortado em varas de quatro metros, com perfurações de 6 mm de diâmetro, concluiu poder ser este material efetivamente usado em drenagem agrícola.

No que diz respeito à vida útil, o bambu como mourão de cerca sem tratamento atinge em torno de 15 meses, sendo que, tratado, pode atingir de cinco a doze anos, (Biella 1977); não existem informações quanto ao uso do bambu como material drenante.

O presente trabalho tem por objetivo verificar a viabilidade técnica e o desempenho do bambu como material drenante, sob diferentes arranjos em comparação ao tubo de PVC perfurado corrugado, em drenos cobertos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma várzea da Fazenda Experimental de Leopoldina, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em novembro de 1985.

A partir da variação espacial das propriedades físico-hídricas diretamente influentes no processo de drenagem (porosidade drenável e condutividade hidráulica saturada), observadas nas Tabelas 1 e 2, optou-se pela construção de dois sistemas de alívio (Fig. 1).

Os drenos laterais tiveram o espaçamento de 15 m e comprimento de 35 m, o que foi estabelecido em função da área disponível e dos materiais drenantes propostos, apresentando seção trapezoidal de base menor (fundo), de 0,50 m, base maior, de 1,54 m, profundidade 0,89 m, e declividade média de 0,3%, valor acima do mínimo estabelecido por Donnan & Schwab (1974).

No sistema 1, cujas características físicas e físico-hídricas do solo são apresentadas na Tabela 1, os materiais drenantes usados foram: bambus em feixes amarrados, tubos de PVC com perfurações circulares de 5 mm, diâmetro 0,10 m com corrugações e toletes de bambus, para uso nos drenos similares aos do tipo toupeira (Fig. 2).

TABELA 1 - Características físicas e físico-hídricas do solo referente ao sistema de drenagem 1.

Profundidade (m)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Argila (%)	Silte (%)	Classif. textural	Dens. solo (g/cm ³)	Dens. partic. (g/cm ³)	Porosid. total (%)	Macropo- rosidade (%)	Teor de água a tensão (kpa)			Conduktiv. hidráulica saturação (m/dia)	
										10	30	500		
0-0,45	24	10	27	39	Franco argiloso	1,27	2,55	49,80	3,98	39,23	37,33	36,03	32,50	29,57
0,45-0,80	38	14	25	23	Franco argilo-arenoso	1,38	2,54	42,42	6,31	25,70	23,63	21,77	18,03	16,40
0,80-1,20	28	16	31	24	Franco	1,13	2,64	57,20	4,73	29,50	28,60	27,50	25,90	25,60

TABELA 2 - Características físicas e físico-hídricas do solo referente ao sistema de drenagem 2.

Profundidade (m)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Argila (%)	Silte (%)	Classif. textural	Dens. solo (g/cm ³)	Dens. partic. (g/cm ³)	Porosid. total (%)	Macropo- rosidade (%)	Teor de água a tensão (kpa)			Conduktiv. hidráulica saturação (m/dia)	
										10	30	500		
0-0,45	25	11	36	39	Franco argiloso	1,25	2,53	50,00	2,96	38,57	37,46	36,06	33,40	32,18
0,45-0,80	15	12	27	43	Argiloso	1,06	2,58	58,86	2,02	50,52	49,16	47,50	44,75	42,27
0,80-1,20	19	21	31	30	Franco argiloso	1,09	2,58	57,74	3,59					0,18

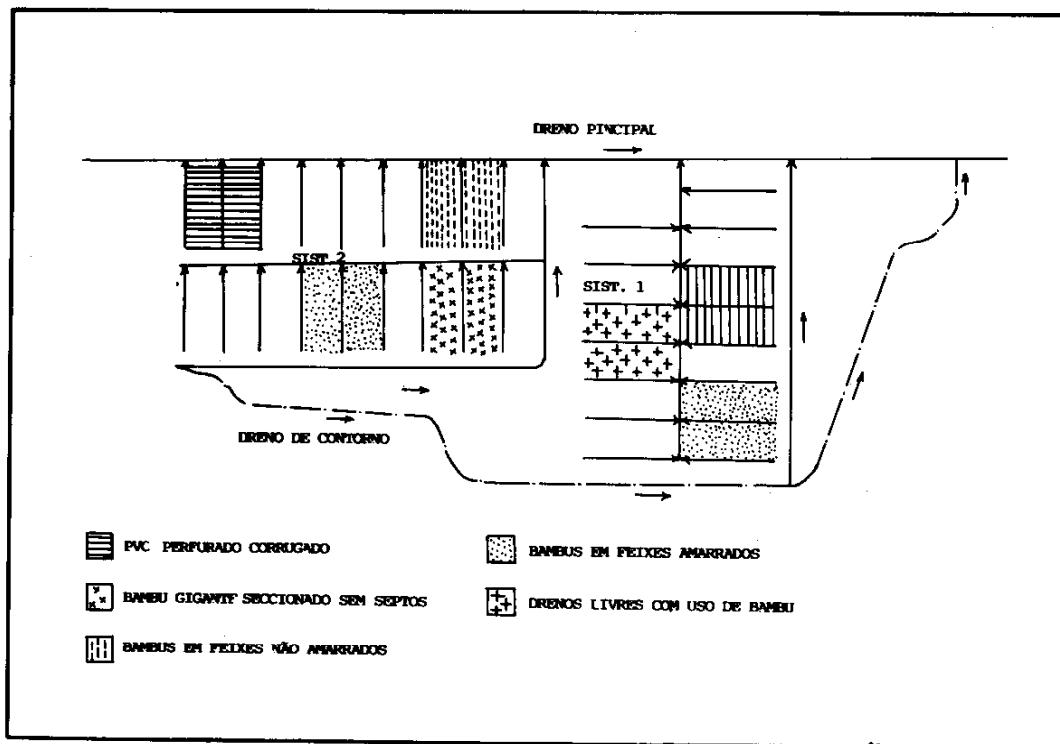


Fig. 1. Distribuição dos materiais drenantes nos sistemas de drenagem.

Os feixes tiveram comprimento de 6 m e diâmetro entre 0,25 a 0,30 m, tendo sido amarrados com cordões de nylon e dispostos de modo a manter as pontas entrelaçadas, com um envoltório de plástico fino na parte superior (PROVARZEAS 19..). No caso dos drenos similares aos do tipo toupeira, com uso de bambu, as varas individuais foram cortadas em toletes de 0,50 m de comprimento. Uma vez aberta, no fundo do dreno, uma canaleta de 0,27 m de largura por 0,18 m de profundidade, os toletes foram dispostos de modo estivado sobre a canaleta, a espaços de 0,02 a 0,04 m. Estendeu-se, em seguida, sobre os toletes, um plástico fino (Fig. 2), a fim de evitar carreamento de material para o interior do dreno. Assim, obteve-se um canal subterrâneo sem paredes impermeáveis, exceto na parte superior, onde os toletes de bambu foram dispostos juntamente com o plástico.

Foi utilizada como envoltório para os tubos de PVC perfurados, brita número zero, sendo sua espessura de 0,10 m.

No sistema 2, cujas características do solo se encontram na Tabela 2, repetiram-se os materiais bam-

bus em feixes amarrados e tubos de PVC perfurados corrugados. Usou-se, também, bambu gigante seccionado sem septos, e bambu em feixes não amarrados (Fig. 2).

O bambu gigante teve inicialmente seus nós vazados, sendo em seguida seccionado em partes de 0,30 m de comprimento, valor recomendado por Pizarro (1978) para o caso de manilhas. As seções foram dispostas em seqüência no fundo do dreno, a espaços, entre si, de 0,001 m, com um envoltório de brita número zero de 0,10 m de espessura, valor mínimo estabelecido pelo U.S. Bureau of Reclamation para envoltórios (Willardson 1974). No caso dos bambus em feixes não amarrados, estes, de 6 m de comprimento, foram dispostos nos drenos de modo a coincidir a metade do comprimento de um feixe superior com a junção de dois feixes inferiores (Fig. 2).

Nos dois sistemas, repetiu-se o material tubos de PVC perfurados, uma vez que é considerado viável tecnicamente, e o bambu em feixes amarrados, de uso corrente na agricultura, permitindo comparação com outros materiais testados.

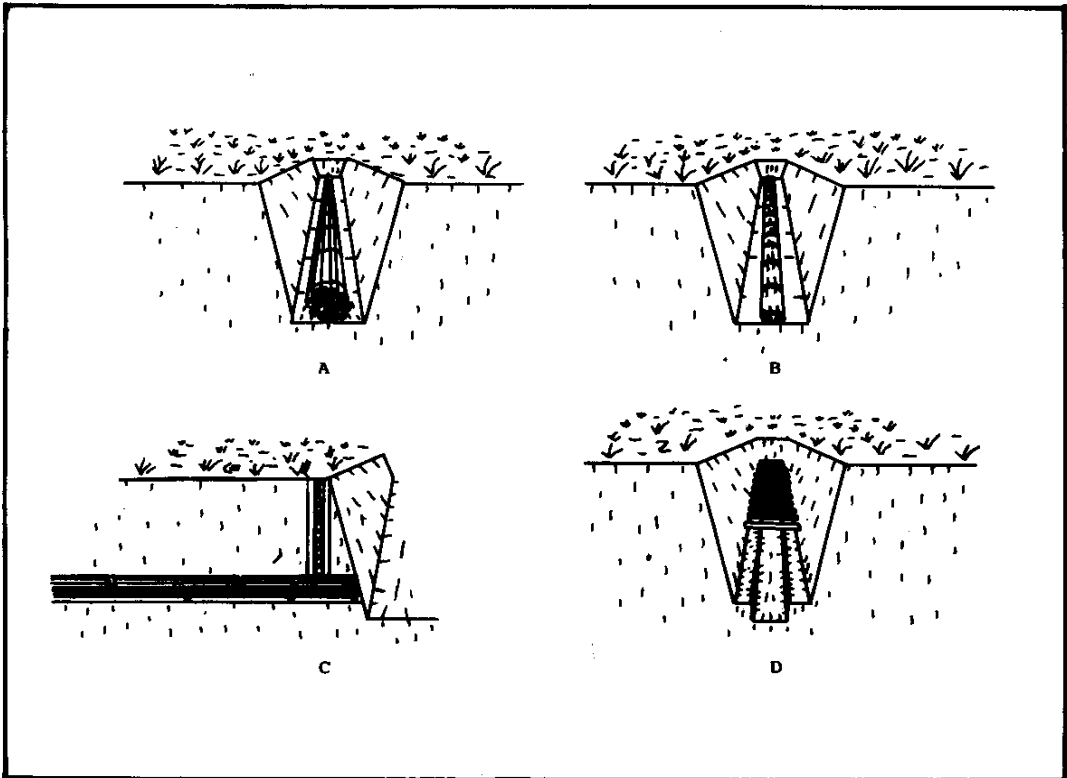


Fig. 2. Materiais drenantes utilizados no experimento: a) bambus em feixes amarrados; b) bambu-gigante sem septos e seccionado; c) bambus em feixes não amarrados e d) drenos similares aos do tipo toupêira com uso de bambu.

Cada material drenante foi instalado em três drenos paralelos consecutivos, de forma a ter-se um dreno central, efetivo para coleta de dados, e dois drenos para controle do efeito de bordadura. A fim de se medir diariamente a posição do lençol freático, foram distribuídos poços de observação, entre os drenos, conforme Millar (1978). Os poços foram construídos com tubos perfurados de PVC de diâmetro 0,05 m, segundo descrição de Pizarro (1978). As medidas de vazão na saída dos drenos foram feitas diariamente pelo método direto, conforme Bernardo (1982), e os dados de precipitação foram tomados na mesma frequência ao lado da área experimental.

Os dados de profundidade do lençol freático associados aos de vazão na saída dos drenos e precipitação foram coletados num período de 25 meses (fevereiro/86 a março/88). No período compreendido entre fevereiro/86 e novembro/87, os dados coletados no sistema 1 não foram suficientes para permitir uma ava-

liação dos materiais drenantes contidos neste sistema.

Foram feitas análises de comportamento do lençol freático e vazão na saída dos drenos com o tempo em todo o período de observação.

Nos dois sistemas foram selecionados diferentes períodos de estiagem dentro dos períodos chuvosos para observação da taxa de rebaixamento do lençol freático com a profundidade conforme Taylor & Goins (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema de drenagem 1

As profundidades médias mensais do lençol freático obtidas com os diferentes materiais drenantes são apresentadas na Tabela 3, e as variações diárias destas profundidades, bem como

as variações de precipitação, são mostradas na Fig. 3.

Nota-se que os drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu e os drenos de PVC perfurado corrugado apresentaram valores de profundidades médias mensais do lençol freático muito próximos entre si, sendo superiores a 0,60 m em pelo menos 93% de cada mês observado.

A Fig. 4 mostra a taxa de rebaixamento do lençol freático com a profundidade média do perfil para os drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu e PVC perfurado corrugado. A curva pertencente a cada material drenante foi obtida em épocas diferentes, por

TABELA 3 - Valores referentes a profundidade média do lençol freático (m) para os materiais drenantes propostos - Sistema de drenagem 1.

Precipitação	Nov/87	Dez/87	Jan/88	Fev/88	Mar/88
	178	313	119	292	35,5
Mat. drenante					
PVC perfurado corrugado	-	0,82	0,89	0,85	0,89
Bambu feixe amarrado	0,48	0,53	0,69	0,62	0,75
Dreno livre com uso de bambu	0,82	0,88	0,90	0,85	0,90

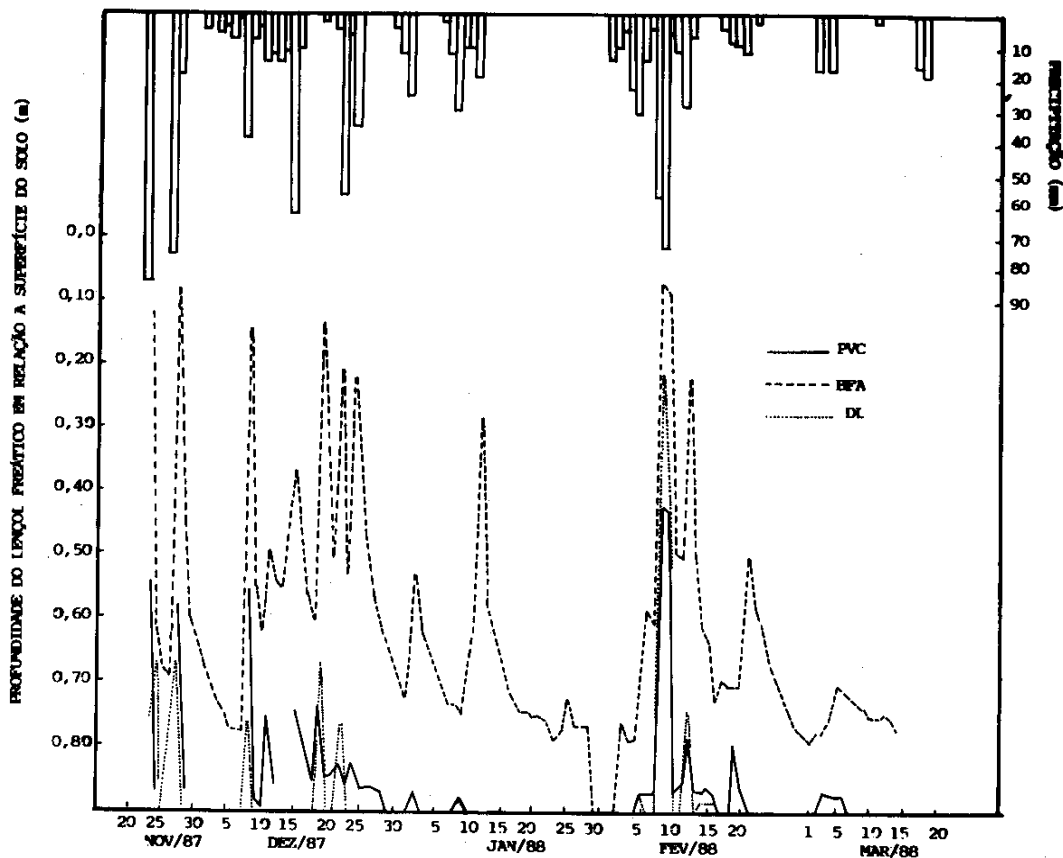


Fig. 3. Comportamento do lençol freático entre os drenos nos períodos chuvosos de 1987 e 1988 para os materiais drenantes: PVC perfurado corrugado (PVC); bambu em feixes amarrados (BFA); e drenos similares ao do tipo toupeira com uso de bambu (DL).

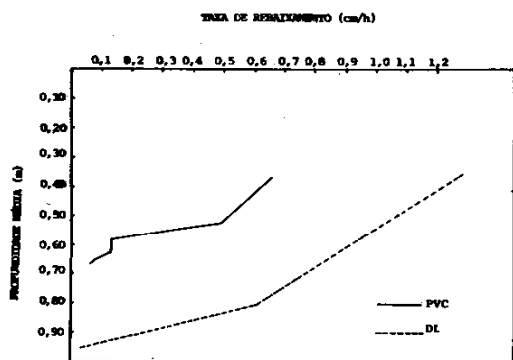


Fig. 4. Taxa de rebaixamento do lençol freático com a profundidade para os materiais drenantes PVC perfurados corrugados (PVC), no período de 27.11.87 a 03.12.87 e drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu (DL) no período de 08.02.88 a 10.02.88.

falta de dados para comparação num mesmo período.

A curva referente ao PVC perfurado corrugado foi obtida a partir de dados tomados após a recarga do lençol freático, num período sem ocorrência de precipitações (27.11.87 a 03.12.87), enquanto a curva referente aos drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu foi obtida num período de constantes precipitações, embora sempre inferiores a 30 mm/dia (08.02.88 a 20.02.88).

Os valores mais altos da taxa de rebaixamento, em dada profundidade, ocorreram entre os drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu, apesar das condições de mais alta umidade do solo decorrentes das precipitações durante o rebaixamento. Considerando as mesmas precipitações em qualquer período, a vazão foi maior nestes drenos, para uma mesma área de contribuição de fluxo. Isso indica maior volume de água drenada num determinado período.

A Fig. 5 mostra elevações bruscas das vazões seguidas de quedas rápidas, em condições de precipitações acentuadas, conferindo a resposta imediata dos drenos sob os diferentes materiais drenantes à recarga do lençol freático.

Observou-se, em todos os meses, para um

mesmo regime pluvial, melhor desempenho dos drenos similares aos do tipo toupeira com uso de bambu seguido pelos drenos em que se usaram tubos de PVC perfurados corrugados. O dreno similar ao do tipo toupeira com uso de bambu, exceto na parte superior do canal subterrâneo, apresenta o restante de sua superfície lateral eficiente na captação de água, o que não ocorre nos tubos de PVC perfurados. O material também apresenta todo o seu interior desobstruído, permitindo livre escoamento da água, o que não ocorre nos feixes amarrados.

No período observado, não houve indícios de redução na eficiência dos materiais drenantes com o tempo, uma vez que as profundidades do lençol freático sob regimes pluviais semelhantes, em épocas distintas, apresentaram valores estáveis, coerentes com as precipitações médias (Fig. 3).

Sistema de drenagem 2

As variações diárias das profundidades do lençol freático entre os diferentes materiais drenantes, bem como as variações de precipitação, podem ser observadas nas Fig. 6 e 7.

A Tabela 4 apresenta os valores das profundidades médias mensais do lençol freático obtidas com estes materiais nos períodos chuvosos ocorridos entre fevereiro/86 e março/88.

Observam-se, pela Tabela, maiores valores da profundidade do lençol freático entre os drenos de bambus em feixes não amarrados, seguido pelos drenos de bambus em feixes amarrados; entretanto, estes materiais drenantes tiveram comportamento coincidente em 59% do período observado (Fig. 6 e 7), apresentando desempenho superior ao dos materiais bambu-gigante sem septos seccionado e tubos de PVC perfurados corrugados. A taxa de rebaixamento do lençol freático com a profundidade média do perfil reforça essas afirmações, uma vez que para uma mesma profundidade (Fig. 8) os maiores valores ocorreram para os drenos contendo bambus em feixes não amarrados.

Os materiais bambu-gigante sem septos seccionado e tubos de PVC perfurados corrugados apresentaram comportamento da profundidade

do lençol freático com o tempo coincidentes, principalmente de novembro/87 a março/88, o que se verifica também pelas curvas de taxa de rebaixamento.

A taxa de rebaixamento referente a todos os

materiais drenantes teve um comportamento crescente imediatamente após a recarga do lençol freático, decrescendo, entretanto, com o aumento da profundidade do perfil do solo. Este comportamento é devido às linhas de corren-

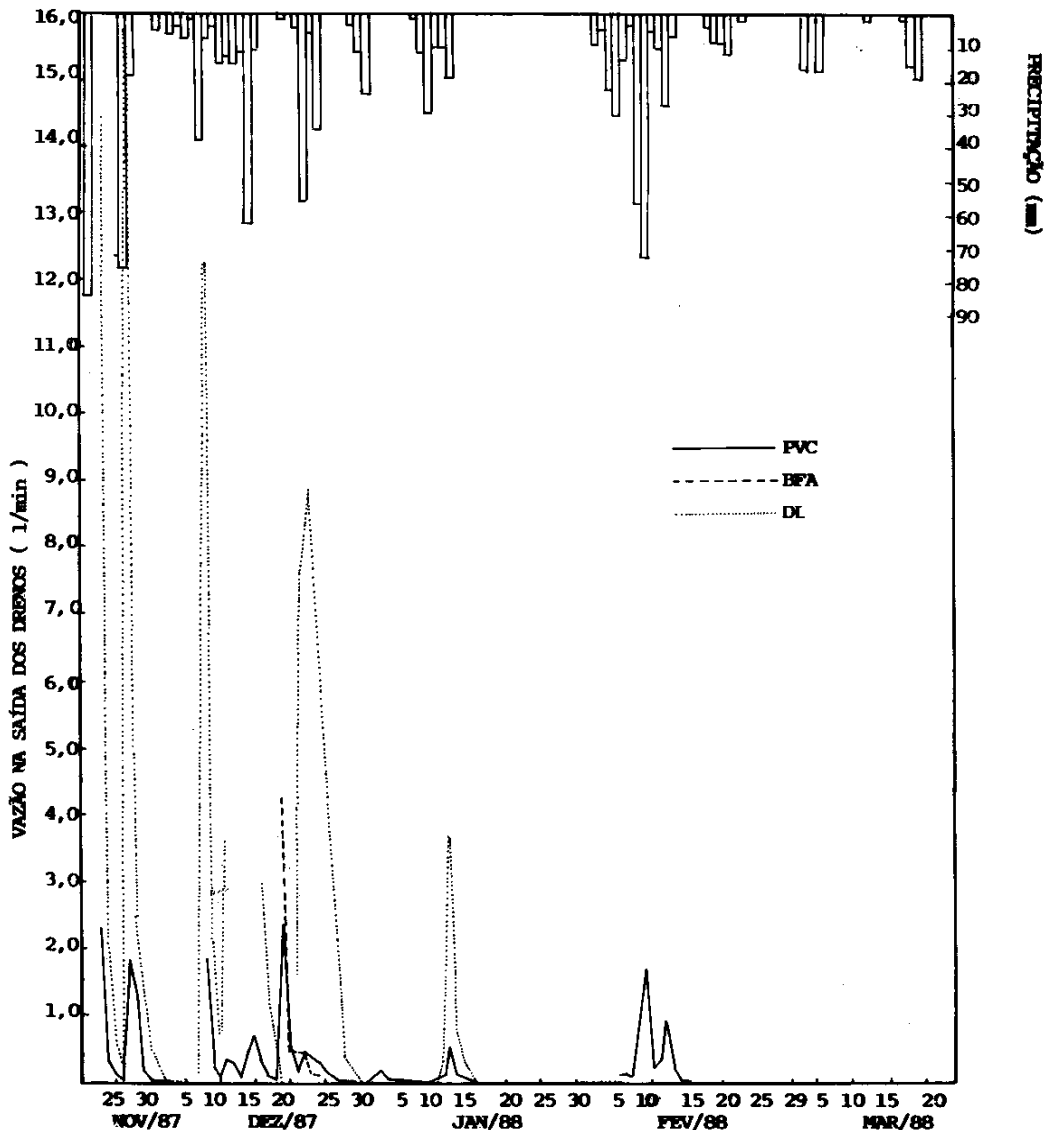


Fig. 5. Vazão dos drenos durante os períodos chuvosos de 1987 e 1988 para os materiais drenantes PVC perfurado corrugado (PVC); bambus em feixes amarrados (BFA); e drenos similares ao do tipo toupeira com uso de bambu (DL).

te que se tornam mais longas à medida que o lençol freático se rebaixa no perfil, causando redução nos gradientes de potencial. Nestas profundidades maiores, a perda de carga das partículas de água na vizinhança dos drenos torna-se menor em relação à perda de carga total, reduzindo o efeito do tipo de material drenante. Justificam-se, assim, os valores da taxa de rebaixamento próximos entre si, a estas profundidades, independentemente do material drenante (Fig. 8).

O melhor desempenho observado pelos drenos de bambus em feixes não amarrados pode ter sido causado pelo maior diâmetro em relação aos outros materiais, uma vez que cada

feixe envolveu cerca de 22 varas, havendo, portanto, maior área de penetração de água no dreno; os feixes amarrados envolveram doze varas. O bambu-gigante seccionado, da maneira que foi instalado, apresentou um área de entrada de água de 11,18 cm²/m, valor inferior ao encontrado nos tubos de PVC perfurados e corrugados, cuja área perfurada foi de 61,25 cm²/m.

Durante todo o período observado, o desempenho dos materiais drenantes não sofreu alterações que reduzissem a eficiência destes materiais, conforme os valores das taxas de rebaixamento (Fig. 8 e 9), das profundidades diárias (Fig. 6 e 7) e das médias mensais do lençol freático (Tabela 4), que não apresentaram dife-

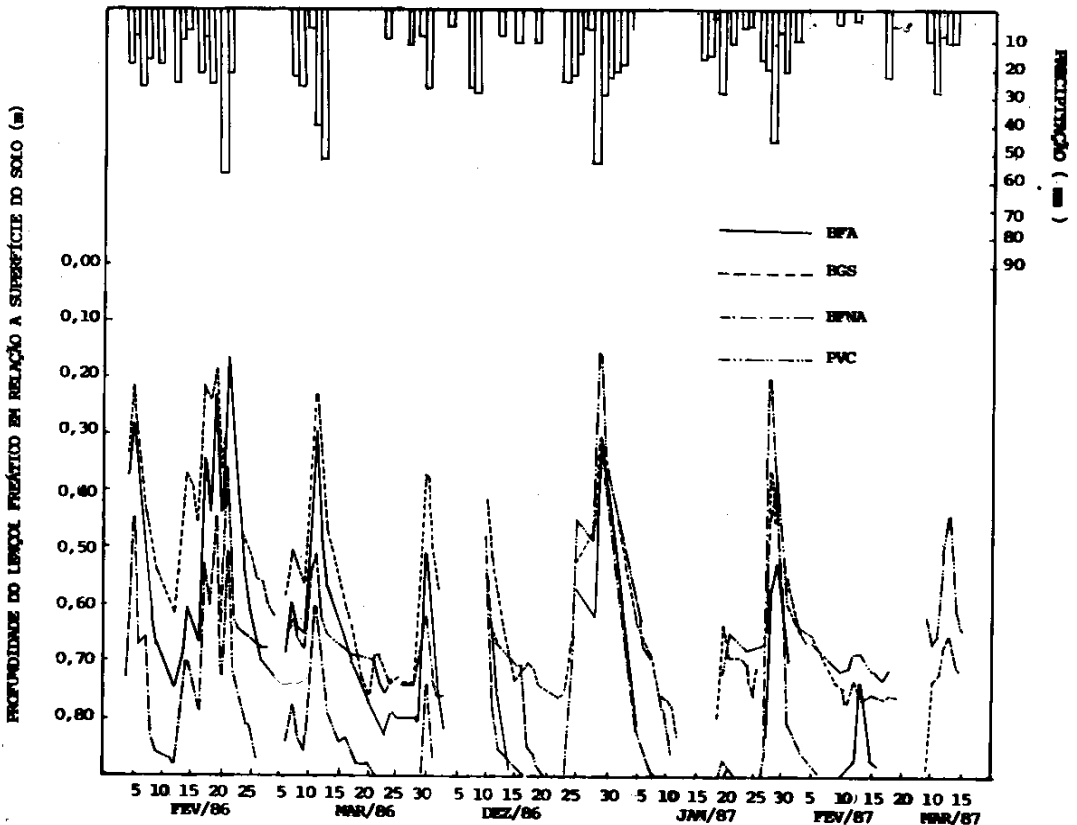


Fig. 6. Comportamento do lençol freático entre os drenos nos períodos chuvosos de 1986 e 1987 para os materiais drenantes: bambus em feixes amarrados (BFA); bambu-gigante sem septos seccionado (BGS), bambus em feixes não amarrados (BFNA), PVC perfurado corrugado (PVC);

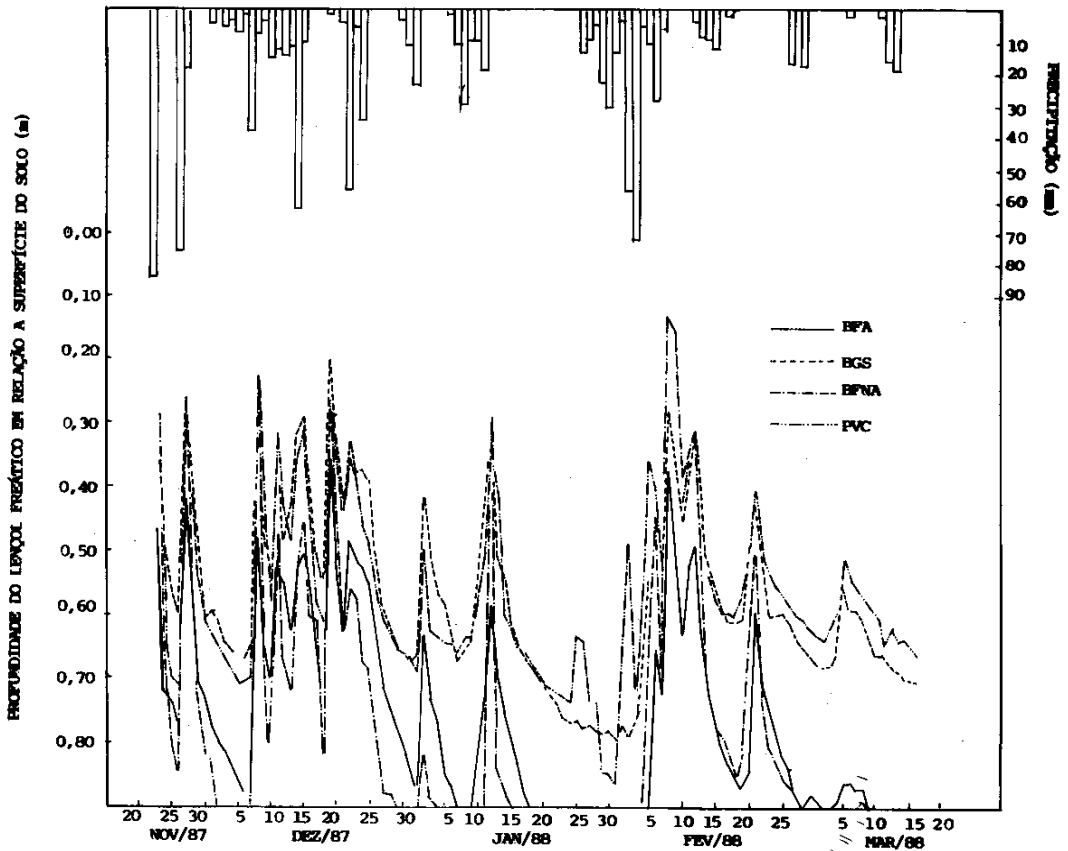


Fig. 7. Comportamento do lençol freático entre os drenos nos períodos chuvosos de 1987 e 1988 para os materiais drenantes: bambu em feixes amarrados (BFA); bambu-gigante sem septos seccionado (BGS), bambu em feixes não amarrados (BFNA), PVC perfurado corrugado (PVC);

TABELA 4 - Valores referentes a profundidade média do lençol freático (m) para os materiais drenantes propostos - Sistema 2.

Precipitação	Fev/86	Mar/86	Dez/86	Jan/87	Fev/87	Mar/87	Nov/87	Dez/87	Jan/88	Fev/88	Mar/88
	258	264	232	189	39	67	178	313	119	292	35,50
Mat. drenante											
Bambu em feixe amarrado	0,52	0,60	0,72	0,84	-	-	0,64	0,66	0,75	0,75	0,88
Bambu em feixe não amarrado	0,71	0,84	0,74	0,85	-	-	0,61	0,71	0,86	0,69	0,94
Bambu gigante seccionado	0,42	0,62	0,60	0,73	0,73	0,73	0,47	0,49	0,65	0,56	0,66
PVC perfurado corrugado	0,59	0,68	0,67	0,74	0,66	0,52	0,52	0,52	0,66	0,50	0,61

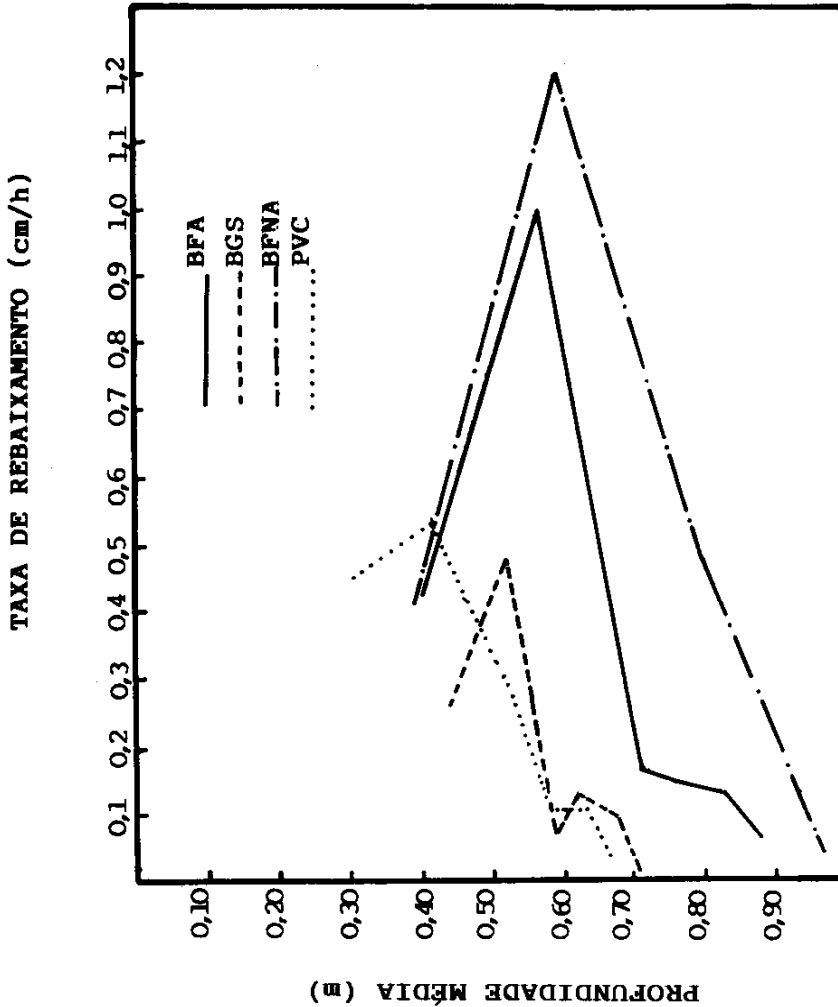


Fig. 8. Taxa de rebaixamento do lençol freático com a profundidade para os materiais drenantes: bambus em feixes amarrados (BFA); bambu-gigante vazados seccionado (BGS), bambus em feixes não amarrados (BFNA), PVC perfurado corrugado (PVC) no período de 27.11.87 a 06.12.88

renças relevantes para os mesmos valores de precipitação tomados em períodos distintos a partir da instalação do sistema.

As Fig. 9 e 10 retratam o comportamento da descarga dos drenos para os diferentes tipos de materiais drenantes, no sistema 2, sendo que não houve tendência de um material drenante se destacar dos demais, nem houve coerência do

comportamento da descarga dos drenos com o comportamento do lençol freático.

As maiores vazões ocorreram entre os drenos de tubos de PVC perfurados corrugados (Fig. 10); entretanto, a diferença entre as descargas nos materiais drenantes não foi relevante, considerando um mesmo regime pluvial (Fig. 9 e 10).

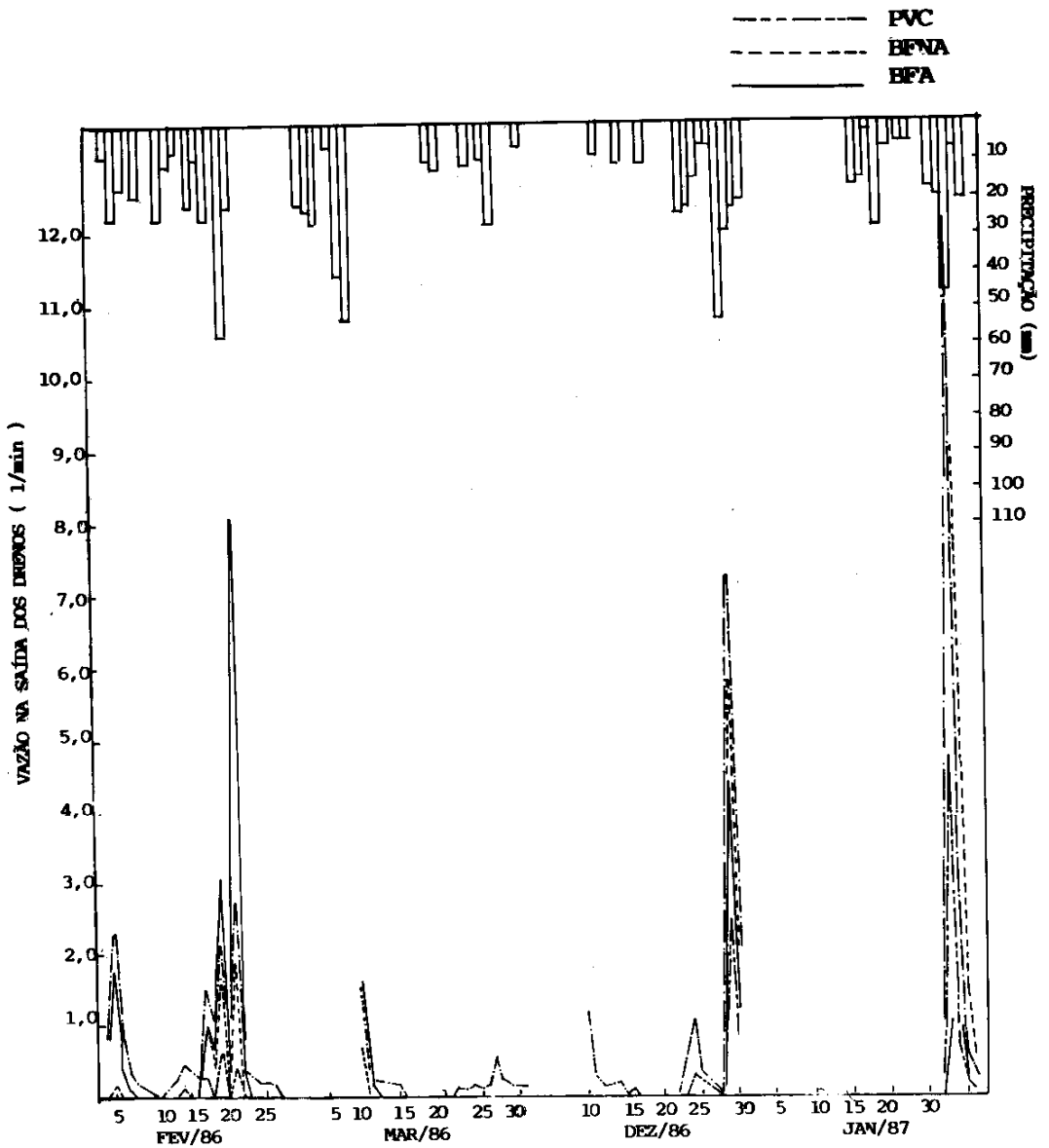


Fig. 9. Vazão nas saídas dos drenos no período chuvoso de 1986 a 1987 para os materiais drenantes PVC perfurado corrugado (PVC); bambu em feixes não amarrados (BFNA); bambus em feixes amarrados (BFA); bambu-gigante sem septos sectionado (BGS).

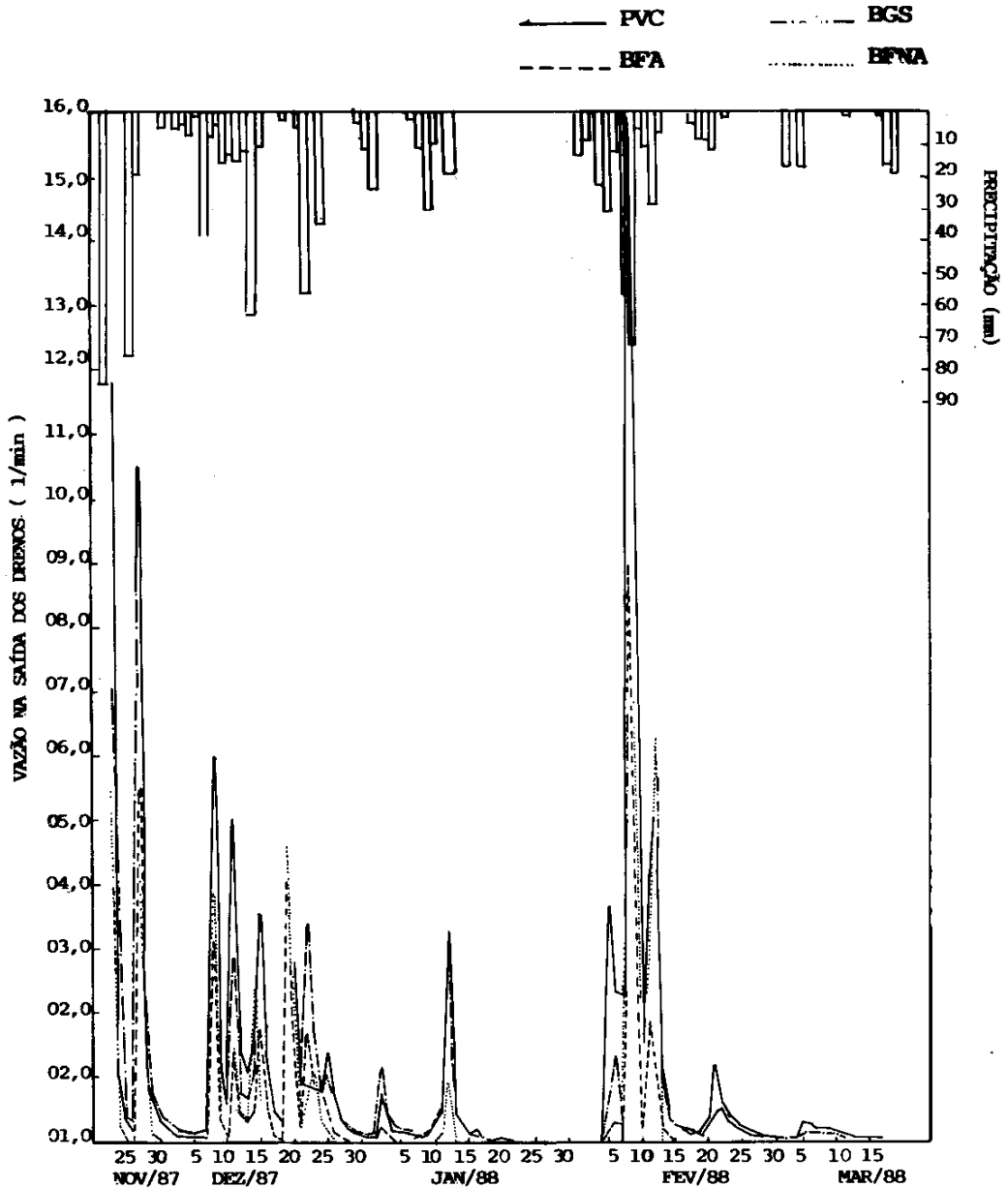


Fig. 10. Vazão nas saídas dos drenos no período chuvoso de 1987 e 1988 para os materiais drenantes PVC perfurado corrugado (PVC); bambus em feixes amarrados (BFA); bambu-gigante sem septos seccionado (BGS); bambus em feixes não amarrados (BFNA).

CONCLUSÕES

1. Todos os materiais drenantes apresentaram viabilidade técnica de utilização, comparados ao material PVC perfurados corrugados.

2. No sistema 1, os drenos similares aos do tipo toupeira, com uso de bambu, apresentaram melhor desempenho, comparados aos de PVC perfurado corrugado e de bambus em feixes amarrados.

3. No sistema 2, o material drenante bambus em feixes não amarrados apresentou melhor desempenho na drenagem, em comparação com o dos materiais bambus em feixes amarrados, bambu-gigante seccionado, e PVC perfurado corrugado.

4. Nenhum material drenante apresentou alterações que modificassem seu desempenho no período observado.

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG, ao PROVÁRZEAS Nacional pelo financiamento do projeto e ao Centro Nacional de Pesquisa em Agricultura Irrigada - CNPAI, especialmente ao Comitê de Publicações pela valorosa contribuição na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

APPU, P. S. The bamboo tubewell. *The overseas Hindustan Times*, v.24, n.28, p.8, 1973.

BERNARDO, S. *Manual de Irrigação*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1982.

BIELLA, L. C. *Cultura de bambu*. Piracicaba: ESALQ/USP/CEF, 1977. 18p.

DONNAN, V. W.; SCHWAB, G. O. Current drainage methods in USA. In: SCHILFGAARDE, van (Ed.). *Drainage for Agriculture*. Madison: Society of Agronomy, 1974. p.93-113 (Agronomy, 17).

LAMSTER, E. C. Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas - PROVÁRZEAS NACIONAL - *Informe Agropecuário*, v.6, n.65, p.3-8, 1980.

MILLAR, A. A. *Drenagem de terras agrícolas, bases agronômicas*. São Paulo: McGraw - Hill do Brasil, 1978. 276p.

NWA, E. W. Using the bamboo (*Bambusa vulgaris*) as field drainage material. *Transactions of the ASAE*, v.24, n.4, p.974-976, 1981.

PIZARRO, F. *Drenagem agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid: Agrícola Espanhola, 1978. 525p.

PROVARZEAS. Aproveite melhor sua várzea; faça dreno coberto de bambu. [S.l.:s.n.,19..] 8p.

TAYLOR, G. S.; GOINS, T. Characteristics of water removal in a tile-drained humic-gley. *Soil Science Society America Proceedings*. v.21, p.575-580, 1957.

WILLARDSON, L. S. Envelope materials. In: SCHILFGAARDE, J. van (Ed.) *Drainage for agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1974. p.179-197. (Agronomy, 17).