VINHAÇA COMO POSSÍVEL REDUTOR DA INFILTRAÇÃO EM CANAIS DE TERRA

CARLOS BRANCILDES MONTE CALHEIROS
Engenheiro Agrônomo, Mestre

Orientador: Prof. Dr. ANTÔNIO FERNANDO LORDELO OLITTA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro de 1996

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Calheiros, Carlos Brancildes Monte

Vinhaça como possível redutor da infiltração em canais de terra / Carlos Brancildes Monte Calheiros. - Piracicaba, 1996.

137p. : il.

Tese (doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.

Bibliografia.

1. Condutividade hidráulica 2. Infiltração (taxa) 2. Irrigação 4. Porosidade 5. Solo 6. Vinhaça I. Título

CDD 631.432

VINHAÇA COMO POSSÍVEL REDUTOR DA INFILTRAÇÃO EM CANAIS DE TERRA

CARLOS BRANCILDES MONTE CALHEIROS

Aprovada em: 16.12.1996

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antônio Fernando Lordelo Olitta
Prof. Dr. Dirceu Brasil Vieira
Prof. Dr. José Renato Zanini
Prof. Dr. Joelito de Oliveira Resende
Prof. Dr. Tarlei Ariel Botrel

ESALQ/USP
EE/UNICAMP
FCAV/UNESP
EACA/UFBA
ESALQ/USP

Prof. Dr. ANTÔNIO FERNANDO LORDELG OLITTA
Orientador

“Vejo, de um lado, a totalidade das experiências sensoriais e, do outro, a totalidade dos conceitos e proposições descritos nos livros. As relações entre os conceitos e as proposições são de natureza lógica, e o processo do pensamento lógico é estritamente limitado à efetivação da conexão entre os conceitos e as proposições entre si, de acordo com regras firmemente estabelecidas, que constituem a matéria da lógica. Os conceitos e proposições adquirem ‘sentido’ ou ‘conteúdo’, apenas através das suas conexões sensoriais. A conexão destas últimas com os primeiros é puramente intuitiva, e não de natureza lógica em si mesma. O grau de certeza com o qual essa conexão ou ligação intuitiva pode ser admitida, é a única diferença entre a fantasia desprovida de conteúdo e a ‘verdade’ científica. O sistema de conceitos é criação do homem, bem como as regras da sintaxe, que constituem a estrutura dos sistemas conceptuais. Embora esses sistemas sejam logicamente arbitrários na sua totalidade, são restritos pelo objetivo de permitir a mais completa e correta coordenação(intuitiva) com a totalidade das experiências sensoriais; em segundo lugar, objetivam a maior escassez possível dos seus elementos logicamente independentes(conceitos básicos e axiomas), isto é, seus conceitos definidos e proposições não-derivadas[postuladas].”

Albert Einstein
(1879 - 1955)

DEDICATÓRICA

A meus pais,

A meus filhos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas e à Universidade de São Paulo, pelas oportunidades;

À Usina Caeté S/A, Direção, Gerência, Técnicos nos vários níveis, auxiliares de campo e outros, pelo inestimável empenho e presteza nos serviços a nós e a esta pesquisa;

À Usina Coruripe Açúcar e Alcool S/A, Direção, Gerência, Técnicos nos vários níveis, auxiliares de campo e outros, pelos inestimáveis serviços prestados nos primórdios experimentais;

À Estação Experimental Agrícola do Município de Piracicaba-SP, Direção e técnicos, pelo empenho e compromisso demonstrados em nossos contatos para viabilização deste experimento;

Às Unidades Produtoras de Cana, Açúcar e, ou, Alcool do Estado de São Paulo, Região de Piracicaba, por nos ter ouvido;

Ao Núcleo de Absorção e Transferência de Tecnologia (NATT), especialmente aos Engenheiros Luiz Ximenes e Celso Silva Caldas pelas oportunidades de discussão e realização das análises dos líquidos;

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, pela elevada contribuição no que se refere ao acervo bibliotecário e ao desprendimento de suas bibliotecárias;

Às bibliotecas e bibliotecárias da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Estadual de Campinas e Universidade Federal de Alagoas;

A todos que fazem o Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelas valiosas orientações e serviços prestados;

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Antônio Fernando Lordelo Olitta, pela discreta orientação;

À Profa. Sônia Maria de Steffano Piedade, pela disposição e paciência nas nossas discussões sobre o planejamento estatístico e pela presteza na realização das análises estatísticas;

Enfim, a todos aqueles, não citados aqui, porém não menos importantes e não menos considerados, os quais prestaram importantes e significativos serviços na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA.	i
AGRADECIMENTOS.	ii
SUMÁRIO.	iv
LISTA DE SÍMBOLOS, TERMOS E CONCEITOS.	vii
LISTA DE FIGURAS.	x
LISTA DE QUADROS E, OU, TABELAS.	xi
RESUMO.	xiii
SUMMARY.	xvi
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	4
2.1. Vinhaça <i>in natura</i> .	4
2.1.1. Caracterização geral. (Origem, denominação, proporção, composição, tipos e poder poluente).	4
2.1.2. Destinação.	8
2.1.3. Efeitos sobre o solo.	9
2.2. Infiltração da água em canais de terra.	12
2.3. Análise crítica.	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS.	17
3.1. Teorização.	17
3.1.1. "Teoria".	17
3.1.2. Condições limites.	19
3.1.3. Hipóteses e variáveis.	21
3.2. Planejamento da pesquisa e do experimento.	21
3.3. Materiais.	22
3.3.1. Localização do experimento.	22
3.3.2. Solo.	23
3.3.3. Líquidos.	23
3.3.4. Trecho de canal.	24
3.3.5. Acessórios e equipamentos.	24

3.4. Método científico.	26
3.5. Técnicas.	26
3.5.1. Processo de amostragem do solo.	26
3.5.2. Preparação e análise das amostras de solo. (Determinações de graus de umidade, massa específica, porosidades e condutividade hidráulica do solo saturado).	27
3.5.3. Processo de amostragem dos líquidos.	28
3.5.4. Infiltração e taxas de infiltração.	29
3.5.5. Perdas por infiltração.	32
3.5.6. "Lay-out" do experimento.	33
3.5.7. Planejamento estatístico-experimental.	33
3.6. Testes de hipóteses.	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	36
4.1. Líquidos.	37
4.1.1. Características da vinhaça <i>in natura</i> .	37
4.1.2. Características da água comum.	38
4.2. Solo.	40
4.2.1. Graus de umidade atual.	41
4.2.2. Massa específica.	42
4.2.3. Porosidades. (Macro, micro e total).	42
4.2.4. Condutividade hidráulica do solo saturado.	46
4.3. Análises estatísticas.	48
4.3. Infiltração e taxa de infiltração.	49
4.4. Perdas por infiltração.	52
5. CONCLUSÃO.	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	57
APÊNDICES.	62
01- Resultados das análises da água comum e da vinhaça <i>in natura</i> .	63
02- Caracterização geral do solo da área do experimento.	67
03- Trecho de canal concluído.	69
04- Infiltrômetros.	70
05- Controladores de nível do líquido no Sub-TCC.	71

06- Medidores da lâmina de líquido no Sub-TCC.	72
07- Comportas utilizadas para manter o líquido no Sub-TCC.	73
08- Massa específica do solo(Dados originais de campo).	74
09- Valores de porosidades(%).	80
10- Condutividade hidráulica do solo saturado(Dados originais de campo).	89
11- Resultados das análises estatísticas.	94
12- Infiltração e taxas de infiltração(Dados originais de campo).	103
13- Perdas por infiltração(Dados originais de campo).	122

LISTA DE SÍMBOLOS, TERMOS E CONCEITOS

UPCA	Unidade Produtora de Cana, Açúcar e, ou Alcool.
Trecho de canal	(TC); Pequena extensão, igual a 3m, de canal, com seção análoga à contida na figura 1, forma trapezoidal, adotado como o engenho, mais próximo possível da realidade, que condicionou a infiltração dos líquidos;
B	Base maior do trapézio representativo da seção molhada do TC;
h	Altura da lâmina de líquido no canal. Assumida, teoricamente, igual a 500mm. Considerada uma média de 490mm, a qual foi utilizada nos cálculos necessários;
α	Ângulo de inclinação do talude do canal;
b	Base menor do trapézio representativo da seção molhada do TC;
Sub-Trecho de canal	(Sub-TCC). Uma das terças partes de um TC; adveem daí os Sub-TC's de canal central(Sub-TCC) e laterais(Sub-TCL's);
Redução	O processo de infiltração em que o líquido - vinhaça <i>in natura</i> ou água comum -, atua como redutor de infiltração; a <i>vinhaça in natura</i> é redutor por hipótese e a água comum por comprovação;
Redutor de infiltração	O líquido que promove a redução da infiltração, evidentemente, nas condições desta pesquisa; na condição de redutor de infiltração, o líquido permanece no TC durante 2 horas;
TORI	Tempo de oportunidade para a redução da infiltração; igual a 2 horas;
I	Infiltração "instantânea";
IAC	Infiltração acumulada;
VI	Taxa(ou velocidade) de infiltração

PI	Perda "instantânea" por infiltração;
PACI	Perda acumulada por infiltração;
Infiltrante	O líquido que, ao promover e condicionar o processo de infiltração, possibilita as medidas de I e de PI; na condição de infiltrante, o líquido permanece no TC durante 6 horas;
TOI	Tempo de oportunidade para a infiltração; igual a 6 horas;
ρ_{solo}	Massa específica do solo(g/cm ³);
M	Macroporosidade(%);
m	Microporosidade(%);
P	Porosidade total(%);
u	Grau de umidade do solo(b.p.s.);
b.p.s.	Base peso seco;
K_0	Condutividade hidráulica do solo saturado(mm/min);
Redutor por comprovação	Água comum; líquido que, já, comprovadamente, redutor de infiltração;
Redutor por hipótese	Vinhaça <i>in natura</i> ; líquido tido, nesta pesquisa, como possível redutor de infiltração;
Controladores de nível	Dispositivo que controla o nível do líquido no Sub-TCC; (Apêndice 5);
Registradores de PI	Dispositivo que indica a perda por infiltração no Sub-TCC; (Apêndice 6);
M Conj Na Saturação	Massa do conjunto na saturação(g);
M Conj a 50mca	Massa do conjunto à tensão de 50mca;
M Conj Seco	Massa do conjunto seco em estufa(105-110°C) (g);
Tara	Massa seca do cilindro+pano+elástico(g);
V	Volume coletado na proveta, ml;
l	Comprimento da coluna de solo(cm);
$\mu_{H_2O}(15^{\circ}C)$	Viscosidade dinâmica da água a 15°C(poise);
$\mu_{H_2O}(10^{\circ}C)$	Viscosidade dinâmica da água a 10°C(poise);
A	Área da seção transversal da amostra de solo (cm ²);

T	Tempo de fluxo, min;
H	Altura da lâmina de água sobre a amostra, cm;
Reposição	Leitura de complementação do nível do líquido na caixa-infiltrômetro;
Leitura anterior	Leitura inicial, feita na escala da caixa-infiltrômetro, correspondente ao início de cada processo de infiltração momentânea;
Leitura posterior	Leitura final, feita na escala da caixa-infiltrômetro, correspondente ao fim de cada processo de infiltração momentânea;
ASLC	Área da superfície do líquido na caixa de medida de I (cm ²);
AOI	Área de oportunidade para a infiltração (cm ²);
ΔH_{ASLC}	Altura de líquido medida na caixa de medida de I (cm);
ΔH_{AOI}	Altura de líquido depletada no Sub-TCC (cm);
n	Lado do trapézio da seção transversal de fluxo, cuja altura corresponde a 0,480m;1
N	Lado do trapézio da seção transversa de fluxo, cuja altura corresponde a 0,500m;
A	Área do trapézio da seção transversal de fluxo, corresponde a n=0,500m;
a	Área do trapézio da seção transversal de fluxo, correspondente a n=0,480m.
w	Largura média da seção transversal de fluxo (m);
d ₀	Nível do líquido no Sub-TCC, em t=0, (m);
d ₁	Nível do líquido no Sub-TCC, em t-t _i , (m)
L	Largura do Sub-TCC para efeito de cálculo de I, VI e PI; L=1m;
PM	Perímetro molhado médio do Sub-TCC de medida de I e PI (m) .

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Condições básicas de fluxo a partir de uma seção de canal, encrustado em meio poroso, sem revestimento.	17
2	Principais atributos da seção transversal do TC ($h=0,490\text{m}$; $b=0,490\text{m}$; $\alpha=52^\circ$; $B=1,27\text{m}$).	19
3	Detalhe do TC e Sub-TC's, com seus principais elementos característicos.	24
4	Seção transversal do TC, com seus elementos característicos principais.	30
5	Corte transversal da caixa-infiltrômetro, com alguns elementos característicos.	30
6	Elementos geométricos da figura correspondente à es- sura de líquido infiltrado no Sub-TCC.	31
7	Estrutura do experimento no campo.	34
Apêndices:		
3	Foto do trecho de canal concluído.	69
4	Foto dos infiltrômetros.	70
5	Foto de um dos dois controladores de nível.	71
6	Foto de um dos dois registradores da lâmina de lí- quido no Sub-TCC.	72
7	Foto das comportas.	73

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro/ Tabela		Página
1	Composição química dos diferentes tipos de vinhaça, segundo vários autores (Glória & Orlando Filho, 1984a).	6
2	Perdas de água por infiltração em canais não revestidos, para vários locais e situações (Kraatz, 1977).	14
3	Composição granulométrica e classificação textural, por horizontes, do solo da área do experimento.	23
4	Esquema da análise de variância.	35
5	Valores médios dos principais constituintes e parâmetros da vinhaça <i>in natura</i> utilizada no experimento.	37
6	Valores médios dos constituintes e parâmetros da água comum utilizada no experimento.	39
7	Valores médios do grau de umidade, por bloco experimental.	41
8	Valores médios da massa específica do solo, bps, por tratamento, em função da posição e do momento da amostragem.	43
9	Valores médios da macroporosidade, microporosidade e porosidade total, em função de tratamentos, posição e momento da amostragem.	44
10	Valores médios da condutividade hidráulica do solo saturado, em função de tratamentos, posição e momento da amostragem.	47
11	Resumo dos resultados do teste F, média geral e coeficiente de variação, em função das variáveis analisadas.	48

12	Valores médios de TAcI, Iac e VI por tratamento e por repetição, a partir dos valores terminais.	50
13	Valores médios de PAcI, em função de tratamentos e repetições, a partir dos valores terminais.	53

VINHAÇA COMO POSSÍVEL REDUTOR DA INFILTRAÇÃO EM CANAIS DE TERRA

AUTOR : Prof., Ms., Carlos Brancildes Monte Calheiros

ORIENTADOR : Prof., Dr., Antônio Fernando Lordelo Olitta

RESUMO

A perda de líquido por infiltração nos canais em terra nos projetos de aplicação de efluentes líquidos da agroindústria sucroalcooleira, se constitui num dos grandes fatores de elevação dos custos de operação desses projetos. Esta pesquisa visa comprovar que a vinhaça *in natura* é um redutor de infiltração de líquidos nesses canais.

Para tanto, fez-se uma adaptação da metodologia atribuída a Kraatz(1977) para medida da infiltração e da perda por infiltração em canais sem revestimento, utilizando-se, comparativamente, a vinhaça *in natura* e a água comum. Foram estabelecidas as seguintes hipóteses: (1) "ao longo do tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração, ocorre um preenchimento dos poros do solo com materiais minerais e orgânicos, constituintes inerentes dos líquidos; (2) em função dessa obstrução dos poros do solo, ocorre um aumento de sua massa específica, redução de sua macroporosidade, aumento da microporosidade e da porosidade total e redução da condutividade hidráulica; (3) há redução da taxa de infiltração e das perdas por infiltração ao longo do tempo e (4) a vinhaça *in natura* se constitui num redutor da infiltração de líquidos em canais de terra.

O experimento foi delineado em blocos completos ao acaso, com sete tratamentos e cinco repetições, para analisar os dados de massa específi

ca, de porosidades e condutividade hidráulica do solo saturado. Esses dados foram analisados e interpretados com base nas técnicas da estatística clássica - análise de variância e teste de comparação de médias. Os dados de infiltração, taxa de infiltração e perdas por infiltração foram submetidos a uma análise de simples confronto de valores médios obtidos, sem utilização das técnicas da estatística clássica.

As controvérsias entre os dados não nos possibilitou conclusões definitivas acerca dos efeitos da vinhaça sobre a massa específica do solo, as porosidades e a condutividade hidráulica na saturação, não corroborando, portanto, a hipótese 2. As taxas de infiltração sofreram reduções variando de 21 a 30 vezes às obtidas com a água comum. As perdas por infiltração foram reduzidas de 7 a 17 vezes. A vinhaça *in natura*, então, é redutor de infiltração em canais de terra, verificando-se, assim, as hipóteses 1, 3 e 4.

VINASSE AS POSSIBLE REDUCTER OF THE INFILTRATION IN UNLINED CANALS

AUTHOR : Prof., Ms., Carlos Brancildes Monte Calheiros

ADVISER: Prof., Dr., Antônio Fernando Lordelo Olitta

SUMMARY

The infiltration loss in the unlined canals, in the application liquids effluents projects of sugarcane industry, is elevation factor of the operation cost this projects. This research objective verify if the *in nature* vinasse is reducter of the infiltration of liquids in this canals.

The other than, adapted the ponding method(Kraatz, 1977), for measuring the infiltration and infiltration loss, using, comparatively, the *in nature* vinasse and ordinary water. The hypothesys of works were: (1) "along of the time of oportunity for reduction and, or, for infiltration, occur filling of porous space of soil with minerals and organics materials, inerent constituents of liquids; (2) "on account of this obstruction of the pores of soil, occur increase of especyfic gravity, reduction of macroporosity, increase of microporosity and reduction of the full porosity and of the hidraulic condutivity"; (3) "where reduction of infiltration rate and the infiltration losses along of the time" and (4) "the *in nature* vinasse is in the reducter of the infiltration of liquids in unlined canals".

The experiment was designed in complete blocks randomized, with seven tretments and five replications, for analisys of the specific gravity of soil, porosites and hidraulic condutivity. These datas were analised and interpretads using the technics of classical statistic -

variance analisys and avarage tests. The datas of the infiltration, infiltration rates and infiltration losses, were subjected to analyse of simple confrontation in the average values obtained, without utilization of the technics of classical statistic.

On account of the differences in the datas, no came possible to conclude definitively as regards the effects of the *in nature* vinasse about the specific gravity of soil, porosities and hidraulic condutivity in saturaction. The hypothesis 2, therefore, no came corroborated. The infiltration rate reducting of the 21 at 31 times, relatively on the obtined for ordinary water. The infiltration loss reducting of the 7 at 17 times. The *in nature* vinasse, thus, is reducter of infiltration in inlined canals, it was founding the hypothesis 1, 3 and 4.

1. INTRODUÇÃO.

A vinhaça é considerada como o principal resíduo da destilação do álcool (Orlando Filho et al., 1983; Glória & Orlando Filho, 1984a).

Em virtude de seu enorme volume, efluente das destilarias de álcool, o qual se encontra em torno de 10 a 16 litros por litro de álcool (Almeida, 1952; Valsechi, 1955; Rodella & Ferrari, 1977; Lima, 1978; Bieske, 1979; Camhi, 1979; Fontes, 1980; Vasconcelos, 1983; Germek & Feigl, 1987; Ferreira & Monteiro, 1987; além de outros), e de seu elevado índice BOD ("biochemical oxygen demand") (Almeida, 1952 e 1955; Tibau, 1973), seu poder poluente tornou-se assustador e intolerável.

Técnicos e pesquisadores passaram, então, a buscar uma solução adequada para a destinação deste resíduo, ocorrendo, em vista disto, um grande volume de publicações científicas abordando este assunto, em seus vários aspectos - agrícola, industrial, econômico, ambiental.

Atualmente há várias formas de destinação da vinhaça; umas de descarte, outras de utilização. A utilização pode ser subdividida em agrícola e industrial.

Na utilização agrícola, destaca-se a aplicação da vinhaça ao solo como fertilizante e como redutor da deficiência hídrica dos cultivos de cana-de-açúcar. Dentre as técnicas mais difundidas nesta aplicação, sobressai-se a irrigação através do sistema "montagem direta". As características e componentes básicos deste sistema encontram-se muito bem descritos em Leme et al. (1979).

Neste sistema, é difícil definir qual componente é mais importante. Porém, em todas as fases do projeto, a rede de canais em terra deve merecer maior consideração, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. Isto se deve a dois motivos principais: (1) ao elevado custo unitário de

abertura dos canais e (2) à enorme extensão da rede, em virtude do cultivo da cana-de-açúcar, necessariamente, ocupar áreas superextensas. Ambos fatores convergem no sentido de elevar o custo total de implantação desse sistema.

Todo o volume de líquido aspergido, além daquele inevitavelmente perdido por infiltração e evaporação, é conduzido por essa rede de canais. Se torna evidente, então, o enorme volume de líquido dispendido, principalmente por infiltração, durante a condução, nestes sistemas, encarecendo ainda mais o custo total de operação do projeto. Há necessidade, portanto, de desenvolver-se pesquisas e tecnologias para redução dessas perdas.

Em função disso, este trabalho tem os seguintes objetivos:

- 1) Quantificar as perdas por infiltração nos canais com e sem a utilização da vinhaça *in natura*;
- 2) Estabelecer comparações entre a vinhaça *in natura* e a água comum, tanto em relação ao processo de infiltração quanto em relação às perdas por infiltração;
- 3) Verificar se, realmente, a vinhaça reduz as perdas, tanto em água quanto da própria vinhaça, por infiltração em canais de condução desses líquidos para fins de irrigação.

Verificando-se que a vinhaça *in natura*, realmente, reduz a infiltração da água em canais de terra e que se consiga transformar este resultado de pesquisa numa tecnologia viável, os benefícios disto serão enormes. Inicialmente, está-se descobrindo mais uma utilidade agrícola deste resíduo, com desdobramentos técnicos e, ou, econômicos dos mais significativos; posteriormente, os seguintes benefícios deverão ser computados aos resultados desta pesquisa:

- 1) mais uma destinação racional agrícola, das mais viáveis, para a vinhaça, contribuindo ainda mais para a redução dos custos de geração deste resíduo;
- 2) redução, de importância bastante significativa, das perdas por infiltração em canais de condução de líquido nos projetos de fertirrigação com vinhaça, água de lavagem de cana e, ou, água comum;
- 3) aumento da eficiência de condução dos líquidos nos projetos, reduzindo a quantidade necessária para fertirrigar uma determinada área;

4) possibilidade de comercialização deste resíduo(vinhaça *in natura*), aumentando os lucros, com outros empresários que necessitem da mesma tecnologia;

5) diminuição do tempo de funcionamento da estação de bombeamento na fonte de suprimento de líquidos, reduzindo o custo com energia elétrica;

6) incorporação de novas áreas fertirrigáveis, aumentando a produção.

7) contribuição, bastante significativa, para redução do potencial de poluição ambiental por este resíduo.

Os resultados pretendidos, portanto, potencialmente, são bastante importantes em termos de aplicabilidade, podendo se constituírem em grande contribuição social.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1. VINHAÇA *IN NATURA*.

2.1.1. Caracterização geral (Origem, denominação, proporção, composição, tipo e poder poluente).

O cultivo da cana-de-açúcar, a partir da colonização do território brasileiro, difundiu-se por várias regiões, destacando-se a Região Sudeste - Estados de São Paulo e Paraná - e a Região Nordeste - Estados de Sergipe, Alagoas e Pernambuco, principalmente. Evidentemente, em virtude dessa diversidade de ambientes, tanto os agroecossistemas quanto os costumes das populações desses Estados, determinaram as técnicas de cultivo de cana e, com isto, as características de seus produtos e subprodutos.

O álcool, assim como o açúcar, são produtos da industrialização da cana; a vinhaça e outros resíduos, são subprodutos da destilação do álcool (Camhi, 1979). A partir de cada tonelada de cana esmagada (Álcool, 1977), ocorre a geração de:

1. 1066 litros de vinhaça,
2. 82 litros de álcool e
3. 90 quilos de açúcar.

A vinhaça recebe várias denominações, - "dunder", "stillage", "spent mash", "waste product" - variando de um país para outro (Bieske, 1979; Usher & Willington, 1979). No Brasil recebe outros nomes, variando de Região para Região, tais como vinhoto, "tiborna", "restilo", "garapão", "caxixi", "cachaça", "calda" (Ranzani, 1955/56; Filgueiras, 1955; Pontes, 1959; Rezende, 1979; Fontes, 1980; Ferreira & Monteiro, 1987). Neste país os nomes mais difundidos são vinhaça e vinhoto.

Com o avanço, no aspecto geral, da agroindústria da cana-de-açúcar no país, principalmente após o Proálcool, a vinhaça tornou-se o efluente de maior importância nas destilarias de álcool (Orlando Filho *et al.*, 1983; Glória & Orlando Filho, 1984b), em virtude, inicialmente, de seu elevado volume produzido (Fontes, 1980). Para cada litro de álcool, é gerado 10 a 16 litros de vinhaça (Almeida, 1952; Valsechi, 1955; Rodella & Ferrari, 1977; Lima, 1978; Bieske, 1979; Camhi, 1979; Fontes, 1980; Germek & Feigl, 1987; Ferreira & Monteiro, 1987, além de outros). Vasconcelos (1983), considerou um número médio de 13 litros de vinhaça para cada litro de álcool destilado.

As "matérias-primas" para a fabricação do álcool são o caldo direto, ou mosto de caldo, o mosto misto e o mosto de melaço (Almeida, 1952; Rodella & Ferrari, 1977; Bolsanello & Vieira, 1980; Medeiros, 1981). Os tipos de vinhaça recebem os nomes dessas "matérias-primas", quais sejam:

- 1) vinhaça de "caldo direto", ou de "mosto" de caldo,
- 2) vinhaça de "mosto" misto e
- 3) vinhaça de "mosto" de melaço.

De acordo com Almeida (1952), a composição de cada um destes tipos de vinhaça é bastante variável, em função de fatores tais como:

- 1) natureza e composição da "matéria-prima",
- 2) natureza e composição do "mosto",
- 3) natureza e composição do "vinho" e
- 4) tipo de aparelho destilatório e condução da operação de destilação.

A composição da vinhaça encontra-se exaustivamente determinada, para quase todas as regiões do Brasil, por vários autores: Almeida (1952 e 1962); Glória *et al.* (1973); Bittencourt *et al.* (1978); Rodella & Parazzi (1980); Bolsanello & Vieira (1980); Medeiros (1981); Vasconcelos (1983). Glória & Orlando Filho (1984c) compilaram dados de composição química dos três tipos de vinhaça, a partir de pesquisas feitas por vários autores (Quadros 1).

A vinhaça de "mosto" de caldo, menos concentrada, é originada da fermentação alcoólica de "caldo direto", normalmente em destilarias autô

QUADRO 1 - Composição química dos diferentes tipos de vinhaça, segundo vários autores (Glória & Orlando Filho, 1984a).

Constituintes	Autores					Média
	A	B	C	D	E	
	Vinhaça de mosto de melaço					
N *	1,18	0,57	0,79	0,60	0,70	0,77
P ₂ O ₅ *	0,15	0,10	0,14	0,22	0,34	0,19
K ₂ O *	7,87	3,95	5,50	5,08	7,59	6,00
CaO *	3,64	1,85	2,25	2,10	2,41	2,45
MgO *	0,98	0,98	1,02	0,84	1,40	1,04
SO ₄ *	6,40				1,05	3,73
Mat. Orgân. *	63,64	37,30	56,90	47,40	54,68	52,04
Fe **			120	52	67	80
Cu **			9	3	3	5
Zn **			3	4	3	3
Mn **			11	7	6	8
pH	4,90	4,20	4,20	4,20	4,40	4,40
	Vinhaça de mosto misto					
N *	0,70	0,48	0,43	0,33	0,36	0,46
P ₂ O ₅ *	0,11	0,09	0,14	0,24	0,61	0,24
K ₂ O *	4,59	3,34	2,61	2,18	2,59	3,06
CaO *	1,72	1,33	1,46	0,84	0,57	1,18
MgO *	0,66	0,58	0,52	0,33	0,54	0,53
SO ₄ *	3,74				1,60	2,67
Mat. Orgân. *	38,30	28,97	45,10	19,10	31,67	32,63
Fe **			130	57	47	78
Cu **			57	4	2	21
Zn **			50	4	3	19
Mn **			5	6	6	6
pH	4,6	4,4	3,8	3,6	4,1	4,1

Continuação do Quadro 1...

Constituintes	Autores					Média
	A	B	C	D	E	
	<u>Vinhaça de mosto de caldo</u>					
N *	0,28	0,28	0,35	0,25	0,26	0,28
P ₂ O ₅ *	0,13	0,09	0,11	0,18	0,49	0,20
K ₂ O *	1,23	1,29	1,15	1,94	1,72	1,47
CaO *	0,69	0,13	0,76	0,56	0,17	0,46
MgO *	0,21	0,21	0,30	0,33	0,41	0,29
SO ₄ *	0,61				2,03	1,32
Mat. Orgân. *	19,65	22,31	34,70	15,30	25,24	23,24
Fe **			110	45	51	69
Cu **			18	1	1	7
Zn **			2	3	2	2
Mn **			10	5	6	7
pH	4,3	3,7	3,6	3,5	3,6	3,7

* kg/m³;

** ppm.

A: Glória et al.(1972, 1973);

B: Rodella et al.(1980);

C: Bolsanello & Vieira(1980);

D: Medeiros(1981);

E: Vasconcelos & Oliveira(1981).

nomas; a de "mosto" de "melaço", mais concentrada, é produzida, comumente, em destilarias anexas, a partir de "mosto" preparado com "melaço", subproduto da produção de açúcar; a de "mosto" misto, de concentração intermediária, é oriunda do "mosto" preparado com "caldo direto" e "melaço", também comum em destilarias anexas.

Um dos comportamentos mais significativos da vinhaça reside no seu poder poluente, elevado (Tibau, 1973; Almeida, 1955; Camhi, 1979; Glória & Orlando Filho, 1979 e muitos outros). Possui, em média, um índice BOD

("Biochemical Oxygen Demand") de 12 a 20 mil ppm; a água comum, classe 2, deve conter até 5 mg/l de oxigênio dissolvido (Benette & Bidone, 1993).

Enfim, a vinhaça é um efluente líquido, subproduto da destilação do álcool, de cor pardo clara, assim que sai da destilação, tornando-se pardo escura à medida que oxida-se em contato com a atmosfera (Rezende, 1979). Possui alta heterogeneidade (Vasconcelos, 1983).

Tendo em vista as características e comportamentos da vinhaça aqui apresentados, depreende-se que, quando em interação com o sistema solo, também de elevada complexidade, deve ocorrer várias alterações no comportamento do conjunto, modificando, certamente, seu potencial agrícola. Isto, evidentemente, deve determinar significativas modificações no processo de infiltração de líquido no solo, com efeitos sobre a taxa e perda por infiltração.

2.1.2. Destinação.

O fim que se dá à vinhaça, após esta efluir da destilação, pode ser enquadrado em duas grandes áreas de atividades dentro de uma Unidade Produtora de Cana, Açúcar e, ou, Álcool (UPCA): (1) a área agrícola e (2) a área industrial. Importa aqui a área agrícola. Nesta há diferentes alternativas de uso e utilização, como define Orlando Filho *et al.* (1983).

Dentre estas alternativas, encontra-se a utilização da técnica de irrigação por aspersão. Filgueiras (1955), cita que esta técnica já era adotada em destilarias de álcool na França, obtendo-se êxito na destinação de resíduos dessa agroindústria. Ratificando tal êxito, Rennie (1972) afirma que somente quando a irrigação por aspersão for impraticável, deve-se recorrer a meios biológicos de descarte.

No Brasil, já no início da década passada (Vasconcelos, 1983), essa técnica era tida como a mais racional e promissora. Leme *et al.* (1979) introduziu o sistema de irrigação por aspersão "montagem direta", em sua versão original, na região canavieira do Estado de São Paulo. Estes autores abordaram as características gerais do sistema, aspectos de manejo e aspectos econômicos, através de testes realizados em várias UPCA's deste Estado. Ao longo do tempo, este sistema foi recebendo algumas modificações

- na realidade, avanços tecnológicos - tanto em relação à engenharia do sistema como um todo, quanto ao manejo e utilização dos resíduos, do solo e da cultura da cana. Atualmente existe, como versão avançada, o sistema "montagem direta estendido", com substanciais diferenças em relação ao original. A utilização racional deste sistema é assegurada hoje por resultados de pesquisas como os obtidos por Mاتيoli(1989), no qual verifica-se que o sistema "montagem direta estendido", combinado ou não com outro sistema de aplicação de resíduos das UPCA's, é a opção mais viável. Leme (1988), após testes nas UPCA's, conseguiu uma redução de 22,90% no consumo de óleo diesel pelo equipamento.

2.1.3. Efeitos sobre o solo.

A preocupação com os efeitos da vinhaça sobre o solo data das primeiras décadas deste século, como constatado em Ross & Froberville(1928). Segue-se, além de outros, os trabalhos de Almeida et al.(1950), Almeida(1952), Ranzani(1955/56) e Valsechi(1955), os quais são considerados pioneiros no Brasil.

Certamente, a incorporação de vinhaça *in natura* ao solo, causa, neste, modificações em suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas. Nesta pesquisa serão abordadas apenas algumas propriedades físicas e físico-hídricas de interesse.

No estudo desses efeitos, como alertado por Glória & Orlando Filho(1984), importa discernir sobre alguns aspectos fundamentais, tais como:

- 1) condições ambientais da pesquisa; se em ambiente controlado - laboratório, casa de vegetação, estufa, etc. - ou não-controlado,
- 2) doses de vinhaça,
- 3) tipos de vinhaça,
- 4) tipos de solo, e
- 5) sistemas de aplicação.

Estes aspectos e suas variações determinam uma grande diversidade de resultados de pesquisa, limitando bastante a aplicabilidade destes. Em virtude disto, segundo estes autores, os resultados até agora obtidos

acerca dos efeitos da vinhaça *in natura* sobre as propriedades físicas dos solos, constituem-se, apenas, em cogitações de ordem teórica, não tendo, efetivamente, comprovação nas condições da cultura.

Buscando uma solução para a destinação dos efluentes líquidos de destilarias de álcool em Natal, África do Sul, Ross & Froberville(1928) afirmaram que qualquer tendência para a formação de "poças" (locais alagados), deve ser imediatamente combatida, do contrário, os poros do solo serão obstruídos, a percolação será sustada e os resultados serão danosos.

Indícios deste mesmo fenômeno, foram registrados por Almeida *et al.*(1950). Estes pesquisadores, experimentando os efeitos da vinhaça *in natura* e vinhaça neutralizada com leite de cal, nas doses de 50, 100, 250, 500 e 1000 m³/ha, sobre amostras de solo arenoso, verificaram que a penetração da vinhaça foi muito lenta em ambos os tratamentos. As últimas doses - cremos que significam as maiores doses -, necessitaram de 35 dias para incorporação total. Além desses resultados, os autores verificaram que o poder de embebição das amostras aumentou progressivamente com a dosagem de vinhaça e que, ao contrário do que se pensava, este resíduo melhora as propriedades físicas do solo.

Ranzani(1956), trabalhando sob as mesmas condições de Almeida *et al.*(1950), verificaram que o volume total de poros aumentou 17% com a dose de 1000 m³/ha de vinhaça. Este autor reconhece, entretanto, que desconhece-se a natureza dos poros do solo, e isto limita a aplicabilidade dos resultados. Por suposição, o autor atribuiu o aumento observado na porosidade total, ao incremento em macroporos; isto, por consequência, reduziu os movimentos capilares. Esta hipótese foi reforçada pela maior facilidade com que a água foi perdida contra a ação centrífuga de 1000 gravidades. Outra verificação importante foi a de que a permeabilidade das amostras de solo pouco se alterou, em função das doses de vinhaça.

Os efeitos da vinhaça sobre algumas propriedades físicas do solo - grau de flocculação das partículas, retenção de água, porosidade e condutividade hidráulica -, também foram estudados por Rezende (1979). Este autor realizou experimento em campo, num solo de textura franco argilo arenosa, utilizando dois períodos de "incubação" - 60 e 120 dias - e doses de vinhaça de 0, 60, 120, 180, 240, 300, 360 e 420 m³/ha. O autor admitiu que o

estado de floculação das partículas do solo não se modificou com as doses de vinhaça, durante os 120 dias de "incubação".

Para julgar a influência da vinhaça sobre a retenção da água pelo solo, o autor partiu dos seguintes pressupostos:

1. "qualquer alteração na geometria de poros do solo, em decorrência da aplicação da vinhaça, resulta do seu efeito sobre a granulação".

2. "as doses crescentes de matéria orgânica adicionadas ao solo, deveriam contribuir para aumentar sua superfície específica e, também, sua capacidade adsortiva".

Durante os 120 dias de "incubação", nenhuma das doses de vinhaça foi suficiente para alterar, significativamente, a geometria dos poros do solo, nem, tampouco, a sua superfície específica; por isto, não contribuíram para modificar a capacidade de retenção de água.

Na avaliação da influência da concentração de vinhaça sobre a porosidade do solo, o autor considerou a seguinte hipótese:

1. "durante o período de "incubação", pré-estabelecido, as possíveis interações entre as partículas minerais do solo com a matéria orgânica e íons do resíduo, contribuem para modificar a distribuição do tamanho de poros da camada arada".

O autor chegou à conclusão de que, num período de 120 dias, nenhuma das doses de vinhaça contribuiu para qualquer modificação significativa nas densidades aparente e real do solo e nas porosidades (total, macro e micro).

Os efeitos sobre a condutividade hidráulica foram avaliados considerando-se a hipótese de que:

1. "qualquer efeito significativo da vinhaça na granulação do solo, contribuiria para mudanças na sua condutividade hidráulica".

Os dados obtidos não permitiram esboçar uma conclusão acerca dos efeitos da vinhaça sobre este atributo do solo, necessitando de novos estudos.

De acordo com Ribeiro *et al.* (1983), normalmente se aceita, embora com base em reduzido número de dados experimentais, que a vinhaça tenha efeito dispersante sobre a argila do solo, o que pode resultar na compactação deste. Na busca de respostas para tal afirmativa, esses autores

avaliaram o efeito de amostras de argila de latossolos, em condições de laboratório. Em comparação com a água, as vinhaças atuaram como flocculantes, nos solos de textura mais argilosa, e como dispersante nos solos de textura mais arenosa. Os resultados sugerem que o efeito da vinhaça na dispersão ou floculação da argila de amostras de solo, segue, em linhas gerais, os modelos clássicos, dependendo da concentração e do balanço de cátions nas vizinhanças, além da natureza da fração argila. Ribeiro & Senigik(1983), nas mesmas condições experimentais, concluíram que tanto no LV quanto no LE, as menores doses promoveram floculação da argila, ao passo que as maiores provocaram dispersão; no LE, porém, estes efeitos foram menos evidentes.

2.2. INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM CANAIS DE TERRA.

Nesta parte da revisão serão abordados, apenas, alguns aspectos relacionados com os fatores que influem sobre o processo de infiltração, com os métodos de medida de I e com a magnitude das perdas por infiltração em canais de terra.

De acordo com os estudos de Lauritzen & Terrel(1967), a taxa de infiltração("seepage rates") depende da permeabilidade do solo, da existência ou não de revestimento natural ou artificial, da lâmina de água, de sua velocidade, da profundidade do lençol freático.

Cremos que pode depender, também, de outros fatores que podem ser, por exemplo, (1) os graus de anisotropia e heterogeneidade do solo, (2) seu teor em matéria orgânica, (3) grau de umidade imediatamente antes do início da infiltração, (3) características do líquido e (4) características da superfície infiltrada.

Kraatz(1977) reuniu esses fatores nos seguintes grupos: (1) características do solo e da região por onde passa o canal, (2) magnitude da lâmina de água no canal, perímetro molhado do canal e profundidade do nível freático e (3) quantidade de sedimentos na água, velocidade desta no canal e espaço de tempo em que o canal está em operação.

Este mesmo autor afirma que se torna praticamente impossível separar os efeitos destes fatores, pois eles se encontram estreitamente interrela-

cionados, agindo simultaneamente no sentido de variar a magnitude da infiltração.

Por esta afirmação, depreende-se a complexidade existente nos estudos de infiltração, mais ainda nas condições de canais em terra. Isto, evidentemente, dificulta as medidas da infiltração de uma forma precisa.

Alguns métodos de medidas, referidos por Lauritzen & Terrel(1967), são (1) "inflow-outflow", (2) "ponding", (3) medidores de "seepage" (4) elevações do lençol freático, (5) medidas da permeabilidade *in loco*, (6) testes de permeabilidade em laboratório e (7) velocímetro elétrico.

Na estimativa das perdas por infiltração, os métodos de medida podem ser agrupados da seguinte forma:(1) fórmulas empiricamente desenvolvidas, (2) soluções oriundas de métodos analíticos, (3) soluções derivadas por analogias elétricas.

Dentre os vários métodos existentes, é largamente usado o método do estancamento("ponding method"). Este consiste em medir a taxa de decréscimo do nível da água no trecho de canal de interesse, calculando a taxa de infiltração pela relação entre o produto da área da superfície líquida pelo comprimento do trecho de canal e a área umedecida neste trecho.

Por este método, as observações podem ser feitas de forma precisa, e os resultados fornecem uma boa indicação da perda média de água no trecho de canal considerado, com a ressalva de que a água estática(ausência de fluxo) pode escoar em taxas diferentes em relação à água fluindo.

O quadro a seguir, compilado por Kraatz(1977), contém magnitudes de perdas de água em sistemas de condução não revestidos, para várias localidades.

Tem sido estimado que 1/4 a 1/3 de toda a água derivada para fins de irrigação é perdida na condução(Lauritzen & Terrel, 1967). O USBR mostrou que, em 46 projetos, as perdas variaram de 3 a 86%. Se assumirmos que 1/4 dos 20.778.842,57m.ha de água derivados por estes projetos são perdidos, isto representará 5.194.710m.ha(US Senate, 1962a, citado por Lauritzen & Terrel, 1967). Considerando os Estados Unidos da América como um todo, se apenas 1/5 do total de água derivada para fins de irrigação é perdido pelo usuário, a quantidade de infiltração, a partir dos canais, seria de 29,20

milhões m.ha/ano. Se os futuros usuários pudessem reter esta água, eles poderiam irrigar 13,6 milhões de hectares a mais, utilizando 5,3m.ha/ha.

QUADRO 2 - Perdas de água por infiltração em canais não revestidos, para vários locais e situações (Kraatz, 1977).

Referência	País(Projeto)	Perdas(% do total derivado)	Comentários
U.S. Bureau of Reclamation(A12).	46 projetos de irrigação nos EUA.	3-86(média= 40).	Registro a partir de 46 projetos de irrigação, incluindo infiltração absorvida por vegetação, não controlada, e perdas por evaporação.
Khangar(F6).	Oeste do Paquistão.	18-44	Apenas perdas por infiltração.
Maasland, M..	Oeste do Paquistão; Bacia do Rio Indus.	35	Média das perdas totais por condução.
Kennedy(B40).	Oeste do Paquistão; Canal Bari Doab.	20 6 21 47	Canais e derivações. Distribuidores. Cursos d'água. Perdas totais.
Barona, F.(A3).	México.	26	Solos menos permeáveis.
Donee, L.D.(B2).	Turkey; Planície Konya Cumra; Planície Menemen	40 30	
Lauritzen, C.W.(C16).	Egito; Área no Delta do Nilo; Canais novos em áreas desérticas.	8-10	Baixa, devido ao efeito do silte da água do Nilo.
Sharov, I.A.(E7).	USSR	20-35	Principais e distribuidores.

Referência	País (Projeto)	Perdas (% do total derivado)	Comentários
Sain, K. (A 3).	Índia; canal Ganges.	15	Canais principais e derivações;
		7	Distribuidores;
		22	Cursos d'água;
		44	Perda total.
EPTA Report N° 1519, 1962 (B40).	Paquistão; projeto de irrigação Ganges-Kobadak, unidade kshita.	Máxima = 40	Perda total;
		5,7	Canais principais;
		7,3	Canais secundários;
		12,0	Canais terciários;
		25,0	Perdas totais.
Hekket, H. (1969).	Irã; Projeto de irrigação Garmsar.	40	
Ministério do Trabalho do Chile.	Projeto Vale Huasco.	54	Canal de 25 km, com capacidade de descarga em torno de 1 m³/s.
		(ca. 2,2/km)	
ICID(A5).	USSR; Canal Karakum, trecho de 400km, 28 a 6m; solo arenoso.	40	Perdas médias em canais escavados em solo arenoso.
Departamento de Energia e Irrigação, Punjab, Paquistão. (D10).	Província de Punjab.	11	Perdas médias em 44.000 cursos d'água, igual a 7 bilhões de m³ por ano.

Por afirmação desses mesmos autores, as perdas por evaporação em canais são, comumente, de 1,0 a 1,5% da água derivada.

2.3. ANÁLISE CRÍTICA.

Primordialmente, houve, de nossa parte, uma preocupação muito grande, talvez até excessiva, em verificar (1) a originalidade e (2) a contribuição social da pesquisa, isto é, a importância e aplicabilidade dos resultados possíveis ao meio produtivo.

Evidentemente, esta análise será feita confrontando-se o "estado da arte", pertinente ao assunto aqui estudado, e o "conjunto científico característico" (problema+hipóteses+variáveis+objetivos+importância/aplicabilidade dos resultados), e está restrita ao conteúdo deste capítulo.

Considerando isto, discernimos, fundamentalmente, quatro fatores de estudo, no arcabouço científico desta pesquisa: (1) a água comum, (2) a vinhaça *in natura*, (3) a infiltração através do solo, numa condição de canal em terra e, indiretamente, (4) a forma de destinação dos efluentes líquidos das UPCA's.

Dentro do contexto em que se insere esta pesquisa e sob a égide do conteúdo desta revisão bibliográfica, verifica-se uma limitação muito grande na discussão dos resultados pretendidos, isto é, no confronto entre o "conjunto científico característico" e o "estado da arte". O grau de pertinência, principalmente em relação aos dados de I e PI, é insuficiente, ou, mesmo, baixo. Queremos dizer com isto que os contornos e as metodologias nas quais a bibliografia aqui revistas fundamentaram-se, são diferentes daquelas adotadas nesta pesquisa. Cremos que isto se deve ao elevado grau de complexidade que envolve as relações no *continuum* infiltração (com vinhaça)-solo, além da complexidade intrínseca de cada um destes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1. TEORIZAÇÃO.

3.1.1. "Teoria".

Considere-se a situação abaixo, definida por uma seção transversal de canal, de forma trapezoidal - quase sempre a utilizada nos projetos de condução de líquidos para fins de irrigação - e seus elementos característicos principais.

FIGURA 01 - Condições básicas de fluxo a partir de uma seção de canal, encrustado em meio poroso, sem revestimento.

O líquido no TC pode ser a vinhaça *in natura* ou a água comum, dependendo do tratamento considerado; pode, também, permanecer por duas horas ou por seis horas, conforme esteja atuando como redutor ou como infiltrante;

A altura do líquido no TC, h ($h = 500 \text{ mm}$), foi assumida teoricamente constante durante todo o tempo de ambos os processos ocorridos: redução e infiltração.

O solo, sendo um meio poroso, possibilita a passagem, por seus poros, de elemento fluido - no caso, um líquido. Tanto a água comum quanto a vinhaça *in natura* possuem constituintes, minerais e orgânicos, que tanto reagem com a matriz do solo quanto modificam a geometria do espaço poroso.

A quantidade de matéria orgânica, sólidos suspensos e elementos minerais diversos, na vinhaça, é muito grande. Após um certo tempo, t , e sob a ação da carga hidráulica, h , o fluxo de líquido da superfície infiltrada do TC para o interior do solo, evidentemente conduzindo todos aqueles materiais minerais e orgânicos, promoveria, progressivamente, a obstrução dos poros do solo, por ações mecânicas de transporte e acumulação. Formar-se-ia, assim, uma camada colmatada - solo+elementos infiltrados -, adjacente e ao longo de todo o perímetro do TC, a partir da superfície deste e aprofundando-se no meio poroso. As principais características e propriedades dessa camada colmatada, diferentes, em magnitude, daquelas do meio poroso original, seriam: (1) sua constituição, (2) sua estrutura, (3) maior massa específica, e (4) menor condutividade hidráulica, em solo saturado.

Com a aplicação da vinhaça *in natura*, certamente, haverá dispersão de argilas, podendo provocar, também, redução do fluxo de líquidos no solo. Este efeito não foi aqui considerado por acreditarmos que a acumulação e consequente obstrução dos poros do solo, pelos materiais componentes da vinhaça, contribuir muito mais para o fenômeno de redução do fluxo de líquidos neste meio poroso.

A espessura dessa camada ao longo do perímetro molhado, a quantidade de elementos infiltrados, seu potencial para redução de K_0 , a magnitude desse K_0 , dependeriam, principalmente, dos seguintes fatores: (1) características do líquido infiltrado, (2) características do solo, (3) magnitude

de h , (4) tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração e (5) geometria da seção transversal da superfície infiltrante.

Os elementos inerentes a estes fatores interagem, de forma convergente, no sentido de modificar a infiltração, I , a taxa de infiltração, VI e a perda de líquido por infiltração, PI . Nesse caso particular, as modificações em I , VI e PI , seriam determinadas pelas condições limites inerentes ao experimento. Certamente, deve haver algum(ns) fator(es) que não está(ão) sendo controlado(s), dentro desta concepção científica. O grau de importância deste(s) último(s), cremos, poderá ser qualificado após a obtenção dos resultados.

3.1.2. Condições limites.

FIGURA 02 - Principais atributos da seção transversal do TC. ($h=0,490\text{m}$; $b=0,490\text{m}$; $\alpha=52^\circ$; $B=1,27\text{m}$).

As condições limites constituem-se nos contornos da indagação científica que se está pondo à prova com o experimento. É um conjunto de fatores que, direta ou indiretamente, intervêm no comportamento dos fenômenos que estão sendo considerados para a obtenção dos dados, os quais

virão a valorar, qualitativa e, ou, quantitativamente, as variáveis experimentais.

Para esta pesquisa, as condições limites foram as seguintes:

1) A vinhaça *in natura*, o redutor, por hipótese, de infiltração constitui-se numa mistura complexa de vários elementos minerais e orgânicos, cujas características e, conseqüentemente, comportamentos, são bastante diferentes daqueles da água comum. Consideramos, para os fins desta pesquisa, como principais características e propriedades da vinhaça, problematizadoras do processo de infiltração, as seguintes: (1) o seu teor em Potássio, (2) o seu teor em matéria orgânica, (3) a sua temperatura, (4) a sua viscosidade dinâmica e (5) seu teor em sólidos suspensos.

2) O grau de sedimentação dos sólidos suspensos na vinhaça é muito alto. A parte mais baixa da superfície infiltrada, o fundo do TC, em pouco tempo, deve está coberta com sedimentos;

3) O líquido permaneceu estático - não houve fluxo e a inclinação do fundo era nula - sobre a superfície infiltrada, durante todo o tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração;

4) A forma geométrica da superfície infiltrada foi a de um trapézio isósceles, simulando, evidentemente, a forma da seção de canal mais utilizada nos projetos de condução de efluentes líquidos. Isto estabelece duas sub-superfícies de infiltração, no que respeita à inclinação: (1) duas sub-superfícies inclinadas, definidas pelas paredes do TC e (2) uma horizontal, que se constitui no fundo do TC;

5) Solo anisotrópico; ocorria uma camada sedimentada abrangendo cerca de $\frac{1}{2}$ do perímetro molhado do TC, como descrito pela Figura 2, item 3.1.2.;

6) Foi mantida uma lâmina média de líquido de 490mm, sobre o fundo e as paredes do TC, durante todo o tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração;

7. O tempo de oportunidade para a redução foi de duas horas; o de oportunidade para a infiltração, de seis horas.

8) A superfície infiltrada foi submetida ao fluxo imediatamente após preparada, isto é, a infiltração se verificou em trechos de canais (TC's) recém abertos, novos;

9) O início do processo de redução da infiltração ocorreu, sempre, numa superfície com umidade de 15,52 a 17,74%(bps); para efeito de medida da infiltração nesta pesquisa, contudo, o início deste processo de infiltração, estava na dependência de, no tratamento de interesse, ter havido, anteriormente, redução ou não.

3.1.3. Hipóteses(H) e variáveis(V).

H1) Ao longo do tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração, ocorre um preenchimento dos poros do solo com materiais minerais e orgânicos, constituintes inerentes dos líquidos;

H2) Em função dessa obstrução dos poros do solo, ocorre um aumento de sua massa específica, redução de sua macroporosidade, aumento da microporosidade e da porosidade total e redução da condutividade hidráulica;

H3) Há redução da taxa de infiltração e das perdas por infiltração ao longo do tempo;

H4) A vinhaça *in natura* se constitui num redutor de infiltração de líquidos em canais de terra.

V1) Porosidades;

V2) Massa específica do solo;

V3) Condutividade hidráulica do solo saturado;

V4) Taxa de infiltração;

V5) Perdas por infiltração.

3.2. PLANEJAMENTO DA PESQUISA E DO EXPERIMENTO.

O problema encontra-se inserido nas condições de uma área de cultivo tradicional de cana-de-açúcar, isto é, de uma UPCA, onde está consolidada a técnica de irrigação com sistema "montagem direta", na aplicação de resíduos líquidos que efluem da agroindústria. Este problema, para o qual buscamos resposta, requer o conhecimento de particularidades inerentes (1) à UPCA, (2) à área onde for implantado o experimento, (3) ao solo desta área e (4) aos líquidos utilizados(vinhaça *in natura* e água comum). Especificamente, é preciso conhecer:

1) o estágio tecnológico em que se encontra a UPCA, principalmente no que se refere à disposição em fazer pesquisas e, mais ainda, com respeito ao gerenciamento do projeto de aplicação de resíduos;

2) que tipo de estrutura de condução e distribuição dos resíduos é utilizada pela UPCA, como também no transporte e deslocamento de pessoal, material e equipamentos na área do projeto; isto determina, também, a operacionalização das atividades no experimento;

3) que topografia predomina na região; isto é decisivo na seleção da área destinada à implantação do experimento. É indefensável, em termos científicos e de aplicabilidade dos resultados, a instalação deste experimento em área de topografia acidentada;

4) qual o histórico de cultivo da área do experimento; isto importa no fato de que ela não deve ter recebido vinhaça ou outro resíduo estranho, em passado recente;

5) que tipos gerais de solo predominam na região, na UPCA e qual o tipo de solo da área do experimento; isto importa na abrangência dos dados a serem obtidos, inclusive a nível de Estado;

6) que tipos de efluentes líquidos são predominantemente utilizados nas áreas dos projetos, tanto a nível de UPCA quanto de Estado;

7) quantitativamente, quais as características dos elementos da seção, ou das seções, de canal praticadas pela UPCA; qual a profundidade média de escavação dos canais;

Estes elementos, componentes de uma realidade na qual se insere a pesquisa, interagem na fase de planejamento e de alocação de recursos, otimizando a operacionalização do experimento e, em última instância, garantindo a obtenção dos dados pretendidos da forma mais científica e consistente possível.

3.3. MATERIAIS.

3.3.1. Localização do experimento.

A área experimental está localizada a 9°48'LS, 36°05'LO e 40m, no Estado de Alagoas, Município de São Miguel dos Campos, em terras da Usina Caeté S/A, fazenda São João, lote nº 4. A topografia da área é plana a

levemente ondulada, com 3% de declividade. Outros detalhes encontram-se no apêndice 5.

3.3.2. Solo.

Podzólico Acinzentado Tb distrófico A proeminente textura média (leve)/média; moderadamente a imperfeitamente drenado; uso atual cana-de-açúcar. Através de verificação dos registros históricos de lotes e por informações pessoais dos Engenheiros e Técnicos da UPCA, verificou-se que o lote onde se desenvolveu o experimento não recebeu vinhaça. O quadro 1 contém a composição granulométrica e a classificação textural por horizonte. O Apêndice 2 contém uma caracterização mais detalhada deste solo.

QUADRO 03 - Composição granulométrica e classificação textural, por horizonte, do solo da área do experimento.

Horizontes	Profundidade (cm)	Composição granulométrica			Classificação textural
		Areia	Silte	Argila	
			%		
Ap	00-20	73,74	6,67	19,50	Franco arenoso
A	20-50	65,09	5,73	29,18	Franco argilo arenoso
E	50-85	57,85	9,22	32,93	Franco argilo arenoso
Btxm	85-195	52,20	14,19	33,61	Franco argilo arenoso

3.3.3. Líquidos.

Como referido no item 3.1.2., os líquidos utilizados foram a vinhaça *in natura* e a água comum. Toda a vinhaça *in natura* usada nos tratamentos experimentais foi de formação instantânea, isto é, recém saída da indústria. A água comum usada adveio parte do açúde da indústria e parte da caixa d'água da garagem do Departamento Agrícola da UPCA. As análises fo-

ram feitas considerando-se a caracterização química, mineral e orgânica, destes líquidos. Os resultados destas análises encontram-se no Apêndice 1.

3.3.4. Trecho de canal.

A figura 3 contém alguns elementos de um TC característico, com alguns detalhes dos componentes mais importantes.

FIGURA 03 - Detalhe do TC e Sub-TC's, com seus principais elementos característicos.

Os TC's foram abertos manualmente, por um grupo de trabalhadores rurais treinados especificamente para este tipo de atividade. Neste experimento foram abertos 35 TC's, os quais se constituíam nas parcelas experimentais. O Apêndice 3, contém a foto de um TC já concluído.

3.3.5. Acessórios e equipamentos.

Para o transporte de água da fonte para a área experimental e, aí estando, para derivação deste líquido para dentro dos TC's, instalando os respectivos tratamentos, foi utilizado um caminhão-tanque, com capacidade

de 13 mil litros. Posteriormente, em virtude de necessidades da UPCA, este caminhão foi substituído por um tanque, tracionado, com capacidade para sete mil litros. O caminhão-tanque, a partir daí, ficou realizando o abastecimento deste tanque, quando solicitado.

O transporte da vinhaça da fonte para a área experimental e, aí estando, na derivação do líquido para os TC's, foram feitos utilizando-se outros dois tanques, com capacidades de 2,5 e 4 mil litros, respectivamente, tracionados por trator. Evidentemente, o trator, de média potência, foi outro equipamento imprescindível às atividades no experimento, em virtude da constante necessidade de seus serviços, no deslocamento tanto dos tanques de um TC para outro, instalando os tratamentos, quanto dos infiltrômetros - bastante pesados.

Os infiltrômetros, em número de dois, eram caixas de cimento amianto, com capacidade para 1000 litros, adaptadas para realizar a medida do infiltrado no TC correspondente num determinado tempo. O Apêndice 4, contém uma foto mostrando esses aparelhos.

Outro material imprescindível, embora de simples idealização e confecção, foram as comportas. Em número de quatro eram compostas de chapa e cantoneiras de ferro laminado, na forma trapezoidal, utilizadas para conter o líquido no Sub-TC de interesse (Sub-TCC), dando condições para que se medisse a infiltração de acordo com os objetivos da pesquisa.

Os controladores de nível da lâmina de líquido, também em número de quatro, eram dispositivos de madeira, idealizados e confeccionados de forma a possibilitar a verificação constante da altura da lâmina de líquido no TC, mantendo-a sempre na altura requerida e possibilitando as devidas complementações. Este controle era feito diretamente em uma régua milimétrica, acoplada ao dispositivo de controle. Os Apêndices 5 e 6, contêm fotos mostrando esses materiais.

Vários outros materiais menores, porém de grande importância nas atividades deste experimento, foram: o cronômetro, o termômetro, as ferramentas para escavação dos TC's, a lona plástica para cobertura dos TC's ou dos infiltrômetros, quando necessário, além de outros.

A equipe de trabalho coconstituiu-se de 4 peões, 1 tratorista, 1 motorista, 1 auxiliar de motorista, além do pesquisador.

3.4. MÉTODO CIENTÍFICO.

Nesta pesquisa buscou-se inferir uma "verdade" geral, expressa nas conclusões, a partir de dados, suficientemente repetidos, constatados, de uma condição particular, específica. Isto, de acordo com Lakatos & Marconi(1983), Ruiz(1991) e Hühne(1992), caracteriza o método de indução incompleta, ou científica.

De acordo com este sistema de conceitos, os parâmetros de massa específica do solo, porosidades e condutividade hidráulica são tidos como fenômenos particulares, cujos comportamentos induzem a conclusões sobre a infiltração, a taxa de infiltração e sobre as perdas por infiltração, tidos como fenômenos gerais.

3.5. TÉCNICAS.

3.5.1. Processo de amostragem do solo.

Com base nos objetivos desta pesquisa, foram feitas amostragens para determinações de grau de umidade do solo($u\%$), massas específicas(ρ_{solo}), porosidades(M, m e P), e condutividade hidráulica do solo saturado(K_0).

Para a execução dessas amostragens, foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- 1) conjunto amostrador de Uhland;
- 2) conjunto amostrador de Kopeck;
- 3) marretas de madeira;
- 4) vários acessórios para limpeza;
- 5) papel alumínio;
- 6) latas de alumínio;
- 7) caixas de isopor e gelo;
- 8) pequenos materiais(foice, enxada, enxadão, facão, pás, lanternas, piquetes, fio de nylon, marretões, etc).

As amostragens para massa específica, porosidade e condutividade hidráulica foram feitas, sempre, antes(Pré-Tratamento) e após(Pós-tratamento) a instalação de cada tratamento, no talude e no fundo dos Sub-

TCL's. Para a determinação dos graus de umidade, as amostragens foram feitas imediatamente antes da implantação do tratamento, na parte mediana de uma das paredes de um dos Sub-TC's, uma para cada tratamento.

As amostras foram, todas, envoltas em papel alumínio, devidamente etiquetadas e colocadas em caixa de isopor com gelo, visando sua preservação e conservação. As amostras para umidade foram mantidas em lugar úmido e fresco, até o momento das análises.

3.5.2. Preparação e análises das amostras de solo.

Referimo-nos aqui às determinações de graus de umidade, massas específicas, porosidades e condutividades hidráulicas.

Os graus de umidade(u%), foram obtidos através do método padrão (ABNT, 1969). Foram obtidas médias aritméticas simples para cada bloco experimental. A massa específica do solo(ρ_{solo}), foi obtida utilizando-se o método do cilindro central ("core method"), como descrito por Blake & Hartge (1986). Obteve-se médias aritméticas simples para cada tratamento, antes e após sua instalação (Apêndice 7). As porosidades, foram determinadas utilizando-se a "mesa de tensão", como descrito por Danielson & Sutherland (1986) e Oliveira (1988). Foi adotada a tensão de 50mca como a que define a macro e microporosidades, no tipo de solo utilizado (Apêndice 8). A condutividade hidráulica do solo saturado (K_0), foi obtida utilizando-se um permeâmetro de carga constante, como sugerido por Kraatz (1977) (Apêndice 9).

Uma mesma amostra foi utilizada para as determinações de porosidade, inicialmente, e de condutividade hidráulica, posteriormente. Ambas as análises foram realizadas no Laboratório de Solos, Setor de Hidráulica, Departamento de Engenharia Rural (ESALQ/USP).

$$M = \left\{ \frac{(M \text{ Conj Na Saturação} - M \text{ Conj a 50mca})}{[(M \text{ Conj Na Saturação} - M \text{ Conj Seco}) + \frac{(M \text{ Conj Seco} - Tara)}{\rho_{solo}}]} \right\} 100$$

$$m = \left\{ \frac{(M \text{ Conj a } 50mca - M \text{ Conj Seco})}{[(M \text{ Conj Na Saturação} - M \text{ Conj Seco}) + \frac{(M \text{ Conj Seco} - Tara)}{\rho_{solo}}]} \right\} 100$$

$$P = (M + m)$$

$$K_0 = \frac{VL}{AT(H + L)} \frac{\mu_{H_2O}(15^\circ C)}{\mu_{H_2O}(10^\circ C)}, cm / min$$

$$\frac{\mu_{H_2O}(15^\circ C)}{\mu_{H_2O}(10^\circ C)} = \frac{0,011455 poise}{0,01309 poise} = 0,875$$

$$K_0 = 0,875 \frac{VL}{AT(H + L)}, cm / min$$

3.5.3. Processo de amostragem dos líquidos.

Tanto a vinhaça *in natura* quanto a água comum, foram amostrados e preparados para análises de forma idêntica. Para cada bloco experimental, foram tomadas 3 ou 4 amostras de vinhaça e de água. As amostragens foram feitas no mangote de derivação dos tanques - no caso da vinhaça - e do caminhão-tanque - no caso de água -, de derivação para o TC, no momento de instalação do respectivo tratamento. Elas foram acondicionadas em frascos, hermeticamente fechados, e imediatamente acomodadas em caixas de isopor com gelo.

As amostras individuais coletadas, 10 a 12 para cada líquido, foram misturadas, homogeneizadas e transformadas em uma amostra - amostra composta - para cada líquido. Os resultados das análises encontram-se no Apêndice 6. Durante todo o tempo, as amostras foram mantidas em geladeira. As análises dos líquidos foram realizadas pelo laboratório do Núcleo de Absorção e transferência de tecnologia (NATT).

Apenas para registro, foram tomadas, também, várias medidas de temperatura da vinhaça, em 3 diferentes tempos: (1) Logo quando se estabelecia o tratameto, na metade do tempo de tratamento e (2) no final

deste. A temperatura média variou de 32 a 45°C. A água comum manteve-se à temperatura ambiente.

3.5.4. Infiltração e taxas de infiltração.

A Infiltração e as taxas de infiltração foram obtidas utilizando-se infiltrômetros, como descrito no item 3.3.5. O cálculo de I e de VI foram realizados a partir das fórmulas a seguir.

$$I = 0,8118(\text{Reposição} - \text{Leitura Post}), \text{ mm}$$

$$I = 0,8118(\text{Leitura Ant} - \text{Leitura Post}), \text{ mm}$$

$$VI = \frac{I}{TI}, \text{ mm / min}$$

Estas fórmulas foram obtidas considerando-se as áreas disponíveis para o fluxo e as alturas infiltradas correspondentes.

$$\frac{ASLC}{AOI} = \frac{\Delta H_{ASLC}}{\Delta H_{AOI}}$$

$$ASLC = \frac{1.342.768 + 1.472.064}{2} = 1.407.416 \text{ mm}^2$$

A área de oportunidade para infiltração no Sub-TCC, AOI, figura 4, também é variável, tendo-se que calcular um valor médio aproximado desta.

$$n = \frac{480}{\sin 52^\circ};$$

$$n = 609,13 \text{ mm}$$

$$N = 634,51 \text{ mm}$$

$$A = (2N + 490) \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}$$

$$A = 1.759.020 \text{ mm}^2$$

$$a = (2n + 490) \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}$$

$$a = 1.708.260 \text{ mm}^2$$

$$AOI = \frac{a + A}{2};$$

$$AOI = 1.733.640 \text{ mm}^2$$

FIGURA 04 - Seção transversal do TC, com os elementos característicos principais.

Verifica-se pela Figura 5 que a área média da caixa (ou da superfície líquida na caixa) é de, aproximadamente,

* Faixa onde foram realizadas a quase totalidade das leituras.

FIGURA 05 - Corte transversal da caixa-infiltrômetro, com alguns elementos característicos.

Da relação matemática entre as áreas e as alturas, pode-se obter:

$$\Delta H_{AOI} = \frac{ASLC}{AOI} \Delta H_{ASLC}$$

$$\Delta H_{AOI} = \frac{1.407.416}{1.733.640} \Delta H_{ASLC}$$

$$\Delta H_{AOI} = 0,8118 \Delta H_{ASLC}$$

ΔH_{ASLC} equivale ao valor da diferença entre a reposição e a leitura ou entre leituras, do nível da água na caixa-infiltrômetro.

O cálculo das perdas por infiltração, PI, foi feito com base no procedimento atribuído a Kraatz(1977). Este relaciona um volume e uma área de infiltração, como abaixo.

$$PI = \frac{Volume}{Area.Tempo}$$

$$PI = \frac{w(d_0 - d_1)L}{PML}$$

FIGURA 06 - Elementos geométricos da figura correspondente à da espessura de líquido infiltrado no Sub-TCC.

Considerando-se os elementos geométricos contidos na figura 4, verifica-se as seguintes relações:

$$X = \frac{0,500m}{\tan 52^\circ}$$

$$x = \frac{0,480m}{\tan 52^\circ}$$

$$B_0 = 2X + 0,490m$$

$$B_1 = 2x + 0,490m$$

$$w = \frac{(B_0 + B_1)}{2}$$

$$w = 1,2556599m$$

$$L = 1,0m$$

$$PM = \frac{0,6345 + 0,6043}{2} 2 + 0,49 = 1,7288m$$

$$PML = 1,7288m^2$$

$$PI = \frac{1,2556599}{1,7288}(d_0 - d_1)$$

$$PI = 0,7263(d_0 - d_1)$$

Por facilidade de operacionalização das leituras, fez-se o controle do espaço ao invés do de tempo. Ou seja, permitiu-se uma depleção máxima do nível do líquido no Sub-TCC, de 20mm - até 480mm -, fazendo-se, neste instante, a complementação e, imediatamente, lendo-se o volume de líquido derivado do infiltrômetro para o Sub-TCC. Este volume constituía-se na infiltração naquele espaço/tempo. Este procedimento sucedeu-se até as seis horas, definidas *a priori*, como o tempo de oportunidade para a infiltração no Sub-TCC, quando encerrava-se o tratamento.

A relação entre a medida de I feita no infiltrômetro - leitura na régua de madeira do nível na mangueira flexível adaptada à caixa de cimento amianto -, e a magnitude de I no Sub-TCC, é dada pela expressão a seguir (Apêndice 14):

$$\Delta H_{AOI} = 0,8118 \Delta H_{ASLC}, mm,$$

na qual, $\Delta H_{AOI} = I$. Foi calculada também a Velocidade de infiltração, VI, fazendo-se $VI = I/TI$.

3.5.5. Perdas por infiltração.

As perdas por infiltração foram determinadas com base no método do estancamento ("ponding method"), conforme descrito por Kraatz (1977). Por este método, as perdas por infiltração, PI, (Apêndice 16), são obtidas pela fórmula:

$$PI = \frac{W(d_0 - d_1)L}{PML},$$

onde,

- PI = perda por infiltração, em m³/m²/min, na distância L;
- W = largura média da superfície da água, no Sub-TCC estancado;
- d₀ = lâmina de água no início do tempo de medida;
- d₁ = lâmina de água no final do tempo de medida;
- PM = perímetro molhado médio;
- L = comprimento do Sub-TCC.

Neste experimento, o Sub-TCC utilizado teve as dimensões referidas na Figura 3, item 3.3.4., e os tempos de oportunidade para a redução e para a infiltração foram de, respectivamente, 2 e 6 horas.

Conforme consta a Figura 3, portanto, a expressão da perda por infiltração assumiu a seguinte expressão:

$$PI = 0,7263(d_0 - d_1)$$

3.5.6. "Lay-out" do experimento.

A "parcela experimental" era representada pelo TC, o qual foi subdividido em três Sub-TC's, figura 3(item 3.3.4.). O Sub-TC central foi destinado às medidas de I, e PI. Os Sub-TC's laterais foram destinados à coleta dos dados referentes às variáveis dependentes e intervenientes. Nestes locais foram realizadas todas as amostragens; um lado antes e outro depois da instalação dos tratamentos. Os detalhes mais importantes da estrutura física do experimento, estão contidos na Figura 4.

3.5.7. Planejamento estatístico-experimental.

O experimento foi executado num delineamento em blocos completos ao acaso, com 7 tratamentos e cinco repetições(Figura 4). Em função dos objetivos da pesquisa os tratamentos foram definidos como a seguir:

FIGURA 07 - Estrutura do experimento no campo. Os retângulos com pe rímetro tracejado correspondem a tratamentos perdidos.

(v+A): Vinhaça *in natura* como redutor, seguida de água comum como infiltrante;

(v+V): Vinhaça *in natura* como redutor, seguida de vinhaça *in natura* como infiltrante;

(v) : Vinhaça *in natura* como redutor;

(A) : Água comum como infiltrante;

(V) : Vinhaça *in natura* como infiltrante;

(a+A): Água comum como redutor, seguida de água comum como infiltrante;

(a) : Água comum como redutor.

As análises estatísticas, propriamente, foram (1) a análise de variância e teste F, (2) o teste t de comparação entre médias e (3) a análise exploratória dos dados, fazendo-se o confronto entre os valores médios obtidos para cada tratamento, em função dos momentos e das posições de amostragem.

QUADRO 04 - Esquema da análise de variância.

Causa de variação	Graus de liberdade
Blocos	4
Tratamentos (T)	6
Resíduo	(24)
Total	34

3.6. TESTES DE HIPÓTESES.

1) Determinações de massa específica do solo, porosidades (macro, micro e total) e condutividade hidráulica do solo saturado, antes e após o estabelecimento de cada tratamento, no talude e no fundo dos TC's, para testar as hipóteses 1, 2 e 3;

2) Determinações das taxas e perdas de líquido por infiltração, em todos os tratamentos, nas condições com e sem redutor de infiltração, para testar as hipóteses 4 e 5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

A depender da variável considerada, duas a quatro parcelas experimentais foram perdidas, em diferentes tratamentos e repetições. Isto, entretanto, não prejudicou a consistência das análises, pois, o número de repetições continuou suficiente para que os dados apresentassem, pelo menos, uma tendência clara acerca do comportamento dos fenômenos envolvidos. Os respectivos Quadros e Apêndices podem confirmar esta afirmação.

Embora tenhamos tentado, não conseguimos medir a evaporação durante a tomada de dados de infiltração. Cremos, entretanto, que isto não afetou, de forma significativa, as magnitudes de I e PI, pois (1) a área evaporativa era pequena, (2) o tempo de exposição foi curto, (3) trabalhamos, quase sempre, fora dos horários de maior demanda evaporativa, (4) a vinhaça, caracteristicamente, apresenta elevada tensão superficial e (5) na prática, as irrigações/fertirrigações são intermitentes, minimizando a influência da perda por evaporação, relativamente àquela por infiltração. Saliente-se que estes fatores interferem sobre a magnitude da evaporação de forma cumulativamente, minimizando o efeito desta sobre as magnitudes de I e PI.

Durante todo o período de coleta de dados em campo - janeiro a fevereiro de 1996 - choveu apenas uma única vez e, mesmo assim, em quantidade insignificante, relativamente aos efeitos possíveis sobre as variáveis envolvidas na pesquisa.

Exceto para a variável p_{solo} , as análises, interpretações e conclusões foram restritas à posição fundo do TC. Os efeitos sobre o talude não foram quantificados, em virtude de não dispormos de material em quantidade suficiente.

4.1. LÍQUIDOS (Apêndice 1).

Hipótese envolvida:

H1 - "Ao longo do tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração, ocorre um preenchimento dos poros do solo com materiais minerais e orgânicos, constituintes inerentes daqueles líquidos".

4.1.1. Características da vinhaça (Apêndice 1).

QUADRO 05 - Valores médios dos principais constituintes e parâmetros da vinhaça *in natura* utilizada no experimento.

Constituintes e parâmetros	Valor médio
pH	5,33
N*	0,655
P ₂ O ₅ *	0,446
K ₂ O*	4,950
C Org.*	61,00
Matéria orgânica total*	105,16
CaO*	2,13
MgO*	0,87
Resíduo sedimentável*	0,00
Sólidos totais*	17,50

* Kg/m³.

Considerando-se os objetivos desta pesquisa, destacam-se dentre os constituintes e parâmetros da vinhaça, os teores em matéria orgânica e sólidos totais. Estes constituintes importam por se considerar a possibilidade de obstrução mecânica ao fluxo no interior do solo, isto é, redução da área disponível ao fluxo, através da ocupação de parte do espaço poroso.

Há que se cogitar também do possível efeito dispersante da vinhaça sobre a argila do solo, como discutido por Ribeiro et al.(1983) e Ribeiro e Sengik(1983), podendo causar compactação. Os primeiros salientam, entretanto, que esta afirmação é baseada em reduzido número de dados experimentais. Considerando o aspecto de pertinência, alertamos para a possibilidade desses resultados terem sido oriundos de amostras indeformadas, extraídas de horizontes superficiais - da camada arável, portanto - de experimentos em laboratório e, assim, não ser possível uma comparação com os resultados desta pesquisa.

Ao se considerar o possível efeito dispersante da vinhaça sobre a argila do solo, e, sabendo-se que tal efeito traduz-se naquele adicional ao causado pela água, ou seja, efeito este causado exclusivamente pelos componentes característicos da vinhaça, adquirem importância outros componentes característicos da vinhaça, principalmente o potássio. Como já explicado na teoria(ítem 3.1.), esta questão foge aos objetivos desta pesquisa.

4.1.2. Características da água comum(Apêndice 1).

A importância dos resultados das análises da água comum utilizada no experimento, com base nos objetivos desta pesquisa, restringe-se apenas a verificar(comprovar) a existência ou não de um ou mais constituinte em excesso, ou seja, que viesse tornar a água anormal para as atividades em irrigação e drenagem. Caso isto acontecesse, a possibilidade de modificar, tendenciosamente, o comportamento de alguma(s), ou todas, as variáveis experimentais de interesse, seria grande.

Analizando-se o Quadro 5, verifica-se que os valores dos principais constituintes da água comum utilizada no experimento, comprovam a condição normal desta água. O Apêndice 1 contém a classificação com base na escala americana(SCS/USDA). Com isto, verifica-se que a água comum não deve ter causado modificações significativas no comportamento das variáveis experimentais estudadas.

Falta-nos, aqui, todavia, um quadro com padrões comparativos para os valores dos constituintes e parâmetros da água comum, a exemplo do que foi

feito para a vinhaça *in natura*. Contudo, cremos, isto não traz prejuízos a análise destes dados, pois, ao contrário do que acontece com as vinhaças, há uma escala de classificação de águas, científica e universalmente reconhecida (Apêndice 1).

QUADRO 06 - Valores médios dos constituintes e parâmetros da água comum utilizada no experimento.

Constituintes e parâmetros	Valores médios
pH	7,20
CE*	199
Ca ^{++**}	0,203
Mg ^{++**}	0,291
Cl ^{-**}	1,889
Na ^{***}	1,478
CO ₃ ^{-**}	0,00
HCO ₃ ^{-**}	0,309
K ^{***}	Traços
SO ₄ ^{-**}	Traços
Fe ^{***}	1,338
SiO ₂ ^{***}	9,756
Sólidos totais ^{***}	0,128

* $\mu\text{S}/\text{cm}$.

** meq/l.

*** kg/m^3 .

Chamamos a atenção para os valores de matéria orgânica total da vinhaça *in natura* e de sólidos totais tanto desta vinhaça quanto da água comum, Quadros 5 e 6. Sugere-se, também, uma comparação com os valores de matéria orgânica da vinhaça, contidos no Apêndice 2. Verifica-se que os valores de sólidos totais de ambos os líquidos, são consideráveis. Infelizmente nos falta um padrão comparativo para os valores de sólidos totais!... A matéria orgânica da vinhaça utilizada neste experimento, pos-

sui valores duas vezes maiores que aqueles contidos no Apêndice 2. Apesar dessa magnitude ser normal, no que se refere ao ambiente de produção da vinhaça, isto, certamente, acentua o efeito de obstrução mecânica dos poros do solo, como aludido por Ross & Froberville(1928) - embora com pertinência científica limitada -, induzindo uma redução ainda maior nos valores de I, VI e PI.

Os dados sobre componentes da vinhaça aqui apresentados, comprovam, "novamente", a elevada variação destes constituintes, justificando, desta forma, um estudo mais aprofundado acerca deste resíduo agroindustrial e confirmando a importância que se deve dar às características da vinhaça gerada pela indústria canavieira, como alertado por Glória & Orlando Filho(1984). Os valores de sólidos totais, tanto da vinhaça *in natura* quanto da água comum, também podem ter contribuído para este efeito de obstrução dos poros do solo. O quanto estes constituintes, particularmente, influenciam as magnitudes de I, VI e PI, depende, cremos, da natureza dos mesmos. E, daí, advém a importância de uma análise rigorosa dos líquidos envolvidos no processo de infiltração, nas condições desta pesquisa ou semelhantes.

Esta evidência, ou seja, o potencial desses líquidos, principalmente da vinhaça *in natura*, para redução da infiltração desses mesmos líquidos em canais de terra, pela sua própria constituição, já nos induz a pensar na possível confirmação da hipótese 1.

Em seguida, pelas análises dos comportamentos das variáveis inteveientes consideradas, inerentes ao solo, confirmaremos ou não este potencial.

4.2. SOLO (Apêndice 02).

Além da hipótese 1(H1), já escrita, está envolvida também a hipótese 2(H2), transcrita a seguir:

H2 - "Em função dessa obstrução dos poros do solo, ocorre um aumento de sua massa específica, redução de sua macroporosidade, aumen

to da microporosidade, e redução da porosidade total e da condutividade hidráulica na saturação”.

4.2.1. Grau de umidade atual(b.p.s.), u(%).

QUADRO 07 - Valores médios do grau de umidade, por bloco experimental, e média geral para o experimento.

Bloco	u(%)
I	15,52 ¹
II	16,58
III	17,74 ¹
IV	17,31
V	16,58 ²
Média geral	16,75

¹ Médias de 6 repetições.

² Média de 5 repetições.

Considerando-se este quadro e a depender do bloco experimental referido, o número de repetições - que, para este fim, coincide com o número de tratamentos possíveis(no caso, igual a 7) -, variou de 5 a 7.

A importância do Quadro 7, contendo os valores médios de graus de umidade atual, reside no fato, fundamental, da infiltração, independentemente da natureza do líquido infiltrante, variar, no tempo, com esse grau de umidade do meio poroso. Assim, a importância referida está restrita ao momento inicial do processo de infiltração.

A amplitude total de variação, entre estes valores, foi de 2,22%, não nos parecendo significativa, podendo-se, portanto, considerar-se qualquer um destes valores como o grau de umidade que afetou todo o experimento, ou, mesmo, o valor médio, igual a 16,75%. Enfim, repetimos, para esta pesquisa, o grau de umidade no qual o experimento foi realizado serve apenas como um indicador do estado de energia da solução do solo. Não se constitui em variável experimental.

4.2.2. Massa específica do solo (ρ_{solo}) (Apêndice 08).

Analizando-se o Quadro 8, verifica-se que os valores de ρ_{solo} , em geral, sofreram acréscimos, no momento pós-tratamento, tanto na posição fundo quanto na posição talude, independentemente de ter havido redução ou não. Isto comprova que, realmente, ocorre uma obstrução dos poros do solo ao longo do processo de infiltração.

Esses acréscimos, entretanto, incoerente e inexplicavelmente, não ocorreram para os tratamentos (v+V) e (v) posição fundo. Ao contrário, houve aumento do valor de ρ_{solo} , com a aplicação dos líquidos. Esta incoerência pode ter sido causada por um excessivo número de batidas no amostrador, provocando uma relativa compactação da amostra, como verificada pelos valores de massa seca do solo (Apêndice 08).

Confrontando-se os valores obtidos nos tratamentos (v+A) vs (a+A), (v) vs (a) e (A) vs (V), não se constata a contribuição da vinhaça *in natura* para o aumento dos valores de ρ_{solo} , comparativamente com a água comum. Parece haver um efeito sinérgico de ambos os líquidos sobre ρ_{solo} , bem como efeito do tempo de redução e, ou, de infiltração. Na condição real de aplicação de resíduos da agroindústria sucroalcooleira, estes tempos são muito maiores. Talvez, nesta condição, haja significativo efeito da vinhaça sobre a massa específica do solo, relativamente à água comum.

Portanto, considerando-se o referido conjunto de dados, os efeitos da vinhaça *in natura* sobre a ρ_{solo} , não comprovam o potencial da vinhaça para redução dos valores de I e VI. Enfatizamos, entretanto, que, em virtude das fortes tendências verificadas, se faz necessário estudos mais aprofundados, na busca de resultados conclusivos.

4.2.3. Porosidades (Macro, micro e total) (Apêndice 09).

Observando-se o Quadro 09, verifica-se que não foram obtidos todos os dados para a posição talude, no TC. Isto aconteceu em virtude da grande escassez do material necessário. As análises, discussões e conclusões envolvendo a posição talude, portanto, encontram-se restritas.

QUADRO 08 - Valores médios da massa específica do solo (b.p.s.), por tratamento, em função da posição e do momento da amostragem.

Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	$\rho_{solo} (g/cm^3)$
(v+A)	Talude	Pré-Tratam.	1,28
		Pós-Tratam.	1,41
	Fundo	Pré-Tratam.	1,34
		Pós-Tratam.	1,45
(v+V)	Talude	Pré-Tratam.	1,41
		Pós-Tratam.	1,41
	Fundo	Pré-Tratam.	1,38
		Pós-Tratam.	1,39
(v)	Talude	Pré-Tratam.	1,32
		Pós-Tratam.	1,38
	Fundo	Pré-Tratam.	1,39 ¹
		Pós-Tratam.	1,36 ¹
(A)	Talude	Pré-Tratam.	1,32
		Pós-Tratam.	1,38
	Fundo	Pré-Tratam.	1,36 ¹
		Pós-Tratam.	1,39 ¹
(V)	Talude	Pré-Tratam.	1,31
		Pós-Tratam.	1,39 ¹
	Fundo	Pré-Tratam.	1,39
		Pós-Tratam.	1,43 ¹
(a+A)	Talude	Pré-Tratam.	1,29
		Pós-Tratam.	1,44 ²
	Fundo	Pré-Tratam.	1,22 ¹
		Pós-Tratam.	1,43
(a)	Talude	Pré-Tratam.	1,30
		Pós-Tratam.	1,38
	Fundo	Pré-Tratam.	1,40 ¹
		Pós-Tratam.	1,43 ¹

¹ Médias de 4 repetições.

² Média de 3 repetições.

QUADRO 09 - Valores médios da macroporosidade, microporosidade e porosidade total, em função de tratamentos, posição e momento da amostragem.

Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	Macroporosidade(%), M	Microporosidade(%), m	Porosidade total(%), P
(v+A)	Talude	Pré-Tratam.	-	-	-
		Pós-Tratam.	-	-	-
	Fundo	Pré-Tratam.	7,60	24,88	32,48
		Pós-Tratam.	5,65	27,46	33,11
(v+V)	Talude	Pré-Tratam.	11,36	20,73	32,09
		Pós-Tratam.	9,11	21,03	30,14
	Fundo	Pré-Tratam.	10,58	24,41	34,98
		Pós-Tratam.	7,88	18,88	26,76
(v)	Talude	Pré-Tratam.	10,92	20,02	30,94
		Pós-Tratam.	-	-	-
	Fundo	Pré-Tratam.	8,75	25,19	33,94
		Pós-Tratam.	7,31	23,96	31,27
(A)	Talude	Pré-Tratam.	-	-	-
		Pós-Tratam.	-	-	-
	Fundo	Pré-Tratam.	7,67	19,32	26,99
		Pós-Tratam.	7,73	23,47	31,20
(V)	Talude	Pré-Tratam.	10,00	23,91	33,91
		Pós-Tratam.	8,47	23,00	31,47
	Fundo	Pré-Tratam.	10,68	21,32	31,90
		Pós-Tratam.	8,72	22,35	31,07
(a+A)	Talude	Pré-Tratam.	8,95	24,91	33,86
		Pós-Tratam.	7,71	21,69	29,40
	Fundo	Pré-Tratam.	11,30	23,00	34,30
		Pós-Tratam.	11,23	23,27	34,50
(a)	Talude	Pré-Tratam.	9,49	25,51	34,99
		Pós-Tratam.	-	-	-
	Fundo	Pré-Tratam.	9,78	22,65	32,49
		Pós-Tratam.	10,07	24,63	34,70

Mesmo com uma certa limitação dos dados obtidos e algumas incoerências, evidencia-se tendências de redução da macroporosidade, M , aumento da microporosidade, m , e da porosidade total, E .

Confrontando-se os tratamentos com vinhaça *in natura* com os com água comum, independentemente de ser com redutor ou não, constata-se a tendência da vinhaça ter contribuído, mais que a água comum, para a redução das porosidades. Isto pode ser confirmado analisando os valores de porosidades para os tratamentos $(v+V)$, (v) e (V) .

O espaço poroso do solo foi mais afetado pela vinhaça *in natura* que pela água comum. Os valores de M diminuíram em todos os tratamentos com vinhaça *in natura*, em relação aos com água comum. Entretanto, nem todos os mesmos tratamentos tiveram seus valores de m e P aumentados, correspondentemente. Isto induz a afirmação de que, realmente, há um acúmulo de materiais - orgânicos e minerais - e, neste caso, oriundos exclusivamente da vinhaça, nos poros do solo, podendo ou não reduzir o fluxo de líquidos através dos mesmos. Esta possibilidade deverá ser verificada com os dados de K_0 , I , VI e PI , os quais serão abordados mais adiante. Verifica-se que a redução nos valores de M foi da ordem de 2%. Não quantificamos o quanto representa esta magnitude de redução sobre a redução do fluxo através do solo, pois haveria necessidade de isolarmos os dois fatores. Sugerimos que seja objetivo de outra investigação.

Também com relação aos resultados obtidos para M , m e P , é válido afirmar, considerando-se a importância para a magnitude da redução da infiltração, do tempo de permanência da vinhaça *in natura*, como redutor e, ou, infiltrante, sobre a superfície infiltrada. É importante ter-se conhecimento de como a magnitude destes tempos - de redução e, ou, de infiltração -, influem sobre as magnitudes de I , VI e PI . Que lei matemática rege esta relação. Lembremos que a vinhaça *in natura* se constitui numa mistura complexa de vários solutos, com elevado potencial de interrelação com os constituintes do solo, podendo, assim, modificar as interações. Estes estudos conduziriam a um maior aprofundamento desta investigação, podendo elucidar, com maior rigorosidade e clareza, as relações vinhaça-solo. Evidentemente, enfatizamos, estes estudos deverão ser realizados numa condição de fluxo em canal, novo, aberto "em terra", e

na subsuperfície do solo, além de outros contornos, como se verifica numa situação real.

4.2.4. Condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) (Apêndice 10).

Os valores de K_0 , quadro 10, independentemente de qualquer fator interveniente considerado nesta pesquisa, mostraram-se bastante controversos. O tratamento (v+A), em ambas as posições de amostragem, confirma a hipótese de que a vinhaça reduz a infiltração; há uma redução nos valores dessa condutividade hidráulica da ordem de 3 vezes, para a posição talude, e de 1,6 vezes para a posição fundo. Porém, os tratamentos (v+V) posição fundo, (v) e (V) indicam a tendência inversa, chegando a aumentar essa condutividade hidráulica em 2,5 vezes. Até dentro de um mesmo tratamento, como no (v+V), quando o normal e coerente seria ocorrer uma maior redução, houve aumento no valor de K_0 . Mesmo que tenha havido influência do fluxo, em virtude da mesma amostra ter sido utilizada para determinações de porosidade, inicialmente, e, após, condutividade hidráulica, deveria ter ocorrido em todos os tratamentos. O tratamento (v+A), o qual foi submetido a fluxo de água no campo durante 6 horas, não apresentou esta tendência inversa. Portanto, concluímos, foram obtidos dados com valores e significados físicos completamente antagônicos, para uma mesma variável, submetida "às mesmas condições"! Não conseguimos explicação científica consistente para tal fato. Nos tratamentos apenas com água comum, as incoerências foram ainda maiores, principalmente se houver um confronto com os dados de porosidades.

Enfim, os dados de condutividade hidráulica do solo saturado estabeleceram duas tendências antagônicas. Isto está em desacordo com os dados obtidos para ρ_{solo} e porosidades, quando, certamente, deveria ter mantido a mesma tendência.

Enfim, com os dados aqui apresentados, não se pode inferir qualquer tendência no comportamento de K_0 . Evidentemente, independente do que tenha acontecido - de qual a causa disto -, estas incoerências trouxeram sérios prejuízos para as análises, discussões e conclusão sobre os resultados desta pesquisa.

QUADRO 10 - Valores médios da condutividade hidráulica do solo saturado, K_0 , em função de tratamento, posição e momento da amostragem.

Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	K_0 (cm/min)
(v+A)	Talude	Pré-Tratam.	0,15717
		Pós-Tratam.	0,04893
	Fundo	Pré-Tratam.	0,11464
		Pós-Tratam.	0,07050
(v+V)	Talude	Pré-Tratam.	0,11574
		Pós-Tratam.	0,07886
	Fundo	Pré-Tratam.	0,12451
		Pós-Tratam.	0,21342
(v)	Talude	Pré-Tratam.	0,10996
		Pós-Tratam.	0,21625
	Fundo	Pré-Tratam.	0,25357
		Pós-Tratam.	0,23463
(A)	Talude	Pré-Tratam.	0,21203
		Pós-Tratam.	0,08592
	Fundo	Pré-Tratam.	0,07716
		Pós-Tratam.	0,15536
(V)	Talude	Pré-Tratam.	0,18510
		Pós-Tratam.	0,25986
	Fundo	Pré-Tratam.	0,18966
		Pós-Tratam.	0,38365
(a+A)	Talude	Pré-Tratam.	0,16131
		Pós-Tratam.	0,19391
	Fundo	Pré-Tratam.	0,08996
		Pós-Tratam.	0,12720
(a)	Talude	Pré-Tratam.	-
		Pós-Tratam.	0,19983
	Fundo	Pré-Tratam.	0,13722
		Pós-Tratam.	0,08900

Com o grau de consistência dos resultados aqui apresentados e discutidos, entendemos que as hipóteses H1 e H2, expressando-nos rigorosamente, não devem ser consideradas comprovadas de forma definitiva. Entretanto, as evidências neste sentido são bastante claras e substanciais, nos induzindo e nos obrigando a afirmar que necessitamos de outros experimentos, com potencial ainda mais crítico, para que venhamos a lograr conclusões definitivas.

4.3. Análises estatísticas (Apêndice 11).

QUADRO 11 - Resumo dos resultados do teste F, média geral e coeficiente de variação, em função das variáveis analisadas.

Variáveis	Posição da amostragem	Momento da amostragem	F calculado	Probabilidade > F	Média geral ajustada	Coeficiente de variação (%)
ρ_{solo}	Talude	Pré-trat.	0,8665	0,53541 ^{ns}	1,3162	7,559
		Pós-trat.	0,1618	0,98287 ^{ns}	1,3960	8,552
	Fundo	Pré-trat.	0,6652	0,68017 ^{ns}	1,3491	7,711
		Pós-trat.	0,7187	0,64097 ^{ns}	1,4075	6,922
M	Fundo	Pré-trat.	1,3077	0,30081 ^{ns}	8,9624	22,182
		Pós-trat.	1,0688	0,41903 ^{ns}	7,5550	23,935
m	Fundo	Pré-trat.	1,4763	0,23858 ^{ns}	24,2282	8,187
		Pós-trat.	2,1104	0,10542 ^{ns}	23,7625	15,780
P	Fundo	Pré-trat.	1,0807	0,40884 ^{ns}	33,1903	10,054
		Pós-trat.	1,5302	0,22739 ^{ns}	31,3183	13,176
K_0	Fundo	Pré-trat.	1,3109	0,29949 ^{ns}	0,1402	80,209
		Pós-trat.	1,6453	0,19504 ^{ns}	0,1869	89,663

O Quadro 11 contém o resumo das análises estatísticas clássicas realizadas para aquelas variáveis anteriormente definidas. O Apêndice 11 traz

os detalhes de todas estas análises. As duas posições de amostragem - talude e fundo do TC -, foram analisadas apenas para a variável ρ_{solo} .

Os testes F foram realizados admitindo-se uma probabilidade de 1% de que as diferenças entre tratamentos fossem devidas ao fatores não controlados. Verifica-se que não houve significância estatística entre os tratamentos estudados, em nenhuma destas variáveis. Assim, com base nas hipóteses da estatística clássica, a probabilidade das diferenças entre os valores médios obtidos para cada tratamento serem devidas a fatores não controlados, foi superior a 99%.

Por conseguinte, em virtude desses mesmos dados terem evidenciado fortes tendências no sentido de comprovação das hipóteses científicas elaboradas, cumpre-nos chamar a atenção para os seguintes questionamentos: (1) será que as técnicas da estatística clássica são adequadas para estudar o comportamento dessas variáveis nas condições desta pesquisa?; (2) considerando-se as características de comportamento espaço-temporal dessas mesmas variáveis, será que o número de repetições foi suficiente?

4.4. Infiltração e taxas de infiltração (Apêndice 12).

Hipóteses envolvidas:

H3 - "Há redução da infiltração e das perdas por infiltração ao longo do tempo".

H4 - "A vinhaça *in natura* se constitui num redutor de infiltração desses líquidos em canais de terra".

Os valores que constam do Quadro 12 são valores terminais, isto é, aqueles que representam a última medida do processo de infiltração. Evidentemente, estes valores, em termos de características físicas deste processo, são limitados pelos tempos considerados no experimento - 2 horas para a redução e 6 horas para a infiltração.

Verificando-se o Apêndice 12, constata-se que, possivelmente, estes tempos, aqui considerados como terminais, não coincidem com aquele tempo para o qual a infiltração assume valor constante, o qual, numa condição de

QUADRO 12 - Valores médios de TAcI, IAc e VI por tratamento e por repetição, a partir dos valores terminais.

Tratamento	Repetição	TAcI (min)	IAc (mm)	VI (mm/min)
(v+A)	I	359,0	457,0	1,6
	V	375,5	309,3	0,6
	III	349,0	310,9	0,6
	II	358,0	251,7	0,5
	IV	384,5	539,8	1,1
	Média	365,2	373,7	0,9
(v+V)	I	155,0	14,6	0,1
	V	442,0	55,2	0,1
	III	359,0	142,1	0,4
	II	300,0	52,0	0,0
	IV	360,0	51,1	0,0
	Média	323,2	63,0	0,1
(A)	I	236,0	1670,0	3,7
	V	362,0	404,0	0,5
	III	361,5	554,5	0,7
	II	394,0	440,8	0,5
	IV	359,0	816,7	2,2
	Média	342,5	777,2	1,5
(V)	I	360,0	61,7	0,2
	V	315,0	74,7	0,1
	III	359,0	179,4	0,0
	II	309,0	160,7	0,1
	IV	-	-	-
	Média	335,8	119,1	0,1
(a+A)	I	-	-	-
	V	351,0	363,7	0,7
	III	375,0	438,4	0,8
	II	372,5	2588,0	5,2
	IV	274,0	535,8	1,8
	Média	343,1	981,5	2,1

irrigação por aspersão convencional, é considerado como "velocidade de infiltração básica(VIB)". Enfatizamos que, em função das condições em que se realizou esta pesquisa, esses tempos médios terminais não são comparáveis àqueles correspondentes à "VIB".

Ocorreram vários valores discrepantes ao longo de todo o tempo de oportunidade para a infiltração na maioria dos tratamentos e repetições (Apêndice 12). Como pode ser observado no Quadro 12, os valores médios de VI (mm/min), por tratamento, envolvem esses valores discrepantes. Isto, certamente, causa diferença quantitativa sobre o valor da média. Salientamos, contudo, que, caso optássemos por não considerar esses valores discrepantes, apenas ocorreriam diminuições nos valores das diferenças comparativas entre um e outro tratamento; as tendências sobre o fenômeno pesquisado não mudariam significativamente, ou seja, a vinhaça *in natura* continuaria a se comportar como um eficaz redutor de infiltração.

A tendência, invariável, é dos valores de I e VI diminuírem com o tempo, como se encontra difundido na literatura. A maior importância reside, contudo, no fato de que quando a vinhaça atua, como redutor, ou, como infiltrante, a diminuição dos valores de I e de VI tornou-se maior ainda, comprovando as hipóteses 3 e 4.

A consistência dos dados, entretanto, num aspecto geral, limita as conclusões a um nível de tendência de ocorrência ou não do fenômeno pesquisado. Isto é, de tendência ou não da vinhaça reduzir a infiltração em canais de terra. Há necessidade, portanto, de novos experimentos, mais específicos, para se alcançar conclusões definitivas.

Os dados do Quadro 12, contendo valores terminais do processo de infiltração, não deixam dúvidas quanto ao potencial redutor de infiltração da vinhaça *in natura*.

Deve ser ressaltado, também, a importância da magnitude dos tempos de redução e, ou, de infiltração adotados, principalmente quando se sabe que, na prática, estes tempos são muito maiores. Isto nos induz a pensar que a redução nas taxas e nas perdas por infiltração, são bem mais altas que as obtidas por esta pesquisa. Isto, também, tende a confirmar as hipóteses 3 e 4.

O efeito redutor da vinhaça *in natura* é constatado de forma irrefutável, quando se compara os tratamentos (v+A) e (a+A). Estes tratamentos estabelece o confronto claro e direto dos dois líquidos atuando como redutores de infiltração. A vinhaça *in natura* comportou-se como um redutor de infiltração duas vezes mais eficaz. Quando a vinhaça *in natura* atua como redutor e como infiltrante, tratamento (v+V), a eficácia na redução de VI é 21 a 30 vezes maior, conforme se considere os dados discrepantes ou não.

4.5. Perdas por infiltração (Apêndice 13).

As hipóteses envolvidas na discussão desta variável, são as mesmas envolvidas na discussão de I e VI (item 4.4.).

A obtenção dos valores constantes do Quadro 13 foi semelhante àquela adotada na obtenção dos valores de I e VI. Foram tomados valores terminais do processo de infiltração - valores de TAcI e de PAcI -, para cada tratamento e repetição.

Os valores obtidos para a perda de líquido por infiltração em canais de terra, a exemplo dos obtidos para VI, também são valores terminais, a partir de um TAcI terminal respectivo.

Obviamente, os valores de PAcI ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$), para cada metro linear de canal, mantêm a mesma tendência científica daqueles obtidos para a VI (Quadro 13). Ou seja, com a substancial redução das perdas de líquido por infiltração, corroboram a vinhaça *in natura* como um eficaz redutor de infiltração daqueles líquidos em canais de terra.

Analogamente ao que foi feito para os dados de VI, confrontando-se os valores de PAcI obtidos para os tratamentos (v+A) e (a+A), constata-se que ocorreu uma redução da perda de líquido por infiltração da ordem de 1,21 a 2,26 vezes, conforme se considere ou não os dados discrepantes, para cada $\text{m}^2/\text{min}/\text{m}$ linear de canal. Quando se considera a vinhaça *in natura* atuando como redutor e como infiltrante, a magnitude da redução aumenta para 7,35 a 17,36 vezes mais.

Neste item, atendonos aos dados que constam do Apêndice 10 e dos valores terminais do Quadro 13, constata-se que a vinhaça *in natura* é, comprovadamente, um redutor de infiltração desses líquidos em canais de

QUADRO 13 - Valores médios de PACI, em função de tratamentos e repetições, a partir dos valores terminais.

Tratamento	Repetição	TAcI (min)	PACI (m ³ /m ²)	PACI (m ³ /m ² /min)
A, (v+A)	I	352,0	0,365866	0,001039
	V	375,5	0,293417	0,000781
	III	349,0	0,246326	0,000706
	II	358,0	0,217346	0,000607
	IV	384,5	0,641171	0,001667
	Média	363,8	0,352825	0,000960
B, (v+V)	I	155,0	0,010867	0,000070
	V	-	-	-
	III	359,0	0,094183	0,000262
	II	300,0	0,043469	0,000145
	IV	360,5	0,047092	0,000130
	Média	339,8	0,061581	0,000125
D, (A)	I	236,0	1,278719	0,005418
	V	362,0	0,307907	0,000850
	III	361,5	0,470917	0,001303
	II	394,0	0,365866	0,000929
	IV	359,0	0,746222	0,002079
	Média	342,5	0,633926	0,002116
E, (V)	I	360,0	0,036224	0,000101
	V	315,0	0,043469	0,000138
	III	359,0	0,123162	0,000343
	II	309,0	0,123162	0,000399
	IV	-	-	-
	Média	335,8	0,081504	0,000245
F, (a+A)	I	-	-	-
	V	351,0	0,264437	0,000753
	III	375,0	0,351376	0,000937
	II	360,5	1,875697	0,005203
	IV	359,5	0,641895	0,001785
	Média	361,5	0,783351	0,002170

terra. Comparativamente vinhaça *in natura* vs água comum, as perdas chegaram a ser reduzidas de 17 vezes, aproximadamente, quando a vinhaça atua tanto como redutor quanto como infiltrante, que é a situação mais comum nos projetos de aplicação de resíduos líquidos das UPCA's.

Após as análises e discussões aqui desenvolvidas, evidentemente sob a ótica dos dados obtidos no experimento, constata-se que a vinhaça, realmente, se constitui num redutor eficaz da infiltração de líquidos - vinhaça e água comum -, em canais de terra. Isto, certamente, se constitui numa outra forma de utilização da vinhaça, aumentando seu potencial para ser utilizada, racionalmente, em atividades agrícolas. Se esta perspectiva virá a se concretizar ou não, isto é, se estes resultados de pesquisa virão a ser transformados ou não em tecnologia viável, dependerá de outros fatores. Isto é inerente a uma outra fase do processo de desenvolvimento tecnológico.

Por outro lado, como consequência da redução das perdas desses líquidos por infiltração, há uma redução na quantidade de horas de funcionamento do conjunto motor-bomba, com redução do volume aduzido e redução de custos. Com a diminuição do volume de líquido aduzido, há possibilidade de, com este volume que deixou de ser perdido, fertirrigar novas áreas, elevando a produção e, também, os lucros.

Enfim, a comprovação de que a vinhaça *in natura*, realmente, reduz as perdas por infiltração em canais de terra, traz significativos benefícios ao setor produtivo sucroalcooleiro.

Entretanto, devemos salientar que há, ainda, uma série de questões a serem respondidas dentro deste mesmo assunto, pois, parafraseando Kraatz (1977), o número de fatores que interveem sobre o comportamento do *contínuum* solo-vinhaça é enorme e estes interagem, de forma bastante complexa, no sentido de modificar a magnitude de I, VI e PI. Portanto, ainda existem um grande número de pesquisas a serem desenvolvidas, principalmente considerando-se o aspecto químico das interrelações vinhaça-solo, para que tenhamos um domínio mais amplo e, ao mesmo tempo, mais profundo, deste problema.

Outras questões que carecem de pesquisas e esclarecimentos, referem-se aos aspectos físicos da infiltração, os quais, entendemos, se constitui

num campo de estudos teóricos bastante importante em dinâmica de solutos no solo.

5. CONCLUSÕES.

A vinhaça *in natura* contém componentes - matéria orgânica total e sólidos totais - que a potencializam como um eficaz redutor da infiltração em canais de terra. Esta potencialidade tende a corroborar a hipótese - hipótese 1 - de que "ao longo do tempo de oportunidade para a redução e, ou, para a infiltração, ocorre um preenchimento dos poros do solo com materiais minerais e orgânicos, constituintes inerentes desses líquidos".

Não foi possível concluir, definitivamente, acerca dos efeitos da vinhaça sobre a massa específica do solo, as porosidades e a condutividade hidráulica do solo saturado. A hipótese 2 - "em função dessa obstrução dos poros do solo, ocorre um aumento de sua massa específica, redução de sua macroporosidade, aumento da microporosidade e redução da porosidade total e de sua condutividade hidráulica na saturação" -, então, não foi verificada.

Tanto a infiltração, quanto a taxa de infiltração e as perdas por infiltração foram significativamente reduzidas pela vinhaça *in natura*, relativamente à água comum. As taxas de infiltração sofreram reduções variando de 21 a 30 vezes às obtidas com a água comum. As perdas por infiltração foram reduzidas de 7 a 17 vezes. A vinhaça *in natura*, portanto, é um eficaz redutor de infiltração em canais de terra. Com isto, ficam corroboradas as hipóteses 3 - "há redução da infiltração e das perdas por infiltração ao longo do tempo" - e 4 - "a vinhaça *in natura* se constitui num redutor de infiltração desses líquidos em canais de terra".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Procedimento de ensaio para determinação do grau de umidade de solos**: NBR 069. Rio de Janeiro, 1989. 4p.
- ÁLCOOL combustível: um desafio à estrutura agrícola. **Brasil Açucareiro**, v.90, n.1, p.7-19, jul. 1977.
- ALMEIDA, J. R.; RANZANI, G. & VALSECHI, O. **La vinasse dans l'agriculture**. Piracicaba-IZ, 1950. 21p. (Boletim Técnico, nº 1).
- ALMEIDA, J. R. **O problema da vinhaça em São Paulo**. Piracicaba-IZ, s.d. 24p. (Boletim Técnico, nº 3).
- _____. O problema da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, 46:72-4, Ago/1955.
- ALMEIDA, J. R. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, n.59, p.196-208. maio-jun. 1962.
- BENETTI, A. & BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Organ.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Universitária/ABRH/EDUSP, 1993. p. 849-75
- BIESKE, G. C. Agriculture use of dunder. **Proc. of the Aust. Soc. of Sugar Cane Techn.**, Machay, april, 1979. p. 139-141.
- BITTENCOURT, V. C.; CASTR, L. J. B. de; FIGUEIREDO, A. D. M.; PAIXÃO, A. C. S.; POLLI, D. M. Composição da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v.92, n.4, p.25-37, out, 1978.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, ASA/SSSA, 1986a, pt. 1: Physical and mineralogical methods, cap. 13, p.373-75. (Agronomy. A Ser. of Monographs, 9).
- BOLSANELLO, J.; VIEIRA, J. R.. Caracterização da composição química dos diferentes tipos de vinhaça da região de campos. In: SIMPÓSIO DE TECNO

- LOGIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL - STAB/SUL, 3, Águas de São Pedro-SP, set/1980. p. 257-276.
- CAMHI, J. D. Tratamento do vinhoto, subproduto da destilação do álcool. **Brasil Açucareiro**, v.4, n.1, p.18-23, jul/1979.
- CAMPOS, H. de; PIEDADE, S. M. S. **Planejamento de experimentos**. Piracicaba: FEALQ, s.d., p. 1-43, 102-14.
- DANIELSON, R. E. & SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, ASA/SSSA, 1986. pt. 1: Physical and mineralogical methods, cap. 18, p.443-61. (Agronomy. A Ser. of Monographs, 9).
- FERREIRA, E. da S. & MONTEIRO, A. de O. Efeitos da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. **Bol. Téc. CO-~~PERSUCAR~~**: São Paulo, n.35, p.3-7, 1987.
- FILGUEIRAS, G. Novo processo para utilização das águas residuais das indústrias agrícolas. **Brasil Açucareiro**, n.46, p.96-8, ago, 1955.
- FONTES, J. B. Reciclagem do vinhoto (total e a quente). **Brasil Açucareiro**, v.95, n.1, p.31-4, jan, 1980.
- GERMEK, H. A. & FEIGL, G. F. Processos de redução de vinhaça. **STAB/Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.4, p.42-50, maio-abril/1987.
- GLÓRIA, N. A. da; SANT'ANA, A. G.; BIAGI, E. Composição dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias. **Brasil Açucareiro**, n.81, p.78-87. jun, 1973.
- GLÓRIA, N. da; ORLANDO FILHO, J.. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 1. **Álcool e Açúcar**, v.4, n.14, p. 24-35, 1984a.
- _____. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 2. **Álcool e Açúcar**, v.4, n.14, p. ?, jan-fev, 1984b.
- _____. Aplicação de vinhaça: um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. Parte 3. **Álcool e Açúcar**, v.4, n.14, p.32-9, jan-fev, 1984c.
- HÜHNE, L. M. (Organ.). **Metodologia científica**; cadernos de textos e técnicas. Agir: 1992, p.149-189.

- KRAATZ, D. B. **Irrigation canal lining**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1977. (FAO Land and Water Development Series, 1). p.18-50.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. Atlas: São Paulo, p.40-85, 1983.
- LAURITZEN, C. W. & TERREL, P. W. Reducing water losses in conveyance and storage. In: HAGAN, R. M.; HAISE, H. R. (Ed.) **Irrigation of agricultural lands**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. cap. 60, p. 1105-1119.
- LEME, E. J. de A.; ROSENFED, U. & BAPTISTELLA, J. R. **Aplicação de vinhaça em cana-de-açúcar por aspersão**. Piracicaba-PLANALSUCAR, 1979, 42p. (Boletim Técnico, nº 4).
- LEME, E. J. de A. Montagem direta otimizado - O sistema para reduzir consumo de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17, **Anais**, Sorocaba-SP, 1988. Sorocaba: CENEA, 1988. p. 72-101.
- LIMA, U. D. Lugar de vinhaça é no solo. **Química e Derivados**, v.14, n.151, p.37, dez. 1978.
- MATIOLI, C. S. Aspectos técnicos-econômicos e critérios básicos para otimização de sistemas de fertirrigação de lavouras canavieiras com vinhaça. Piracicaba, 1989. 195p. Dissertação. (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MEDEIROS, A. P.. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Saccharum-STAB**, v.4, n.12, p.36-40, jan/1981.
- OLIVEIRA, L. B. de. Determinação da macro e microporosidades pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.?, n.3, p.197-200, 1978.
- ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L. C. F. da; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Agricultural utilization of vinasse in Brazil by means of tank-trucks. **Sugar Cane**, v.?, n.2, p.4-8, jul-aug, 1983.
- PONTES, J. F. A "calda" e seus principais elementos minerais. **Brasil Açucareiro**, v.53/54, n.12, p.11-15, jan. 1959.
- RANZANI, G. **Consequências da aplicação do restilo ao solo(I)**. Anais da ESALQ, v.12/13, n.?, p.57-68, 1955/56.

- RENNIE, L. L. A good look at the problem of dunder disposal. In: ANNUAL CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION, 46, Mount Edgecombe, 1972. **Proceedings**. p.37-39. june, 1972.
- REZENDE, J. de O. Consequências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial (Estudo de um caso). Piracicaba, 1979, 112p. Tese. (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- RIBEIRO, A. C.; NOVAIS, R. F. de; BAHIA FILHO, A. F. de C. Efeitos da vinhaça sobre a dispersão de argila de amostras de Latossolos. **Revista Ceres**, v.30, n.167, p.12-18, 1983.
- RIBEIRO, A. C.; SENGIK, E. Efeitos da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas e químicas de duas amostras de latossolos. **Ceres**, v.30, n.167, p.25-31, 1983.
- RODELLA, A. A.; FERRARI, S. E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.90, n.1, p.6-13, jul, 1977.
- RODELLA, A. A.; PARAZZI, C.. Composição de vinhaça de destilarias autônomas. **Brasil Açucareiro**, v.96, n.4, p.25-8, out, 1980.
- ROSS, P.; FROBERVILLE, L. F. de. **Disposal of waste waters**. Proceedings of the Annual Meeting and Congress. Natal: South African Sugar Technologists Association, 1928, p.35-42.
- RUIZ, J. A. **Metodologia científica**; guia para eficiência nos estudos. Atlas: 1991. p.137-60.
- TIBAU, A. O. Projeto de aproveitamento do vinhoto. **Brasil Açucareiro**, v.81, p.57-65, fev/1973.
- USHER, J. F.; WILLINGTON, I. P. The potential of distillery waste as sugar cane fertiliser. Mackay: **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists**, 1979. p.143-6.
- VALSECHI, O. Alguns aspectos do problema da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v.46, p.57-62, nov/1955.
- VASCONCELOS, J. N. de; OLIVEIRA, C. G. de. Composição química dos diferentes tipos de vinhaça das destilarias de álcool de Alagoas - Safra 1978/79. **Saccharum/STAB**, v.4, n.14, p.32-6, maio/1981.

VASCONCELOS, J. N. de. Estudo sobre a composição química da vinhaça de diferentes procedências no Estado de alagoas. **Saccharum/APC**, v.6, n.29, p.40-8, nov-dez, 1983.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Resultados das análises da água comum e da vinhaça *in natura*

- NATT -

Núcleo de Absorção e Transferência de Tecnologia

- DACQ -

Divisão Analítica de Controle de Qualidade

Procedência: Usina Caeté SA

Maceió, 14 de maio de 1996

Setor: Vinhaça

Amostra recebida em : 07/05/96

Determinações	Repetições			
	01	02	03	m
pH	5,33	5,34	5,33	5,33
N*	0,658	0,655	0,652	0,655
P ₂ O ₅ *	0,448	0,443	0,448	0,446
K ₂ O*	4,920	4,980	4,940	4,950
C Org.*	60,00	61,20	60,90	61,00
Matéria Org. Total*	103,44	105,51	104,99	105,16
CaO*	2,120	2,160	2,110	2,130
MgO*	0,870	0,890	0,850	0,870
Resíduo Sedimentável**	0,000	0,000	0,000	0,000
Sólidos Totais*	17,750	17,740	17,750	17,750

* Kg/m³

** ml/l

Obs.: Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado.

Celso Silva Caldas

Eng° Químico

Reg. N°01.301.496

CRQ 1ª Região

- **NATT** -
 Núcleo de Absorção e Transferência de Tecnologia
 - **DACQ** -
 Divisão Analítica de Controle de Qualidade

Procedência: Usina Caeté SA

Maceió, 14 de maio de 1996

Setor: Água para Irrigação

Amostra recebida em : 07/05/96

Determinações	Repetições			
	01	02	03	m
pH	7,20	7,19	7,20	7,20
CE*	195	199	203	199
Ca ⁺⁺ **	0,203	0,207	0,199	0,203
Mg ⁺⁺ **	0,291	0,291	0,292	0,291
Cl ⁻ **	1,889	1,888	1,900	1,889
Na ⁺ **	1,478	1,479	1,478	1,478
CO ₃ ⁻ **	0,000	0,000	0,000	0,000
HCO ₃ ⁻ ***	0,306	0,311	0,309	0,309
K ⁺ **	Traços	Traços	Traços	Traços
SO ₄ ⁻ **	Traços	Traços	Traços	Traços
Fe ***	1,332	1,341	1,341	1,338
SiO ₂ ***	9,457	9,457	10,350	9,756
Sólidos Totais ***	128	128	127	128

* μS/cm

** meq/l

*** mg/l

Obs.: Os resultados deste ensaio têm significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado.

Celso Silva Caldas
 Engº Químico
 Reg. N° 01.301.496
 CRQ 1ª Re

METODOLOGIAS UTILIZADAS NAS DETERMINAÇÕES DAS AMOSTRA DE VINHAÇA E ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

I - VINHAÇA

DETERMINAÇÕES	MÉTODOS
pH	Potenciométrico
Nitrogênio	Kjedahl
Fósforo	Espectrofotométrico, com sol. vanadomolibídica
Potássio	Fotometria de chama
Carbono	Titulometria de oxiredução
Mat. Org. Total	Estequiométrico, utilizando o fator de Waksman ¹
Cálcio	Titulometria de complexação
Magnésio	Titulometria de complexação
Res. Sedimentável	Volumétrico, com cone Imhoff
Res. Total	Gravimetria

¹ KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Ed. Agronômica "Ceres" Ltda. 1985. p.91-102; 419-20; 422-24; 455-58.

II - ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

DETERMINAÇÕES	MÉTODOS
pH	Potenciométrico
Condutividade	Condutimétrico
Cálcio	Titulometria de complexação
Magnésio	Titulometria de complexação
Cloretos	Titulometria de precipitação
Sódio	Fotometria de chama
Carbonatos	Titulometria de neutralização
Bicarbonatos	Titulometria de neutralização
Potássio	Fotometria de chama
Sulfato	Espectrofotométrico, com sol. cloreto de bário
Ferro	Espectrofotométrico, com sol. de fenantrolina
Sílica	Espectrofotométrico, com sol. de molibdato de amônio
Sólidos Totais	Gravimetria

CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

1. Risco de Salinização.

Classificação feita pela condutividade elétrica

Classificação : 1ª classe - pouco risco para salinização

Água com pouca salinidade, pode-se usar na irrigação da maior parte dos solos, com pouca possibilidade de desenvolver salinização.

2. Risco de Alcalinização

Classificação feita pela Relação de Absorção do Sódio (RAS)

Classificação : 1ª classe - pouco risco para alcalinização

Água com pouco sódio, pode-se usar em todos os solos com pouco perigo de acumulação de quantidades nocivas de sódio.

3. Risco de Carbonatação

Classificação feita pelo teor de Carbonato de Sódio Residual (CSR)

Classificação : 1ª classe - adequada

Água adequada, pode-se usar na irrigação da maioria dos solos e de todas as culturas.

APÊNDICE 2

Caracterização geral do solo da área do experimento.

PERFIL	- 70	No. DE CAMPO - 07
PROJETO	- Usina Caeté	DATA - 16/01/93

CLASSIFICAÇÃO - PODZÓLICO ACINZENTADO Tb DISTRÓFICO, A proeminente textura média (leve)/média.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Área levemente deprimida, com 3% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLÓGICA - Terciário - Grupo Barreiras.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos areno-argilosos.

RELEVO - Plano.

EROSÃO - Nula.

DRENAGEM - Moderadamente a imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subperenifólia.

VEGETAÇÃO LOCAL E USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Ap	0-20cm; cinzento muito escuro (10 YR 3/1); franco arenoso; maciça; fraca muito pequena a pequena; granular; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
A	20-50cm; cinzento escuro (10 YR 4/1); franco argilo-arenoso; maciça moderadamente coesa; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
E	50-85cm; cinzento (10 YR 5/1); franco argilo-arenoso; fraca pequena a média blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
Btxm	85-195cm*; bruno (10 YR 5/3), bruno claro acinzentado (10 YR 6/3), mosqueado comum médio e distinto bruno amarelado (10 YR 5/8); franco argilo-arenoso; maciça coesa; extremamente duro, muito firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
RAÍZES	Muitas no Ap, comuns no A, poucas no E e raras no Btxm.

OBSERVAÇÕES - 1. Muitos poros no Ap, A e E e poros comuns no Btxm.
2. O Btxm é um horizonte cimentado, com muitas penetrações de material do horizonte superior e fortes com cimentação tipo fragipan.
3. A cimentação do Btxm prejudicou a determinação da granulometria.

AGROANÁLISES - Assessoria Agrícola Ltda. Data: 04/06/73 Programa: AGP040
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AGRÍCOLAS
R. Luiz Calheiros Júnior, 433, - Farol.
CEP 57.055 - Maceió - Al. Fone: (082)326.1596. Hora: 13:45:05 Página: 01

RESULTADO DE ANÁLISES DE PEDOLOGIA

Cliente :Usina Caeté Projeto :PEDOLOGIA
Remetente: :Usina Caeté Fazenda :São João, LOTE 04
Coletor: :Mateus Ribeiro e Elmo Clarck Solo :PZdx2
Município-UF: :São Miguel dos Campos-Al Data Coleta :16/01/93
Local :Número de campo, 07 Data Entrada :03/02/93
Perfil :70

CÓDIGO	SIMB	ROF.	pH	ÁGUA	pH	KCl	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H	S	t	T	C	M	V
				cm			ppm				mEq/100g							%	
090223678	Ap	00-20	5,67	4,27	77,86	0,02	0,19	1,23	0,46	0,56	5,77	1,90	2,46	8,23	1,62	22,76	23,09		
090223679	A	20-50	5,60	4,43	4,07	0,01	0,13	1,33	0,56	0,51	5,40	2,03	2,54	7,94	0,85	20,08	25,57		
090223680	E	50-85	6,66	4,56	1,62	0,00	0,07	0,93	0,25	0,46	5,14	1,25	1,71	6,85	0,61	26,90	18,25		
090223681	Btxm	85-195	5,57	4,75	0,01	0,02	0,06	0,80	0,27	0,32	6,19	1,15	1,47	7,66	0,97	21,77	15,01		

CÓDIGO		SIMB	PROF.	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (DISPERSÃO EM NaOH)				ARGILA DISP.	ARGILA EM ÁGUA	GRAU DE FLOC.	SILTE/ ARGI- LA	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	CONSTANTES HÍDRICAS		
				AREIA	SILTE	ARGILA	%						1/10	1/3	16
															
cm															
090223678	Ap	00-20		73,74	6,76	19,50		2,05	89,51	0,35		Franco arenoso			
090223679	A	20-50		65,09	5,73	29,18		2,05	92,98	0,20		Franco argilo-aren.			
090223680	E	50-85		57,85	9,22	32,93		1,54	95,31	0,28		Franco argilo-aren.			
090223681	Btxm	85-195		52,20	14,19	33,61		0,53	98,41	0,42		Franco argilo-aren.			
.....															

RELAÇÃO TEXTURAL = (MÉDIA DAS % DE ARGILA NO B, EXCLUSIVE B3) / (MÉDIA DAS % DE ARGILA NO A) = 1,20

APÊNDICE 3

Trecho de canal concluído

APÊNDICE 4

Reservatórios utilizados para medidas de I

APÊNDICE 5
Controladores do nível do líquido no TC

APÊNDICE 6

Medidores/controladores da lâmina de líquido no Sub-TCC.

APÊNDICE 7

Comportas utilizadas para reter o líquido no Sub-TCC

APÊNDICE 8

Determinação do volume médio do cilindro de Uhland e da massa específica do solo (ρ_{sol})

Cilindro	Medidas da altura do cilindro (mm)				Altura média (mm)	Medidas do diâmetro (mm)		Diâmetro médio (mm)	Volumes médios (mm³)
	1	2	3	4		1	2		
1	28,10	28,25	28,25	28,15	28,19	53,85	53,80	53,83	64105,35
2	28,45	28,45	28,60	28,56	28,52	53,80	53,80	53,80	64789,94
3	28,70	28,75	28,75	28,75	28,74	53,80	53,80	53,80	65295,49
4	28,70	28,75	28,70	28,75	28,73	53,80	53,80	53,80	65267,09
5	29,00	28,95	28,80	28,80	28,89	53,80	53,70	53,75	65514,37
6	29,00	28,85	29,05	29,00	28,98	53,70	53,75	53,73	65651,70
7	28,80	28,70	28,85	28,85	28,80	53,85	53,85	53,85	65559,19
8	28,90	28,85	28,90	28,90	28,89	53,80	53,65	53,73	65453,44
9	29,20	29,20	29,20	29,20	29,20	53,75	53,90	53,83	66408,03
10	28,80	28,90	28,90	28,80	28,85	53,85	53,85	53,85	65673,01
11	29,55	29,55	29,55	29,55	29,55	53,70	53,70	53,70	66892,24
12	29,05	29,00	29,00	29,05	29,03	53,75	53,75	53,75	65826,21
13	29,35	29,35	29,35	29,40	29,36	53,55	53,75	53,65	66344,07
14	29,15	29,10	29,15	29,15	29,14	53,70	53,80	53,75	66081,35
15	28,80	28,75	28,75	28,75	28,76	53,80	53,70	53,75	65230,88
16	29,50	29,50	29,50	29,50	29,50	53,70	53,70	53,70	66779,05
17	29,15	29,15	29,20	29,15	29,16	53,65	53,50	53,58	65708,08
18	29,25	29,25	29,25	29,25	29,25	53,60	53,60	53,60	65966,75
19	29,15	29,15	29,15	29,15	29,15	53,85	53,85	53,85	66355,91
20	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	53,75	53,95	53,85	66697,37
21	29,40	29,70	29,75	29,50	29,59	54,00	53,90	53,95	67602,20
22	29,00	29,20	29,25	29,00	29,11	53,70	53,80	53,75	66024,65

Volume médio (mm³) = 65767,14

Bloco	tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	Ms do solo + M do conjunto (g)	M do conjunto (g)	Ms do solo (g)	Vol. do cilindro (cm³)	ρ_{sol} (g/cm³)
I	(v+A)	Talude	Pré-Trat	185,07	95,74	89,33	65,77	1,36
			Pós-Trat	129,11	43,83	85,28	65,77	1,30
		Fundo	Pré-Trat	178,32	97,06	81,26	65,77	1,24
			Pós-Trat	138,01	42,49	95,52	65,77	1,45

V	(v+V)	Talude	Pré-Trat	171,86	88,59	83,27	65,77	1,27
			Pós-Trat	170,32	82,97	87,35	65,77	1,33
		Fundo	Pré-Trat	177,1	85,25	91,85	65,77	1,40
			Pós-Trat	127,94	33,59	94,35	65,77	1,43
	(v)	Talude	Pré-Trat	168,72	85,13	83,59	65,77	1,27
			Pós-Trat	172,85	84,69	88,16	65,77	1,34
		Fundo	Pré-Trat	171,03	86,23	84,8	65,77	1,29
			Pós-Trat	168,74	85,4	83,34	65,77	1,27
	(A)	Talude	Pré-Trat	161,34	83,85	77,49	65,77	1,18
			Pós-Trat	174,07	85,41	88,66	65,77	1,35
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	65,77	-
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
	(V)	Talude	Pré-Trat	184,61	98,28	86,33	65,77	1,31
			Pós-Trat	138,82	44,71	94,11	65,77	1,43
		Fundo	Pré-Trat	194,12	94,5	99,62	65,77	1,51
			Pós-Trat	150,49	44,21	106,3	65,77	1,62
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	65,77	-
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	65,77	-
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
	(a)	Talude	Pré-Trat	182,57	94,84	87,73	65,77	1,33
			Pós-Trat	187,74	93,68	94,06	65,77	1,43
		Fundo	Pré-Trat	194,76	96,4	98,36	65,77	1,50
			Pós-Trat	182,53	95,87	86,66	65,77	1,32
	(v+A)	Talude	Pré-Trat				65,77	
			Pós-Trat	184,6	93,54	91,06	65,77	1,38
		Fundo	Pré-Trat	170,82	91,94	78,88	65,77	1,20
			Pós-Trat	184,08	94,68	89,4	65,77	1,36
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	186,26	95,13	91,13	65,77	1,39
			Pós-Trat	186,31	91,61	94,7	65,77	1,44
		Fundo	Pré-Trat	179	95,7	83,3	65,77	1,27
			Pós-Trat	182,91	99,15	83,76	65,77	1,27
	(v)	Talude	Pré-Trat	182,65	94,37	88,28	65,77	1,34
			Pós-Trat	181,73	95,99	85,74	65,77	1,30
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	65,77	-
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
	(A)	Talude	Pré-Trat	180	95,28	84,72	65,77	1,29
			Pós-Trat	180,75	92,5	88,25	65,77	1,34
		Fundo	Pré-Trat	183,92	99,27	84,65	65,77	1,29
			Pós-Trat	181,68	91,62	90,06	65,77	1,37
	(V)	Talude	Pré-Trat	175,18	94,34	80,84	65,77	1,23
			Pós-Trat	181,3	91,71	89,59	65,77	1,36
		Fundo	Pré-Trat	174	93,44	80,56	65,77	1,22
			Pós-Trat	171,17	93,29	77,88	65,77	1,18
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	176,71	95,86	80,85	65,77	1,23
			Pós-Trat	176,99	-	-	65,77	-
		Fundo	Pré-Trat	172,74	95,11	77,63	65,77	1,18

III	(a)	Talude	Pós-Trat	188,21	96,66	91,55	65,77	1,39
			Pré-Trat	178,55	96,27	82,28	65,77	1,25
		Fundo	Pós-Trat	175,56	96,6	78,96	65,77	1,20
			Pré-Trat	—	—	—	65,77	—
	(v+A)	Talude	Pós-Trat	—	—	—	65,77	—
			Pré-Trat	182,31	96,72	85,59	65,77	1,30
		Fundo	Pós-Trat	189,95	95,41	94,54	65,77	1,44
			Pré-Trat	185,59	98,52	87,07	65,77	1,32
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	194,99	94,6	100,4	65,77	1,53
			Pré-Trat	192,5	97,72	94,78	65,77	1,44
		Fundo	Pós-Trat	181,07	92,68	88,39	65,77	1,34
			Pré-Trat	193,56	96	97,56	65,77	1,48
	(v)	Talude	Pós-Trat	177,48	96,24	81,24	65,77	1,24
			Pré-Trat	178,9	95,22	83,68	65,77	1,27
		Fundo	Pós-Trat	184,32	91,45	92,87	65,77	1,41
			Pré-Trat	189,39	94,91	94,48	65,77	1,44
	(A)	Talude	Pós-Trat	177,12	92,51	84,61	65,77	1,29
			Pré-Trat	193,51	96,54	96,97	65,77	1,47
		Fundo	Pós-Trat	182,16	96,79	85,37	65,77	1,30
			Pré-Trat	175,48	91,51	83,97	65,77	1,28
	(V)	Talude	Pós-Trat	180,63	94,22	86,41	65,77	1,31
			Pré-Trat	184,23	95,02	89,21	65,77	1,36
		Fundo	Pós-Trat	188,26	92,82	95,44	65,77	1,45
			Pré-Trat	174,51	94,26	80,25	65,77	1,22
	(a+A)	Talude	Pós-Trat	188,91	92,14	96,77	65,77	1,47
			Pré-Trat	185,78	95,75	90,03	65,77	1,37
		Fundo	Pós-Trat	189,31	94,05	95,26	65,77	1,45
			Pré-Trat	175,13	96,35	78,78	65,77	1,20
II	(a)	Talude	Pós-Trat	180,51	96,44	84,07	65,77	1,28
			Pré-Trat	130,22	43,41	86,81	65,77	1,32
		Fundo	Pós-Trat	181,45	93,53	87,92	65,77	1,34
			Pré-Trat	197,94	96,45	101,5	65,77	1,54
	(v+A)	Talude	Pós-Trat	193,52	99,66	93,86	65,77	1,43
			Pré-Trat	182,48	96,84	85,64	65,77	1,30
		Fundo	Pós-Trat	139,17	43,86	95,31	65,77	1,45
			Pré-Trat	193,06	96,77	96,29	65,77	1,46
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	187,81	92,73	95,08	65,77	1,45
			Pré-Trat	192,2	95,56	96,64	65,77	1,47
		Fundo	Pós-Trat	190,22	90,79	99,43	65,77	1,51
			Pré-Trat	182,47	94,3	88,17	65,77	1,34
	(v)	Talude	Pós-Trat	193,05	96,02	97,03	65,77	1,48
			Pré-Trat	191,07	93,71	97,36	65,77	1,48
		Fundo	Pós-Trat	188,63	93,9	94,73	65,77	1,44
			Pré-Trat	184,81	93,59	91,22	65,77	1,39
	(A)	Talude	Pós-Trat	193,23	92,39	100,8	65,77	1,53
			Pré-Trat	187,21	96,28	90,93	65,77	1,38
			Pós-Trat	201,78	99,8	102	65,77	1,55

IV	(V)	Fundo	Pré-Trat	188,06	95,12	92,94	65,77	1,41
			Pós-Trat	185,42	93,45	91,97	65,77	1,40
		Talude	Pré-Trat	175,07	95,04	80,03	65,77	1,22
			Pós-Trat	182,96	97,4	85,56	65,77	1,30
	(a+A)	Fundo	Pré-Trat	196,54	98,61	97,93	65,77	1,49
			Pós-Trat	189,03	93,17	95,86	65,77	1,46
		Talude	Pré-Trat	165,54	91,58	73,96	65,77	1,12
			Pós-Trat	185,72	96,94	88,78	65,77	1,35
	(a)	Fundo	Pré-Trat	176,79	93,42	83,37	65,77	1,27
			Pós-Trat	198,1	94,49	103,6	65,77	1,58
		Talude	Pré-Trat	178,56	96,46	82,1	65,77	1,25
			Pós-Trat	193,78	96,1	97,68	65,77	1,49
	(v+A)	Fundo	Pré-Trat	175,74	96,95	78,79	65,77	1,20
			Pós-Trat	194,47	94,42	100,1	65,77	1,52
		Talude	Pré-Trat	171,74	94,35	77,39	65,77	1,18
			Pós-Trat	189,35	91,66	97,69	65,77	1,49
	(v+V)	Fundo	Pré-Trat	193,42	96,76	96,66	65,77	1,47
			Pós-Trat	193,47	96,61	96,86	65,77	1,47
		Talude	Pré-Trat	190,44	94,09	96,35	65,77	1,46
			Pós-Trat	190,44	96,24	94,2	65,77	1,43
	(v)	Fundo	Pré-Trat	184,27	92,94	91,33	65,77	1,39
			Pós-Trat	197,17	95,12	102,1	65,77	1,55
		Talude	Pré-Trat	173,96	93,69	80,27	65,77	1,22
			Pós-Trat	185,55	91,74	93,81	65,77	1,43
	(A)	Fundo	Pré-Trat	185,8	91,51	94,29	65,77	1,43
			Pós-Trat	185,12	96,59	88,53	65,77	1,35
		Talude	Pré-Trat	177,18	94,85	82,33	65,77	1,25
			Pós-Trat	186,29	96,02	90,27	65,77	1,37
	(V)	Fundo	Pré-Trat	191,11	95,8	95,31	65,77	1,45
			Pós-Trat	193,59	95,64	97,95	65,77	1,49
		Talude	Pré-Trat	191,42	95,46	95,96	65,77	1,46
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
	(a+A)	Fundo	Pré-Trat	189,77	91,55	98,22	65,77	1,49
			Pós-Trat	-	-	-	65,77	-
		Talude	Pré-Trat	189,59	94,4	95,19	65,77	1,45
			Pós-Trat	196,05	95,96	100,1	65,77	1,52
	(a)	Fundo	Pré-Trat	-	-	-	65,77	-
			Pós-Trat	193,8	97,91	95,89	65,77	1,46
		Talude	Pré-Trat	185,62	96,27	89,35	65,77	1,36
			Pós-Trat	188,12	93,62	94,5	65,77	1,44
		Fundo	Pré-Trat	185,94	95,61	90,33	65,77	1,37
			Pós-Trat	188,27	93,38	94,89	65,77	1,44
Média	(v+A)	Talude	Pré-Trat					1,28
			Pós-Trat					1,41
		Fundo	Pré-Trat					1,34

		Pós-Trat	1,45
(v+V)	Talude	Pré-Trat	1,41
		Pós-Trat	1,41
	Fundo	Pré-Trat	1,38
		Pós-Trat	1,39
(v)	Talude	Pré-Trat	1,32
		Pós-Trat	1,38
	Fundo	Pré-Trat	1,39
		Pós-Trat	1,36
(A)	Talude	Pré-Trat	1,32
		Pós-Trat	1,38
	Fundo	Pré-Trat	1,36
		Pós-Trat	1,39
(V)	Talude	Pré-Trat	1,31
		Pós-Trat	1,39
	Fundo	Pré-Trat	1,39
		Pós-Trat	1,43
(a+A)	Talude	Pré-Trat	1,29
		Pós-Trat	1,44
	Fundo	Pré-Trat	1,22
		Pós-Trat	1,43
(a)	Talude	Pré-Trat	1,30
		Pós-Trat	1,38
	Fundo	Pré-Trat	1,40
		Pós-Trat	1,43

	$\rho_{\text{sol}}(\text{g/cm}^3)^*$				
Bloco	I	V	III	II	IV
Média	1,34	1,30	1,37	1,40	1,42

* Valores médios tomados por tratamento, na posição talude e no momento pré-tratamento.

Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	Blocos					Média
			I	V	III	II	IV	
(v+A)	Talude	Pré-Trat	1,36	—	1,30	1,30	1,18	
		Pós-Trat	1,30	1,38	1,44	1,45	1,49	
	Fundo	Pré-Trat	1,24	1,20	1,32	1,46	1,47	
		Pós-Trat	1,45	1,36	1,53	1,45	1,47	

(v+V)	Talude	Pré-Trat	1,27	1,39	1,44	1,47	1,46
		Pós-Trat	1,33	1,44	1,34	1,51	1,43
	Fundo	Pré-Trat	1,40	1,27	1,48	1,34	1,39
		Pós-Trat	1,43	1,27	1,24	1,48	1,55
(v)	Talude	Pré-Trat	1,27	1,34	1,27	1,48	1,22
		Pós-Trat	1,34	1,30	1,41	1,44	1,43
	Fundo	Pré-Trat	1,29	-	1,44	1,39	1,43
		Pós-Trat	1,27	-	1,29	1,53	1,35
(A)	Talude	Pré-Trat	1,18	1,29	1,47	1,38	1,25
		Pós-Trat	1,35	1,34	1,30	1,55	1,37
	Fundo	Pré-Trat	-	1,29	1,28	1,41	1,45
		Pós-Trat	-	1,37	1,31	1,40	1,49
(V)	Talude	Pré-Trat	1,31	1,23	1,36	1,22	1,46
		Pós-Trat	1,43	1,36	1,45	1,30	-
	Fundo	Pré-Trat	1,51	1,22	1,22	1,49	1,49
		Pós-Trat	1,62	1,18	1,47	1,46	-
(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	1,23	1,37	1,12	1,45
		Pós-Trat	-	-	1,45	1,35	1,52
	Fundo	Pré-Trat	-	1,18	1,20	1,27	-
		Pós-Trat	-	1,39	1,28	1,58	1,46
(a)	Talude	Pré-Trat	1,33	1,25	1,32	1,25	1,36
		Pós-Trat	1,43	1,20	1,34	1,49	1,44
	Fundo	Pré-Trat	1,50	-	1,54	1,20	1,37
		Pós-Trat	1,32	-	1,43	1,52	1,44

Média

APÊNDICE 9

Valores de porosidades, %, em função de tratamentos, posição e momento da amostragem.

Bloco	tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	M. do Conj. na Saturação (g)	M. do Conj. a 50mca (g)	M. do Conj. Seco (g)	M. do Conj. (Tara) (g)	ρ_{sdo}^* (g/cm³)
I	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,30
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,41
		Fundo	Pré-Trat	603,08	577,65	473,43	126,03	1,28
			Pós-Trat	588,57	575,68	460,53	117,31	1,45
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,41
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,39
		Fundo	Pré-Trat	575,29	533,53	433,26	117,86	1,37
			Pós-Trat	619,85	592,39	565,70	117,43	1,35
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,38
		Fundo	Pré-Trat	617,60	587,49	497,72	129,54	1,39
			Pós-Trat	594,78	556,25	468,23	116,98	1,29
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,38
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	-	1,34
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,36
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo	Pré-Trat	619,54	585,97	504,93	127,49	1,49
			Pós-Trat	606,40	568,70	490,21	117,83	1,47
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,25
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	-	1,27
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,33
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo	Pré-Trat	607,47	569,58	474,07	130,16	1,36
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,32
V	(v+A)	Talude	Pré-Trat	605,13	555,31	468,50	127,95	1,30
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,41
		Fundo	Pré-Trat	578,88	544,76	441,44	129,94	1,28
			Pós-Trat	616,05	589,82	482,14	128,64	1,45
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	602,62	560,44	483,45	127,80	1,41
			Pós-Trat	624,68	588,52	505,06	119,65	1,39
		Fundo	Pré-Trat	610,21	576,90	478,83	117,75	1,37
			Pós-Trat	587,87	548,46	450,09	129,55	1,35
	(v)	Talude	Pré-Trat	603,42	560,74	482,47	128,76	1,31
			Pós-Trat	602,92	557,65	478,25	120,14	1,38

III		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	-	1,39
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,29
	(A)	Talude	Pré-Trat	593,82	542,96	466,08	116,38	1,38
			Pós-Trat	608,05	573,25	486,23	117,51	1,35
		Fundo	Pré-Trat	575,33	538,74	435,13	117,79	1,34
			Pós-Trat	629,95	599,20	512,70	129,86	1,36
	(V)	Talude	Pré-Trat	611,25	558,55	477,30	126,52	1,31
			Pós-Trat	601,30	549,79	464,83	117,39	1,43
		Fundo	Pré-Trat	606,19	579,09	479,25	119,24	1,49
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,47
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	593,77	543,02	468,31	119,97	1,25
			Pós-Trat	601,26	557,39	475,16	113,98	1,35
		Fundo	Pré-Trat	609,00	582,49	482,60	117,64	1,27
			Pós-Trat	613,76	587,55	486,39	129,58	1,43
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,33
			Pós-Trat	596,63	554,26	465,91	116,65	1,43
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-	-	1,36
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,32
	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,30
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,41
		Fundo	Pré-Trat	606,81	578,76	480,96	128,77	1,28
			Pós-Trat	631,63	605,81	522,89	129,64	1,45
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,41
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,39
		Fundo	Pré-Trat	600,52	561,15	469,07	118,78	1,37
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,38
		Fundo	Pré-Trat	598,72	566,60	471,09	117,95	1,39
			Pós-Trat	606,06	582,43	482,78	128,33	1,29
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,38
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo	Pré-Trat	645,83	627,81	554,12	130,73	1,34
			Pós-Trat	624,08	598,76	505,26	117,91	1,36
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo	Pré-Trat	608,22	584,35	483,27	128,97	1,49
			Pós-Trat	607,98	579,12	478,03	118,13	1,47
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,25
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo	Pré-Trat	587,03	541,12	442,42	130,13	1,27
			Pós-Trat	605,93	577,23	480,17	128,71	1,43
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,33
			Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo	Pré-Trat	623,12	598,77	504,78	128,05	1,36
			Pós-Trat	619,63	592,32	499,92	128,38	1,32
II	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,30

IV		Pós-Trat	-	-	-	-	1,41
		Fundo Pré-Trat	597,52	566,62	470,09	129,81	1,28
	(v+V) Talude	Pós-Trat	614,92	598,77	488,56	130,27	1,45
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,41
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,39
		Fundo Pré-Trat	603,77	560,84	472,76	129,03	1,37
	(v) Talude	Pós-Trat	630,70	605,98	509,55	119,28	1,35
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,38
		Fundo Pré-Trat	597,70	559,96	457,29	128,07	1,39
	(A) Talude	Pós-Trat	600,59	575,05	475,26	117,42	1,29
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,38
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo Pré-Trat	606,14	563,93	484,49	129,71	1,34
	(M) Talude	Pós-Trat	609,16	573,58	481,44	128,21	1,36
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo Pré-Trat	-	-	-	-	1,49
	(a+A) Talude	Pós-Trat	617,41	599,03	494,44	120,07	1,47
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,25
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo Pré-Trat	604,43	571,54	480,26	117,32	1,27
	(a) Talude	Pós-Trat	596,49	556,96	468,98	118,60	1,43
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,33
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo Pré-Trat	597,66	554,87	461,01	116,05	1,36
	(v+A) Talude	Pós-Trat	607,86	573,11	480,55	117,64	1,32
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,30
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,41
		Fundo Pré-Trat	618,38	586,39	495,10	129,87	1,28
	(v+V) Talude	Pós-Trat	611,88	586,76	488,59	117,75	1,45
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,41
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,39
		Fundo Pré-Trat	596,08	550,51	460,17	117,98	1,37
	(v) Talude	Pós-Trat	626,39	596,93	504,56	118,69	1,35
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,38
		Fundo Pré-Trat	609,28	570,17	476,66	117,36	1,39
	(A) Talude	Pós-Trat	620,01	585,33	491,18	129,42	1,29
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,38
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
		Fundo Pré-Trat	630,28	602,60	514,44	117,93	1,34
	(M) Talude	Pós-Trat	606,49	574,36	486,88	116,95	1,36
		Pré-Trat	-	-	-	-	1,31
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
		Fundo Pré-Trat	600,35	558,16	468,46	117,32	1,49
		Pós-Trat	599,10	568,07	468,42	130,80	1,47

(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,25
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,35
	Fundo	Pré-Trat	602,28	545,15	452,19	119,56	1,27
		Pós-Trat	630,89	603,29	512,7	117,67	1,43
(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-	-	1,33
		Pós-Trat	-	-	-	-	1,43
	Fundo	Pré-Trat	603,48	566,50	479,98	129,19	1,36
		Pós-Trat	607,29	579,91	487,45	119,06	1,32

* Média de tratamentos, por posição e por momento de amostragem,

Bloco	trata- mento	Posição da amos- tragem	Momento da amos- tragem	Macro- porosi- dade (%)	Micro- porosi- dade (%)	Porosi- dade total (%)
I	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	6,34	25,99	32,33
			Pós-Trat	3,53	31,57	35,10
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	11,22	26,94	38,15
			Pós-Trat	7,11	6,91	14,02
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	7,83	23,33	31,16
			Pós-Trat	9,66	22,07	31,73
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	9,12	22,03	31,15
			Pós-Trat	10,20	21,24	31,44
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	9,81	24,73	34,53
			Pós-Trat	-	-	-
V	(v+A)	Talude	Pré-Trat	12,50	21,78	34,28

III			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	8,96	27,13	36,09
			Pós-Trat	6,94	28,51	35,45
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	11,36	20,73	32,09
			Pós-Trat	9,11	21,03	30,14
		Fundo	Pré-Trat	8,43	24,83	33,27
			Pós-Trat	10,50	26,22	36,72
	(v)	Talude	Pré-Trat	10,92	20,02	30,94
			Pós-Trat	11,78	20,67	32,45
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	(A)	Talude	Pré-Trat	13,34	20,17	33,51
			Pós-Trat	8,81	22,03	30,84
		Fundo	Pré-Trat	9,71	27,48	37,19
			Pós-Trat	7,71	21,69	29,40
	(V)	Talude	Pré-Trat	13,12	20,23	33,34
			Pós-Trat	13,58	22,39	35,97
		Fundo	Pré-Trat	7,35	27,09	34,44
			Pós-Trat	-	-	-
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	12,56	18,49	31,04
			Pós-Trat	11,14	20,89	32,03
		Fundo	Pré-Trat	6,41	24,14	30,55
			Pós-Trat	6,95	26,84	33,80
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	11,30	23,56	34,86
		Fundo	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	7,00	24,39	31,38
			Pós-Trat	6,80	21,82	28,62
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	10,17	23,78	33,95
			Pós-Trat	-	-	-
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	8,42	25,02	33,44
			Pós-Trat	5,94	25,03	30,97
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	4,42	18,08	22,50
			Pós-Trat	6,27	23,16	29,44
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
		Fundo	Pré-Trat	6,58	27,87	34,45
			Pós-Trat	7,70	26,97	34,67

II	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	11,76	25,27	37,03	
		Pós-Trat	7,72	26,12	33,85	
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	6,16	23,77	29,93	
		Pós-Trat	6,81	23,03	29,84	
	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	7,86	24,55	32,40	
		Pós-Trat	4,32	29,51	33,84	
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	11,24	23,06	34,30	
		Pós-Trat	6,03	23,51	29,53	
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	10,00	27,21	37,22	
		Pós-Trat	6,34	24,78	31,12	
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	10,92	20,56	31,48	
		Pós-Trat	9,18	23,78	32,96	
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	-	-	-	
		Pós-Trat	4,87	27,70	32,56	
IV	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	8,02	22,27	30,29	
		Pós-Trat	10,61	23,62	34,23	
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	10,96	24,05	35,01	
		Pós-Trat	8,64	23,01	31,65	
	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	7,83	22,34	30,17	
		Pós-Trat	6,63	25,90	32,53	
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	11,82	23,42	35,24	
		Pós-Trat	7,23	22,66	29,89	
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	-	-
			Pós-Trat	-	-	-
	Fundo	Pré-Trat	10,00	23,91	33,91	

Média	(A)	Talude	Pós-Trat	8,47	23,00	31,48
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	6,72	21,41	28,13
		(V)	Pós-Trat	8,20	22,34	30,54
			Pré-Trat	–	–	–
	(a+A)	Talude	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	11,48	24,40	35,88
			Pré-Trat	8,61	27,65	36,26
		(a)	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
	(v+A)	Talude	Pós-Trat	13,87	22,56	36,43
			Pré-Trat	7,00	22,97	29,96
		Fundo	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		(v+V)	Pós-Trat	9,69	22,68	32,38
			Pré-Trat	6,86	23,18	30,04
	(V)	Talude	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	7,60	24,88	32,48
			Pré-Trat	5,65	27,46	33,11
		(A)	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	10,58	24,41	34,98
			Pré-Trat	7,72	19,82	27,54
		(V)	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
	(A)	Talude	Pós-Trat	9,06	24,87	33,93
			Pré-Trat	7,60	23,72	31,32
		Fundo	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		(V)	Pós-Trat	7,94	21,88	29,82
			Pré-Trat	7,84	22,74	30,59
	(a+A)	Talude	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		(a)	Pós-Trat	10,01	23,56	33,57
			Pré-Trat	8,07	24,89	32,96
	(v+A)	Talude	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		Fundo	Pós-Trat	–	–	–
			Pré-Trat	–	–	–
		(a)	Pós-Trat	9,16	23,81	32,96
			Pré-Trat	7,44	23,07	30,51

Macroporosidade(%).

Bloco	Trata- mento	Posição da amos- tagem	Momento da amos- tagem	Blocos					Média
				I	V	III	II	IV	
Média	(v+A)	Fundo	Pré-Trat	6,34	8,96	7,00	7,86	7,83	
			Pós-Trat	3,53	6,94	6,80	4,32	6,63	
	(v+V)	Fundo	Pré-Trat	11,22	8,43	10,17	11,24	11,82	
			Pós-Trat	7,11	10,50	-	6,03	7,23	
	(v)	Fundo	Pré-Trat	7,83	-	8,42	10,00	10,00	
			Pós-Trat	9,66	-	5,94	6,34	8,47	
	(A)	Fundo	Pré-Trat	-	9,71	4,42	10,92	6,72	
			Pós-Trat	-	7,71	6,27	9,18	8,20	
	(V)	Fundo	Pré-Trat	9,12	7,35	6,58	-	11,48	
			Pós-Trat	10,20	-	7,70	4,87	8,61	
	(a+A)	Fundo	Pré-Trat	-	6,41	11,76	8,02	13,87	
			Pós-Trat	-	6,95	7,72	10,61	7,00	
	(a)	Fundo	Pré-Trat	9,81	-	6,16	10,96	9,69	
			Pós-Trat	-	-	6,81	8,64	6,86	
	Média								

Microporosidade(%).

Bloco	Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	Blocos					Média
				I	V	III	II	IV	
Média	(v+A)	Fundo	Pré-Trat	25,99	27,13	24,39	24,55	22,34	
			Pós-Trat	31,57	28,51	21,82	29,51	25,90	
	(v+V)	Fundo	Pré-Trat	26,94	24,83	23,78	23,06	23,42	
			Pós-Trat	6,91	26,22	-	23,51	22,66	
	(v)	Fundo	Pré-Trat	23,33	-	25,02	27,21	23,91	
			Pós-Trat	22,07	-	25,03	24,78	23,00	
	(A)	Fundo	Pré-Trat	-	27,48	18,08	20,56	21,41	
			Pós-Trat	-	21,69	23,16	23,78	22,34	
	(V)	Fundo	Pré-Trat	22,03	27,09	27,87	-	24,40	
			Pós-Trat	21,24	-	26,97	27,70	27,65	
	(a+A)	Fundo	Pré-Trat	-	24,14	25,27	22,27	22,56	
			Pós-Trat	-	26,84	26,12	23,62	22,97	

(a)	Fundo	Pré-Trat	24,73	-	23,77	24,05	22,68
		Pós-Trat	-	-	23,03	23,01	23,18
Média							

Porosidade total(%).

Bloco	Trata- mento	Posição da amos- tagem	Momento da amos- tagem	Blocos					Média
				I	V	III	II	IV	
Média	(v+A)	Fundo	Pré-Trat	32,33	36,09	31,38	32,40	30,17	
			Pós-Trat	35,10	35,45	28,62	33,84	32,53	
	(v+V)	Fundo	Pré-Trat	38,15	33,27	33,95	34,30	35,24	
			Pós-Trat	14,02	36,72	-	29,53	29,89	
	(v)	Fundo	Pré-Trat	31,16	-	33,44	37,22	33,91	
			Pós-Trat	31,73	-	30,97	31,12	31,48	
	(A)	Fundo	Pré-Trat	-	37,19	22,50	31,48	28,13	
			Pós-Trat	-	29,40	29,44	32,96	30,54	
	(V)	Fundo	Pré-Trat	31,15	34,44	34,45	-	35,88	
			Pós-Trat	31,44	-	34,67	32,56	36,26	
	(a+A)	Fundo	Pré-Trat	-	30,55	37,03	30,29	36,43	
			Pós-Trat	-	33,80	33,85	34,23	29,96	
	(a)	Fundo	Pré-Trat	34,53	-	29,93	35,01	32,38	
			Pós-Trat	-	-	29,84	31,65	30,04	
Média									

APÊNDICE 10

Determinação da condutividade hidráulica. (Dados originais de laboratório).

Bloco	trata- mento	Posição da amos- tagem	Momento da amos- tagem	Volume(V) (cm³)	Tempo (t)(min.)	Carga hi- dráulica (h)(cm)	Ár. da Se- ção Transv. de fluxo(cm²)	Espe-su- ra(t) da a- mostra de solo(cm)	Ko (cm/min)
I	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	77	10	1,7	38,5945	7,17	0,1411136
			Pós-Trat	6	10	1,6	38,5945	7,17	0,0111212
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	72	10	2,3	38,5945	7,17	0,1235903
			Pós-Trat	190	10	1,8	38,5945	7,17	0,3443206
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	82	10	1,7	38,5945	7,17	0,1502768
			Pós-Trat	186	10	1,7	38,5945	7,17	0,3408718
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	55	10	1,4	38,5945	7,17	0,1043239
			Pós-Trat	135	10	1,9	38,5945	7,17	0,2419515
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	80	10	1,8	38,5945	7,17	0,1449771
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
V	(v+A)	Talude	Pré-Trat	105	10	2,3	38,5945	7,17	0,1802358
			Pós-Trat	27	10	1,8	38,5945	7,17	0,0489298
		Fundo	Pré-Trat	16	10	2,0	38,5945	7,17	0,028363
			Pós-Trat	19	10	1,7	38,5945	7,17	0,0348202
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	66	10	2,1	38,5945	7,17	0,1157353
			Pós-Trat	44	10	1,9	38,5945	7,17	0,0788583
		Fundo	Pré-Trat	42	10	1,7	38,5945	7,17	0,0769711
			Pós-Trat	45	10	1,8	38,5945	7,17	0,0815496
	(v)	Talude	Pré-Trat	60	10	1,7	38,5945	7,17	0,1099587
			Pós-Trat	118	10	1,7	38,5945	7,17	0,216252

III		Fundo	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Talude	Pré-Trat	117	10	1,8	38,5945	7,17	0,212029
			Pós-Trat	49	10	2,1	38,5945	7,17	0,0859247
		Fundo	Pré-Trat	69	10	2,2	38,5945	7,17	0,1197047
			Pós-Trat	140	10	1,6	38,5945	7,17	0,2594957
	(V)	Talude	Pré-Trat	101	10	1,7	38,5945	7,17	0,1850971
			Pós-Trat	137	10	1,4	38,5945	7,17	0,2598613
		Fundo	Pré-Trat	86	10	2,0	38,5945	7,17	0,1524512
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	91	10	2,0	38,5945	7,17	0,1613147
			Pós-Trat	107	10	1,8	38,5945	7,17	0,1939068
		Fundo	Pré-Trat	67	10	2,1	38,5945	7,17	0,1174889
			Pós-Trat	200	10	1,8	38,5945	7,17	0,3624427
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	107	10	1,6	38,5945	7,17	0,1983289
		Fundo	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(v+A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	46	10	1,5	38,5945	7,17	0,0862463
			Pós-Trat	73	10	1,7	38,5945	7,17	0,133783
	(v+V)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	50	10	1,7	38,5945	7,17	0,0916322
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(v)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	84	10	2,1	38,5945	7,17	0,1472995
			Pós-Trat	54	10	2,5	38,5945	7,17	0,0907756
	(A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	23	10	2,1	38,5945	7,17	0,040332
			Pós-Trat	34	10	1,7	38,5945	7,17	0,0623099
	(V)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	183	10	1,7	38,5945	7,17	0,3353739
			Pós-Trat	270	10	1,7	38,5945	7,17	0,4948139
	(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	35	10	1,6	38,5945	7,17	0,0648739
			Pós-Trat	50	10	1,9	38,5945	7,17	0,0896117
	(a)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Fundo	Pré-Trat	53	10	1,7	38,5945	7,17	0,0971301
			Pós-Trat	40	10	2,1	38,5945	7,17	0,0701426
II	(v+A)	Talude	Pré-Trat	74	10	1,8	38,5945	7,17	0,1341038

IV	(v+V)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	96	10	2,0	38,5945	7,17	0,1701781
	(v)	Talude	Pós-Trat	22	10	2,0	38,5945	7,17	0,0389991
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	61	10	2,0	38,5945	7,17	0,108134
	(V)	Talude	Pós-Trat	187	10	1,9	38,5945	7,17	0,3351476
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(a+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	350	10	1,7	38,5945	7,17	0,6414255
	(a)	Talude	Pós-Trat	112	10	1,5	38,5945	7,17	0,209991
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(v+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	57	10	2,6	38,5945	7,17	0,0948379
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	17	10	1,8	38,5945	7,17	0,0308076
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(V)	Talude	Pós-Trat	15	10	1,8	38,5945	7,17	0,0271832
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(a+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	66	10	2,3	38,5945	7,17	0,1132911
	(a)	Talude	Pós-Trat	74?	10	1,8	38,5945	7,17	0,0018122
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(v+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	43	10	1,7	38,5945	7,17	0,0788037
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	70	10	2,2	38,5945	7,17	0,1214396
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	84	10	2,1	38,5945	7,17	0,1472995
	(V)	Talude	Pós-Trat	73	10	1,7	38,5945	7,17	0,133783
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(a+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	124	10	1,9	38,5945	7,17	0,2222369
	(a)	Talude	Pós-Trat	50	10	1,6	38,5945	7,17	0,092677
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(v+A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	42	10	1,9	38,5945	7,17	0,0752738
	(v+V)	Talude	Pós-Trat	162	10	1,7	38,5945	7,17	0,2968884
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	30	10	1,9	38,5945	7,17	0,053767
	(V)	Talude	Pós-Trat	150	10	1,9	38,5945	7,17	0,268835
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	(A)	Fundo	Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
			Pré-Trat	97	10	2,3	38,5945	7,17	0,1665036
	(V)	Talude	Pós-Trat	430	10	1,9	38,5945	7,17	0,7706602
			Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-

(a+A)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	Fundo	Pré-Trat	37	10	2,2	38,5945	7,17	0,0641895
		Pós-Trat	31	10	2,0	38,5945	7,17	0,0549533
(a)	Talude	Pré-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
		Pós-Trat	-	10	-	38,5945	7,17	-
	Fundo	Pré-Trat	130	10	2,1	38,5945	7,17	0,2279635
		Pós-Trat	43	10	2,1	38,5945	7,17	0,0754033

Valores médios de Ko

trata- mento	Posição da amos- tagem	Momento da amos- tagem	Ko (cm/min)
(v+A)	Talude	Pré-Trat	0,15717
		Pós-Trat	0,04893
	Fundo	Pré-Trat	0,11464
		Pós-Trat	0,07050
(v+V)	Talude	Pré-Trat	0,11574
		Pós-Trat	0,07886
	Fundo	Pré-Trat	0,12451
		Pós-Trat	0,21342
(v)	Talude	Pré-Trat	0,10996
		Pós-Trat	0,21625
	Fundo	Pré-Trat	0,25357
		Pós-Trat	0,23463
(A)	Talude	Pré-Trat	0,21203
		Pós-Trat	0,08592
	Fundo	Pré-Trat	0,07716
		Pós-Trat	0,15536
(V)	Talude	Pré-Trat	0,18510
		Pós-Trat	0,25986
	Fundo	Pré-Trat	0,18966
		Pós-Trat	0,38365
(a+A)	Talude	Pré-Trat	0,16131
		Pós-Trat	0,19391
	Fundo	Pré-Trat	0,08996
		Pós-Trat	0,12720
(a)	Talude	Pré-Trat	-
		Pós-Trat	0,19833
	Fundo	Pré-Trat	0,13722
		Pós-Trat	0,08900

Conductividade hidráulica do solo saturado, K_0 (cm/min).

Tratamento	Posição da amostragem	Momento da amostragem	Blocos					Média
			I	V	III	II	IV	
(v+A)	Fundo	Pré-Trat	0,14111	0,02836	0,0863	0,17018	0,1473	
		Pós-Trat	0,01112	0,03482	0,1338	0,039	0,13378	
(v+V)	Fundo	Pré-Trat	0,12359	0,07697	0,0916	0,10813	0,22224	
		Pós-Trat	0,34432	0,08155	-	0,33515	0,09268	
(v)	Fundo	Pré-Trat	0,15128	-	0,1473	0,64143	0,07527	
		Pós-Trat	0,34087	-	0,0908	0,20999	0,29689	
(A)	Fundo	Pré-Trat	-	0,1197	0,0403	0,09484	0,05377	
		Pós-Trat	-	0,2595	0,0623	0,03081	0,26883	
(V)	Fundo	Pré-Trat	0,10432	0,15245	0,3354	-	0,1665	
		Pós-Trat	0,24195	-	0,4948	0,02718	0,77066	
(a+A)	Fundo	Pré-Trat	-	0,11749	0,0649	0,11329	0,06419	
		Pós-Trat	-	0,36244	0,0896	0,00181	0,05495	
(a)	Fundo	Pré-Trat	0,14498	-	0,0971	0,0788	0,22796	
		Pós-Trat	-	-	0,0701	0,12144	0,0754	

APÊNDICE 11

Resultados das análises estatísticas

1. Análises da variância (ANOVA) para os dados de massa específica do solo (ρ_{solo}).

1.1. Quadros da ANOVA e teste de Tukey para os dados de ρ_{solo} , talude e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,0275427			
Tratamentos ajustados	6	0,0514655	0,0085776	0,8665	0,53541
Resíduo	22	0,2177798	0,0098991		
Total	32	0,2967880			

Média geral ajustada : 1,316297
 Coeficiente de variação : 7,559%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,0468529

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	2	B	5	1,406000	1,406000	a	A	
2	3	C	5	1,316000	1,316000	a	A	
3	5	E	5	1,316000	1,316000	a	A	
4	4	D	5	1,314000	1,314000	a	A	
5	7	G	5	1,302000	1,302000	a	A	
6	6	F	4	1,283736	1,283736	a	A	
7	1	A	4	1,276344	1,276344	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

1.2. Quadros da ANOVA e teste de Tukey para os dados de ρ_{solo} , talude e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,0576018			
Tratamentos ajustados	6	0,0058379	0,0009730	0,1618	0,98287
Resíduo	21	0,1262479	0,0060118		
Total	31	0,2967880			

Média geral ajustada : 1,396580
 Coeficiente de variação : 5,552%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,0115075

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	1	A	5	1,412000	1,412000	a	A	
2	6	F	3	1,410493	1,410493	a	A	
3	2	B	5	1,410000	1,410000	a	A	
4	5	E	4	1,397563	1,397563	a	A	
5	3	C	5	1,384000	1,384000	a	A	
6	4	D	5	1,382000	1,382000	a	A	
7	7	G	5	1,380000	1,380000	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

1.3. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de ρ_{solo} , fundo e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,1184438			
Tratamentos ajustados	6	0,0431991	0,0071998	0,6652	0,68017
Resíduo	19	0,2056371	0,1082301		
Total	29	0,3672800			

Média geral ajustada : 1,3491294
 Coeficiente de variação : 7,711%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,0788683

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	5	E	5	1,386000	1,386000	a	A	
2	2	B	5	1,376000	1,376000	a	A	
3	7	G	4	1,375063	1,375063	a	A	
4	4	D	4	1,362744	1,362744	a	A	
5	3	C	4	1,360063	1,360063	a	A	
6	1	A	5	1,338000	1,338000	a	A	
7	6	F	3	1,245999	1,245999	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

1.4. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de p_{solo} , fundo e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,1189729			
Tratamentos ajustados	6	0,0409265	0,0068211	0,7187	0,64097
Resíduo	19	0,1803306	0,0094911		
Total	29	0,3402301			

Média geral ajustada : 1,407463
 Coeficiente de variação : 6,922%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,0255300

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	1	A	5	1,452000	1,452000	a	A	
2	5	E	4	1,447294	1,447294	a	A	
3	6	F	4	1,430709	1,430709	a	A	
4	7	G	4	1,400014	1,400014	a	A	
5	4	D	4	1,395709	1,395709	a	A	
6	2	B	5	1,394000	1,394000	a	A	
7	3	C	4	1,332514	1,332514	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

2. Análises da variância (ANAVA) para os dados de macroporosidade do solo (M).

2.1. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de M, fundo e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	28,0879008			
Tratamentos ajustados	6	31,0105531	5,1684255	1,3077	0,30081
Resíduo	19	75,0958104	3,9524111		
Total	29	134,1942642			

Média geral ajustada : 8,962393
 Coeficiente de variação : 22,182%
 Soma de quadrados não ajustada : 31,492643

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	2	B	5	10,575999	10,575999	a	A	
2	6	F	4	9,989486	9,989486	a	A	
3	7	G	4	8,951708	8,951708	a	A	
4	3	C	4	8,859208	8,859208	a	A	
5	5	E	4	8,845358	8,845358	a	A	
6	4	D	4	7,916986	7,916986	a	A	
7	1	A	5	7,547999	7,547999	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

2.2. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de M, fundo e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	4,0981056			
Tratamentos ajustados	6	20,9680404	3,4946734	1,0688	0,41903
Resíduo	17	55,5870602	3,2698271		
Total	27	80,6532062			

Média geral ajustada : 7,555013
 Coeficiente de variação : 23,935%
 Soma de quadrados não ajustada : 19,346171

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	6	F	4	8,164403	8,164403	a	A	
2	5	E	4	8,020653	8,020653	a	A	
3	4	D	4	7,934403	7,934403	a	A	
4	7	G	3	7,796743	7,796743	a	A	
5	3	C	4	7,778154	7,778154	a	A	
6	2	B	4	7,546735	7,546735	a	A	
7	1	A	5	5,644000	5,644000	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

3 Análises da variância(ANAVA) para os dados de mioporosidade do solo(m)

3.1. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de m, fundo e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	32,4378827			
Tratamentos ajustados	6	34,8528524	5,8088087	1,4763	0,23858
Resíduo	19	74,7594924	3,9347101		
Total	29	142,0502275			

Média geral ajustada : 24,228163
 Coeficiente de variação : 8,187%
 Soma de quadrados não ajustada : 33,213815

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	3	C	4	25,409045	25,409045	a	A	
2	5	E	4	25,236644	25,236644	a	A	
3	1	A	5	24,879998	24,879998	a	A	
4	2	B	5	24,405999	24,405999	a	A	
5	7	G	4	24,349045	24,349045	a	A	
6	6	F	4	23,496962	23,496962	a	A	
7	4	D	4	21,819461	21,819461	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

3.2. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de m, fundo e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	73,0872450			
Tratamentos ajustados	6	178,0470275	29,6745046	2,1104	0,10542
Resíduo	17	239,0370291	14,0610017		
Total	27	490,1713017			

Média geral ajustada : 23,76247
 Coeficiente de variação : 15,780%
 Soma de quadrados não ajustada : 156,025696

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	1	A	5	27,461999	27,461999	a	A	
2	5	E	4	26,540534	26,540534	a	A	
3	3	C	4	24,370534	24,370534	a	A	
4	6	F	4	23,863034	23,863034	a	A	
5	7	G	3	22,574759	22,574759	a	A	
6	4	D	4	21,718034	21,718034	a	A	
7	2	B	4	19,808379	19,808379	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

4 Análises da variância (ANAVA) para os dados de porosidade total do solo (P).

41. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de P, fundo e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	20,2808906			
Tratamentos ajustados	6	72,2023760	12,0337293	1,0807	0,40884
Resíduo	19	211,5578657	11,1346245		
Total	29	304,0411322			

Média geral ajustada : 33,190300
 Coeficiente de variação : 10,054%
 Soma de quadrados não ajustada : 69,355997

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	2	B	5	34,982001	34,982001	a	A	
2	3	C	4	34,271552	34,271552	a	A	
3	5	E	4	34,082085	34,082085	a	A	
4	4	F	4	33,485441	33,485441	a	A	
5	6	G	4	33,301552	33,301552	a	A	
6	7	A	5	32,474001	32,474001	a	A	
7	1	D	4	29,735441	29,735441	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

4.2. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de P, fundo e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	73,5236662			
Tratamentos ajustados	6	133,5049965	22,2508327	1,5302	0,22739
Resíduo	17	247,1964960	14,5410382		
Total	27	454,2263122			

Média geral ajustada : 31,318327
 Coeficiente de variação : 12,176%
 Soma de quadrados não ajustada : 110,524380

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	5	E	4	34,559005	34,559005	a	A	
2	1	A	5	33,108000	33,108000	a	A	
3	3	C	4	32,151505	32,151505	a	A	
4	6	F	4	32,029897	32,029897	a	A	
5	7	G	3	30,371872	30,371872	a	A	
6	4	D	4	29,654898	29,654898	a	A	
7	2	B	4	27,353118	27,353118	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

5. Análises da variância (ANAVA) para os dados de condutividade hidráulica do solo saturado (K_0).

5.1. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de K_0 , fundo e pré-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,0329708			
Tratamentos ajustados	6	0,0995155	0,0165859	1,3109	0,29949
Resíduo	19	0,2403981	0,0126525		
Total	29	0,3728844			

Média geral ajustada : 0,140239
 Coeficiente de variação : 80,209%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,094243

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	3	C	4	0,251144	0,251144	a	A	
2	5	E	4	0,207689	0,207689	a	A	
3	7	G	4	0,132042	0,132042	a	A	
4	2	B	5	0,124512	0,124512	a	A	
5	1	A	5	0,114640	0,114640	a	A	
6	6	F	4	0,082223	0,082223	a	A	
7	4	D	4	0,069423	0,069423	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

5.2. Quadros da ANAVA e teste de Tukey para os dados de K_0 , fundo e pós-tratamento.

Causa da variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor de F	Probabilidade > que F
Blocos não ajustados	4	0,0769032			
Tratamentos ajustados	6	0,2771261	0,0461877	1,6453	0,19504
Resíduo	17	0,4772454	0,0280733		
Total	27	0,8312747			

Média geral ajustada : 0,186867
 Coeficiente de variação : 89,663%
 Soma de quadrados não ajustada : 0,280629

Número de ordem	Núm. do tratamento	Nome do tratam.	Núm. de repetiç.	Médias ajustad.	Médias originais	Grau de signific		
						5%	1%	10%
1	5	E	4	0,394643	0,394643	a	A	
2	3	C	4	0,245626	0,245626	a	A	
3	2	B	4	0,206764	0,206764	a	A	
4	4	D	4	0,156658	0,156658	a	A	
5	6	F	4	0,128498	0,128498	a	A	
6	7	G	3	0,105378	0,105378	a	A	
7	1	A	5	0,070500	0,070500	a	A	

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao grau de significância indicado.

6. Quadro resumo com os resultados do teste F, média geral e coeficiente de variação, para as variáveis estudadas.

Variáveis	Posição da amostragem	Momento da amostragem	F calculado	Probabilidade > F	Média geral ajustada	Coeficiente de variação (%)
ρ_{solo}	Talude	Pré-trat.	0,8665	0,53541	1,316297	7,559
		Pós-trat.	0,1618	0,98287	1,396580	8,552
	Fundo	Pré-trat.	0,6652	0,68017	1,349124	7,711
		Pós-trat.	0,7187	0,64097	1,407463	6,922
M	Fundo	Pré-trat.	1,3077	0,30081	8,962393	22,182
		Pós-trat.	1,0688	0,41903	7,555013	23,935
m	Fundo	Pré-trat.	1,4763	0,23858	24,228163	8,187
		Pós-trat.	2,1104	0,10542	23,762466	15,780
P	Fundo	Pré-trat.	1,0807	0,40884	33,190300	10,054
		Pós-trat.	1,5302	0,22739	31,318327	13,176
K_0	Fundo	Pré-trat.	1,3109	0,29949	0,140239	80,209
		Pós-trat.	1,6453	0,19504	0,186867	89,663

APÊNDICE 12

Dados de TI, I, IAc e VI. (Dados originais de campo).

Tratamento : (v+A); Vinhaça in natura como redutor de infiltração, seguida de água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min.)	TIAc (min.)	Leitura (mm)	Repo- sição (mm)	I (mm)	IAc (mm)	VI (mm/min)
Repetição I							
16:20				458			
16:30	10,0	10,0	433		20,3	20,3	2,0
16:39	9,0	19,0	419		11,4	31,7	1,3
16:49	10,0	29,0	407		9,7	41,4	1,0
16:58	9,0	38,0	395		9,7	51,1	1,1
17:06	8,0	46,0	386		7,3	58,4	0,9
17:13	7,0	53,0	369		13,8	72,3	2,0
17:24	7,0	60,0	355		11,4	83,6	1,6
17:30	6,0	66,0	345		8,1	91,7	1,4
17:37	7,0	73,0	333		9,7	101,5	1,4
17:47	10,0	83,0	315		14,6	116,1	1,5
17:59	12,0	95,0	301		11,4	127,5	0,9
18:11	12,0	107,0	283		14,6	142,1	1,2
18:17	8,0	115,0	270		10,6	152,6	1,3
18:27	10,0	125,0	255		12,2	164,8	1,2
18:40	13,0	138,0	232		18,7	183,5	1,4
18:52	12,0	150,0	214		14,6	198,1	1,2
19:06	14,0	164,0	186	*	22,7	220,8	1,6
19:16	12,0	176,0	447		*	*	*
19:37	20,0	196,0	430		13,8	234,6	0,7
19:52	15,0	211,0	400		24,4	259,0	1,6
20:00	8,0	219,0	397		2,4	261,4	0,3
20:15	15,0	234,0	378		15,4	276,8	1,0
20:20	5,0	239,0	363		12,2	289,0	2,4
20:35	15,0	254,0	342		17,0	306,0	1,1
20:45	10,0	264,0	323		15,4	321,5	1,5
20:58	13,0	277,0	297		21,1	342,6	1,6
21:11	13,0	290,0	276		17,0	359,6	1,3
21:24	13,0	303,0	252		19,5	379,1	1,5
21:45	21,0	324,0	225		21,9	401,0	1,0
22:00	15,0	339,0	198		21,9	422,9	1,5
22:10	10,0	349,0	176		17,9	440,8	1,8
22:20	10,0	359,0	156		16,2	457,0	1,6

* Dados perdidos

Repetição V

9:35			405			
9:44	9,0	9,0	393	9,7	9,7	1,1
9:50	6,0	15,0	378	12,2	21,9	2,0
9:57	7,0	22,0	365	10,6	32,5	1,5
10:02	5,0	27,0	358	5,7	38,2	1,1
10:09	7,0	34,0	348	8,1	46,3	1,2
10:19	10,0	44,0	334	11,4	57,6	1,1
10:26	7,0	51,0	323	8,9	66,6	1,3
10:32,5	6,5	57,5	314	7,3	73,9	1,1
10:40	7,5	65,0	305	7,3	81,2	1,0
10:48,5	8,5	73,5	278	21,9	103,1	2,6
11:08	20,5	94,0	263	12,2	115,3	0,6
11:24	16,0	110,0	245	14,6	129,9	0,9
11:35	11,0	121,0	233	9,7	139,6	0,9
11:45	10,0	131,0	223	8,1	147,7	0,8
11:55,5	10,5	141,5	212	8,9	156,7	0,9
12:05	5,0	146,5	186	21,1	177,8	4,2
12:47	42,0	188,5	165	17,0	194,8	0,4
12:56,5	19,5	208,0	153	9,7	204,6	0,5
13:09	12,5	220,5	139	11,4	215,9	0,9
13:22	13,0	233,5	127	9,7	225,7	0,7
13:33,5	11,5	245,0	*	*	*	*
13:47	13,5	258,5	*	282	*	*
14:05	18,0	276,5	267	12,2	237,9	0,7
14:16	11,0	287,5	253	11,4	249,2	1,0
14:35	19,0	306,5	240	10,6	259,8	0,6
14:48,5	13,5	320,0	226	11,4	271,1	0,8
15:00	11,5	331,5	216	8,1	279,3	0,7
15:16	16,0	347,5	203	10,6	289,8	0,7
15:32	16,0	363,5	188	12,2	302,0	0,8
15:44	12,0	375,5	179	7,3	309,3	0,6

* Dados perdidos

Repetição III

9:57			423			
10:00	3,0	3,0	412	8,9	8,9	3,0
10:04,5	4,5	7,5	398	11,4	20,3	2,5
10:10	5,5	13,0	376	17,9	38,2	3,2
10:20,5	10,5	23,5	355	17,0	55,2	1,6
10:32,5	12,0	35,5	343	9,7	64,9	0,8

10:40,5	8,0	43,5	333		8,1	73,1	1,0
10:50,5	10,0	53,5	317		13,0	86,1	1,3
11:05	11,0	64,5	301		13,0	99,0	1,2
11:19,5	8,0	72,5	282		15,4	114,5	1,9
11:42,5	23,0	95,5	258		19,5	133,9	0,8
11:54	11,5	107,0	246		9,7	143,7	0,8
12:05	6,5	113,5	218		22,7	166,4	3,5
12:52,5	47,5	161,0	193		20,3	186,7	0,4
13:11	18,5	179,5	183		8,1	194,8	0,4
13:34	23,0	202,5	158		20,3	215,1	0,9
13:59	25,0	227,5	140		14,6	229,7	0,6
14:15	16,0	243,5	126		11,4	241,1	0,7
14:38,5	25,5	269,0	111		12,2	253,3	0,5
14:56	17,5	286,5	96		12,2	265,5	0,7
15:11	15,0	301,5	84	220	9,7	275,2	0,6
15:31	20,0	321,5	195		20,3	295,5	1,0
15:58,5	27,5	349,0	176		15,4	310,9	0,6

Repetição II

9:28			432				
9:34	6,0	6,0	424		6,5	6,5	1,1
9:41	7,0	13,0	414		8,1	14,6	1,2
9:49	8,0	21,0	403		8,9	23,5	1,1
10:05	16,0	37,0	381		17,9	41,4	1,1
10:16,5	11,5	48,5	373		6,5	47,9	0,6
10:32	15,5	64,0	356		13,8	61,7	0,9
10:44	10,0	74,0	340		13,0	74,7	1,3
10:58	14,0	88,0	328		9,7	84,4	0,7
11:19	21,0	109,0	308		16,2	100,7	0,8
11:34,5	15,5	124,5	292		13,0	113,7	0,8
12:00	25,5	150,0	253		31,7	145,3	1,2
12:48,5	48,5	198,5	232		17,0	162,4	0,4
13:17	28,5	227,0	212		16,2	178,6	0,6
13:38	21,0	248,0	198		11,4	190,0	0,5
13:53,5	15,5	263,5	189		7,3	197,3	0,5
14:15	21,5	285,0	171	442	14,6	211,9	0,7
14:47,5	32,5	317,5	417		20,3	232,2	0,6
15:28	40,5	358,0	393		19,5	251,7	0,5

Repetição IV

9:14			428				
09:17,5	3,5	3,5	416		9,7	9,7	2,8
09:20,5	3,0	6,5	400		13,0	22,7	4,3
09:25,5	5,0	11,5	383		13,8	36,5	2,8
09:28,5	3,0	14,5	362		17,0	53,6	5,7

09:39,5	11,0	25,5	338		19,5	73,1	1,8
09:41,5	2,0	27,5	326		9,7	82,8	4,9
9:45	3,5	31,0	312		11,4	94,2	3,2
09:49,5	4,5	35,5	297		12,2	106,3	2,7
09:54,5	5,0	40,5	286		8,9	115,3	1,8
9:59	4,5	45,0	270		13,0	128,3	2,9
10:05	6,0	51,0	254		13,0	141,3	2,2
10:11	6,0	57,0	238		13,0	154,2	2,2
10:16,5	5,5	62,5	223		12,2	166,4	2,2
10:22,5	6,0	68,5	212		8,9	175,3	1,5
10:27	4,5	73,0	201		8,9	184,3	2,0
10:31,5	4,5	77,5	188		10,6	194,8	2,3
10:36,5	5,0	82,5	177		8,9	203,8	1,8
10:42	5,5	88,0	162		12,2	215,9	2,2
10:47,5	5,5	93,5	147		12,2	228,1	2,2
10:54	6,5	100,0	130		13,8	241,9	2,1
11:00	6,0	106,0	118		9,7	251,7	1,6
11:06	6,0	112,0	*	435	*	*	*
11:21,5	15,5	127,5	394		33,3	284,9	2,1
11:38	16,5	144,0	372		17,9	302,8	1,1
11:45	7,0	151,0	357		12,2	315,0	1,7
11:51	6,0	157,0	346		8,9	323,9	1,5
11:57,5	6,5	163,5	328		14,6	338,5	2,2
12:04	6,5	170,0	315		10,6	349,1	1,6
12:09	5,0	175,0	300		12,2	361,3	2,4
12:17	8,0	183,0	280		16,2	377,5	2,0
12:26	9,0	192,0	*		*	*	*
13:10	44,0	236,0	180		*	*	*
13:19,5	9,5	245,5	167		10,6	388,0	1,1
13:26,5	7,0	252,5	155		9,7	397,8	1,4
13:36	9,5	262,0	145	*	8,1	405,9	0,9
13:42,5	6,5	268,5	410		*	*	*
13:49,5	7,0	275,5	400		8,1	414,0	1,2
13:54	4,5	280,0	388		9,7	423,8	2,2
14:01	7,0	287,0	377		8,9	432,7	1,3
14:06,5	5,5	292,5	364		10,6	443,2	1,9
14:14	17,5	310,0	353		8,9	452,2	0,5
14:31	17,0	327,0	323		24,4	476,5	1,4
14:39	18,0	345,0	308		12,2	488,7	0,7
14:48	9,0	354,0	293		12,2	500,9	1,4
14:55	7,0	361,0	283		8,1	509,0	1,2
15:03	8,0	369,0	267		13,0	522,0	1,6
15:11	8,0	377,0	255		9,7	531,7	1,2
15:18,5	7,5	384,5	245		8,1	539,8	1,1

* Dados perdidos

Tratamento : (v+V); Vinhaça in natura como redutor de infiltração, seguida de vinhaça in natura como infiltrante.

hh:mm	TI (min.)	TIAc (min.)	Leitura (mm)	Reposição (mm)	I (mm)	IAc (mm)	VI (mm/min)
-------	--------------	----------------	-----------------	-------------------	-----------	-------------	----------------

Repetição I

19:54				390			
21:23	89		381		7,3	7,3	0,1
22:29	66	155	372		7,3	14,6	0,1

Repetição V

13:45				420			
18:25	280	280,0	370	347	40,6	40,6	0,1
21:07	162	442,0	329		14,6	55,2	0,1

Repetição III

10:44				410			
11:02	18	18,0	398		9,7	9,7	0,5
11:35	33	51,0	384		11,4	21,1	0,3
12:55	80	131,0	361		18,7	39,8	0,2
13:37	42	173,0	349		9,7	49,5	0,2
14:25	48	221,0	325		19,5	69,0	0,4
15:21	56	277,0	287		30,8	99,9	0,6
15:53	31	308,0	263		19,5	119,3	0,6
16:44	51	359,0	235		22,7	142,1	0,4

Repetição II

10:42				423			
11:25	43,0	43,0	410		10,6	10,6	0,2
11:47,5	22,5	65,5	398		9,7	20,3	0,4
13:06	18,5	84,0	380		14,6	34,9	0,8
14:47	101,0	185,0	364		13,0	47,9	0,1
16:42	115,0	300,0	359		4,1	52,0	0,0

Repetição IV

12:58				442			
-------	--	--	--	-----	--	--	--

13:24,5	26,5	26,5	427	12,2	12,2	0,5
13:44,5	20,0	46,5	410	13,8	26,0	0,7
14:16	31,5	78,0	*	*	*	*
15:01,5	45,5	123,5	382	*	*	*
16:10	68,5	192,0	367	12,2	38,2	0,2
18:01,5	111,5	303,5	351	13,0	51,1	0,1
18:58,5	57,0	360,5	351	0,0	51,1	0,0

* Dados perdidos

Tratamento : (A); Água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min.)	TIAc (min.)	Leitura (mm)	Repo- sição (mm)	I (mm)	IAC (mm)	VI (mm/min)
Repetição I							
12:31				473			
12:32,5	1,5	1,5	460		10,6	10,6	7,0
12:34	1,5	3,0	455		4,1	14,6	2,7
12:35	1,0	4,0	425		24,4	39,0	24,4
12:37	2,0	6,0	403		17,9	56,8	8,9
12:39	2,0	8,0	360		34,9	91,7	17,5
12:40	1,0	9,0	228		107,2	198,9	107,2
12:42	2,0	11,0	205		18,7	217,6	9,3
12:43,5	1,5	12,5	179		21,1	238,7	14,1
12:45,5	2,0	14,5	*	445	*	*	*
12:50	4,5	19,0	415		*	*	*
12:52	2,0	21,0	388		21,9	260,6	11,0
12:54	2,0	23,0	362		21,1	281,7	10,6
12:55	3,0	26,0	338		19,5	301,2	6,5
12:57	2,0	28,0	305		26,8	328,0	13,4
12:59	2,0	30,0	280		20,3	348,3	10,1
13:01	2,0	32,0	254		21,1	369,4	10,6
13:03	2,0	34,0	228		21,1	390,5	10,6
13:05	2,0	36,0	202		21,1	411,6	10,6
13:07	2,0	38,0	180		17,9	429,4	8,9
13:08,5	1,5	39,5	155		20,3	449,7	13,5
13:10	1,5	41,0	140		12,2	461,9	8,1
13:15	5,0	46,0	*	392	*	*	*
13:17	2,0	48,0	332		*	*	*
13:19	2,0	50,0	306		21,1	483,0	10,6
13:21	2,0	52,0	281		20,3	503,3	10,1

13:23,5	2,5	54,5	253		22,7	526,0	9,1
13:25	1,5	56,0	222		25,2	551,2	16,8
13:27,5	2,5	58,5	200		17,9	569,1	7,1
13:30	2,5	61,0	180		16,2	585,3	6,5
13:35	5,0	66,0	153		21,9	607,2	4,4
13:37,5	2,5	68,5	117		29,2	636,5	11,7
13:42	4,5	73,0	412	442	24,4	660,8	5,4
13:44,5	2,5	75,5	387		20,3	681,1	8,1
13:46,0	2,0	77,5	360		21,9	703,0	11,0
13:49	2,5	80,0	335		20,3	723,3	8,1
13:51	2,0	82,0	303		26,0	749,3	13,0
13:53,5	2,5	84,5	286		13,8	763,1	5,5
13:56	2,5	87,0	260		21,1	784,2	8,4
14:01	5,0	92,0	206		43,8	828,0	8,8
14:05	4,0	96,0	184		17,9	845,9	4,5
14:07	2,0	98,0	158		21,1	867,0	10,6
14:10,5	3,5	101,5	112	430	37,3	904,3	10,7
14:14,5	4,0	105,5	404		21,1	925,5	5,3
14:16,5	2,0	107,5	384		16,2	941,7	8,1
14:19,5	3,0	110,5	357		21,9	963,6	7,3
14:22,5	3,0	113,5	333		19,5	983,1	6,5
14:26,5	4,0	117,5	305		22,7	1005,8	5,7
14:29	2,5	120,0	280		20,3	1026,1	8,1
14:31,5	2,5	122,5	257		18,7	1044,8	7,5
14:34,5	3,0	125,5	230		21,9	1066,7	7,3
14:37,5	3,0	128,5	205		20,3	1087,0	6,8
14:40,5	3,0	131,5	185		16,2	1103,2	5,4
14:44,0	3,5	135,0	150		28,4	1131,6	8,1
14:46,5	2,5	137,5	132		14,6	1146,3	5,8
14:50	3,5	141,0	97		28,4	1174,7	8,1
14:55	5,0	146,0	420	448	22,7	1197,4	4,5
14:58,5	3,5	149,5	396		19,5	1216,9	5,6
15:01	2,5	152,0	374		17,9	1234,7	7,1
15:06	5,0	157,0	349		20,3	1255,0	4,1
15:08	3,0	160,0	322		21,9	1277,0	7,3
15:12	4,0	164,0	294		22,7	1299,7	5,7
15:16	4,0	168,0	270		19,5	1319,2	4,9
15:19	3,0	171,0	245		20,3	1339,5	6,8
15:22	3,0	174,0	220		20,3	1359,8	6,8
15:26	4,0	178,0	196		19,5	1379,2	4,9
15:30,5	4,5	182,5	167		23,5	1402,8	5,2
15:34	3,5	186,0	147		16,2	1419,0	4,6
15:37	3,0	189,0	110		30,0	1449,1	10,0
15:43,5	6,5	195,5	408	428	16,2	1465,3	2,5
15:46,5	3,0	198,5	383		20,3	1485,6	6,8
15:50	3,5	202,0	359		19,5	1505,1	5,6
15:54,5	4,5	206,5	330		23,5	1528,6	5,2

15:59,5	5,0	211,5	305	20,3	1548,9	4,1
16:01	1,5	213,0	275	24,4	1573,3	16,2
16:08	7,0	220,0	248	21,9	1595,2	3,1
16:12	4,0	224,0	225	18,7	1613,9	4,7
16:15,5	3,5	227,5	200	20,3	1634,2	5,8
16:20	4,5	232,0	173	21,9	1656,1	4,9
16:24	4,0	236,0	155	14,6	1670,7	3,7

* Dados perdidos.

Repetição V

9:53				424		
9:54	1,0	1,0	405		15,4	15,4
10:00	6,0	7,0	390		12,2	27,6
10:01,5	1,5	8,5	378		9,7	37,3
10:05	3,5	12,0	362		13,0	50,3
10:08,5	3,5	15,5	350		9,7	60,1
10:11,5	3,0	18,5	335		12,2	72,3
10:15	3,5	22,0	322		10,6	82,8
10:18,5	3,5	25,5	310		9,7	92,5
10:24,5	6,0	31,5	294		13,0	105,5
10:28,5	4,0	35,5	281		10,6	116,1
10:33,5	5,0	40,5	269		9,7	125,8
10:38,5	5,0	45,5	257		9,7	135,6
10:44	5,5	51,0	243		11,4	146,9
10:51	7,0	58,0	232		8,9	155,9
10:59,5	8,5	66,5	215		13,8	169,7
11:13	13,5	80,0	196		15,4	185,1
11:21	8,0	88,0	184		9,7	194,8
11:31,5	10,5	98,5	170		11,4	206,2
11:42	10,5	109,0	157		10,6	216,8
11:54	12,0	121,0	144		10,6	227,3
12:03	9,0	130,0	115		23,5	250,8
12:48	45,0	175,0	67	404	39,0	289,8
13:35	47,0	222,0	377		21,9	311,7
13:48,5	13,5	235,5	360		13,8	325,5
14:04	15,5	251,0	348		9,7	335,3
14:21	17,0	268,0	335		10,6	345,8
14:40	19,0	287,0	320		12,2	358,0
15:00	20,0	307,0	302		14,6	372,6
15:16	16,0	323,0	290		9,7	382,4
15:32,5	16,5	339,5	278		9,7	392,1
15:55	22,5	362,0	263		12,2	404,3

Repetição III

10:34			434			
10:35,5	1,5	1,5	416	14,6	14,6	9,7
10:37,5	2,0	3,5	402	11,4	26,0	5,7
10:39	1,5	5,0	390	9,7	35,7	6,5
10:40,5	1,5	6,5	378	9,7	45,5	6,5
10:42	1,5	8,0	362	13,0	58,4	8,7
10:44,5	2,5	10,5	352	8,1	66,6	3,2
10:46	1,5	12,0	337	12,2	78,7	8,1
10:50	4,0	16,0	316	17,0	95,8	4,3
10:52,5	2,5	18,5	304	9,7	105,5	3,9
10:55	2,5	21,0	288	13,0	118,5	5,2
10:59	4,0	25,0	273	12,2	130,7	3,0
11:01	2,0	27,0	263	8,1	138,8	4,1
11:05	4,0	31,0	243	16,2	155,1	4,1
11:08,5	3,5	34,5	232	8,9	164,0	2,6
11:11	2,5	37,0	224	6,5	170,5	2,6
11:13,5	2,5	39,5	216	6,5	177,0	2,6
11:18	4,5	44,0	197	15,4	192,4	3,4
11:21	3,0	47,0	187	8,1	200,5	2,7
11:25	4,0	51,0	175	9,7	210,3	2,4
11:29	4,0	55,0	162	10,6	220,8	2,6
11:33	4,0	59,0	154	396	6,5	227,3
11:38,5	5,5	64,5	378	14,6	241,9	2,7
11:43,5	5,0	69,5	369	7,3	249,2	1,5
11:48	4,5	74,0	355	11,4	260,6	2,5
11:52,5	4,5	78,5	341	11,4	272,0	2,5
12:00	7,5	86,0	314	21,9	293,9	2,9
12:52	52,0	138,0	237	62,5	356,4	1,2
12:57,5	5,5	143,5	228	7,3	363,7	1,3
13:05	3,0	146,5	220	6,5	370,2	2,2
13:26	21,0	167,5	190	24,4	394,5	1,2
13:40	14,0	181,5	172	14,6	409,1	1,0
13:49,5	9,5	191,0	162	8,1	417,3	0,9
14:00	10,5	201,5	154	6,5	423,8	0,6
14:08	8,0	209,5	141	10,6	434,3	1,3
14:22	14,0	223,5	127	432	11,4	445,7
14:35	13,0	236,5	414	14,6	460,3	1,1
14:47	12,0	248,5	402	9,7	470,0	0,8
14:59,5	12,5	261,0	387	12,2	482,2	1,0
15:17	17,5	278,5	371	13,0	495,2	0,7
15:31	14,0	292,5	357	11,4	506,6	0,8
15:48	17,0	309,5	343	11,4	517,9	0,7
16:04	16,0	325,5	329	11,4	529,3	0,7
16:22,5	18,5	344,0	313	13,0	542,3	0,7
16:39	17,5	361,5	298	12,2	554,5	0,7

Repetição II

10:30				433			
10:31	1,0	1,0	413		16,2	16,2	16,2
10:34	3,0	4,0	392		17,0	33,3	5,7
10:37,5	3,5	7,5	369		18,7	52,0	5,3
10:42,5	5,0	12,5	349		16,2	68,2	3,2
10:48	5,5	18,0	330		15,4	83,6	2,8
10:54	6,0	24,0	312		14,6	98,2	2,4
11:01	7,0	31,0	290		17,9	116,1	2,6
11:09	8,0	39,0	269		17,0	133,1	2,1
11:20	11,0	50,0	243		21,1	154,2	1,9
11:27	7,0	57,0	231		9,7	164,0	1,4
11:35	8,0	65,0	214		13,8	177,8	1,7
11:45	10,0	75,0	195		15,4	193,2	1,5
11:54,5	9,5	84,5	182	442	10,6	203,8	1,1
12:02	7,5	92,0	400		34,1	237,9	4,5
12:12	10,0	102,0	397		2,4	240,3	0,2
13:04	52,0	154,0	347		40,6	280,9	0,8
13:20	16,0	170,0	333		11,4	292,2	0,7
13:32,5	13,0	183,0	316		13,8	306,0	1,1
13:47	14,0	197,0	304		9,7	315,8	0,7
14:00	13,0	210,0	290		11,4	327,2	0,9
14:16	16,0	226,0	278		9,7	336,9	0,6
14:33	16,5	242,5	263		12,2	349,1	0,7
14:50,5	18,0	260,5	247		13,0	362,1	0,7
15:05	14,5	275,0	236		8,9	371,0	0,6
15:19,5	14,5	289,5	223		10,6	381,5	0,7
15:36	16,5	306,0	211		9,7	391,3	0,6
16:10	34,0	340,0	184		21,9	413,2	0,6
16:39	29,0	369,0	166		14,6	427,8	0,5
17:04	25,0	394,0	150		13,0	440,8	0,5

Repetição IV

12:18,5				453			
12:20	1,5	1,5	431		17,9	17,9	11,9
12:21	1,0	2,5	407		19,5	37,3	19,5
12:24,5	3,5	6,0	373		27,6	64,9	7,9
12:26,5	2,0	8,0	354		15,4	80,4	7,7
12:28,5	2,0	10,0	338		13,0	93,4	6,5
12:30,5	2,0	12,0	309		23,5	116,9	11,8
12:40	9,5	21,5	245		52,0	168,9	5,5
12:43	3,0	24,5	226		15,4	184,3	5,1
12:46,5	3,5	28,0	208		14,6	198,9	4,2
12:50	3,5	31,5	188		16,2	215,1	4,6
12:53,5	3,5	35,0	168		16,2	231,4	4,6
12:58	4,5	39,5	147		17,0	248,4	3,8

13:01,5	3,5	43,0	131	451	13,0	261,4	3,7
13:05,5	4,0	47,0	436		12,2	273,6	3,0
13:09	3,5	50,5	413		18,7	292,2	5,3
13:14,5	5,5	56,0	396		13,8	306,0	2,5
13:18,5	4,0	60,0	378		14,6	320,7	3,7
13:23,5	5,0	65,0	357		17,0	337,7	3,4
13:29	5,5	70,5	334		18,7	356,4	3,4
13:35,5	6,5	77,0	*	457	*	*	*
13:42	6,5	83,5	436		17,0	373,4	2,6
13:47,5	5,5	89,0	420		13,0	386,4	2,4
13:54	6,5	95,5	400		16,2	402,7	2,5
14:01,5	7,5	103,0	380		16,2	418,9	2,2
14:07,5	6,0	109,0	361		15,4	434,3	2,6
14:15	7,5	116,5	344		13,8	448,1	1,8
14:22,5	7,5	124,0	327		13,8	461,9	1,8
14:29	6,5	130,5	307		16,2	478,2	2,5
14:37	8,0	138,5	286		17,0	495,2	2,1
14:47	10,0	148,5	262		19,5	514,7	1,9
14:56,5	9,5	158,0	240		17,9	532,5	1,9
15:06	9,5	167,5	223		13,8	546,3	1,5
15:15	9,0	176,5	204		15,4	561,8	1,7
15:23,0	8,0	184,5	190		11,4	573,1	1,4
15:37	14,0	198,5	161		23,5	596,7	1,7
15:52	5,0	203,5	134	454	21,9	618,6	4,4
16:05,5	13,5	217,0	431		18,7	637,3	1,4
16:16,5	11,0	228,0	409		17,9	655,1	1,6
16:30,5	14,0	242,0	386		18,7	673,8	1,3
16:44	13,5	255,5	362		19,5	693,3	1,4
16:59,5	15,5	271,0	337		20,3	713,6	1,3
17:12	12,5	283,5	318		15,4	729,0	1,2
17:28	16,0	299,5	293		20,3	749,3	1,3
17:45	17,0	316,5	269		19,5	768,8	1,1
18:14,5	29,5	346,0	246		18,7	787,4	0,6
18:27,5	13,0	359,0	210		29,2	816,7	2,2

* Dados perdidos

Tratamento (V); Vinhaça in natura como infiltrante.

hh:mm	TI	TIAc	Leitura	Repo- sição	I	IAc	VI
	(min.)	(min.)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm/min)

Repetição I

10:00			440			
10:24,5	24,5	24,5	428,0	402	9,7	9,7
11:19	54,5	79,0	387,0		12,2	21,9
12:59	100,0	179,0	367,0		16,2	38,2
14:36	97,0	276,0	354,0		10,6	48,7
16:00	84,0	360,0	338,0		13,0	61,7

Repetição V

15:12			406			
15:21	9,0	9,0	389		13,8	13,8
15:43,5	22,5	31,5	370		15,4	29,2
16:21	37,5	69,0	357		10,6	39,8
17:47	86,0	155,0	332	320	20,3	60,1
20:27	160,0	315,0	302		14,6	74,7

Repetição III

13:56			440			
14:00	4,0	4,0	424		13,0	13,0
14:06,5	6,5	10,5	410		11,4	24,4
14:17	11,5	22,0	393		13,8	38,2
14:26	9,0	31,0	383		8,1	46,3
14:33,5	7,5	38,5	372		8,9	55,2
14:44,5	11,0	49,5	360		9,7	64,9
14:55	10,5	60,0	345		12,2	77,1
15:13	18,0	78,0	334		8,9	86,1
15:31	18,0	96,0	317		13,8	99,9
15:59	28,0	124,0	304		10,6	110,4
16:27	28,0	152,0	290		11,4	121,8
17:01	34,0	186,0	272		14,6	136,4
17:39	38,0	224,0	257		12,2	148,6
18:17	38,0	262,0	240		13,8	162,4
19:26	69,0	331,0	219		17,0	179,4
19:54	28,0	359,0	219		0,0	179,4

Repetição II

16:34			433			
16:42	8,0	8,0	410		18,7	18,7
16:53	19,0	27,0	386		19,5	38,2
17:05	12,0	39,0	371		12,2	50,3
17:39	34,0	73,0	325		37,3	87,7
18:02	23,0	96,0	300		20,3	108,0
18:30,5	28,5	124,5	282		14,6	122,6
19:22	51,5	176,0	261		17,0	139,6
21:11	49,0	225,0	242		15,4	155,1
22:35	84,0	309,0	235		5,7	160,7

Repetição IV
(Perdida)

Tratamento : (a+A); Água comum como redutor de infiltração, seguida de água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min.)	TIAc (min.)	Leitura (mm)	Repo- sição (mm)	I (mm)	IAC (mm)	VI (mm/min)
-------	--------------	----------------	-----------------	------------------------	-----------	-------------	----------------

Repetição I
(Perdida)

Repetição V

15:35				403			
15:41	6,0	6,0	384		15,4	15,4	2,6
15:53,5	12,5	18,5	362		17,9	33,3	1,4
16:00	6,5	25,0	345		13,8	47,1	2,1
16:07	7,0	32,0	330		12,2	59,3	1,7
16:14	7,0	39,0	318		9,7	69,0	1,4
16:21,5	7,5	46,5	303		12,2	81,2	1,6
16:30	8,5	55,0	292		8,9	90,1	1,1
16:35	5,0	60,0	267		20,3	110,4	4,1
16:53	8,0	68,0	247		16,2	126,6	2,0
17:05	12,0	80,0	233		11,4	138,0	0,9
17:17,5	12,5	92,5	217	422,0	13,0	151,0	1,0
17:30	12,5	105,0	406		13,0	164,0	1,0
17:44	14,0	119,0	390		13,0	177,0	0,9
17:55,5	11,5	130,5	377		10,6	187,5	0,9
18:05	9,5	140,0	366		8,9	196,5	0,9
18:16	11,0	151,0	351		12,2	208,6	1,1
18:27	11,0	162,0	341		8,1	216,8	0,7
18:40	13,0	175,0	325		13,0	229,7	1,0
18:53	13,0	188,0	312		10,6	240,3	0,8
19:05	13,0	201,0	302		8,1	248,4	0,6
19:37,5	32,5	233,5	264		30,8	279,3	0,9
19:57,5	20,0	253,5	245		15,4	294,7	0,8
20:08	10,5	264,0	220		20,3	315,0	1,9
20:44	36,0	300,0	200		16,2	331,2	0,5
21:15	31,0	331,0	178		17,9	349,1	0,6
21:35	20,0	351,0	160		14,6	363,7	0,7

Repetição III

13:37			400			
13:41	4,0	4,0	387	10,6	10,6	2,6
13:44,5	3,5	7,5	362	20,3	30,8	5,8
13:54,5	10,0	17,5	350	9,7	40,6	1,0
13:58,5	4,0	21,5	344	4,9	45,5	1,2
14:03	4,5	26,0	332	9,7	55,2	2,2
14:09,5	6,5	32,5	315	13,8	69,0	2,1
14:17,5	8,0	40,5	314	0,8	69,8	0,1
14:22,5	5,0	45,5	302	9,7	79,6	1,9
14:26,5	4,5	50,0	282	16,2	95,8	3,6
14:34,5	8,0	58,0	272	8,1	103,9	1,0
14:41,5	6,5	64,5	258	11,4	115,3	1,7
14:48,5	7,5	72,0	247	8,9	124,2	1,2
14:57,5	8,5	80,5	230	13,8	138,0	1,6
15:06	9,5	90,0	218	9,7	147,7	1,0
15:16,5	10,5	100,5	202	13,0	160,7	1,2
15:27	10,5	111,0	192	8,1	168,9	0,8
15:37	10,0	121,0	177	12,2	181,0	1,2
15:45,5	8,5	129,5	163	11,4	192,4	1,3
15:55	9,5	139,0	148	12,2	204,6	1,3
16:10	15,0	154,0	126	420	17,9	222,4
16:25	15,0	169,0	405	402	12,2	234,6
16:38	13,0	182,0	388	11,4	246,0	0,9
16:49	10,5	192,5	373	12,2	258,2	1,2
16:57	8,5	201,0	359	11,4	269,5	1,3
17:10	13,0	214,0	336	18,7	288,2	1,4
17:24	14,0	228,0	322	11,4	299,6	0,8
17:33,5	9,5	237,5	308	11,4	310,9	1,2
17:44,5	11,0	248,5	293	12,2	323,1	1,1
17:56,5	12,0	260,5	278	12,2	335,3	1,0
18:05	8,5	269,0	264	11,4	346,6	1,3
18:15	10,0	279,0	236	22,7	369,4	2,3
18:55	40,0	319,0	192	35,7	405,1	0,9
19:25	30,0	349,0	176	13,0	418,1	0,4
19:51	26,0	375,0	151	20,3	438,4	0,8

Repetição II

14:00			336			
14:01	1,0	1,0	310	21,1	21,1	21,1
14:02,5	1,5	2,5	288	17,9	39,0	11,9
14:04	2,5	5,0	260	22,7	61,7	9,1
14:05,5	1,5	6,5	233	21,9	83,6	14,6
14:07	2,5	9,0	209	19,5	103,1	7,8
14:10	3,0	12,0	186	18,7	121,8	6,2
14:12,5	2,5	14,5	158	22,7	144,5	9,1
14:14,5	2,0	16,5	136	469	17,9	162,4

14:19	4,5	21,0	445		19,5	181,8	4,3
14:21	2,0	23,0	422		18,7	200,5	9,3
14:23	2,0	25,0	380		34,1	234,6	17,0
14:29	6,0	31,0	296		68,2	302,8	11,4
14:32,5	3,5	34,5	219		62,5	365,3	17,9
14:36,5	4,0	38,5	170		39,8	405,1	9,9
14:38,5	2,0	40,5	140		24,4	429,4	12,2
14:40	1,5	42,0	108		26,0	455,4	17,3
14:42	2,0	44,0	65	285	34,9	490,3	17,5
14:43	1,0	45,0	251		27,6	517,9	27,6
14:45	2,0	47,0	230		17,0	535,0	8,5
14:47	2,0	49,0	209		17,0	552,0	8,5
14:49	2,0	51,0	180		23,5	575,6	11,8
14:51	2,0	53,0	148		26,0	601,5	13,0
14:53,5	2,5	55,5	108	*	32,5	634,0	13,0
14:59,5	6,0	61,5	436		*	*	*
15:01	6,0	67,5	416		16,2	650,3	2,7
15:03	2,0	69,5	393		18,7	668,9	9,3
15:04,5	1,5	71,0	370		18,7	687,6	12,4
15:06	1,5	72,5	345		20,3	707,9	13,5
15:07,5	1,5	74,0	323		17,9	725,7	11,9
15:09	1,5	75,5	293		24,4	750,1	16,2
15:11	2,0	77,5	268		20,3	770,4	10,1
15:21	10,0	87,5	240		22,7	793,1	2,3
15:26	5,0	92,5	189		41,4	834,5	8,3
15:28	2,0	94,5	158		25,2	859,7	12,6
15:29,5	1,5	96,0	129		23,5	883,2	15,7
15:31	1,5	97,5	100		23,5	906,8	15,7
15:33	2,0	99,5	61	444	31,7	938,4	15,8
15:35	2,0	101,5	412		26,0	964,4	13,0
15:42	9,0	110,5	392		16,2	980,7	1,8
15:44	2,0	112,5	364		22,7	1003,4	11,4
15:46	2,0	114,5	336		22,7	1026,1	11,4
15:48	2,0	116,5	308		22,7	1048,8	11,4
15:50	2,0	118,5	271		30,0	1078,9	15,0
15:52	2,0	120,5	240		25,2	1104,0	12,6
15:54	2,0	122,5	205		28,4	1132,5	14,2
15:57	3,0	125,5	171		27,6	1160,1	9,2
16:02	5,0	130,5	114	187	46,3	1206,3	9,3
16:06,5	4,5	135,0	160	399	21,9	1228,3	4,9
16:08,5	3,0	138,0	366		26,8	1255,0	8,9
16:12,5	3,0	141,0	333		26,8	1281,8	8,9
16:14	1,5	142,5	305		22,7	1304,6	15,2
16:16,5	2,5	145,0	266		31,7	1336,2	12,7
16:21	4,5	149,5	217		39,8	1376,0	8,8

16:22,5	1,5	151,0	186		25,2	1401,2	16,8
16:25	2,5	153,5	154		26,0	1427,1	10,4
16:27,5	2,5	156,0	120		27,6	1454,7	11,0
16:30,5	3,0	159,0	77	405	34,9	1489,7	11,6
16:36,5	6,0	165,0	378		21,9	1511,6	3,7
16:42	5,5	170,5	341		30,0	1541,6	5,5
16:52	10,0	180,5	298		34,9	1576,5	3,5
16:58,5	6,5	187,0	269		23,5	1600,1	3,6
17:02	3,5	190,5	231		30,8	1630,9	8,8
17:09	7,0	197,5	206		20,3	1651,2	2,9
17:18,0	8,5	206,0	153	410	43,0	1694,2	5,1
17:38	20,5	226,5	292		95,8	1790,0	4,7
17:43,5	5,5	232,0	264		22,7	1812,7	4,1
17:47	3,5	235,5	231		26,8	1839,5	7,7
17:50	3,0	238,5	194		30,0	1869,6	10,0
17:55,5	5,5	244,0	170	433	19,5	1889,1	3,5
17:59	3,5	247,5	402		25,2	1914,2	7,2
18:06	7,0	254,5	379		18,7	1932,9	2,7
18:10,5	4,5	259,0	343		29,2	1962,1	6,5
18:12,5	2,0	261,0	312		25,2	1987,3	12,6
18:14,5	2,0	263,0	288		19,5	2006,8	9,7
18:17	2,5	265,5	255		26,8	2033,6	10,7
18:19,5	2,5	268,0	229		21,1	2054,7	8,4
18:26	6,5	274,5	204		20,3	2075,0	3,1
18:28,5	2,5	277,0	175		23,5	2098,5	9,4
18:33	4,5	281,5	137		30,8	2129,4	6,9
18:35,5	2,5	284,0	110	425	21,9	2151,3	8,8
18:38,5	3,0	287,0	392		26,8	2178,1	8,9
18:48	9,5	296,5	362		24,4	2202,4	2,6
19:02	14,0	310,5	320		34,1	2236,5	2,4
19:05,5	3,5	314,0	310		8,1	2244,6	2,3
19:16	11,5	325,5	207		83,6	2328,2	7,3
19:20	4,0	329,5	182		20,3	2348,5	5,1
19:23,5	3,5	333,0	154		22,7	2371,3	6,5
19:34	10,5	343,5	111		34,9	2406,2	3,3
19:36,5	2,5	346,0	70		33,3	2439,5	13,3
19:39,5	3,0	349,0	38	312	26,0	2465,4	8,7
19:44,5	5,0	354,0	275		30,0	2495,5	6,0
19:52,5	8,0	362,0	228		38,2	2533,6	4,8
20:03	10,5	372,5	161		54,4	2588,0	5,2

* Dados perdidos

Repetição IV

15:45

443

15:49	4,0	4,0	423		16,2	16,2	4,1
15:53,5	4,5	8,5	400		18,7	34,9	4,1
15:57	3,5	12,0	384		13,0	47,9	3,7
16:00	3,0	15,0	367		13,8	61,7	4,6
16:04	4,0	19,0	*		*	*	*
16:09	5,0	24,0	323		*	*	*
16:15	6,0	30,0	304		15,4	77,1	2,6
15:20,5	5,5	35,5	276		22,7	99,9	4,1
15:28	7,5	43,0	256		16,2	116,1	2,2
15:35	7,0	50,0	236		16,2	132,3	2,3
15:42	7,0	57,0	219		13,8	146,1	2,0
15:48	6,0	63,0	199		16,2	162,4	2,7
15:55	7,0	70,0	180		15,4	177,8	2,2
17:01	6,0	76,0	166		11,4	189,1	1,9
17:07,5	6,5	82,5	147		15,4	204,6	2,4
17:15	7,5	90,0	113	451	27,6	232,2	3,7
18:10	55,0	145,0	358		75,5	307,7	1,4
18:17	7,0	152,0	340		14,6	322,3	2,1
18:24	7,0	159,0	323		13,8	336,1	2,0
18:31,5	7,5	166,5	303		16,2	352,3	2,2
18:38	6,5	173,0	289		11,4	363,7	1,7
18:45	7,0	180,0	270		15,4	379,1	2,2
18:51,5	6,5	186,5	252		14,6	393,7	2,2
19:00	8,5	195,0	237		12,2	405,9	1,4
19:10	10,0	205,0	219		14,6	420,5	1,5
19:18	8,0	213,0	200		15,4	435,9	1,9
19:56,5	38,5	251,5	127		59,3	495,2	1,5
20:08	11,5	263,0	102		20,3	515,5	1,8
20:19	11,0	274,0	77	*	20,3	535,8	1,8
20:31	12,0	286,0	417		*	*	*
20:43	12,0	298,0	394		18,7	554,5	1,6
20:58,5	15,5	313,5	367		21,9	576,4	1,4
21:14,5	16,0	329,5	343		19,5	595,9	1,2
21:32	17,5	347,0	322		17,0	612,9	1,0
21:44,5	12,5	359,5	302		16,2	629,1	1,3

* Dados perdidos

Trata- mento	Repeti- ção	TAct* (min)	IAC (mm)	VI (mm/min)
(v+A)	I	359,0	457,0	1,6
	V	375,5	309,3	0,6
	III	349,0	310,9	0,6
	II	358,0	251,7	0,5
	IV	384,5	539,8	1,1

	Média	365,2	373,7	0,9
(v+V)	I	155,0	14,6	0,1
	V	442,0	55,2	0,1
	III	359,0	142,1	0,4
	II	300,0	52,0	0,0
	IV	360,0	51,1	0,0
	Média	323,2	63,0	0,1
(A)	I	236,0	1670,0	3,7
	V	362,0	404,0	0,5
	III	361,5	554,5	0,7
	II	394,0	440,8	0,5
	IV	359,0	816,7	2,2
	Média	342,5	777,2	1,5
(V)	I	360,0	61,7	0,2
	V	315,0	74,7	0,1
	III	359,0	179,4	0,0
	II	309,0	160,7	0,1
	IV	–	–	–
	Média	335,8	119,1	0,1
(a+A)	I	–	–	–
	V	351,0	363,7	0,7
	III	375,0	438,4	0,8
	II	372,5	2588,0	5,2
	IV	274,0	535,8	1,8
	Média	343,1	981,5	2,1

APÊNDICE 13

Dados de PI e PI_{Ac}. (Dados originais de campo).

Tratamento

:(v+A); Vinhaça in natura como redutor de infiltração, seguida de água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min)	TI _{Ac} (min)	d0 (mm)	d1 (mm)	d0-d1 (m)	PI (m³/m²)	PI _{Ac} (m³/m²)
Repetição I							
16:20			500				
16:30	10	10	505	490	0,010	0,007245	0,007245
16:39	9	19	505	490	0,015	0,010867	0,018112
16:49	10	29	500	490	0,015	0,010867	0,028980
16:58	9	38	500	490	0,010	0,007245	0,036224
17:06	8	46	500	490	0,010	0,007245	0,043469
17:13	7	53	505	490	0,010	0,007245	0,050714
17:24	11	64	500	485	0,020	0,014490	0,065204
17:30	6	70	500	490	0,010	0,007245	0,072449
17:37	7	77	500	490	0,010	0,007245	0,079694
17:47	10	87	500	485	0,015	0,010867	0,090561
17:59	12	99	500	490	0,010	0,007245	0,097806
18:11	12	111	500	485	0,015	0,010867	0,108673
18:17	6	117	500	490	0,010	0,007245	0,115918
18:27	10	127	500	485	0,015	0,010867	0,126785
18:40	13	140	500	480	0,020	0,014490	0,141275
18:52	12	152	500	480	0,020	0,014490	0,155765
19:06	14	166	500	475	0,025	0,018112	0,173877
19:16	10	176	500	490	0,010	0,007245	0,181122
19:37	11	187	500	490	0,010	0,007245	0,188367
19:52	17	204	505	480	0,020	0,014490	0,202856
20:00	8	212	500	490	0,015	0,010867	0,213724
20:15	15	227	500	480	0,020	0,014490	0,228214
20:20	5	232	500	490	0,010	0,007245	0,235458
20:35	15	247	500	475	0,025	0,018112	0,253571
20:45	10	257	500	490	0,010	0,007245	0,260815
20:58	13	270	500	480	0,020	0,014490	0,275305
21:11	13	283	500	485	0,015	0,010867	0,286172
21:24	13	296	500	480	0,020	0,014490	0,300662
21:45	21	317	500	470	0,030	0,021735	0,322397
22:00	15	332	500	475	0,025	0,018112	0,340509
22:10	10	342	500	480	0,020	0,014490	0,354999
22:20	10	352	500	485	0,015	0,010867	0,365866

Repetição V

09:35,0			500				
09:44,0	9,0	9,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245
09:50,0	6,0	15,0	500	490	0,010	0,007245	0,014490
09:57,0	7,0	22,0	505	490	0,010	0,007245	0,021735
10:02,0	5,0	27,0	500	490	0,015	0,010867	0,032602
10:09,0	7,0	34,0	500	490	0,010	0,007245	0,039847
10:19,0	10,0	44,0	500	485	0,015	0,010867	0,050714
10:26,0	7,0	51,0	500	490	0,010	0,007245	0,057959
10:32,5	6,5	57,5	500	490	0,010	0,007245	0,065204
10:40,0	7,5	65,0	500	490	0,010	0,007245	0,072449
10:48,5	8,5	73,5	520	490	0,010	0,007245	0,079694
11:08,0	20,5	94,0	500	490	0,030	0,021735	0,101428
11:11,5	16,0	110,0	500	480	0,020	0,014490	0,115918
11:35,0	11,0	121,0	500	490	0,010	0,007245	0,123163
11:45,0	10,0	131,0	500	490	0,010	0,007245	0,130408
11:55,5	10,5	141,5	500	490	0,010	0,007245	0,137653
12:05,0	5,0	146,5	520	490	0,010	0,007245	0,144898
12:47,0	42,0	188,5	500	470	0,050	0,036224	0,181122
12:56,5	19,5	208,0	500	485	0,015	0,010867	0,191989
13:09,0	12,5	220,5	500	490	0,010	0,007245	0,199234
13:22,0	13,0	233,5	500	490	0,010	0,007245	0,206479
13:35,5	11,5	245,0	500	490	0,010	0,007245	0,213724
13:47,0	13,5	258,5	500	490	0,010	0,007245	0,220969
14:05,0	18,0	276,5	500	485	0,015	0,010867	0,231836
14:16,0	11,0	287,5	500	490	0,010	0,007245	0,239081
14:35,0	19,0	306,5	500	485	0,015	0,010867	0,249948
14:48,5	13,5	320,0	500	490	0,010	0,007245	0,257193
15:00,0	11,5	331,5	500	490	0,010	0,007245	0,264438
15:16,0	16,0	347,5	500	485	0,015	0,010867	0,275305
15:32,0	16,0	363,5	500	485	0,015	0,010867	0,286172
15:44,0	12,0	375,5	500	490	0,010	0,007245	0,293417

Repetição III

09:57,0			500				
10:00,0	3,0	3,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245
10:04,5	4,5	7,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
10:10,0	5,5	13,0	510	490	0,010	0,007245	0,021735
10:20,5	10,5	23,5	510	490	0,020	0,014490	0,036224
10:32,5	12,0	35,5	500	490	0,020	0,014490	0,050714
10:40,5	8,0	43,5	500	490	0,010	0,007245	0,057959
10:50,5	10,0	53,5	500	490	0,010	0,007245	0,065204
11:05,0	11,0	64,5	500	485	0,015	0,010867	0,076071
11:19,5	8,0	72,5	500	485	0,015	0,010867	0,086939
11:42,5	23,0	95,5	500	480	0,020	0,014490	0,101428
11:54,0	11,5	107,0	500	490	0,010	0,007245	0,108673
12:05,0	6,5	113,5	520	490	0,010	0,007245	0,115918

12:52,5	47,5	161,0	500	470	0,050	0,036224	0,152142
13:11,0	18,5	179,5	500	485	0,015	0,010867	0,163010
13:34,0	23,0	202,5	500	480	0,020	0,014490	0,177499
13:59,0	25,0	227,5	500	485	0,015	0,010867	0,188367
14:15,0	16,0	243,5	500	490	0,010	0,007245	0,195612
14:38,5	25,5	269,0	500	485	0,015	0,010867	0,206479
14:56,0	17,5	286,5	500	485	0,015	0,010867	0,217346
14:15,5	15,0	301,5	500	490	0,010	0,007245	0,224591
14:31,0	20,0	321,5	500	490	0,010	0,007245	0,231836
14:58,5	27,5	349,0	500	480	0,020	0,014490	0,246326

Repetição II

09:28,0			500				
09:34,0	6,0	6,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245
09:41,0	7,0	13,0	500	490	0,010	0,007245	0,014490
09:49,0	8,0	21,0	500	490	0,010	0,007245	0,021735
10:05,0	16,0	37,0	500	480	0,020	0,014490	0,036224
10:16,5	11,5	48,5	500	490	0,010	0,007245	0,043469
10:32,0	15,5	64,0	500	485	0,015	0,010867	0,054337
10:44,0	10,0	74,0	500	485	0,015	0,010867	0,065204
10:58,0	14,0	88,0	500	490	0,010	0,007245	0,072449
11:19,0	21,0	109,0	500	480	0,020	0,014490	0,086939
11:34,5	15,5	124,5	500	490	0,010	0,007245	0,094183
12:00,0	25,5	150,0	520	480	0,020	0,014490	0,108673
12:48,5	48,5	198,5	500	480	0,040	0,028979	0,137653
13:17,0	28,5	227,0	500	480	0,020	0,014490	0,152142
13:38,0	21,0	248,0	500	485	0,015	0,010867	0,163010
13:53,5	15,5	263,5	500	490	0,010	0,007245	0,170255
14:15,0	21,5	285,0	500	480	0,020	0,014490	0,184744
14:47,5	32,5	317,5	505	480	0,020	0,014490	0,199234
15:28,0	40,5	358,0	500	480	0,025	0,018112	0,217346

Repetição IV

09:14,0			500				
09:17,5	3,5	3,5	500	490	0,010	0,007245	0,007245
09:20,5	3,0	6,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
09:25,5	5,0	11,5	500	480	0,020	0,014490	0,028979
09:28,5	3,0	14,5	510	490	0,010	0,007245	0,036224
09:39,5	11,0	25,5	500	470	0,040	0,028979	0,065204
09:41,5	2,0	27,5	500	490	0,010	0,007245	0,072449
09:45,0	3,5	31,0	500	490	0,010	0,007245	0,079694
09:49,5	4,5	35,5	500	490	0,010	0,007245	0,086938
09:54,5	5,0	40,5	500	490	0,010	0,007245	0,094183
09:59,0	4,5	45,0	500	490	0,010	0,007245	0,101428
10:05,0	6,0	51,0	500	485	0,015	0,010867	0,112295
10:11,0	6,0	57,0	500	490	0,010	0,007245	0,119540
10:16,5	5,5	62,5	500	490	0,010	0,007245	0,126785

10:22,5	6,0	68,5	500	490	0,010	0,007245	0,134030
10:27,0	4,5	73,0	500	490	0,010	0,007245	0,141275
10:31,5	4,5	77,5	500	490	0,010	0,007245	0,148520
10:36,5	5,0	82,5	500	490	0,010	0,007245	0,155765
10:42,0	5,5	88,0	500	490	0,010	0,007245	0,163010
10:47,5	5,5	93,5	505	490	0,010	0,007245	0,170254
10:54,0	6,5	100,0	500	485	0,020	0,014490	0,184744
11:00,0	6,0	106,0	500	485	0,015	0,010867	0,195611
11:06,0	6,0	112,0	520	480	0,020	0,014490	0,210101
11:13	15,5	127,5	520	480	0,040	0,028979	0,239081
11:38,0	16,5	144,0	520	480	0,040	0,028979	0,268060
11:45,0	7,0	151,0	520	490	0,030	0,021735	0,289795
11:51,0	6,0	157,0	520	490	0,030	0,021735	0,311529
11:57,5	6,5	163,5	520	490	0,030	0,021735	0,333264
12:04,0	6,5	170,0	520	490	0,030	0,021735	0,354999
12:09,0	5,0	175,0	520	490	0,030	0,021735	0,376733
12:17,0	8,0	183,0	505	485	0,035	0,025357	0,402090
12:26,0	9,0	192,0	520	485	0,020	0,014490	0,416580
13:10,0	44,0	236,0	500	430	0,090	0,065204	0,481784
13:19,5	9,5	245,5	500	485	0,015	0,010867	0,492651
13:26,5	7,0	252,5	500	490	0,010	0,007245	0,499896
13:36,0	9,5	262,0	500	480	0,020	0,014490	0,514386
13:42,5	6,5	268,5	500	485	0,015	0,010867	0,525253
13:49,5	7,0	275,5	500	490	0,010	0,007245	0,532498
13:54,0	4,5	280,0	500	490	0,010	0,007245	0,539743
14:01,0	7,0	287,0	500	485	0,015	0,010867	0,550610
14:06,5	5,5	292,5	500	490	0,010	0,007245	0,557855
14:14,0	17,5	310,0	500	490	0,010	0,007245	0,565100
14:31,0	17,0	327,0	500	470	0,030	0,021735	0,586834
14:39,0	18,0	345,0	500	485	0,015	0,010867	0,597702
14:48,0	9,0	354,0	500	485	0,015	0,010867	0,608569
14:55,0	7,0	361,0	500	490	0,010	0,007245	0,615814
15:03,0	8,0	369,0	500	485	0,015	0,010867	0,626681
15:11,0	8,0	377,0	500	490	0,010	0,007245	0,633926
15:18,5	7,5	384,5	500	490	0,010	0,007245	0,641171

Tratamento : (v+V); Vinhaça in natura como redutor, seguida de vinhaça in natura como infiltrante.

hh:mm	TI (min)	TIAc (min)	d0 (mm)	d1 (mm)	d0-d1 (m)	PI (m³/m²)	PIAc (m³/m²)
Repetição I							
19:54			500				
21:23	89,0	89,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245

22:29	66,0	155,0	500	495	0,005	0,003622	0,010867
Repetição V							
15:45,0			505				
18:25,0	280,0	280,0	520	495	0,010	0,007245	0,007245
21:06,5	162,0	442,0	540	520	0,000	0,000000	0,007245
Repetição III							
10:44			500				
11:02	18	18	500	490	0,010	0,007245	0,007245
11:35	33	51	500	490	0,010	0,007245	0,014490
12:55	80	131	505	480	0,020	0,014490	0,028980
13:37	42	173	500	490	0,015	0,010867	0,039847
14:25	48	221	505	490	0,010	0,007245	0,047092
15:21	56	277	500	490	0,015	0,010867	0,057959
15:53	31	308	500	480	0,020	0,014490	0,072449
16:44	51	359	500	470	0,030	0,021735	0,094183
Repetição II							
10:42			500				
11:25	43,0	43,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245
11:47,5	22,5	65,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
13:06	18,5	84,0	500	480	0,020	0,014490	0,028980
14:47	101,0	185,0	505	490	0,010	0,007245	0,036224
16:42	115,0	300,0	500	495	0,010	0,007245	0,043469
Repetição IV							
12:58			500				
13:24,5	26,5	26,5	500	490	0,010	0,007245	0,007245
13:44,5	20,0	46,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
14:16	31,5	78,0	500	490	0,010	0,007245	0,021735
15:01,5	45,5	123,5	500	490	0,010	0,007245	0,028979
16:10	68,5	192,0	500	490	0,010	0,007245	0,036224
18:01,5	111,5	303,5	500	485	0,015	0,010867	0,047092
18:58,5	57,0	360,5	500	500	0,000	0,000000	0,047092

Tratamento : (A); Água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min)	TI _{Ac} (min)	d0 (mm)	d1 (mm)	d0-d1 (m)	PI (m ³ /m ²)	PI _{Ac} (m ³ /m ²)
-------	-------------	---------------------------	------------	------------	--------------	---	---

Repetição I

12:31			500				
12:32,5	1,5	1,5	500	460	0,040	0,028979	0,028979
12:34	1,5	3,0	500	480	0,020	0,014490	0,043469
12:35	1,0	4,0	500	480	0,020	0,014490	0,057958
12:37	2,0	6,0	505	480	0,020	0,014490	0,072448
12:39	2,0	8,0	500	480	0,025	0,018112	0,090560
12:40	1,0	9,0	500	480	0,020	0,014490	0,105050
12:42	2,0	11,0	500	480	0,020	0,014490	0,119540
12:43,5	1,5	12,5	500	480	0,020	0,014490	0,134030
12:45,5	2,0	14,5	510	480	0,020	0,014490	0,148519
12:50	4,5	19,0	500	480	0,030	0,021735	0,170254
12:52	2,0	21,0	500	480	0,020	0,014490	0,184744
12:54	2,0	23,0	500	480	0,020	0,014490	0,199233
12:55	3,0	26,0	500	480	0,020	0,014490	0,213723
12:57	2,0	28,0	500	480	0,020	0,014490	0,228213
12:59	2,0	30,0	500	480	0,020	0,014490	0,242703
13:01	2,0	32,0	500	480	0,020	0,014490	0,257192
13:03	2,0	34,0	500	480	0,020	0,014490	0,271682
13:05	2,0	36,0	505	480	0,020	0,014490	0,286172
13:07	2,0	38,0	500	480	0,025	0,018112	0,304284
13:08,5	1,5	39,5	500	480	0,020	0,014490	0,318774
13:10	1,5	41,0	500	480	0,020	0,014490	0,333264
13:15	5,0	46,0	500	475	0,025	0,018112	0,351376
13:17	2,0	48,0	500	480	0,020	0,014490	0,365865
13:19	2,0	50,0	500	480	0,020	0,014490	0,380355
13:21	2,0	52,0	500	480	0,020	0,014490	0,394845
13:23,5	2,5	54,5	500	480	0,020	0,014490	0,409335
13:25	1,5	56,0	500	475	0,025	0,018112	0,427447
13:27,5	2,5	58,5	500	480	0,020	0,014490	0,441937
13:30	2,5	61,0	500	480	0,020	0,014490	0,456426
13:35	5,0	66,0	500	480	0,020	0,014490	0,470916
13:37,5	2,5	68,5	510	475	0,025	0,018112	0,489028
13:42	4,5	73,0	500	475	0,035	0,025357	0,514385
13:44,5	2,5	75,5	500	475	0,025	0,018112	0,532497
13:47,5	2,0	77,5	500	480	0,020	0,014490	0,546987
13:49	2,5	80,0	500	480	0,020	0,014490	0,561477
13:51	2,0	82,0	500	480	0,020	0,014490	0,575967
13:53,5	2,5	84,5	500	480	0,020	0,014490	0,590456
13:56	2,5	87,0	500	480	0,020	0,014490	0,604946
14:01	5,0	92,0	505	480	0,020	0,014490	0,619436
14:05	4,0	96,0	500	475	0,030	0,021735	0,641171
14:07	2,0	98,0	500	480	0,020	0,014490	0,655660
14:10,5	3,5	101,5	515	475	0,025	0,018112	0,673772
14:14,5	4,0	105,5	500	480	0,035	0,025357	0,699129
14:16,5	2,0	107,5	500	480	0,020	0,014490	0,713619
14:19,5	3,0	110,5	500	480	0,020	0,014490	0,728109
14:22,5	3,0	113,5	500	480	0,020	0,014490	0,742599

14:26,5	4,0	117,5	500	470	0,030	0,021735	0,764333
14:29	2,5	120,0	500	475	0,025	0,018112	0,782445
14:31,5	2,5	122,5	500	480	0,020	0,014490	0,796935
14:34,5	3,0	125,5	500	475	0,025	0,018112	0,815047
14:37,5	3,0	128,5	500	475	0,025	0,018112	0,833160
14:40,5	3,0	131,5	500	480	0,020	0,014490	0,847649
14:44	3,5	135,0	500	480	0,020	0,014490	0,862139
14:46,5	2,5	137,5	505	480	0,020	0,014490	0,876629
14:50	3,5	141,0	510	480	0,025	0,018112	0,894741
14:55	5,0	146,0	500	480	0,030	0,021735	0,916476
14:58,5	3,5	149,5	500	480	0,020	0,014490	0,930965
15:01	2,5	152,0	500	480	0,020	0,014490	0,945455
15:06	5,0	157,0	500	480	0,020	0,014490	0,959945
15:08	3,0	160,0	500	480	0,020	0,014490	0,974435
15:12	4,0	164,0	500	480	0,020	0,014490	0,988924
15:16	4,0	168,0	500	475	0,025	0,018112	1,007036
15:19	3,0	171,0	500	480	0,020	0,014490	1,021526
15:22	3,0	174,0	500	480	0,020	0,014490	1,036016
15:26	4,0	178,0	500	480	0,020	0,014490	1,050506
15:30,5	4,5	182,5	500	480	0,020	0,014490	1,064995
15:34	3,5	186,0	500	480	0,020	0,014490	1,079485
15:37	3,0	189,0	520	480	0,020	0,014490	1,093975
15:43,5	6,5	195,5	500	480	0,040	0,028979	1,122954
15:46,5	3,0	198,5	500	480	0,020	0,014490	1,137444
15:50	3,5	202,0	500	480	0,020	0,014490	1,151934
15:54,5	4,5	206,5	500	475	0,025	0,018112	1,170046
15:59,5	5,0	211,5	500	480	0,020	0,014490	1,184536
16:01	1,5	213,0	500	480	0,020	0,014490	1,199026
16:08	7,0	220,0	500	480	0,020	0,014490	1,213515
16:12	4,0	224,0	500	475	0,025	0,018112	1,231627
16:15,5	3,5	227,5	500	480	0,020	0,014490	1,246117
16:20	4,5	232,0	500	475	0,025	0,018112	1,264229
16:24	4,0	236,0	500	480	0,020	0,014490	1,278719

Repetição V

9:53			500				
9:54	1,0	1,0	500	485	0,015	0,010867	0,010867
10:00	6,0	7,0	500	490	0,010	0,007245	0,018112
10:01,5	1,5	8,5	500	490	0,010	0,007245	0,025357
10:05	3,5	12,0	500	490	0,010	0,007245	0,032602
10:08,5	3,5	15,5	500	490	0,010	0,007245	0,039846
10:11,5	3,0	18,5	500	490	0,010	0,007245	0,047091
10:15	3,5	22,0	500	490	0,010	0,007245	0,054336
10:18,5	3,5	25,5	500	490	0,010	0,007245	0,061581
10:24,5	6,0	31,5	500	485	0,015	0,010867	0,072448
10:28,5	4,0	35,5	500	490	0,010	0,007245	0,079693
10:33,5	5,0	40,5	500	490	0,010	0,007245	0,086938
10:38,5	5,0	45,5	500	490	0,010	0,007245	0,094183

10:44	5,5	51,0	500	490	0,010	0,007245	0,101428
10:51	7,0	58,0	500	490	0,010	0,007245	0,108673
10:59,5	8,5	66,5	500	485	0,015	0,010867	0,11954
10:11	13,5	80,0	500	485	0,015	0,010867	0,130407
10:21	8,0	88,0	500	490	0,010	0,007245	0,137652
10:31,5	10,5	98,5	500	490	0,010	0,007245	0,144897
10:42	10,5	109,0	500	490	0,010	0,007245	0,152142
10:54	12,0	121,0	500	490	0,010	0,007245	0,159387
12:03	9,0	130,0	520	490	0,010	0,007245	0,166632
12:48	45,0	175,0	520	465	0,055	0,039847	0,206478
13:35	47,0	222,0	500	485	0,035	0,025357	0,231836
10:48,5	13,5	235,5	500	485	0,015	0,010867	0,242703
14:04	15,5	251,0	500	490	0,010	0,007245	0,249948
14:21	17,0	268,0	500	490	0,010	0,007245	0,257193
14:40	19,0	287,0	500	485	0,015	0,010867	0,26806
15:00	20,0	307,0	505	485	0,015	0,010867	0,278927
15:16	16,0	323,0	500	490	0,015	0,010867	0,289794
15:32,5	16,5	339,5	500	490	0,010	0,007245	0,297039
15:55	22,5	362,0	500	485	0,015	0,010867	0,307907

Repetição III

10:34			500				
10:35,5	1,5	1,5	500	490	0,010	0,007245	0,007245
10:37,5	2,0	3,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
10:39	1,5	5,0	500	490	0,010	0,007245	0,021735
10:40,5	1,5	6,5	500	490	0,010	0,007245	0,028980
10:42	1,5	8,0	500	490	0,010	0,007245	0,036224
10:44,5	2,5	10,5	500	490	0,010	0,007245	0,043469
10:46	1,5	12,0	500	490	0,010	0,007245	0,050714
10:50	4,0	16,0	500	480	0,020	0,014490	0,065204
10:52,5	2,5	18,5	500	490	0,010	0,007245	0,072449
10:55	2,5	21,0	500	490	0,010	0,007245	0,079694
10:59	4,0	25,0	500	485	0,015	0,010867	0,090561
11:01	2,0	27,0	500	490	0,010	0,007245	0,097806
11:05	4,0	31,0	500	485	0,015	0,010867	0,108673
11:08,5	3,5	34,5	500	490	0,010	0,007245	0,115918
11:11	2,5	37,0	500	490	0,010	0,007245	0,123163
11:13,5	2,5	39,5	500	490	0,010	0,007245	0,130408
11:18	4,5	44,0	500	485	0,015	0,010867	0,141275
11:21	3,0	47,0	500	490	0,010	0,007245	0,148520
11:25	4,0	51,0	500	490	0,010	0,007245	0,155765
11:29	4,0	55,0	500	490	0,010	0,007245	0,163010
11:33	4,0	59,0	500	490	0,010	0,007245	0,170255
11:38,5	5,5	64,5	500	480	0,020	0,014490	0,184744
11:43,5	5,0	69,5	500	490	0,010	0,007245	0,191989
11:48	4,5	74,0	500	490	0,010	0,007245	0,199234
11:52,5	4,5	78,5	505	490	0,010	0,007245	0,206479
12:00	7,5	86,0	520	490	0,015	0,010867	0,217346

12:52	52,0	138,0	500	415	0,105	0,076071	0,293417
12:57,5	5,5	143,5	500	490	0,010	0,007245	0,300662
13:05	3,0	146,5	500	490	0,010	0,007245	0,307907
13:26	21,0	167,5	500	465	0,035	0,025357	0,333264
13:40	14,0	181,5	500	485	0,015	0,010867	0,344131
13:49,5	9,5	191,0	500	490	0,010	0,007245	0,351376
14:00	10,5	201,5	500	490	0,010	0,007245	0,358621
14:08	8,0	209,5	500	485	0,015	0,010867	0,369489
14:22	14,0	223,5	500	485	0,015	0,010867	0,380356
14:35	13,0	236,5	500	485	0,015	0,010867	0,391223
14:47	12,0	248,5	505	490	0,010	0,007245	0,398468
14:59,5	12,5	261,0	505	490	0,015	0,010867	0,409335
15:17	17,5	278,5	500	485	0,020	0,014490	0,423825
15:31	14,0	292,5	500	490	0,010	0,007245	0,431070
15:48	17,0	309,5	500	485	0,015	0,010867	0,441937
16:04	16,0	325,5	500	490	0,010	0,007245	0,449182
16:22,5	18,5	344,0	500	485	0,015	0,010867	0,460049
16:39	17,5	361,5	500	485	0,015	0,010867	0,470917

Repetição II

10:30			495				
10:31	1,0	1,0	500	480	0,015	0,010867	0,010867
10:34	3,0	4,0	500	480	0,020	0,014490	0,025357
10:37,5	3,5	7,5	500	480	0,020	0,014490	0,039846
10:42,5	5,0	12,5	500	480	0,020	0,014490	0,054336
10:48	5,5	18,0	500	480	0,020	0,014490	0,068826
10:54	6,0	24,0	500	480	0,020	0,014490	0,083316
11:01	7,0	31,0	500	480	0,020	0,014490	0,097805
11:09	8,0	39,0	500	480	0,020	0,014490	0,112295
11:20	11,0	50,0	500	475	0,025	0,018112	0,130407
11:27	7,0	57,0	500	490	0,010	0,007245	0,137652
11:35	8,0	65,0	500	485	0,015	0,010867	0,148520
11:45	10,0	75,0	500	480	0,020	0,014490	0,163009
11:54,5	9,5	84,5	500	490	0,010	0,007245	0,170254
12:02	7,5	92,0	500	490	0,010	0,007245	0,177499
12:12	10,0	102,0	525	490	0,010	0,007245	0,184744
13:04	52,0	154,0	500	445	0,080	0,057959	0,242703
13:20	16,0	170,0	500	485	0,015	0,010867	0,253570
13:33	13,0	183,0	500	490	0,010	0,007245	0,260815
13:47	14,0	197,0	500	490	0,010	0,007245	0,268060
14:00	13,0	210,0	500	490	0,010	0,007245	0,275305
14:16	16,0	226,0	500	490	0,010	0,007245	0,282550
14:32,5	16,5	242,5	500	490	0,010	0,007245	0,289794
14:50	18,0	260,5	500	485	0,015	0,010867	0,300662
15:05	14,5	275,0	500	490	0,010	0,007245	0,307907
15:19,5	14,5	289,5	500	490	0,010	0,007245	0,315152
15:36	16,5	306,0	500	490	0,010	0,007245	0,322396
16:10	34,0	340,0	500	475	0,025	0,018112	0,340509

16:39	29,0	369,0	500	485	0,015	0,010867	0,351376
17:04	25,0	394,0	500	480	0,020	0,014490	0,365866

Repetição IV

12:18,5							
12:20,0	1,5	1,5	500				
12:21,0	1,0	2,5	500	480	0,020	0,014490	0,014490
12:24,5	3,5	6,0	505	480	0,020	0,014490	0,028979
12:26,5	2,0	8,0	500	465	0,040	0,028979	0,057959
12:28,5	2,0	10,0	500	480	0,020	0,014490	0,072449
12:30,5	2,0	12,0	500	480	0,020	0,014490	0,086938
12:40,0	9,5	21,5	510	480	0,020	0,014490	0,101428
12:43,0	3,0	24,5	500	420	0,090	0,065204	0,166632
12:46,5	3,5	28,0	500	480	0,020	0,014490	0,181122
12:50,0	3,5	31,5	500	480	0,020	0,014490	0,195611
12:53,5	3,5	35,0	500	480	0,020	0,014490	0,210101
12:58,0	4,5	39,5	500	480	0,020	0,014490	0,224591
13:01,5	3,5	43,0	500	480	0,020	0,014490	0,239081
13:05,5	4,0	47,0	500	480	0,020	0,014490	0,253570
13:09,0	3,5	50,5	500	480	0,020	0,014490	0,268060
13:14,5	5,5	56,0	500	480	0,020	0,014490	0,282550
13:18,5	4,0	60,0	500	480	0,020	0,014490	0,297040
13:23,5	5,0	65,0	500	480	0,020	0,014490	0,311529
13:29,0	5,5	70,5	500	480	0,020	0,014490	0,326019
13:35,5	6,5	77,0	500	480	0,020	0,014490	0,340509
13:42,0	6,5	83,5	500	480	0,020	0,014490	0,354999
13:47,5	5,5	89,0	500	480	0,020	0,014490	0,369488
13:54,0	6,5	95,5	500	480	0,020	0,014490	0,383978
14:01,5	7,5	103,0	500	480	0,020	0,014490	0,398468
14:07,5	6,0	109,0	500	480	0,020	0,014490	0,412958
14:15,0	7,5	116,5	500	480	0,020	0,014490	0,427447
14:22,5	7,5	124,0	500	480	0,020	0,014490	0,441937
14:29,0	6,5	130,5	500	480	0,020	0,014490	0,456427
14:37,0	8,0	138,5	500	480	0,020	0,014490	0,470917
14:47,0	10,0	148,5	500	480	0,020	0,014490	0,485406
14:56,5	9,5	158,0	500	480	0,020	0,014490	0,499896
15:06,0	9,5	167,5	500	480	0,020	0,014490	0,514386
15:15,0	9,0	176,5	500	480	0,020	0,014490	0,528876
15:23,0	8,0	184,5	500	480	0,020	0,014490	0,543365
15:37,0	14,0	198,5	500	470	0,030	0,021735	0,565100
15:52,0	5,0	203,5	500	470	0,030	0,021735	0,586834
16:05,5	13,5	217,0	500	475	0,025	0,018112	0,604947
16:16,5	11,0	228,0	500	480	0,020	0,014490	0,619436
16:30,5	14,0	242,0	500	480	0,020	0,014490	0,633926
16:44,0	13,5	255,5	500	480	0,020	0,014490	0,648416
16:59,5	15,5	271,0	500	475	0,025	0,018112	0,666528
17:12,0	12,5	283,5	500	480	0,020	0,014490	0,681018
17:28,0	16,0	299,5	500	475	0,025	0,018112	0,699130

17:45,0	17,0	316,5	500	475	0,025	0,018112	0,717242
18:14,5	29,5	346,0	500	480	0,020	0,014490	0,731732
18:27,5	13,0	359,0	500	480	0,020	0,014490	0,746222

Tratamento : (V); Vinhaça in natura como infiltrante.

hh:mm	TI (min)	TIAc (min)	d0 (mm)	d1 (mm)	d0-d1 (m)	PI (m³/m²)	PIAc (m³/m²)
Repetição I							
10:00			500				
10:24,5	24,5	24,5	500	490	0,010	0,007245	0,007245
11:19	54,5	79,0	500	490	0,010	0,007245	0,014490
12:59	100,0	179,0	500	485	0,015	0,010867	0,025357
14:36	97,0	276,0	500	490	0,010	0,007245	0,032602
16:00	84,0	360,0	500	495	0,005	0,003622	0,036224

Repetição V

15:12			500				
15:21	9,0	9,0	500	490	0,010	0,007245	0,007245
15:43,5	22,5	31,5	500	490	0,010	0,007245	0,014490
16:21	37,5	69,0	500	490	0,010	0,007245	0,021735
17:47	86,0	155,0	500	485	0,015	0,010867	0,032602
20:27	160,0	315,0	505	485	0,015	0,010867	0,043469

Repetição III

13:56			500				
14:00	4,0	4,0	500	485	0,015	0,010867	0,010867
14:06,5	6,5	10,5	500	485	0,015	0,010867	0,021734
14:17	11,5	22,0	500	485	0,015	0,010867	0,032602
14:26	9,0	31,0	500	490	0,010	0,007245	0,039846
14:33,5	7,5	38,5	500	490	0,010	0,007245	0,047091
14:44,5	11,0	49,5	500	490	0,010	0,007245	0,054336
14:55	10,5	60,0	500	490	0,010	0,007245	0,061581
15:13	18,0	78,0	500	490	0,010	0,007245	0,068826
15:31	18,0	96,0	500	490	0,010	0,007245	0,076071
15:59	28,0	124,0	500	490	0,010	0,007245	0,083316
16:27	28,0	152,0	500	490	0,010	0,007245	0,090561
17:01	34,0	186,0	500	490	0,010	0,007245	0,097805
17:39	38,0	224,0	500	490	0,010	0,007245	0,105050
18:17	38,0	262,0	505	490	0,010	0,007245	0,112295
19:26	69,0	331,0	505	490	0,015	0,010867	0,123162
19:54	28,0	359,0	505	505	0,000	0,000000	0,123162

Repetição II

16:34			510				
16:42	8,0	8,0	510	495	0,015	0,010867	0,010867
16:53	19,0	27,0	510	495	0,015	0,010867	0,021734
17:05	12,0	39,0	510	490	0,020	0,014490	0,036224
17:39	34,0	73,0	510	470	0,040	0,028979	0,065204
18:02	23,0	96,0	510	490	0,020	0,014490	0,079693
18:30,5	28,5	124,5	510	490	0,020	0,014490	0,094183
19:22	51,5	176,0	510	490	0,020	0,014490	0,108673
21:11	49,0	225,0	510	495	0,015	0,010867	0,119540
22:35	84,0	309,0	510	505	0,005	0,003622	0,123162

Repetição IV
(Perdida)

Tratamento : (a+A); Água comum como redutor de infiltração, seguida de água comum como infiltrante.

hh:mm	TI (min)	TIAc (min)	d0 (mm)	d1 (mm)	d0-d1 (m)	PI (m³/m²)	PIAc (m³/m²)
-------	-------------	---------------	------------	------------	--------------	---------------	-----------------

Repetição I
(Perdida)

Repetição V

15:35			505				
15:41	6,0	6,0	500	490	0,015	0,010867	0,010867
15:53,5	12,5	18,5	500	480	0,020	0,014490	0,025357
16:00	6,5	25,0	500	490	0,010	0,007245	0,032602
16:07	7,0	32,0	500	490	0,010	0,007245	0,039846
16:14	7,0	39,0	500	490	0,010	0,007245	0,047091
16:21,5	7,5	46,5	500	490	0,010	0,007245	0,054336
16:30	8,5	55,0	500	490	0,010	0,007245	0,061581
16:35	5,0	60,0	520	495	0,005	0,003622	0,065204
16:53	8,0	68,0	500	480	0,040	0,028979	0,094183
17:05	12,0	80,0	500	490	0,010	0,007245	0,101428
17:17,5	12,5	92,5	500	485	0,015	0,010867	0,112295
17:30	12,5	105,0	500	490	0,010	0,007245	0,119540
17:44	14,0	119,0	500	490	0,010	0,007245	0,126785
17:55,5	11,5	130,5	500	490	0,010	0,007245	0,134030
18:05	9,5	140,0	500	490	0,010	0,007245	0,141275
18:16	11,0	151,0	500	490	0,010	0,007245	0,148520
18:27	11,0	162,0	500	490	0,010	0,007245	0,155764

18:40	13,0	175,0	500	490	0,010	0,007245	0,163009
18:53	13,0	188,0	500	490	0,010	0,007245	0,170254
19:05	13,0	201,0	500	490	0,010	0,007245	0,177499
19:37,5	32,5	233,5	500	470	0,030	0,021735	0,199234
19:57,5	20,0	253,5	505	490	0,010	0,007245	0,206478
20:08	10,5	264,0	505	480	0,025	0,018112	0,224591
20:44	36,0	300,0	500	485	0,020	0,014490	0,239080
21:15	31,0	331,0	505	480	0,020	0,014490	0,253570
21:35	20,0	351,0	500	490	0,015	0,010867	0,264437

Repetição III

13:37			500				
13:41	4,0	4,0	500	485	0,015	0,010867	0,010867
13:44,5	3,5	7,5	510	485	0,015	0,010867	0,021734
13:54,5	10,0	17,5	500	490	0,020	0,014490	0,036224
13:58,5	4,0	21,5	500	490	0,010	0,007245	0,043469
14:03	4,5	26,0	500	490	0,010	0,007245	0,050714
14:09,5	6,5	32,5	500	490	0,010	0,007245	0,057959
14:17,5	8,0	40,5	500	485	0,015	0,010867	0,068826
14:22,5	5,0	45,5	500	490	0,010	0,007245	0,076071
14:27	4,5	50,0	500	490	0,010	0,007245	0,083316
14:35	8,0	58,0	500	490	0,010	0,007245	0,090561
14:41,5	6,5	64,5	500	490	0,010	0,007245	0,097805
14:49	7,5	72,0	500	490	0,010	0,007245	0,105050
14:57,5	8,5	80,5	500	485	0,015	0,010867	0,115918
15:06	9,5	90,0	500	490	0,010	0,007245	0,123162
15:16,5	10,5	100,5	500	480	0,020	0,014490	0,137652
15:27	10,5	111,0	500	490	0,010	0,007245	0,144897
15:37	10,0	121,0	500	490	0,010	0,007245	0,152142
15:45,5	8,5	129,5	500	490	0,010	0,007245	0,159387
15:55	9,5	139,0	500	490	0,010	0,007245	0,166632
16:10	15,0	154,0	500	480	0,020	0,014490	0,181121
16:25	15,0	169,0	500	485	0,015	0,010867	0,191989
16:38	13,0	182,0	500	490	0,010	0,007245	0,199234
16:48,5	10,5	192,5	500	490	0,010	0,007245	0,206478
16:57	8,5	201,0	500	490	0,010	0,007245	0,213723
17:10	13,0	214,0	500	480	0,020	0,014490	0,228213
17:24	14,0	228,0	500	490	0,010	0,007245	0,235458
17:33	9,5	237,5	500	490	0,010	0,007245	0,242703
17:44,5	11,0	248,5	500	490	0,010	0,007245	0,249948
17:56,5	12,0	260,5	500	490	0,010	0,007245	0,257193
18:05	8,5	269,0	500	490	0,010	0,007245	0,264437
18:15	10,0	279,0	520	490	0,010	0,007245	0,271682
18:55	40,0	319,0	500	460	0,060	0,043469	0,315152
19:25	30,0	349,0	500	480	0,020	0,014490	0,329641
19:51	26,0	375,0	500	470	0,030	0,021735	0,351376

Repetição II

14:00			495			336	
14:01	1,0	1,0	500	480	0,015	0,010867	0,010867
14:02,5	1,5	2,5	500	480	0,020	0,014490	0,025357
14:04	2,5	5,0	500	480	0,020	0,014490	0,039846
14:05,5	1,5	6,5	500	480	0,020	0,014490	0,054336
14:07	2,5	9,0	500	480	0,020	0,014490	0,068826
14:10	3,0	12,0	500	480	0,020	0,014490	0,083316
14:12,5	2,5	14,5	500	480	0,020	0,014490	0,097805
14:14,5	2,0	16,5	500	480	0,020	0,014490	0,112295
14:19	4,5	21,0	500	480	0,020	0,014490	0,126785
14:21	2,0	23,0	500	480	0,020	0,014490	0,141275
14:23	2,0	25,0	520	480	0,020	0,014490	0,155764
14:29	6,0	31,0	520	449	0,071	0,051439	0,207203
14:32,5	3,5	34,5	530	465	0,055	0,039847	0,247050
14:36,5	4,0	38,5	510	460	0,070	0,050714	0,297764
14:38,5	2,0	40,5	500	475	0,035	0,025357	0,323121
14:40	1,5	42,0	500	470	0,030	0,021735	0,344856
14:42	2,0	44,0	500	480	0,020	0,014490	0,359345
14:43	1,0	45,0	505	480	0,020	0,014490	0,373835
14:45	2,0	47,0	500	480	0,025	0,018112	0,391947
14:47	2,0	49,0	500	480	0,020	0,014490	0,406437
14:49	2,0	51,0	500	475	0,025	0,018112	0,424549
14:51	2,0	53,0	500	475	0,025	0,018112	0,442661
14:53,5	2,5	55,5	500	470	0,030	0,021735	0,464396
14:54,5	6,0	61,5	500	480	0,020	0,014490	0,478886
15:01	6,0	67,5	500	480	0,020	0,014490	0,493375
15:03	2,0	69,5	500	480	0,020	0,014490	0,507865
15:05,5	1,5	71,0	500	480	0,020	0,014490	0,522355
15:06	1,5	72,5	500	480	0,020	0,014490	0,536845
15:07,5	1,5	74,0	500	480	0,020	0,014490	0,551334
15:09	1,5	75,5	500	480	0,020	0,014490	0,565824
15:11	2,0	77,5	500	480	0,020	0,014490	0,580314
15:21	10,0	87,5	500	480	0,020	0,014490	0,594804
15:26	5,0	92,5	500	445	0,055	0,039847	0,634650
15:28	2,0	94,5	500	470	0,030	0,021735	0,656385
15:29,5	1,5	96,0	500	475	0,025	0,018112	0,674497
15:31	1,5	97,5	500	480	0,020	0,014490	0,688987
15:33	2,0	99,5	500	480	0,020	0,014490	0,703477
15:35	2,0	101,5	500	480	0,020	0,014490	0,717966
15:42	7,0	108,5	500	480	0,020	0,014490	0,732456
15:44	2,0	110,5	500	480	0,020	0,014490	0,746946
15:46	2,0	112,5	500	480	0,020	0,014490	0,761436
15:48	2,0	114,5	500	480	0,020	0,014490	0,775925
15:50	2,0	116,5	500	480	0,020	0,014490	0,790415
15:52	2,0	118,5	500	480	0,020	0,014490	0,804905
15:54	2,0	120,5	500	480	0,020	0,014490	0,819394

15:57	3,0	123,5	500	475	0,025	0,018112	0,837507
16:02	5,0	128,5	500	445	0,055	0,039847	0,877353
16:06,5	4,5	133,0	500	480	0,020	0,014490	0,891843
16:09,5	3,0	136,0	500	475	0,025	0,018112	0,909955
16:12,5	3,0	139,0	500	480	0,020	0,014490	0,924445
16:14	1,5	140,5	500	480	0,020	0,014490	0,938935
16:16,5	2,5	143,0	500	475	0,025	0,018112	0,957047
16:21	4,5	147,5	500	460	0,040	0,028979	0,986027
16:22,5	1,5	149,0	500	480	0,020	0,014490	1,000516
16:25	2,5	151,5	500	480	0,020	0,014490	1,015006
16:27,5	2,0	153,5	500	480	0,020	0,014490	1,029496
16:30,5	3,0	156,5	500	460	0,040	0,028979	1,058475
16:36,5	6,0	162,5	500	480	0,020	0,014490	1,072965
16:42	5,5	168,0	500	480	0,020	0,014490	1,087455
16:52	10,0	178,0	500	460	0,040	0,028979	1,116434
16:58,5	6,5	184,5	500	480	0,020	0,014490	1,130924
17:02	3,5	188,0	500	470	0,030	0,021735	1,152659
17:09	7,0	195,0	500	480	0,020	0,014490	1,167148
17:17,5	8,5	203,5	520	480	0,020	0,014490	1,181638
18:38	20,5	224,0	500	375	0,145	0,105051	1,286689
17:43,5	5,5	229,5	500	480	0,020	0,014490	1,301178
17:47	4,0	233,5	500	480	0,020	0,014490	1,315668
17:50	3,0	236,5	500	475	0,025	0,018112	1,333780
17:55,5	5,5	242,0	500	480	0,020	0,014490	1,348270
17:59	4,0	246,0	500	470	0,030	0,021735	1,370005
18:06	7,0	253,0	500	480	0,020	0,014490	1,384494
18:10,5	4,5	257,5	500	470	0,030	0,021735	1,406229
18:12,5	2,5	260,0	500	480	0,020	0,014490	1,420719
18:14,5	2,0	262,0	500	480	0,020	0,014490	1,435208
18:17	2,5	264,5	500	480	0,020	0,014490	1,449698
18:19,5	2,5	267,0	500	480	0,020	0,014490	1,464188
18:26	6,5	273,5	500	480	0,020	0,014490	1,478678
18:28,5	2,5	276,0	500	480	0,020	0,014490	1,493167
18:33	4,5	280,5	500	470	0,030	0,021735	1,514902
18:35,5	2,5	283,0	500	480	0,020	0,014490	1,529392
18:38,5	3,0	286,0	500	470	0,030	0,021735	1,551126
18:48	9,5	295,5	500	475	0,025	0,018112	1,569239
19:02	4,0	299,5	500	470	0,030	0,021735	1,590973
19:05,5	3,5	303,0	500	470	0,030	0,021735	1,612708
19:16	10,5	313,5	500	430	0,070	0,050714	1,663422
19:20	4,0	317,5	500	480	0,020	0,014490	1,677912
19:23,5	3,5	321,0	500	480	0,020	0,014490	1,692401
19:34	10,5	331,5	500	451	0,049	0,035500	1,727901
19:36,5	2,5	334,0	500	471	0,029	0,021010	1,748911
19:39,5	3,0	337,0	500	480	0,020	0,014490	1,763401
19:44,5	5,0	342,0	500	460	0,040	0,028979	1,792381
19:52,5	8,0	350,0	500	460	0,040	0,028979	1,821360
20:03	10,5	360,5	500	425	0,075	0,054337	1,875697

Repetição IV

15:45							
15:49	4,0	4,0	500				
15:53,5	4,5	8,5	500	480	0,020	0,014490	0,014490
15:57	3,5	12,0	500	480	0,020	0,014490	0,028979
16:00	3,0	15,0	500	480	0,020	0,014490	0,043469
16:04	4,0	19,0	500	480	0,020	0,014490	0,057959
16:09	5,0	24,0	500	480	0,020	0,014490	0,072449
16:15	6,0	30,0	500	480	0,020	0,014490	0,086938
15:20,5	5,5	35,5	505	480	0,020	0,014490	0,101428
15:28	7,5	43,0	500	480	0,025	0,018112	0,119540
15:35	7,0	50,0	500	480	0,020	0,014490	0,134030
15:42	7,0	57,0	500	480	0,020	0,014490	0,148520
15:48	6,0	63,0	500	480	0,020	0,014490	0,163010
15:55	7,0	70,0	500	480	0,020	0,014490	0,177499
17:01	6,0	76,0	500	480	0,020	0,014490	0,191989
17:07,5	6,5	82,5	500	480	0,020	0,014490	0,206479
17:15	7,5	90,0	520	480	0,020	0,014490	0,220969
18:10	55,0	145,0	500	374	0,146	0,105775	0,326744
18:17	7,0	152,0	500	480	0,020	0,014490	0,341233
18:24	7,0	159,0	500	480	0,020	0,014490	0,355723
18:31,5	7,5	166,5	500	480	0,020	0,014490	0,370213
18:38	6,5	173,0	500	480	0,020	0,014490	0,384703
18:45	7,0	180,0	500	480	0,020	0,014490	0,399192
18:51,5	6,5	186,5	500	480	0,020	0,014490	0,413682
19:00	8,5	195,0	500	480	0,020	0,014490	0,428172
19:10	10,0	205,0	500	480	0,020	0,014490	0,442662
19:18	8,0	213,0	500	480	0,020	0,014490	0,457151
19:56,5	38,5	251,5	500	420	0,080	0,057959	0,515110
20:08	11,5	263,0	500	480	0,020	0,014490	0,529600
20:19	11,0	274,0	500	480	0,020	0,014490	0,544090
20:31	12,0	286,0	500	480	0,020	0,014490	0,558579
20:43	12,0	298,0	500	480	0,020	0,014490	0,573069
20:58,5	15,5	313,5	500	475	0,025	0,018112	0,591181
21:14,5	16,0	329,5	500	480	0,020	0,014490	0,605671
21:32	17,5	347,0	500	470	0,030	0,021735	0,627406
21:44,5	12,5	359,5	500	480	0,020	0,014490	0,641895

Perda média de líquido por infiltração no final de 6 horas.

Tratamento	Repetição	TAd (min.)	PAd (m³/m²)	PAd (m³/m²/min)
(v+A)	I	352,0	0,365866	0,00103939
	V	375,5	0,293417	0,0007814

	III	349,0	0,246326	0,00070581
	II	358,0	0,217346	0,00060711
	IV	384,5	0,641171	0,00166754
	Média	363,8	0,352825	0,000960
(v+V)	I	155,0	0,01087	0,00007
	V	442,0	0,007245	0,00002
	III	359,0	0,094183	0,00026235
	II	300,0	0,043469	0,0001449
	IV	360,5	0,047092	0,00013063
	Média	323,3	0,040571	0,000125
(A)	I	236,0	1,278719	0,0054183
	V	362,0	0,307907	0,00085057
	III	361,5	0,470917	0,00130267
	II	394,0	0,365866	0,00092859
	IV	359,0	0,746222	0,00207861
	Média	342,5	0,633926	0,002116
(M)	I	360,0	0,036224	0,00010062
	V	315,0	0,043469	0,000138
	III	359,0	0,123162	0,00034307
	II	309,0	0,123162	0,00039858
	IV	-	-	-
	Média	335,8	0,081504	0,000245
(a+A)	I	-	-	-
	V	351,0	0,264437	0,00075338
	III	375,0	0,351376	0,000937
	II	360,5	1,875697	0,00520304
	IV	359,5	0,641895	0,00178552
	Média	361,5	0,783351	0,002170