

AValiação Na Drenagem Subterrânea De Sistemas Drenantes Alternativos

HELDER M. M. BARROS¹; MICHELE S. SANTOS²; CARLOS A. V. AZEVEDO³; JOSE D. NETO.⁴; VERA L. A. LIMA⁵

¹Eng. Agrícola, Mestrando em Irrigação e Drenagem, pelo UAEAg /CTRN/UFCG. Tel: 83 33334918. e-mail: *hmmbr@yahoo.com.br* .

²Graduanda em Agronomia, pelo CCA/UFPB, Areia-PB.

³PhD em Irrigação e Drenagem, Professor do UAEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB

⁴Prof. Dr. do Departamento de Eng. Agrícola, UAEAg/CTRN/UFCG. Campina Grande-PB

⁵Prof.^a Dr.^a do Departamento de Eng. Agrícola, UAEAg/CTRN/UFCG. Campina Grande-PB

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho hidráulico de diferentes sistemas de drenagem subterrânea sob condições controladas de laboratório, usando-se um modelo físico horizontal de tanque de areia. Os sistemas drenantes foram compostos pelos seguintes materiais: tubo de PVC liso próprio para esgoto, tubo de PVC corrugado flexível Drenoflex, tubo Kanonet de polietileno de alta densidade corrugado e flexível da Kanaflex e os envoltórios constituídos de manta sintética de poliéster bidim OP-20 e brita zero. Com referência à carga hidráulica de entrada, todos os materiais drenantes foram classificados como regular. Em relação à resistência de entrada, constatou-se que houve diferença significativa para todos os sistemas drenantes. Constatou-se também que entre os sistemas avaliados, os menores valores da resistência de entrada foram obtidos com o uso do envoltório de brita zero. Todos os sistemas drenantes foram classificados como bons a muito bons. Quanto ao fluxo, constatou-se que todos os materiais drenantes com os envoltórios de bidim e de brita zero não apresentaram diferença. Para todos os sistemas drenantes, a maior e a menor descarga foram constatadas com o uso dos envoltórios de brita zero e bidim, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVES: Drenagem Subterrânea, Materiais Alternativos, Desempenho Hidráulico

EVALUATION IN GROUNDWATER DRAINING OF ALTERNATIVE DRAINAGE SYSTEMS

ABSTRACT: The purpose of this research was to evaluate the hydraulic performance of different subsurface drainage systems under laboratory controlled conditions, using a sand tank horizontal physical model. The drainage systems were composed by the following materials: smooth PVC pipe for sewage, Drenoflex corrugated flexible PVC pipe, Kanonet corrugated flexible polyethylene pipe of high density from the Kanaflex and the envelopes made of OP-20 bidim polyester synthetic blanket and zero crush. Respecting to inlet hydraulic head, all drainage systems were classified as regular. Regarding the entrance resistance, it was verified significant difference for all drainage systems. Also, it was verified that the smaller values for the entrance resistance were obtained with the use of zero crush envelope. All drainage systems were classified good to very good. Regarding the outflow, it was verified that all drainage pipes with bidim and zero crush envelopes didn't presented difference. For all drainage systems, the highest and lowest discharges were found with the use of zero crush and bidim envelopes, respectively.

KEYWORDS: Subsurface Drainage, Alternative Materials, Hydraulic Performance

INTRODUÇÃO: A drenagem de terras agrícolas, ou a combinação entre a irrigação e a drenagem, é um dos mais importantes fatores na agricultura irrigada para manter ou melhorar as produções por unidade de área cultivada (Bos & Boers, 1994). A implantação de projetos de irrigação, sem que seja dada a devida atenção ao fator drenagem, decorre muitas vezes da falta de conhecimento, nesta área, dos técnicos envolvidos nos estudos e preparo do projeto. Felizmente, já existe uma maior conscientização quanto a importância da drenagem subterrânea em relação aos cultivos e a conservação dos solos (Batista *et al.*, 1998). Estudos conduzidos por Lenoiz-Gratin (1989), Almeida (1999) entre outros pesquisadores, demonstraram a importância e a necessidade de estudos específicos quanto a performance de materiais drenantes e envoltórios, para definir combinações de sistemas drenantes que apresentem desempenhos hidráulicos satisfatórios. Além dessas características, esses materiais alternativos devem ser de fácil aquisição no mercado local e apresentar facilidade de instalação desses sistemas em projetos de drenagem subterrânea, visto que os materiais convencionais são caros e/ou de reduzida disponibilidade no mercado. Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar as características hidráulicas do tubo de PVC liso, próprio para esgoto doméstico, com os envoltórios de bidim OP-20 e brita zero, quando utilizado em sistemas de drenagem subterrânea e sob condições de laboratório, comparando-o com as características hidráulicas dos tubos convencionais Drenoflex e Kananet com os envoltórios de bidim OP-20 e brita zero, mediante parâmetros típicos de avaliações, tais como: a carga hidráulica de entrada (*he*); a resistência de entrada (*re*) e o fluxo (*q*).

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal de Campina Grande (Campus I, DEAg-CTRN) utilizou-se um modelo físico composto de nove tanques construídos de alvenaria. Cada tanque medindo 0,8 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,9 m de altura, foi construído baseado no modelo usado por Broughton *et al.* (1987). Cada sistema drenante foi composto de um tubo com comprimento de 0,6 m e um tipo de envoltório, disposto horizontalmente, centralizado e nivelado a 10,0 cm do fundo do tanque. Foram avaliados os sistemas compostos pelos tubos Drenoflex, PVC liso e Kananet usando como envoltórios os materiais bidim OP-20 e brita zero. Os tubos Drenoflex e Kananet são materiais convencionalmente usados na drenagem, sendo o Drenoflex um tubo de 65,0 mm de diâmetro nominal com corrugações paralelas e o Kananet um tubo de 75,0 mm de diâmetro nominal, com distribuição uniforme dos furos por todo o perímetro das corrugações de forma helicoidal. O tubo de PVC liso com diâmetro nominal de 50,0 mm é convencionalmente usado para esgoto. Nesta pesquisa, este tipo de tubo foi utilizado como material alternativo. Nos tubos de PVC liso foram feitos 729 furos distribuídos em 9 filas, distanciados um do outro em aproximadamente 12,0 mm na longitudinal, de tal forma que uma unidade métrica de tubo dispusesse de 23,0 cm² de área aberta total. Para cada sistema drenante instalado, foram avaliadas as cargas hidráulicas de entrada (*he*), o fluxo (*q*) e a resistência de entrada (*re*). Para análise dessas variáveis utilizaram-se os critérios propostos por (Wesseling & Van Someren, 1972) e (Dieleman & Trafford, 1976). A carga hidráulica de entrada (*he*) foi avaliada mediante uma régua graduada instalada paralelamente aos piezômetros e localizada na parte externa do modelo físico. Tomou-se uma leitura direta do nível d'água no piezômetro inserido no sistema drenante. O fluxo (*q*) foi avaliado através de medida direta no ponto de descarga de cada tanque. Na determinação desta variável adotou-se a seguinte equação:

$$q = 86.400 \frac{V}{t} * 2 \quad (1)$$

Em que, *q* é o fluxo, em m³.dia⁻¹.m⁻¹; *V* é o volume de água coletado, em m³; *t* é o tempo de coleta do volume d'água, em s; 2 é o fator de ajuste, porque *q* é a descarga por unidade de comprimento de dreno e considerou-se 0,5 m de comprimento útil do tubo drenante.

A componente resistência de entrada (*re*) constitui um parâmetro importante como valor independente e como fração da carga hidráulica total. Esta variável foi calculada mediante a seguinte equação, sugerida por Wesseling e van Someren (1972) :

$$re = \frac{he}{q * L^{-1}} \quad (2)$$

Em que, re é a resistência de entrada, em dia.m^{-1} ; he é a carga hidráulica na entrada, em m; q é a descarga do dreno, em $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}.\text{m}^{-1}$; L é o comprimento do sistema drenante, em m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados da análise estatística da carga hidráulica de entrada (he) apresentados na Tabela 1, mostram que houve diferença significativa tanto entre os materiais drenantes avaliados (5% de probabilidade), como entre os materiais envoltórios (1% de probabilidade) e interação entre materiais drenantes e envoltórios (1% de probabilidade), O coeficiente de variação foi de 6,11%, indicando uma ótima precisão experimental, segundo Ferreira (1991).

Tabela 1. Resumo da ANOVA das variáveis carga hidráulica de entrada (he), resistência de entrada (re) e fluxo (q).

Causas de variação	Variáveis		
	he (m)	re (dia.m^{-1})	q ($\text{m}^3.\text{dia}^{-1}.\text{m}^{-1}$)
	Teste F		
Material drenante	5,6682 *	8,5130 **	9,0260 **
Material envoltório	30,4884 **	35,5976 **	126,8944 **
Material drenante x Mat. Envoltório	6,5081 **	5,6941 **	4,1394 *
Q M do Resíduo	0,0004	0,0000	3,8737
Coeficiente de variação (%)	6,1157	14,6695	9,2007

(*) significativo a 5% e (**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo.

Como a interação foi significativa, comparou-se as médias dos níveis dos diferentes fatores através do teste de Tuckey na Tabela 2, podendo verificar que o sistema drenante de PVC liso apresentou comportamento similar aos tubos Drenoflex e Kananet. Constatou-se que os menores valores da carga hidráulica de entrada foram obtidos quando se utilizou o envoltório de brita zero. De acordo com os critérios propostos por Dieleman & Trafford (1976), todos os sistemas apresentaram desempenhos regulares.

Tabela 2. Valores Médios da carga hidráulica na entrada (he), em m, em relação aos materiais drenantes *versus* materiais envoltórios.

Materiais Drenantes	Envoltórios	
	Bidim	Brita zero
Drenoflex	0,3053 ab A	0,2847 b A
PVC liso	0,3193 b A	0,2857 b A
Kananet	0,3307 a A	0,2877 b A
DMS (5%)	0,0409	0,0409

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.

Quanto à resistência de entrada (re), observando a análise estatística na Tabela 1, nota-se que os materiais drenantes, os materiais envoltórios e a interação entre os mesmos apresentaram uma diferença altamente significativa. A comparação entre as médias da resistência de entrada para os diferentes materiais são apresentados na Tabela 3, onde a resistência de entrada apresentou diferença significativa para todos os sistemas drenantes. Verifica-se que a resistência do envoltório de bidim foi praticamente o dobro da resistência oferecida pelo envoltório de brita zero.

Tabela 3. Médias da resistência de entrada (re), em dia.m^{-1} , em relação aos drenantes x envoltórios.

Materiais Drenantes	Envoltórios	
	Bidim	Brita zero
Drenoflex	0,0120 a A	0,0066 b A
PVC liso	0,0127 a A	0,0068 b A
Kananet	0,0121 a A	0,0066 b A
DMS (5%)	0,0030	0,0030

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.

Os resultados da análise de variância do fluxo (q) são mostrados na Tabela 1. Observa-se que houve diferença entre os materiais drenantes, entre os materiais envoltórios e a interação entre os materiais drenantes *versus* os materiais envoltórios. Verifica-se na Tabela 4 que os materiais drenantes Drenoflex e Kananet apresentaram comportamentos diferenciados para o fluxo nos dois envoltórios avaliados.

Tabela 4. Valores médios do fluxo (q), em $m^3 \cdot dia^{-1} \cdot m^{-1}$, em relação aos materiais drenantes *versus* materiais envoltórios.

Materiais Drenantes	Envoltórios	
	Bidim	Brita zero
Drenoflex	14,0467 c A	29,6267 a A
PVC liso	14,3367 b A	28,2567 a A
Kananet	15,6100 c A	30,0233 a A
DMS (5%)	4,1021	4,1021

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si a 5%.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si a 5%.

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos permitem inferir as seguintes conclusões e recomendações:

O tubo de PVC liso próprio para esgoto doméstico mostrou-se viável como material alternativo, para a drenagem agrícola, em condições de laboratório;

O desempenho dos materiais drenantes testados apresentaram resistência de entrada classificada como boa a muito boa;

Os envoltórios de bidim, brita zero inibiram, visualmente, a entrada de partículas do material poroso para o interior dos tubos Drenoflex, PVC liso e Kananet;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.M.de. **Análise comparativa de envoltórios para drenos tubulares em condições de fluxo não-permanente.** 1999, 56 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BATISTA, M.de J.; NOVAES, F.de; SANTOS, D.G. dos & SUGUINO, H.H. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização dos solos.** Brasília: SRH, 1998. 203 p.

BOS, M.G. & BOERS, Th. M. **Land drainage: Why and how?** In: RITZEMA, H.P. (ed.). *Drainage Principles and Applications.* ILRI, Wageningen, 1994. p. 23 - 31. (Publication 16).

BROUGHTON, R.S., CHIRADA, K.E. & BONNELL, R.B. **Test of drain tubes with pin holes and small slots.** In: *Drenage Design and Manegement.* ASAE. Publication 7, 1987. p. 362 - 371.

DIELEMAN, P.J. & TRAFFORD, B.D. **Ensayos de drenaje.** In: *Irrigation and Drainage*, paper nº 28. FAO/ONU, Roma, 1976. 172 p.

FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia.** Maceió: EDUFAL, 1991. 437 p.

LENOZ-GRATIN, Ch. **Effect envelopes on flow patterns near drain pipe.** *Journal of the Irrigation and Drainage Engineering, ASCE*, v. 115, n. 4, p. 626 - 641, 1989.

WESSELING, J. & van SOMEREN, C.L. **Drainage Materials. Provisional Report of the experience gained in the Netherlands.** In: *Drainage Materials.* FAO/ONU Irrigation and Drainage Paper 9, 1972. p. 55 - 83.