

**Disposição ao solo do efluente líquido da indústria de celulose**

MFN -0310

N CHAMADA:

TITULO: Disposição ao solo do efluente líquido da indústria de celulose

AUTOR(ES): LOUZADA, P.T.C.TEDESCO, M.GIANELLO, C.LIMA, A.F.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 08. Meio Ambiente

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual de Celulose e Papel, 24

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 25-29.11.1991

IMPRESSÃO: São Paulo, 1991, ABTCP

PAG/VOLUME: p.1021-1035,

FONTE: Congresso Anual de Celulose e Papel, 24, 1991, São Paulo, p.1021-1035

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: efluentes, tratamento de efluentes, solo, pH

RESUMO: Com o objetivo de estudar as modificações das propriedades do solo e composição do percolado, efluente líquido da indústria de celulose, após tratamento secundário, foi aplicado por 160 dias em cilindros plásticos de 40 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade, em um solo arenoso, em campo. Utilizou-se, como testemunhas, aplicação de água. A taxa de infiltração reduziu com aplicação contínua do efluente, podendo estar associada a dispersão da argila, pois o efluente tinha alto pH e elevado teor de sódio. O pH do solo, condutividade elétrica e teores de cloreto e sódio aumentaram drasticamente. A remoção da cor do efluente foi muito efetiva à partir dos 2,0 m de profundidade. A aplicação ao solo pode ser um método eficiente de disposição do efluente

## DISPOSIÇÃO AO SOLO DO EFLUENTE LÍQUIDO DA INDÚSTRIA DE CELULOSE

Paulo Tarcísio Cassa Louzada\*

Marino Tedesco\*\*

Clésio Gianello\*\*

Alberto Ferreira Lima\*

\*Copener/Norcell- Salvador- Brasil

\*\*Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre-Brasil

### RESUMO

Com o objetivo de estudar as modificações das propriedades do solo e composição do percolado, efluente líquido da indústria de Celulose, após tratamento secundário, foi aplicado por 160 dias em cilindros plásticos de 40cm de diâmetro e 20cm de profundidade, em um solo arenoso, em campo. Utilizou-se, como testemunhas, aplicação de água.

A taxa de infiltração reduziu com aplicação contínua do efluente, podendo estar associada a dispersão da argila, pois o efluente tinha alto pH e elevado teor de sódio. O pH do solo, condutividade elétrica e teores de cloreto e sódio aumentaram drasticamente. A remoção da cor do efluente foi muito efetiva a partir dos 2,0m de profundidade. A aplicação ao solo pode ser um método eficiente de disposição do efluente.

PALAVRAS CHAVES: Irrigação de efluente; Efluente Industrial; Disposição ao solo.

### PULP PLANT LIQUID EFFLUENT DISPOSAL IN THE SOIL

#### ABSTRACT

In order to study the modifications on soil properties and leachate composition, pulp plant liquid effluent after secondary treatment was applied for 160 days to 40cm diameter plastic cylinders with 20cm depth, in a sandy soil, in the field. Water blanks and long term infiltration tests were also included.

Soil infiltration rate was reduced with continuous effluent application; this can be due to clay dispersion, since the effluent shows high pH and sodium content. Soil's pH, electrical conductivity, sodium and chloride contents increased drastically, with continuous effluent disposal. Color removal by

---

"Trabalho apresentado no 24º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 25 a 29 de novembro de 1991"

soil was effective. Soil application can be an efficient effluent disposal method, on a rotation basis.

KEY WORDS: effluent irrigation; industrial effluent; soil disposal.

## INTRODUÇÃO

A disposição de efluentes industriais ao solo vem sendo usada como método alternativo de descarte de resíduos em corpos de água. No Brasil, o principal resíduo descartado ao solo é a vinhaça, que pelo seu teor de matéria orgânica, apresenta elevado DBO, sendo altamente poluente quando descartado em cursos de água (2,6). Este tipo de descarte vem sendo utilizado pela Cia. Riograndense de Saneamento, com efluente da indústria petroquímica, através de irrigação por aspersão, mantendo-se a vegetação local (3). Neste caso, tem havido redução na capacidade de infiltração do solo devido aos elevados teores de sódio e cloretos do efluente. Para os efluentes da indústria de celulose ainda não se encontrou um método seguro de disposição ao solo (7).

No presente trabalho são apresentados resultados de ensaios de disposição final do efluente líquido da indústria de celulose, realizados pela Copener/Norcell.

## METODOLOGIA

Os ensaios foram conduzidos em Entre Rios-Ba em área previamente selecionada por levantamento de solos, com tradagens a até 6m de profundidade. Além das características apresentadas no Quadro 01, os solos eram profundos, bem drenados e de alta permeabilidade. A velocidade de infiltração (VIB) foi determinada na superfície e a 3m de profundidade (Quadro 02), avaliando-se também a curva de umidecimento do solo. Toda a vegetação foi retirada da área, sendo aplicado como corretivos do solo 3,0ton/ha de calcário calcítico e 1,0ton/ha de gesso agrícola, incorporados antes do início dos testes.

Utilizou-se efluente com tratamento secundário da Cenibra (Ipatinga-MG), cujas características médias estão no Quadro 03. Instalou-se, por percussão, 17 cilindros de PVC com 400mm de diâmetro e 50cm de altura, introduzindo 20 cm ao solo, que estava com a estrutura indeformada. Dez destes cilindros foram dispostos em forma de elipse, sendo dois centrais e oito circundando-os, distando 1,5m um cilindro do outro mais próximo. Nestes cilindros aplicou-se o efluente por 160 dias. A cinco metros desse conjunto, instalou-se outros dois cilindros, que receberam água durante o ensaio, constituindo-se no tratamento testemunha. Outros cinco cilindros receberam água ou efluente intercalando-se os períodos de aplicação com os de repouso (7 a 10 dias). Em dois, só se aplicou efluente; outros dois só receberam água e o

último recebeu uma aplicação de água seis horas após a última aplicação do efluente em cada interrupção das aplicações do efluente.

Os produtos, efluente ou água, foram aplicados para uma infiltração de 39,8mm/h (15 l por cilindro), equivalente à VIB a 3m de profundidade (Quadro 02). As aplicações foram em intervalos iguais ou superiores a três horas, de acordo com a velocidade em que infiltrassem no solo, a qual foi avaliada em cada aplicação. Dentro dos cilindros colocou-se uma camada de 5cm de brita, para impedir o impacto direto dos produtos com o solo.

Quadro 01- Caracterização física e química do solo da área experimental.

HORIZONTE	PROFUND. (cm)	GRANULOMETRIA (%)			ARGILA NAT. % Na <sup>+</sup>	DENSID. APAR. g/cm <sup>3</sup>	SILTE/ ARGILA
		AREIA	SILTE	ARGILA			
Ap	0-20	92	3	5	2.0	-	0.60
B1t	20-70	74	7	19	10.0	1.70	0.37
B2.1t	70-220	66	3	31	0.4	1.29	0.10
B2.2t	220-400	49	16	35	0.5	1.56	0.46
B3t	400-650	45	6	29	0.4	1.32	0.90

HORIZONTE	pH H <sub>2</sub> O 1:2,5	COMPLEXO SORTIVO							Al <sup>+++</sup>	MAT. ORG. %
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+Al	T		
		-----meq/100g solo-----								
Ap	6.5	1.3	0.6	0.01	0.06	1.97	0.82	2.79	0.05	1.2
B1t	6.3	0.3	0.7	0.01	0.05	1.06	1.65	2.71	0.10	1.6
B2.1t	5.8	0.1	0.4	0.01	0.02	0.53	1.32	1.85	0.10	0.3
B2.2t	5.6	0.1	0.4	0.01	0.03	0.54	1.48	2.02	0.05	0.3
B3t	5.8	0.1	0.5	0.03	0.03	0.66	1.32	1.98	0.05	0.2

HORIZONTE	EXTRATO DE SATURAÇÃO								
	C.E.25 <sup>o</sup> C µmhos/cm	Cátions meq/litro					Ânions meq/litro		
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Soma	(HCO <sub>3</sub> )	(Cl)	Soma
Ap	100	0.3	0.2	0.17	0.15	0.82	0.5	0.5	1.0
B1t	230	1.0	1.0	0.25	0.14	2.39	1.0	1.0	2.0
B2.1t	50	0.2	0.1	0.20	0.04	0.54	0.3	0.2	0.5
B2.2t	50	0.2	0.2	0.14	0.04	0.58	0.3	0.2	0.5
B3t	70	0.2	0.1	0.39	0.03	0.72	0.4	0.3	0.7

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico distrófico A moderado textura arenosa/média/argilosa relevo plano.

Quadro 02- Capacidade de infiltração do solo com água e efluente, determinados na área experimental considerando duas posições do perfil do solo.

PROFUNDIDADE	PRODUTO	VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO(cm/h)
superfície	água	6,24
	efluente	6,51
300cm	água	3,90

Quadro 03- Características da água e efluente utilizados

CARACTERÍSTICAS	V A L O R		UNIDADE
	EFLUENTE*	ÁGUA**	
Alcalinidade HCO <sub>3</sub>	159,50	14	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidade CO <sub>3</sub>	0	0	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidade HO	0	0	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Alumínio	0,05	0,01	mg/l Al
Bicarbonatos	3,06	0,28	meq/l HCO <sub>3</sub>
Carbonatos	0	0	meq/l CO <sub>3</sub>
Cálcio	4,57	0,08	meq/l Ca
Cloretos	18,57	0,73	meq/l Cl
Condut.Eletr. 25 <sup>o</sup> C	2578	120	µmhos/cm
Côr	1913	50	mg/l Pt
Carb.Orgânico total	144	6,60	mg/l C
D Q O	354	5,60	mg/l DQO
Ferro Total	0,75	3,00	mg/l Fe
Magnésio	0,28	0,10	meq/l Mg
Mat. Sedimentável	0,76	0,10	mg/l
pH	6,90	6,50	---
Potássio	0,30	0,10	meq/l K
Sódio	19,84	0,79	meq/l Na
Sólidos Solúveis	1670	80	mg/l
Sólidos em Suspensão	17,20	5	mg/l
Sulfatos	1,53	0,10	meq/l SO <sub>4</sub>
S A R ***	12,74	2,63	meq/l

\*Média de sete determinações

\*\*Média de duas determinações

\*\*\*Razão de adsorção de Sódio

A dois metros de dois cilindros que receberam efluente continuamente, abriu-se uma trincheira de 4,0 X 3,0m e 6,5m de profundidade. Sob os mesmos foram instalados canos de PVC de

100mm de diâmetro e três metros de comprimento, em forma de ca lha, à partir de 2m de profundidade e a cada metro de perfil, os quais serviram de piezômetro para coleta do efluente percolado.

Uma vez por semana foi feito revolvimento do solo a 15cm de profundidade e, após os 70 dias de aplicações contínuas, o solo foi revolvido a 20 e 30cm de profundidade uma única vez. Foram avaliados outros tratamentos de revolvimento de solo com interrupções nas aplicações, visando recuperar a capacidade de infiltração do solo.

Estudou-se o comportamento da infiltração, as características do efluente percolado ao solo e estimou-se a taxa de aplicação do efluente no solo por longo período.

Os solos foram amostrados aos 11; 18; 24; 31; 49; 85 e 160 dias após o início das aplicações correspondendo às épocas 1 a 7 respectivamente. Cada época de amostragem foi em um cilindro, sendo tomadas amostras no centro dos cilindros, nas profundidades 0 a 50cm, 50 a 100cm, 100 a 200cm e a cada 100cm até aos 600cm. Os materiais de solos foram secos ao ar, à sombra, passados em peneira de 6mm e enviados ao laboratório do CPATSA EMBRAPA para análises. Foram determinados pH em água, sódio e argila natural nos solos. No extrato de saturação determinou-se  $CE$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ . Estudou-se as alterações ocorridas no solo devido a disposição do efluente por longo período.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

De forma geral, a evolução da infiltração no solo acompanhou uma curva assintótica à medida que se prolongou o período de aplicação da água e efluente (Figura 01).

No início, a velocidade de infiltração entre os cilindros eram bem diferentes, mas com o tempo, onde se aplicou efluente, a velocidade de infiltração passou a ser mais baixa. Isso deve-se a diferenças na capacidade de infiltração do solo e ao efeito diferencial da água e efluente no solo.

Com as aplicações contínuas do efluente, o material em suspensão existente no mesmo foi acumulando-se na superfície do terreno e obstruindo os poros do solo, reduzindo a infiltração. Tal fato também ocorreu com as aplicações de água onde uma certa porção de argila entrava em suspensão quando de sua aplicação ao solo. Essa argila ao movimentar-se no perfil juntamente com água, como também com o efluente, provocou aumento da densidade do solo em subsuperfície, prejudicando a infiltração dos produtos aplicados. Revolvimento do solo, tanto em superfície como em profundidades maiores, combinadas com interrupções das aplicações do efluente mantendo o solo em repouso por determinado período, auxiliaram na recuperação da capacidade de infiltração. Observou-se que a recuperação da infiltração ocorreu onde a interrupção das aplicações foi por período prolongado de tempo. (Quadro 04)

FIG. 1 - CURVAS ESQUEMÁTICAS DAS MÉDIAS DE INFILTRAÇÃO DO EFLUENTE E ÁGUA E DAS AMPLITUDES DE INFILTRAÇÃO DO EFLUENTE.

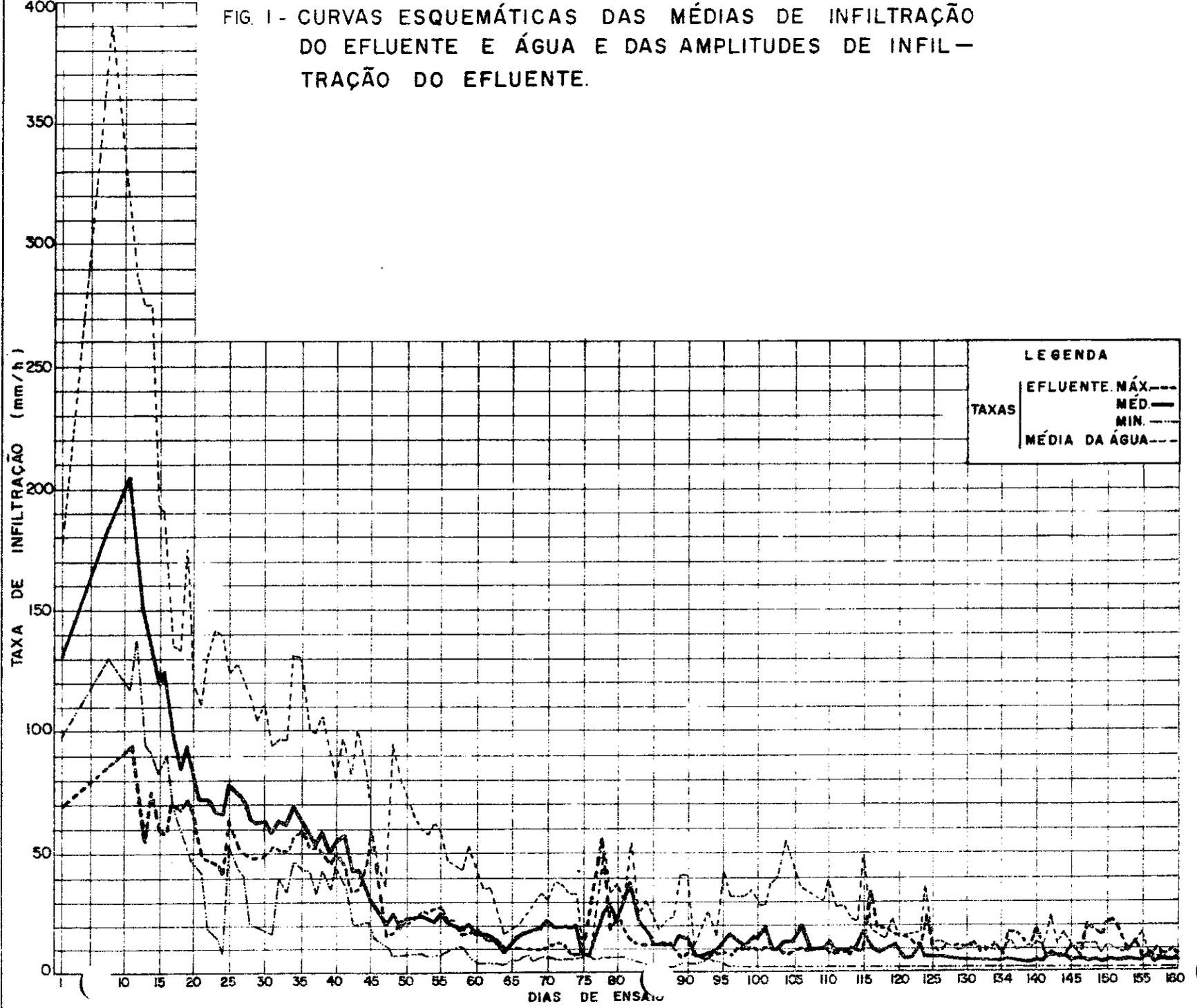
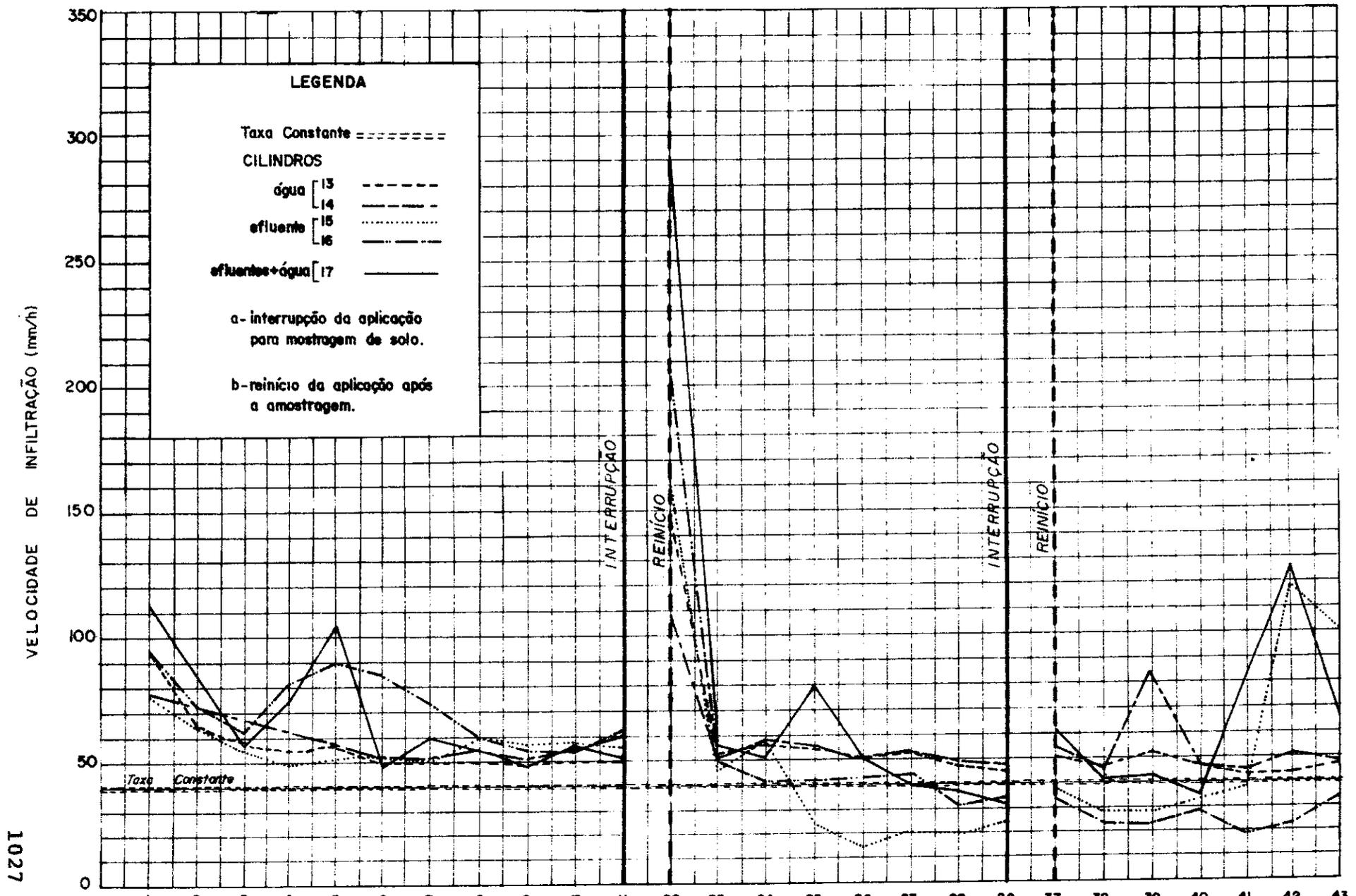


FIG. 2 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE INFILTRAÇÃO DO EFLUENTE E DA ÁGUA EM COMPARAÇÃO A TAXA DE APLICAÇÃO PREVISTA



**Quadro 04-** Tratamentos efetuados em cada cilindro e valores de infiltração antes e após o período de repouso.

CILINDRO	PERÍODO DE REPOUSO (data)	DIAS DE REPOUSO	REVOLV. DO SOLO	INFILTR. ANTES DO REPOUSO	INFILTR. APÓS O REPOUSO	ÚLTIMO REGISTRO DE INFILTR. (mm/h)
01	70 a 100	30	não	8,4	19,6	10,0
02	-	-	-	-	-	5,9
03	-	-	-	-	-	3,0
04	70 a 77	7	não	12,3	13,1	-
04	92 a 123	31	não	9,3	32,9	32,9
05	70 a 100	30	não	23,1	40,2	12,6
06	69 a 77	8	sim	3,9	64,3	22,2
07	70 a 93	23	sim	10,1	99,4	7,7
08	51 a 67	16	não	12,8	23,3	7,3
09	70 a 80	10	sim	6,4	79,4	4,0
10	70 a 78	8	sim	7,1	63,5	1,4
11	76 a 115	39	não	6,9	32,2	10,0
12	70 a 77	7	sim	7,0	61,9	-
12	94 a 123	29	não	5,8	31,2	31,2

Após alguns dias de reiniciadas as aplicações, a infiltração voltou a diminuir, provavelmente devido a outras modificações ocorridas no solo e que não foram totalmente revertidas com estes tratamentos.

Para os testes de aplicações intermitentes, houve aumento inicial da infiltração (Figura 02) após o período de interrupção. Mas a infiltração voltou a diminuir, principalmente onde só foi utilizado o efluente. Onde se aplicou apenas água a infiltração ficou mais alta, enquanto onde houve aplicação da água, após as aplicações do efluente, a taxa de infiltração foi intermediária aos dois casos anteriores.

Dessa forma é possível recuperar a capacidade de infiltração do solo após um período de aplicação do efluente de celulose, se períodos de interrupção das aplicações forem efetuados e ainda for aplicada água não salina na área de aplicação de efluentes. O efeito da água será de remoção de certa quantidade de sais do solo.

#### **ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO**

Os teores de sódio e cloreto e a condutividade elétrica (Figuras 03, 04 e 05) no extrato de saturação, assim como o sódio trocável no solo, apresentaram comportamento semelhante em todas as épocas amostradas. As maiores alterações ocorreram até 200cm de profundidade, aumentando aqueles parâmetros com o aumento do tempo de aplicação do efluente.

Na primeira época de amostragem os valores de Na, Cl e CE

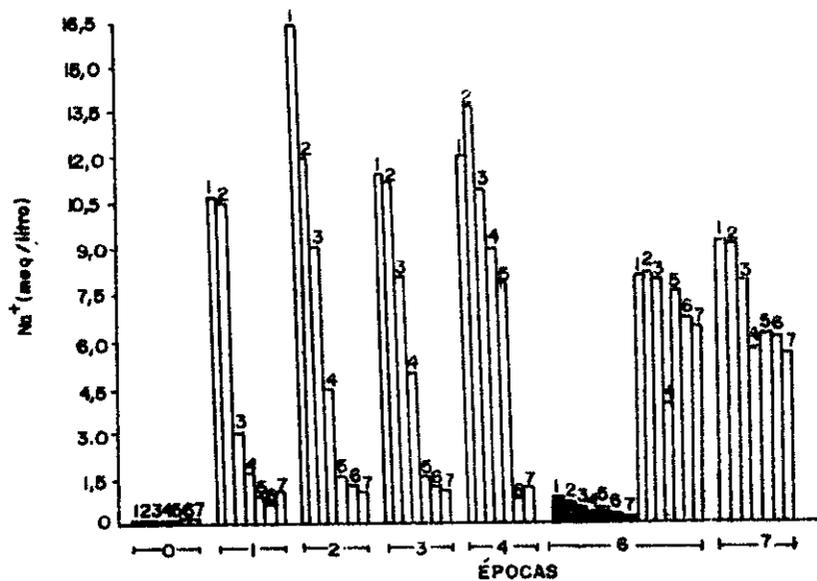
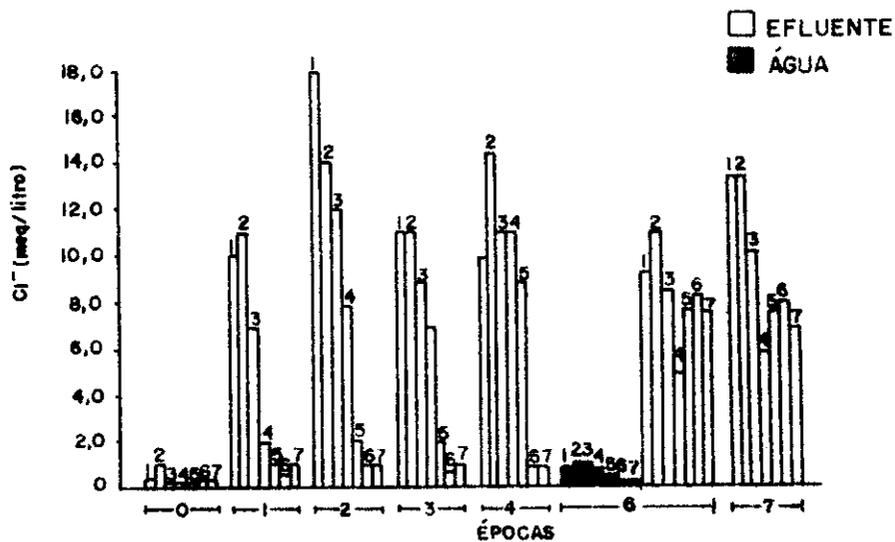


FIGURA 03 - VALORES DE CLORO E SÓDIO NO EXTRATO DE SATURAÇÃO, EM FUNÇÃO DAS ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE E DAS PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NO SOLO.

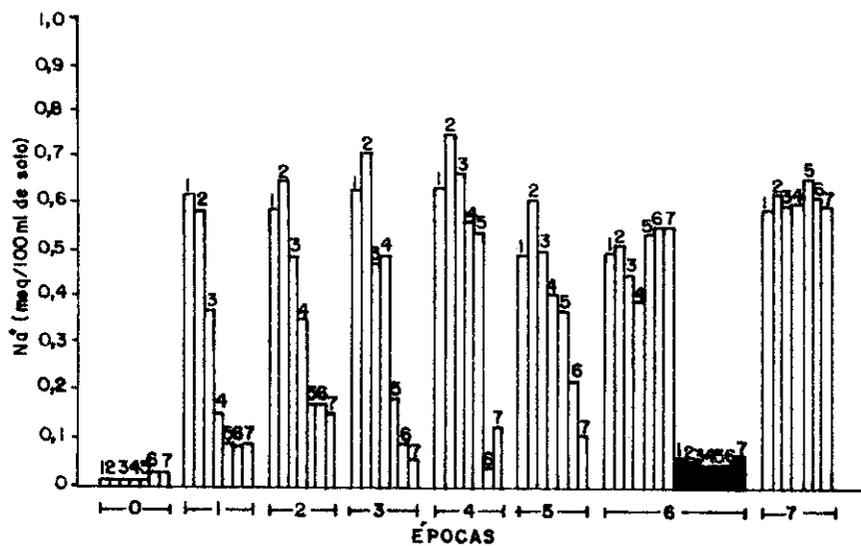
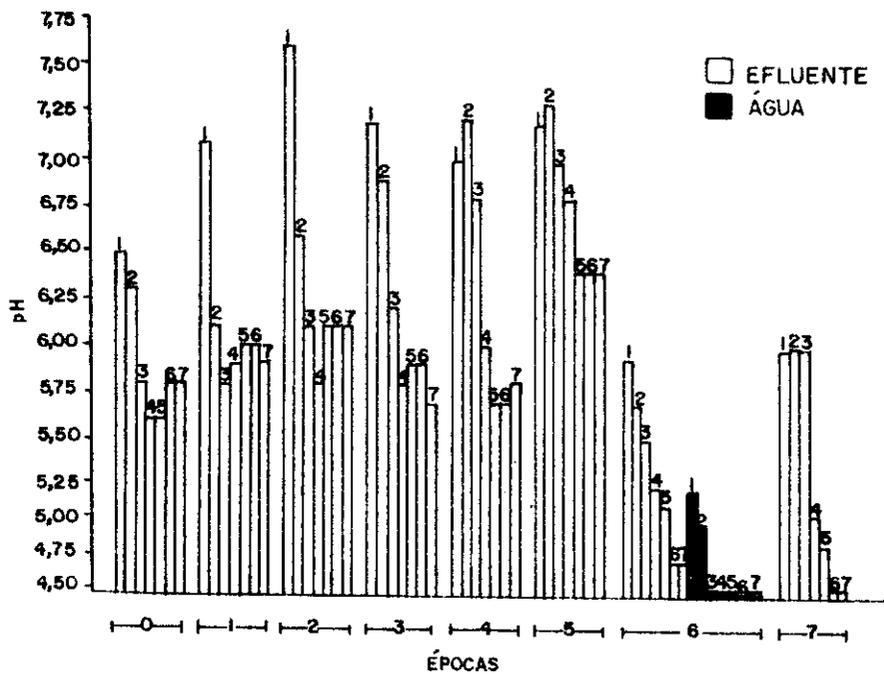


FIGURA 04 - VALORES DE pH E SÓDIO DO SOLO EM FUNÇÃO DAS ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO EFLUENTE E DAS PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NO SOLO.

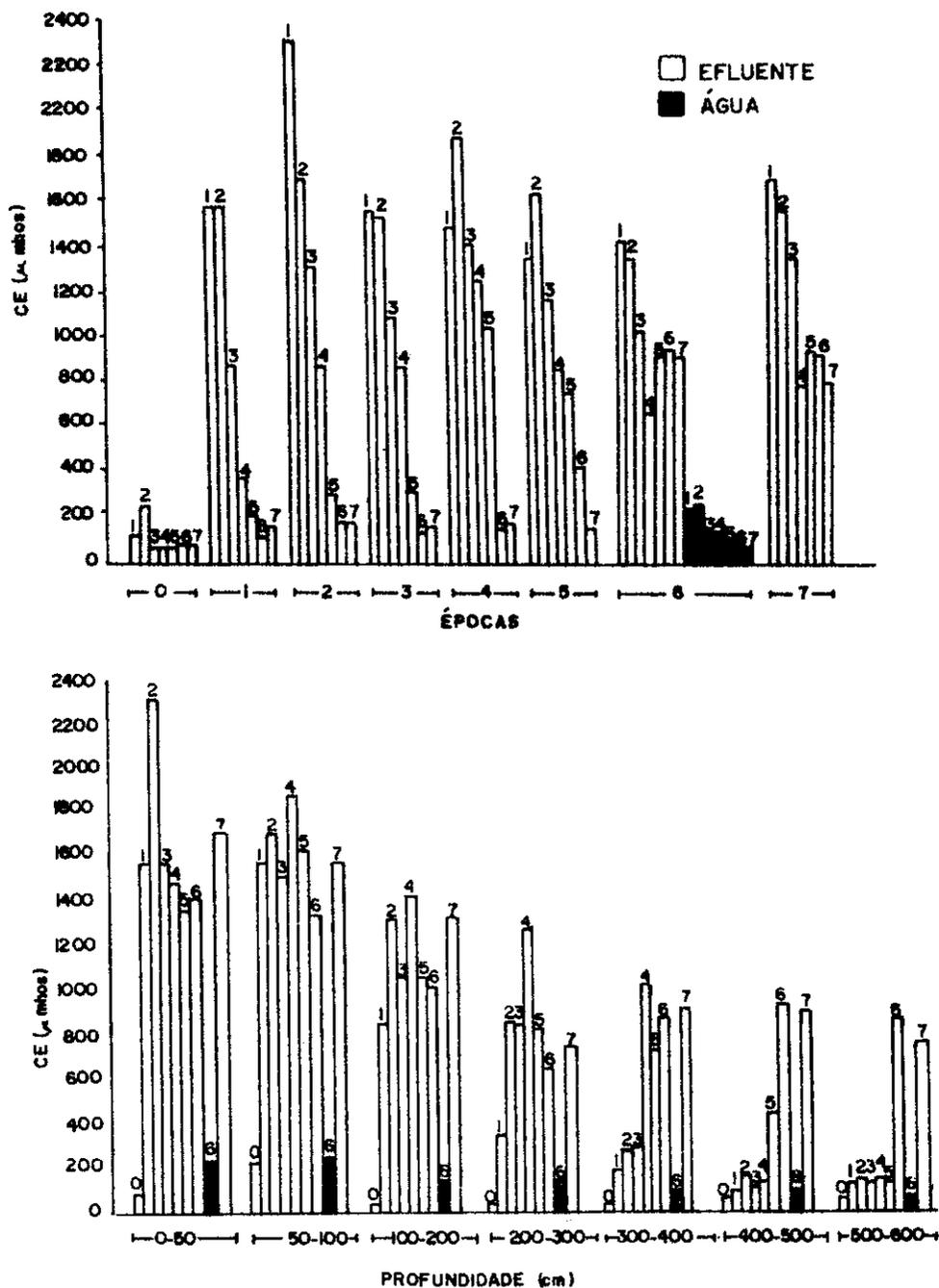


FIGURA 05-VALORES DA CONDUT. ELÉTRICA DO EXTRATO DE SATURAÇÃO EM FUNÇÃO DAS ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DO EFLUENTE E DAS PROFUNDIDADES AMOSTRADAS NO SOLO.

atingiram níveis próximos aos máximos observados nas amostras seguintes. Com isso, pode-se dizer que, no início das aplicações do efluente, os horizontes superficiais do solo atingem a saturação em sais de Na e Cl e com a continuidade das aplicações, o mesmo vai ocorrendo em camadas mais profundas. Nos tratamentos testemunha houveram poucas alterações na composição do extrato de saturação e dos teores de sódio no solo.

A razão dos valores da C.E. acompanharem as variações do Na e Cl, está na maior contribuição desses sais na C.E. que outros sais lixiviáveis, por estarem em maior proporção no efluente. Os teores de Ca, Mg e K não se relacionaram à aplicação do efluente de celulose.

O pH do solo aumentou para valores acima de 7,0 nas primeiras profundidades e variou pouco em profundidades maiores com relação ao pH inicial do solo. Esses aumentos já eram esperados em função do pH do efluente e devido a aplicação de corretivos no solo. No entanto, o pH não foi um parâmetro adequado para avaliar a infiltração do efluente no solo devido as diferenças nas velocidades de infiltração e variações na capacidade tamponante do solo.

Em todas as épocas amostradas, os valores de argila natural aumentaram consideravelmente até 100cm de profundidade (Quadro 05) e permaneceram em níveis semelhantes aos originais do solo nas profundidades maiores. Os níveis de sódio e o pH contribuíram para a dispersão da argila. No tratamento testemunha também houve aumento expressivo dos níveis de argila natural do solo. A dispersão da argila e a sua movimentação no perfil, contribuiu para aumentar o adensamento do solo na sub-superfície quando prevaleceu as condições de floculação de argila. Contudo a dispersão da argila pode ter sido favorecida, principalmente na testemunha, pelas aplicações dos corretivos do solo os quais promovem condições de dispersão nas primeiras camadas do solo (JUCKSCH, 1986).

Quadro 05- Valores de argila natural (%) dos materiais de solo em função da profundidade do solo, nas diferentes épocas amostradas, em comparação aos valores originais do solo.

PROUNDIDA- DE	CILINDROS COM EFLUENTE							TEST.	VALORES ORIGIN. DO SOLO
	ÉPOCAS								
	01	02	03	04	05	06	07	06	
0-50	8.0	11.0	12.0	10.0	10.0	13.0	11.0	18.0	2.0
50-100	19.0	20.0	23.0	22.0	18.0	24.0	21.0	18.0	10.0
100-200	1.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	17.0	0.6	0.4
200-300	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4
300-400	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	0.1	0.5
400-500	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	0.1	0.4
500-600	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.9	0.5	0.4

## ESTUDO DO PERCOLADO

As características do percolado (Quadro 06) em várias profundidades, indicam que o solo reteve a maior quantidade dos elementos existentes no efluente. As análises de cor indicam a grande capacidade depurativa do solo, diminuindo os riscos de contaminação do lençol freático com percolado escuro. Aos 120 dias a cor do percolado mantinha-se a mesma dos 80 dias de ensaio.

Quanto à qualidade do percolado analisado pelo SAR e classe de água para irrigação, não houve problemas quanto aos teores de sódio (classe S1) mas pode haver aumentos da C.E. da água. Contudo em nenhuma profundidade a qualidade do percolado seria limitante, nas condições do presente ensaio. Não se sabe no entanto, se o solo retém de forma eficiente compostos orgânicos solúveis

Quadro 06- Características do percolado de efluente de celulose, coletado aos 80 dias de ensaio, comparado as características do efluente e da água.

CARACTERÍSTICAS	EFLU.	ÁGUA	PROFUNDIDADE				UNIDADES
			2m	3m	4m	6m	
pH	6,9	6.5	7.7	6.9	7.4	8.1	-
Cor	1913	50	25	23	25	30	mg/l Pt
Cond. Elétrica	2578	120	1290	77	130	571	µmhos/cm
Cálcio	4.6	0.1	9.1	0.2	0.7	2.8	meq/l Ca
Magnésio	0.3	0.1	0.7	0.1	0.1	0.8	meq/l Mg
Sódio	19.8	0.8	1.7	0.3	0.6	2.4	meq/l Na
Cloretos	18.6	0.7	1.2	2.1	2.5	0.8	meq/l Cl
D Q O	354.0	5.6	48.1	11.1	7.4	11.1	meq/l DQO
S A R*	12.7	2.6	0.8	0.8	0.9	1.7	meq/l
Classe **	C4S3	C1S1	C3S1	C1S1	C1S1	C2S1	-

\*SAR= Razão de adsorção de sódio

\*\*Classificação da água para irrigação, segundo o "U.S.Salinity Laboratory Staff" (1).

## MOVIMENTAÇÃO DO EFLUENTE NO PERFIL DO SOLO

Para avaliar a profundidade atingida pelo efluente no solo foram utilizadas as análises de sódio, cloretos, condutividade elétrica e características do percolado. Dessa forma, o efluente atingiu 200 cm de profundidade na época 01; 300 cm nas épocas 02 e 03; 400 cm nas épocas 04 e 05 e os 600 cm a partir da época 06.

As variações das características do solo fora do cilindro de aplicação não permitiram considerar movimentação lateral do efluente além de 20 cm de distância dos cilindros. Houve, por-

tanto, movimento vertical descendente preferencial do efluente ou os sais de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  foram retidos a pequenas distâncias laterais no perfil.

## **RELAÇÃO ENTRE APLICAÇÃO DO EFLUENTE E MANEJO DOS SOLOS**

A composição do efluente da indústria de celulose, com altos teores de sódio e cloro e elevada Condutividade Elétrica, que refletiram em aumentos expressivos desses parâmetros no solo, indicam o seu potencial salinizante, obrigando a uma disposição no solo com bastante critério. Isso é muito importante caso seja de interesse manter vegetação permanente na área. Seria então necessário adicionar corretivos ao solo para diminuir a proporção relativa do sódio no complexo coloidal. Além disso, manter a condutividade elétrica em níveis baixos, através de aplicações periódicas de água não salina, ou introduzir plantas resistentes a alta salinidade.

Os testes indicaram a necessidade de revolvimentos periódicos do solo e aplicações intermitentes do efluente, como forma de manter a infiltração em níveis aceitáveis. Além disso, seria necessário aplicações prévias de elementos flocculantes no solo, como o cálcio, magnésio e ferro, para diminuir os efeitos do sódio na dispersão das argilas.

Mesmo considerando os efeitos do efluente no solo e os manejos necessários, vale frisar que a capacidade do solo em resistir a fatores exógenos não é ilimitada e a falta de um método adequado de disposição do efluente ao solo pode provocar alterações no mesmo que comprometam a viabilidade da técnica.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos nas investigações para este trabalho permitiram concluir que a aplicação do efluente da indústria de celulose no solo é um método tecnicamente viável para descarte do efluente, sendo marcante a capacidade do solo em reduzir a cor do efluente. Contudo, as alterações ocorridas, indicam a necessidade de se aplicar à área de disposição manejos adequados à diminuição da salinidade, diminuição dos teores de sódio e recuperação da capacidade de infiltração do solo, principalmente se for manter vegetação na área.

Para aplicação em grande escala, o sucesso do empreendimento fica na dependência de:

- Manter-se a taxa de infiltração mínima de 10 mm/h em escala de campo;
- Ocorrer a remoção eficiente de compostos solúveis que comprometam a qualidade da água.

## BIBLIOGRAFIA

- 1- ALLISON, L.E. Diagnóstico y Rehabilitacion de suelos salinos e sódicos. México, Ed. Limusa, 1974. 172p.
- 2- CAMARGO, O. A. de; VALADARES, J.M.A. da S.; GERALDI, R.N. Características químicas e físicas do solo que recebeu vinhaça por longo tempo. Campinas, IAC, 1983. 30 p. (Boletim Técnico nº 76)
- 3- COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO. Sistema de disposição final de efluentes do Sitel sobre o solo - Critérios de projetos e primeiros resultados. In: 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Santa Catarina, 1983. 59 p.
- 4- COPENER/SOLUM, Levantamento semidetalhado de solos e seleção de áreas para disposição de efluentes líquidos-Fazenda Araticum. Entre Rios, Ba. COPENER, 1988 (s.n.p.)
- 5- EMBRAPA- Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro - SNLCS, 1979 (s.n.p.).
- 6- GLÓRIA, N.A. da e ORLANDO FILHO, J. - Aplicação da Vinhaça como fertilizante. Piracicaba, Planalsucar/I.A.A., 1983. 38 p. (Bol. Téc. nº 1).
- 7- HANSEN, E. A.; DAWSON, D. H. e TOLSTED, D. N., Irrigation of intensivel y cultured plantations with papel mill effluent. Tappi, 63: (11) 139-43, 1980.
- 8- JUCKSCH, Ivo. Calagem e dispersão de argila em amostra de um latossolo vermelho-escuro. Viçosa, UFV. 1986. 37 p. (Tese M.S.).