

Modelagem computacional aplicada à dinâmica da água e solutos no solo

Jarbas Honorio de Miranda

Professor Associado

Departamento de Ciências Exatas

ESALQ/USP

e-mail: jhmirand@esalq.usp.br





Tópicos a serem abordados

1: Modelagem

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

1: Modelagem

Prof. Jarbas Honorio de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br



Diversas Aplicações: Cultivos,
Animais, etc...

Simulação de crescimento,
produtividade, análise de decisão,
programação linear, conforto
animal...



1: Modelagem

Ganhos de peso (“campeões de produtividade”)



74ª Expozebu – Uberaba-MG (22/04 a 11/05)
Movimentação de R\$68.491.000,00
(US\$ 41,585,306.61)
Campeã: Poetisa ED Arrojo TE = R\$ 1.820.000,00
(80%) (US\$ 1,105,039.46)
Ano Passado (Athena 5 SR) = R\$ 2.128.000,00
(US\$ 1,292,046.14)



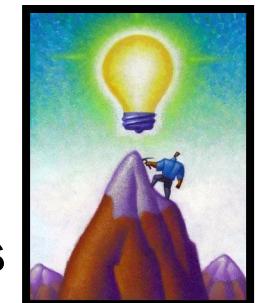
AMBIENTE = variáveis relacionadas

1: Modelagem

AMBIENTE = variáveis relacionadas



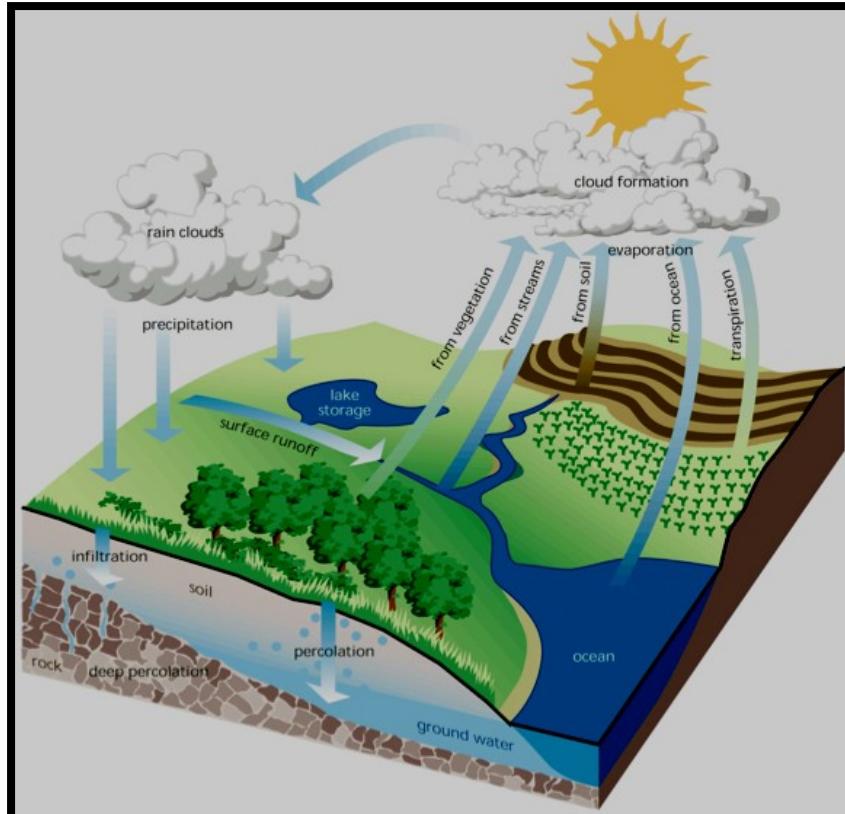
1: Modelagem



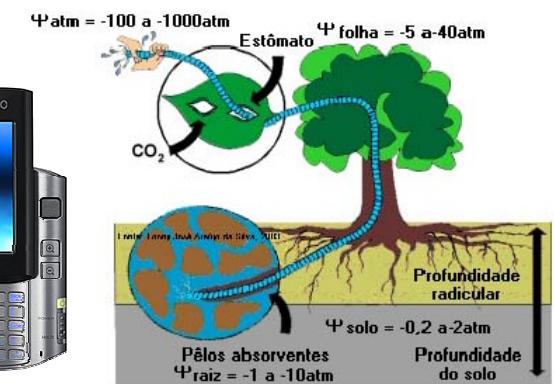
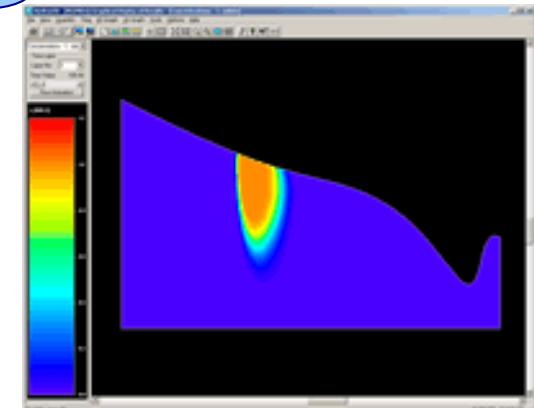
Aspectos Ambientais + Econômicos

1: Modelagem

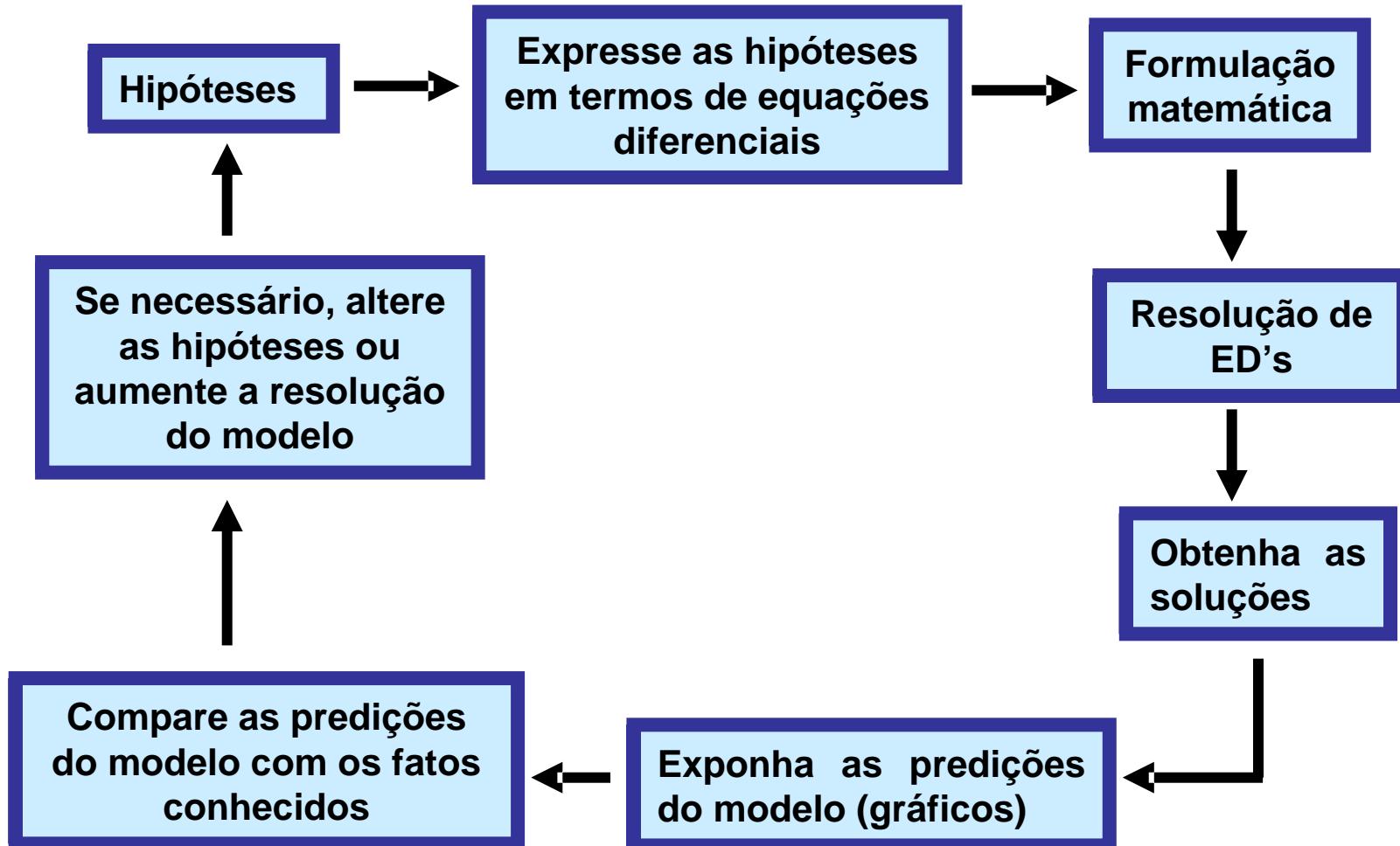
Prof. Jarbas Honorio de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br



**Modelos
Matemáticos**



1: Modelagem



1: Modelagem

Aplicações Práticas:

A observação mostra que a taxa de variação da pressão atmosférica com a altura h é proporcional à pressão. Supondo que a pressão a 6000 metros é metade do seu valor P_0 ao nível do mar, encontrar a equação para pressão em qualquer altitude.



$$\frac{dP}{dh} = K \cdot P$$

$$h = 0 \text{ m } P(0) = 760 \text{ mmHg}$$

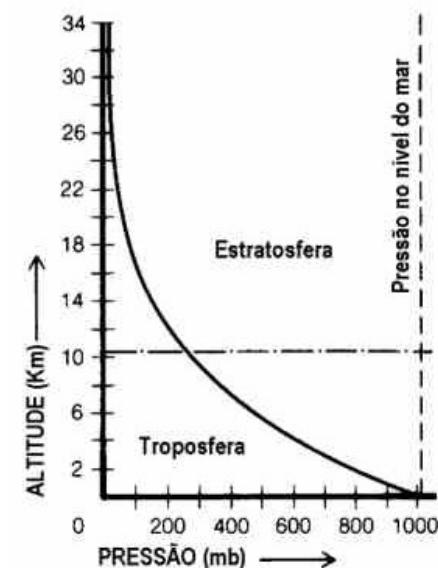
$$P = 760 \cdot e^{k \cdot h}$$

$$\int \frac{dP}{P} = K \cdot \int dh$$

$$h = 6.000 \text{ m } P(6000) = 380 \text{ mmHg}$$

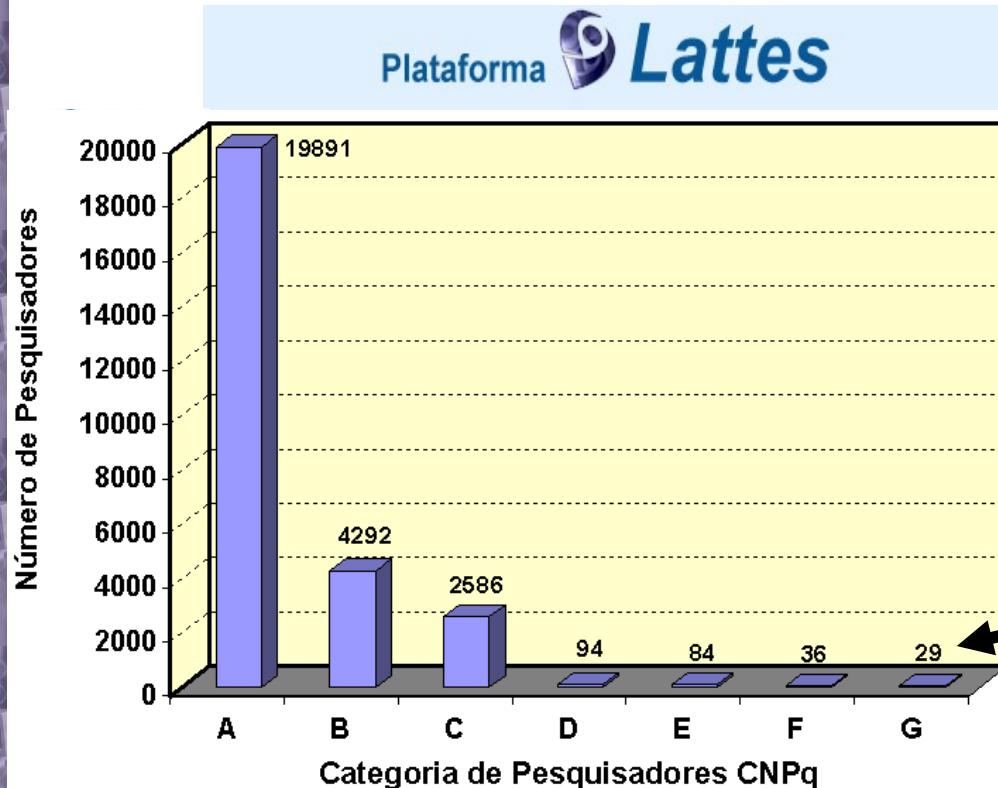
$$P = c \cdot e^{k \cdot h}$$

$$P = 760 \cdot e^{-1,1552 \cdot 10^{-4} \cdot h}$$



1: Modelagem

Pesquisadores - Modelagem



Categoria (Palavra-Chave)

- A Modelagem
- B Modelagem computacional
- C Modelagem computacional and simulação
- D Modelagem and água and solutos
- E Modelagem computacional and irrigação and drenagem
- F Modelagem computacional and água and solutos
- G Modelagem computacional and água and solutos and solo

0,14%

Demetrius David da Silva (UFV), Durval Dourado Neto
(ESALQ/USP), João Carlos Ferreira Borges Júnior (UFRPE)



Tópicos

1: Modelagem

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

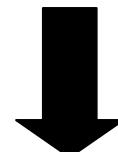
5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem



Objeto de Interesse

O transporte simultâneo de
água e de solutos (íons)
em condições de fluxo
saturado e não saturado



Soluto



Plantio
(econômicas)



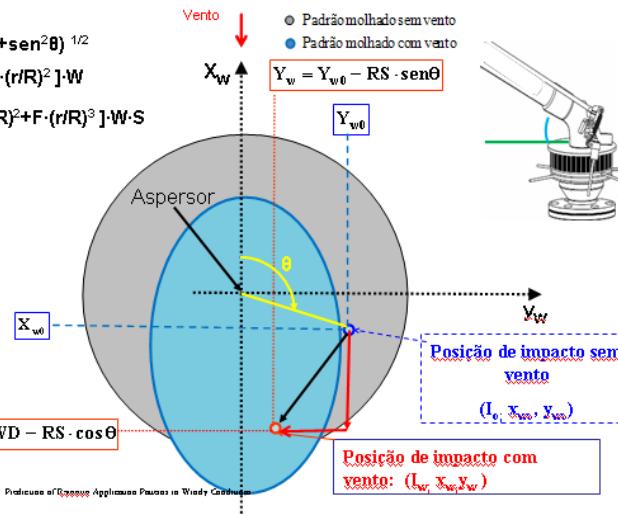
Ambientais

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

Richards & Weatherhead (1993)

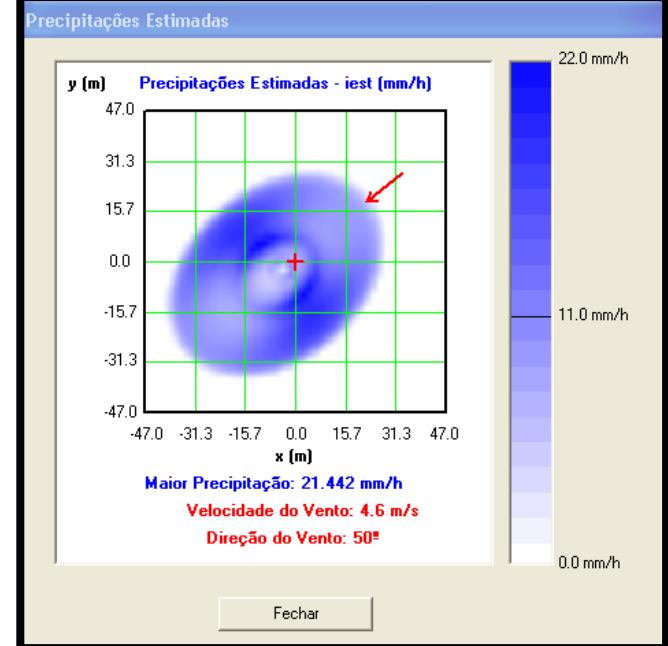
$$\begin{aligned} \text{S} &= (\sin^2\theta \cdot \cos^2\theta + \sin^2\theta)^{1/2} \\ \text{WD} &= [A + B \cdot (r/R) + C \cdot (r/R)^2] \cdot W \\ \text{RS} &= [D \cdot (r/R) + E \cdot (r/R)^2 + F \cdot (r/R)^3] \cdot W \cdot S \end{aligned}$$

$$I_w = \left(\frac{\partial X_w}{\partial X_{w0}} \cdot \frac{\partial Y_w}{\partial Y_{w0}} \right)$$



RICHARDS, P. J.; WEATHERHEAD, E. K. Predicting spray patterns from a moving nozzle. *Transactions of the ASAE*, v. 36, p. 281-291, 1993.

Modelo de Richards & Weatherhead, utilizado para simular a distribuição de água do aspersor com vento

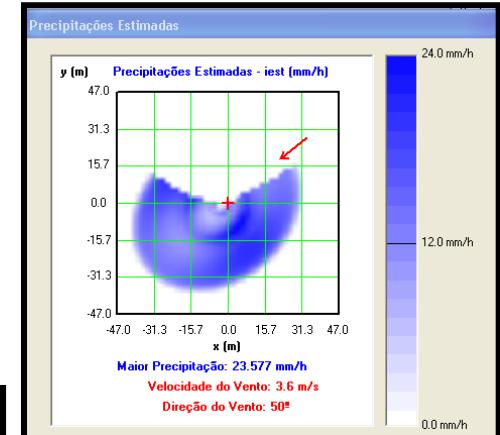
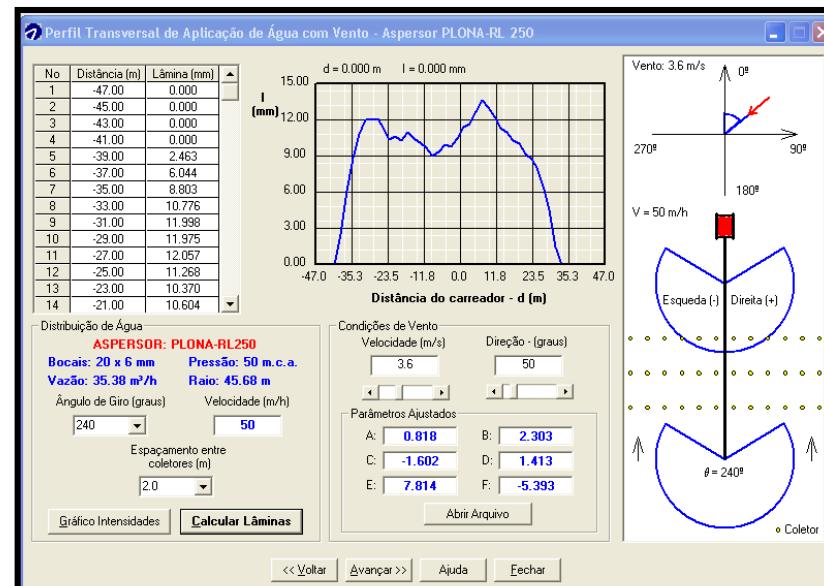
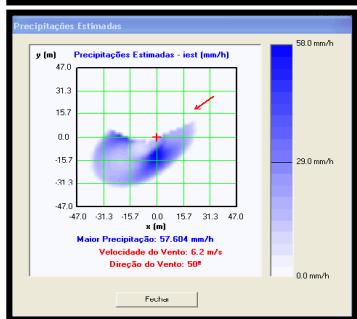
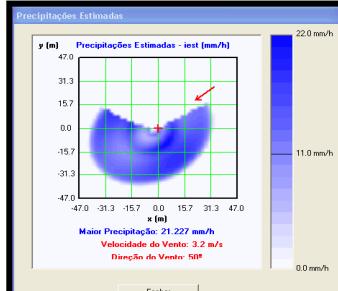
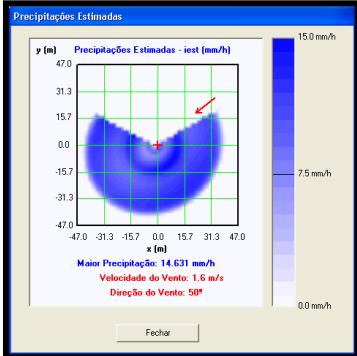


Simulasoft. - Aplicativo para simulação da distribuição de água de sistemas autopropelidos de irrigação (Prof. Dr. Alberto Colombo – UFLA acolombo@ufla.br)

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

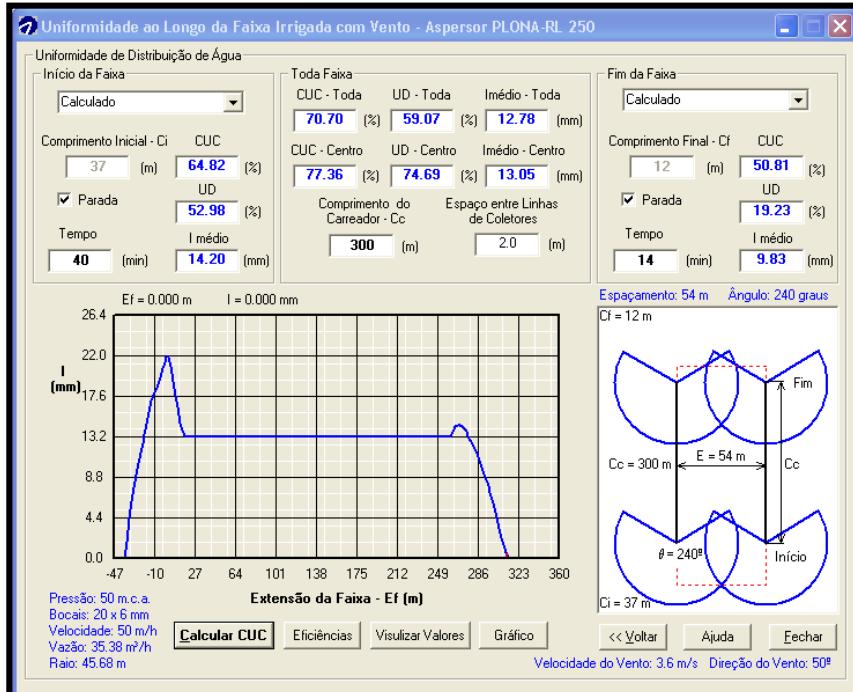
O Simulasoft permite simular os efeitos da velocidade e direção do vento sobre a distribuição espacial da água aplicada por um canhão hidráulico

(Prof. Dr. Alberto Colombo – UFLA
acolombo@ufla.br)

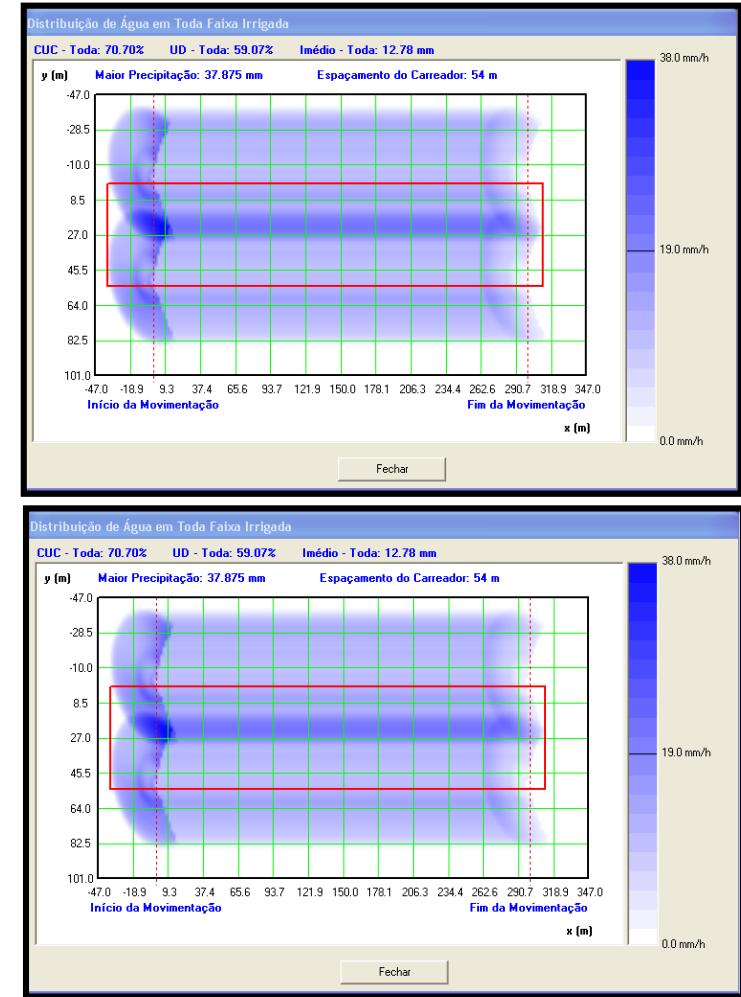


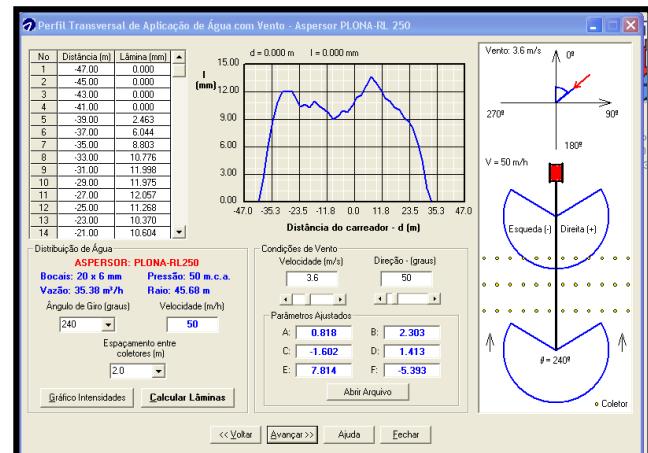
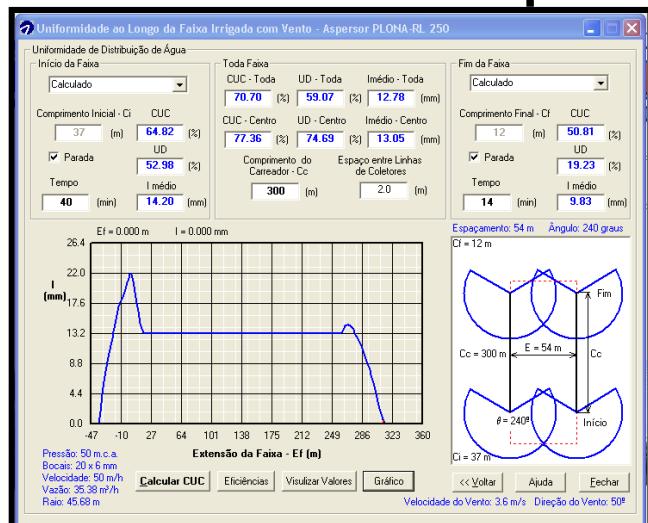
O Simulasoft simula o perfil transversal de aplicação de água de um autopropelido operando em condições de vento

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem



O Simulasoft calcula a distribuição de água entre dois carreadores em qualquer condição de vento





SIMULASOFT 4.0

Simulações Sem Vento | Simulações Com Vento | Ensaios Autopropelido | Ajustar Parâmetros - Vento | Ajuda

Universidade Federal de Lavras – UFLA
Departamento de Engenharia - DEG
Laboratório de Hidráulica

PLONA Equipamentos
Indústria de Componentes
Mecânicos LTDA.

Rua Roberto Bernet
CEP: 81.280 - 370
Fone: (41) 3373-1919
Curitiba-PR

SIMULASOFT

"Aplicativo para Simulação da Distribuição de Água em Sistemas Autopropelidos de Irrigação".

Versão 4.0

Giuliani do Prado
giulianip@bol.com.br
Engenheiro Agrônomo

Alberto Colombo
acolombo@ufla.br
Engenheiro Agrônomo

Obs.: Configure em seu computador o ponto como separador de casas decimais.

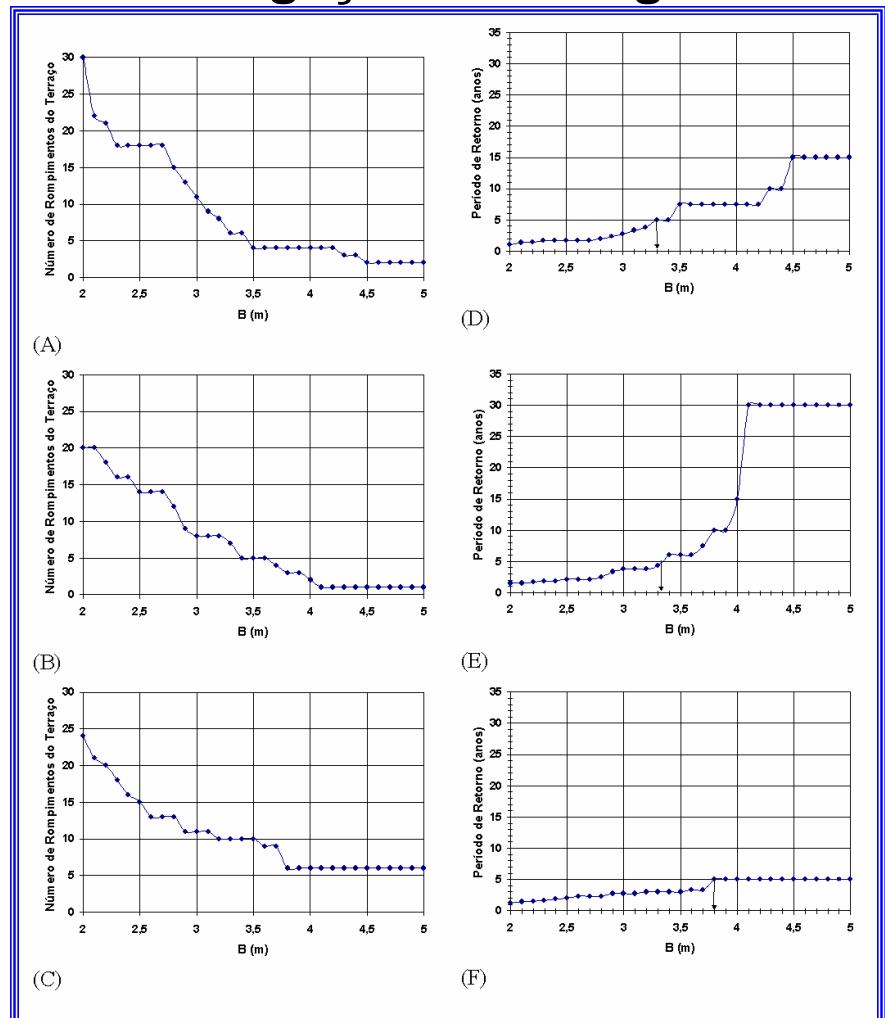
Simulasoft
(Prof. Dr. Alberto Colombo – UFLA)
acolombo@ufla.br

Modelo TERRRADIM (MIRANDA et al., 2004)

The screenshot displays two windows of the TERRRADIM software:

- Dimensionamento de Terraços:** This window shows a screenshot of a terraced field with dimensions B (width) and L (length). It includes input fields for B (3), L (300), H (0.5), and A (1 ha). Below these are calculated values: VIB (50 mm/h), CN2 (75), and Chuva (mm) (3.5109) and e (mm) (0.0032). A results table lists dates from January 1 to January 23, 1970, with corresponding CN values ranging from 75 to 57.
- Determinação do Escoamento Superficial:** This window allows selecting a municipality (Aracatuba, Piracicaba, Natividade). It lists months for soil preparation (January to December) and provides results for CN1 (57), CN2 (75), and CN3 (88). A "Calcule" button is present, and a message at the bottom says "Aguarde, os dados estão sendo gravados..." (Please wait, data is being saved...).

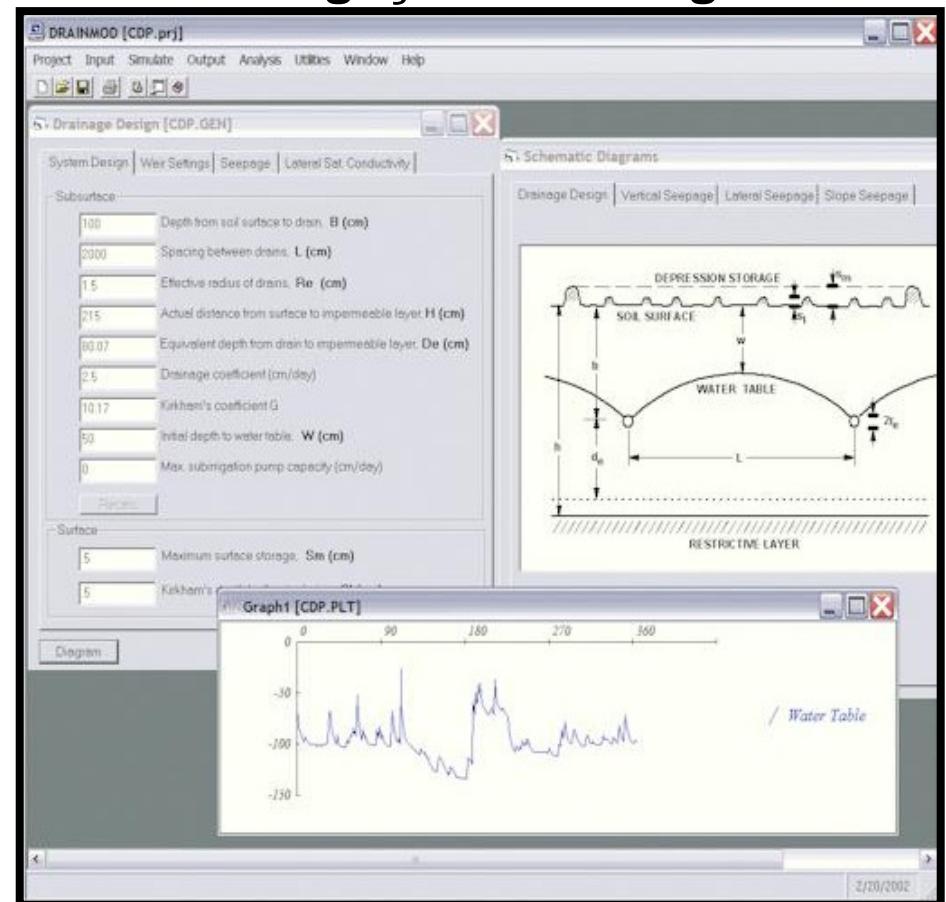
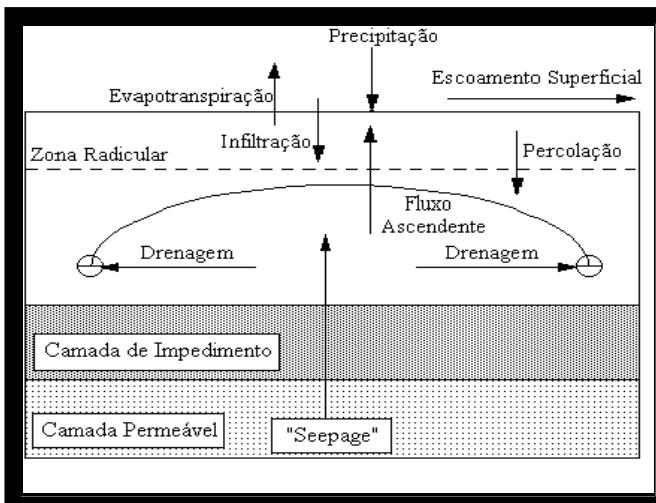
2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem



2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

Modelos de Drenagem

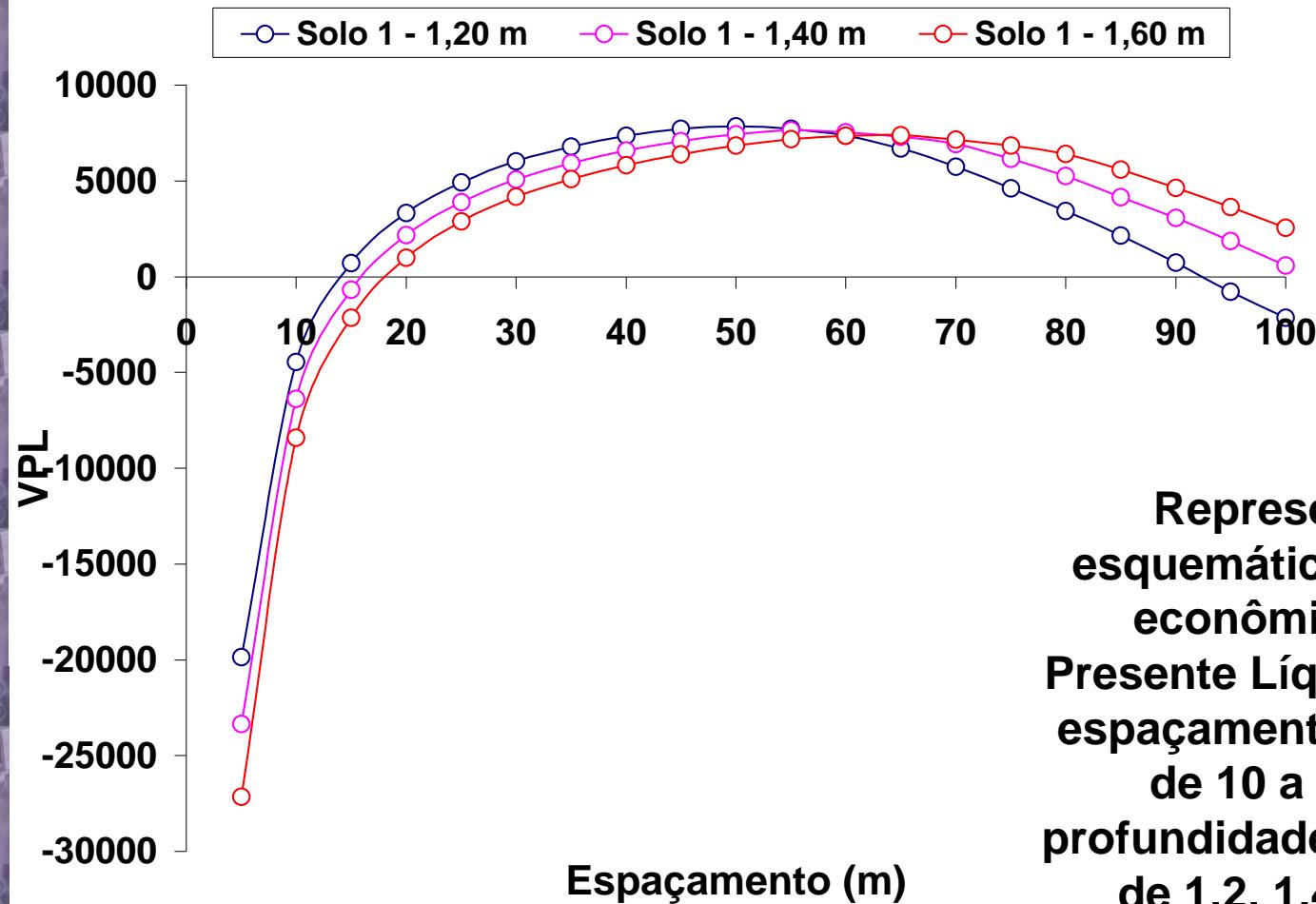
- DRAINMOD (Skaggs, 1981)
- SIMDRENO (Duarte, 1996)
- SISDRENA (Miranda, 1997)



http://www.bae.ncsu.edu/soil_water/drainmod/index.htm

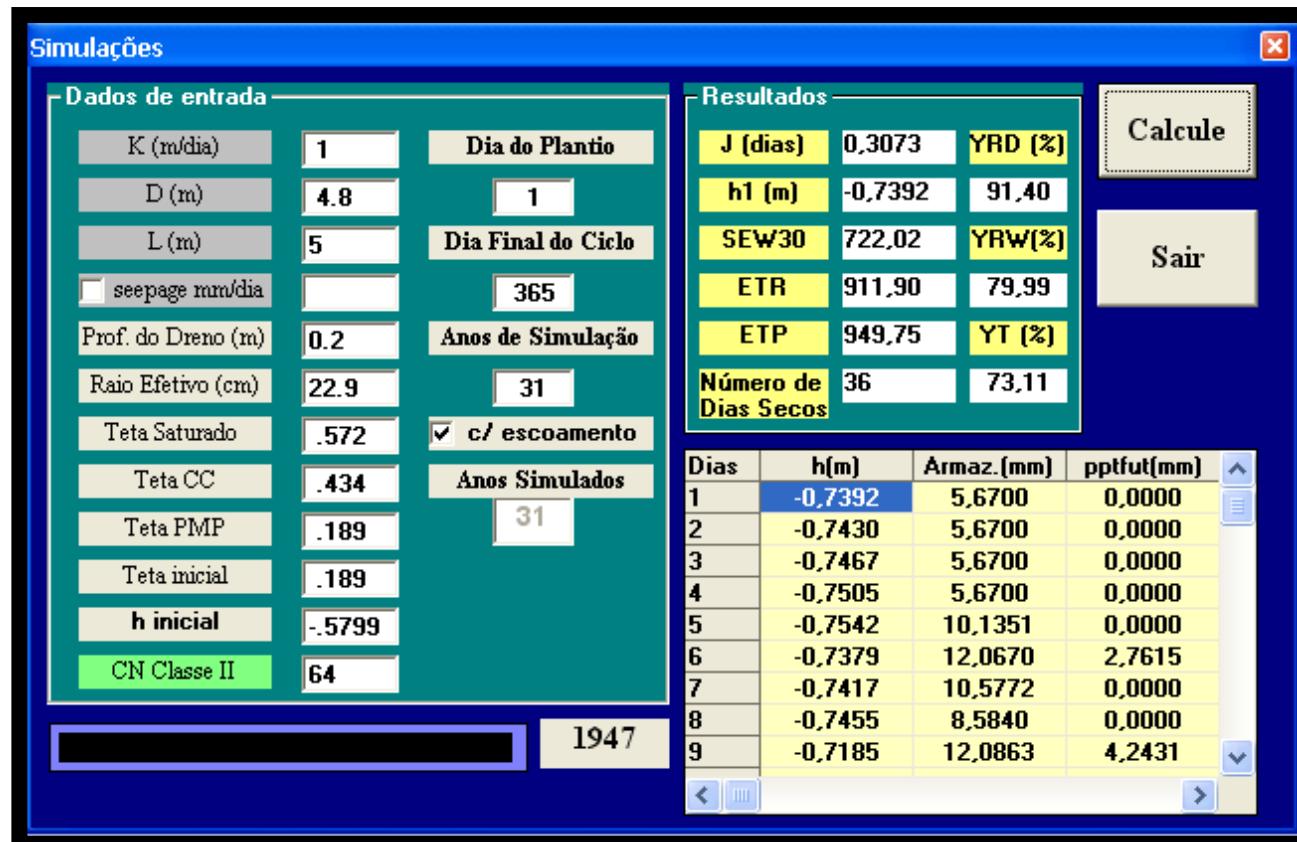
http://www.bae.ncsu.edu/soil_water/drainmod/dmreport.htm

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

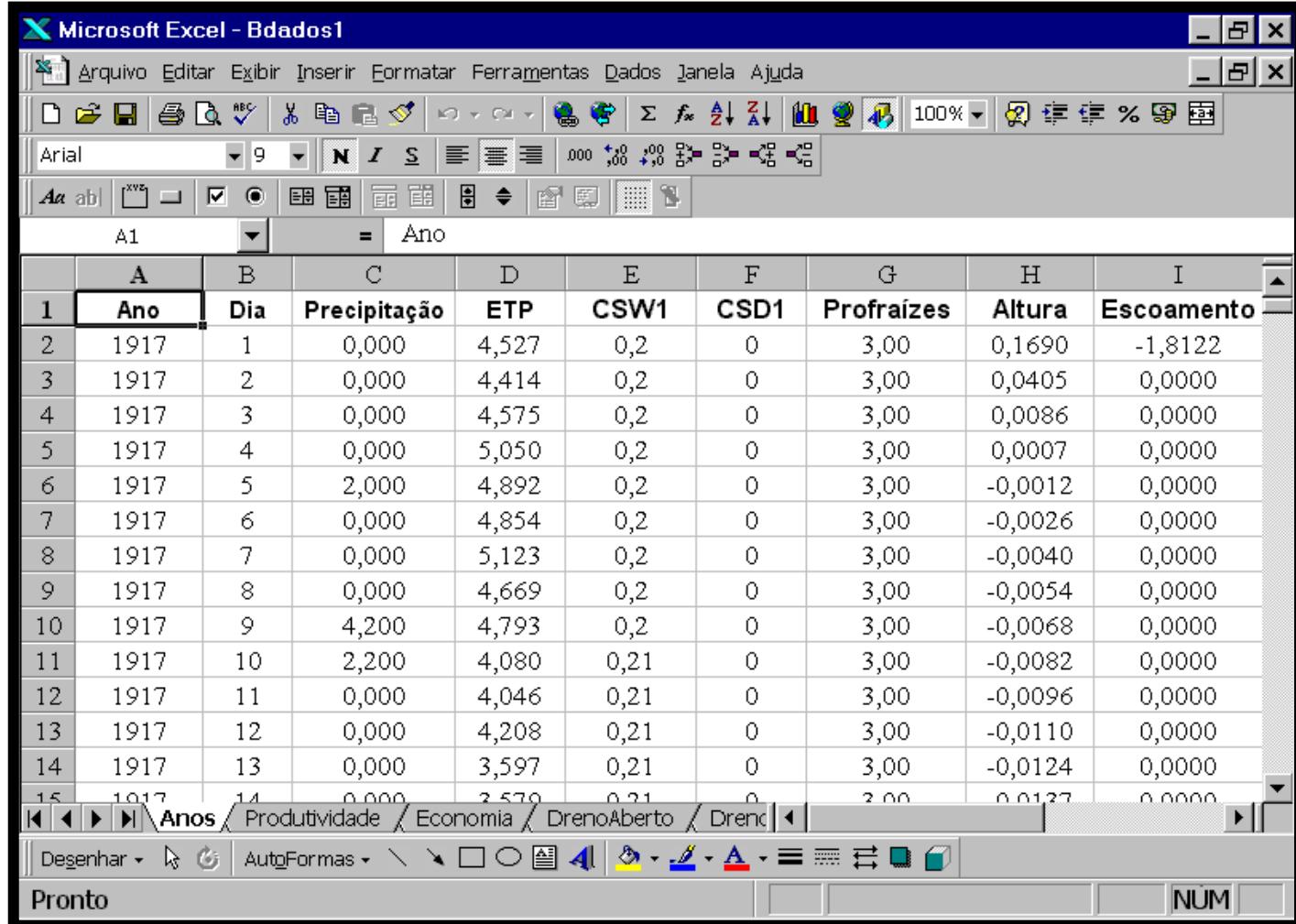


Representação
esquemática do índice
econômico Valor
Presente Líquido para os
espaçamentos variando
de 10 a 100 m e
profundidade dos drenos
de 1,2, 1,4 e 1,6 m.

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

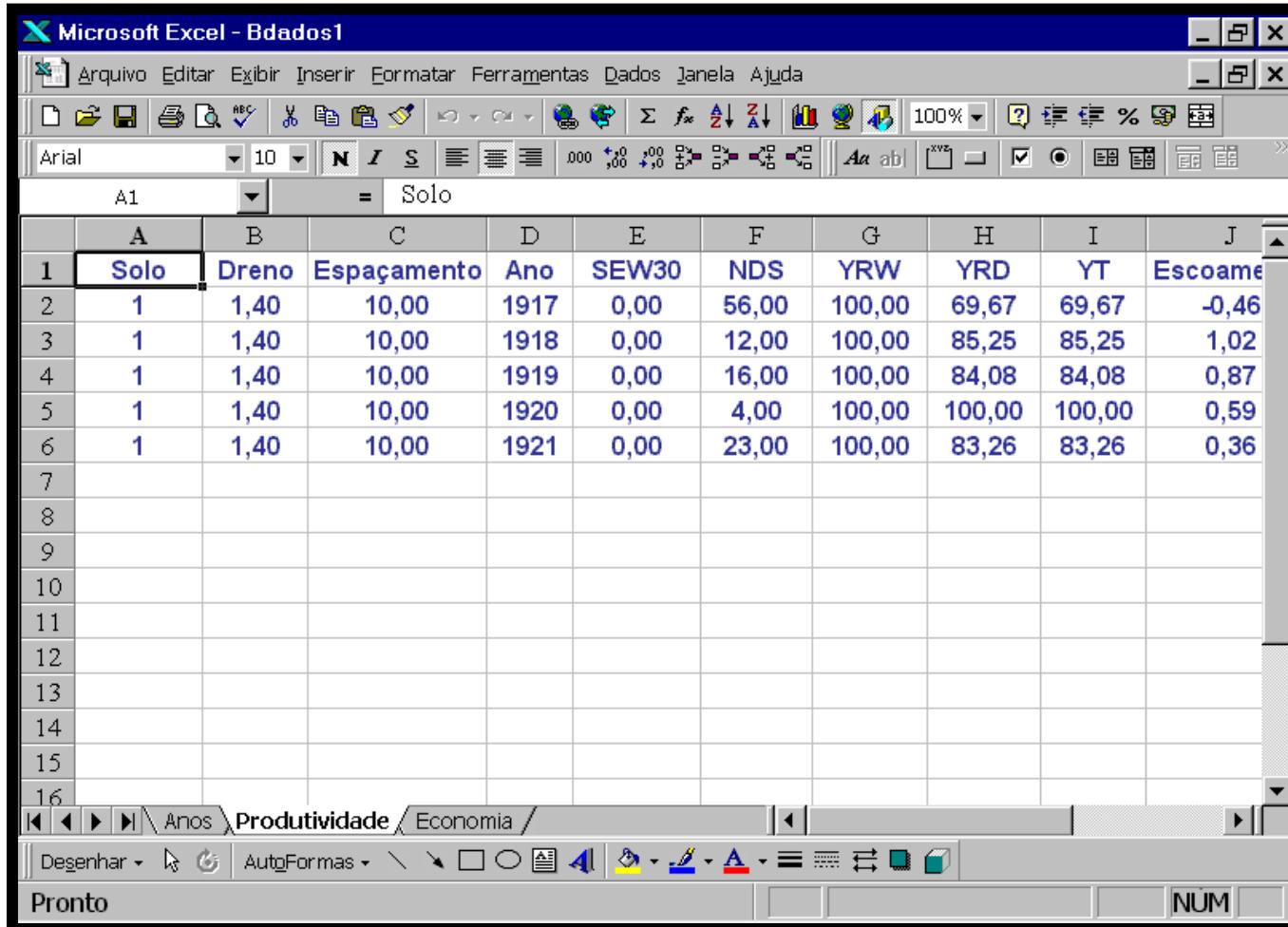


2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ano	Dia	Precipitação	ETP	CSW1	CSD1	Profraízes	Altura	Escoamento
2	1917	1	0,000	4,527	0,2	0	3,00	0,1690	-1,8122
3	1917	2	0,000	4,414	0,2	0	3,00	0,0405	0,0000
4	1917	3	0,000	4,575	0,2	0	3,00	0,0086	0,0000
5	1917	4	0,000	5,050	0,2	0	3,00	0,0007	0,0000
6	1917	5	2,000	4,892	0,2	0	3,00	-0,0012	0,0000
7	1917	6	0,000	4,854	0,2	0	3,00	-0,0026	0,0000
8	1917	7	0,000	5,123	0,2	0	3,00	-0,0040	0,0000
9	1917	8	0,000	4,669	0,2	0	3,00	-0,0054	0,0000
10	1917	9	4,200	4,793	0,2	0	3,00	-0,0068	0,0000
11	1917	10	2,200	4,080	0,21	0	3,00	-0,0082	0,0000
12	1917	11	0,000	4,046	0,21	0	3,00	-0,0096	0,0000
13	1917	12	0,000	4,208	0,21	0	3,00	-0,0110	0,0000
14	1917	13	0,000	3,597	0,21	0	3,00	-0,0124	0,0000
15	1917	14	0,000	3,579	0,21	0	3,00	0,0137	0,0000

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Microsoft Excel - Bdados1". The data is organized in a table with columns labeled A through J. Column A contains row numbers from 1 to 16. Column B contains the value "Solo" for all rows. Columns C through J contain various numerical values. The table includes headers such as "Dreno", "Espaçamento", "Ano", "SEW30", "NDS", "YRW", "YRD", "YT", and "Escoame". The bottom of the screen shows the ribbon tabs "Produtividade" and "Economia".

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Solo	Dreno	Espaçamento	Ano	SEW30	NDS	YRW	YRD	YT	Escoame
2	1	1,40	10,00	1917	0,00	56,00	100,00	69,67	69,67	-0,46
3	1	1,40	10,00	1918	0,00	12,00	100,00	85,25	85,25	1,02
4	1	1,40	10,00	1919	0,00	16,00	100,00	84,08	84,08	0,87
5	1	1,40	10,00	1920	0,00	4,00	100,00	100,00	100,00	0,59
6	1	1,40	10,00	1921	0,00	23,00	100,00	83,26	83,26	0,36
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

Análise Econômica

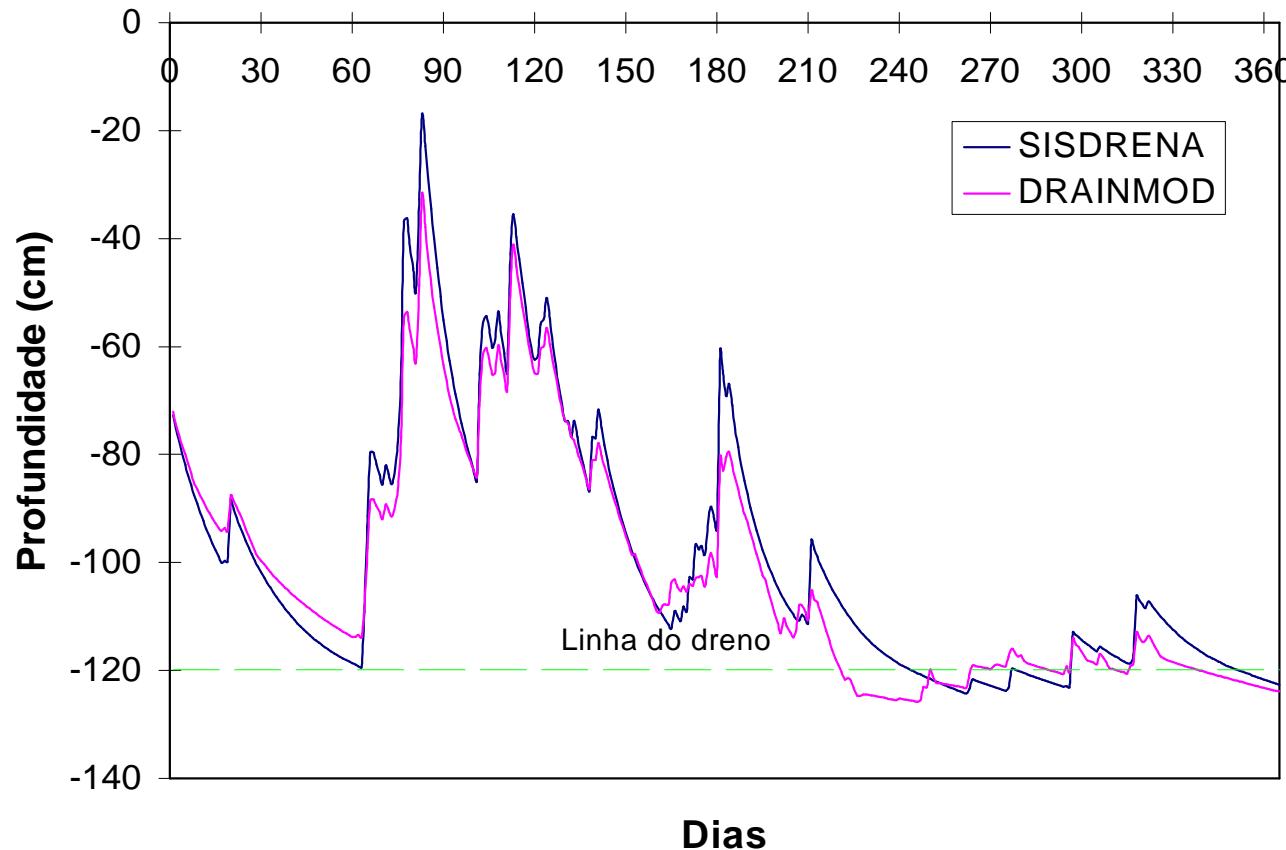
Arquivo Dreno Fechado Dreno Aberto Sair

Dados Econômicos		Dados da Cultura																																																																									
Vida útil do Projeto (anos)	25	Produção Potencial Máxima (sacos/ha)	200																																																																								
Taxa de Juros Anual (%)	12	Preço de Venda do Saco (R\$/saco)	20.06																																																																								
P.Venda terra boa (R\$/ha)	5217.	Custo de Produção da Cultura (R\$/ha)	1300.3																																																																								
P.Venda terra ruim (R\$/ha)	2296.																																																																										
Dados de Drenagem		Dreno Aberto																																																																									
Custo do metro de dreno instalado (R\$/m)	5	b (cm)	40																																																																								
Custo do Saneamento (R\$/ha)	300	Custo da abertura de valeta(R\$/m ³)	1.3																																																																								
		h (m)	1.4																																																																								
		Custo de arrendamento	322.9																																																																								
		λ	1.25																																																																								
		Área de Plantio (ha)	1																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>II</th> <th>Solo</th> <th>h (m)</th> <th>L (m)</th> <th>Talude</th> <th>YT (%)</th> <th>YTc (%)</th> <th>Renda</th> <th>VPL (R\$/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				II	Solo	h (m)	L (m)	Talude	YT (%)	YTc (%)	Renda	VPL (R\$/ha)	1									2									3									4									5									6									7								
II	Solo	h (m)	L (m)	Talude	YT (%)	YTc (%)	Renda	VPL (R\$/ha)																																																																			
1																																																																											
2																																																																											
3																																																																											
4																																																																											
5																																																																											
6																																																																											
7																																																																											



2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

Simulação do lençol freático pelo modelo SISDRENA



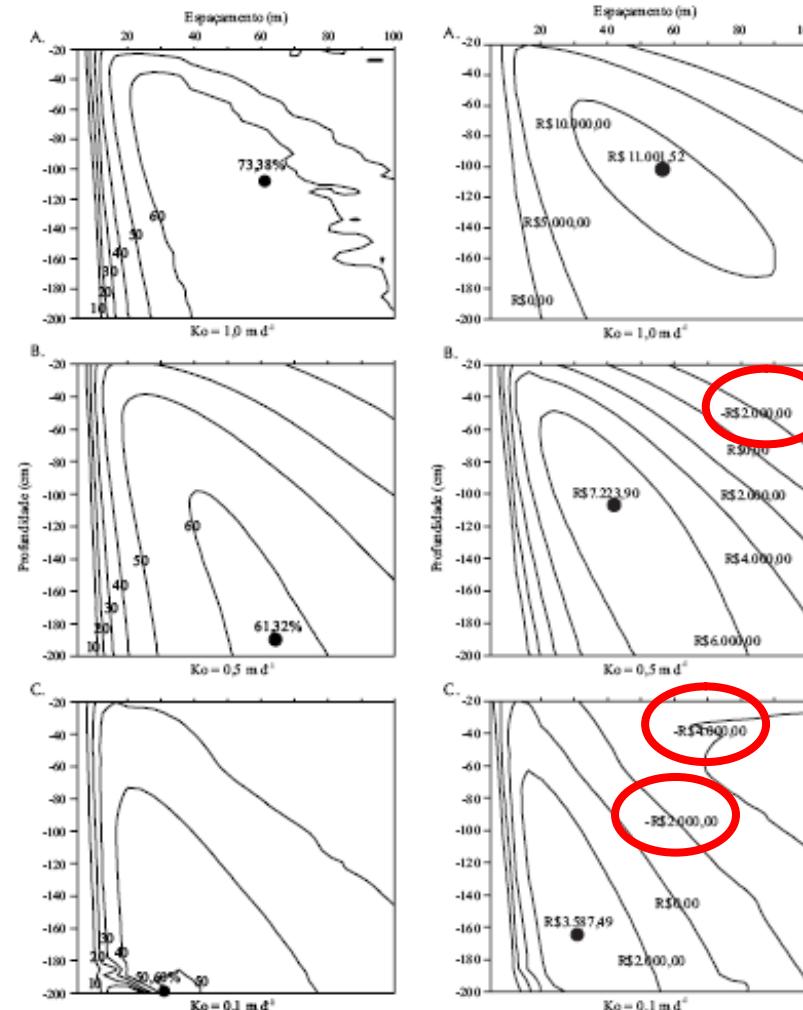


Figura 1. Isolinhas de mesma produtividade relativa corrigida (TWc, %), resultante das diferentes combinações entre profundidade e arreamento de drenagem, para os níveis 1 (A), 2 (B) e 3 (C).

R. Bras. Eng. Agric. Ambiental, v.10, n.3, p.535-540, 2006.

**Prof. Jarbas Honorio de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br**



Figura 2. Isolinhas de igual valor presente líquido (VPL), resultante das diferentes combinações entre profundidade e arreamento de drenagem, para os níveis 1 (A), 2 (B) e 3 (C).



Tópicos

1: Modelagem

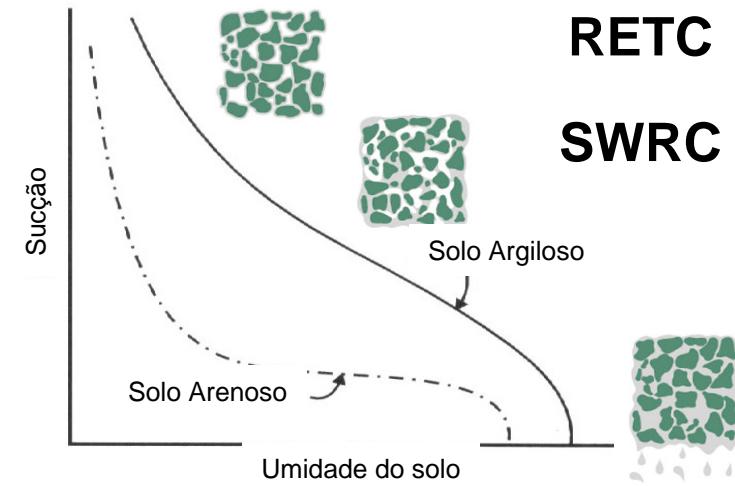
2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

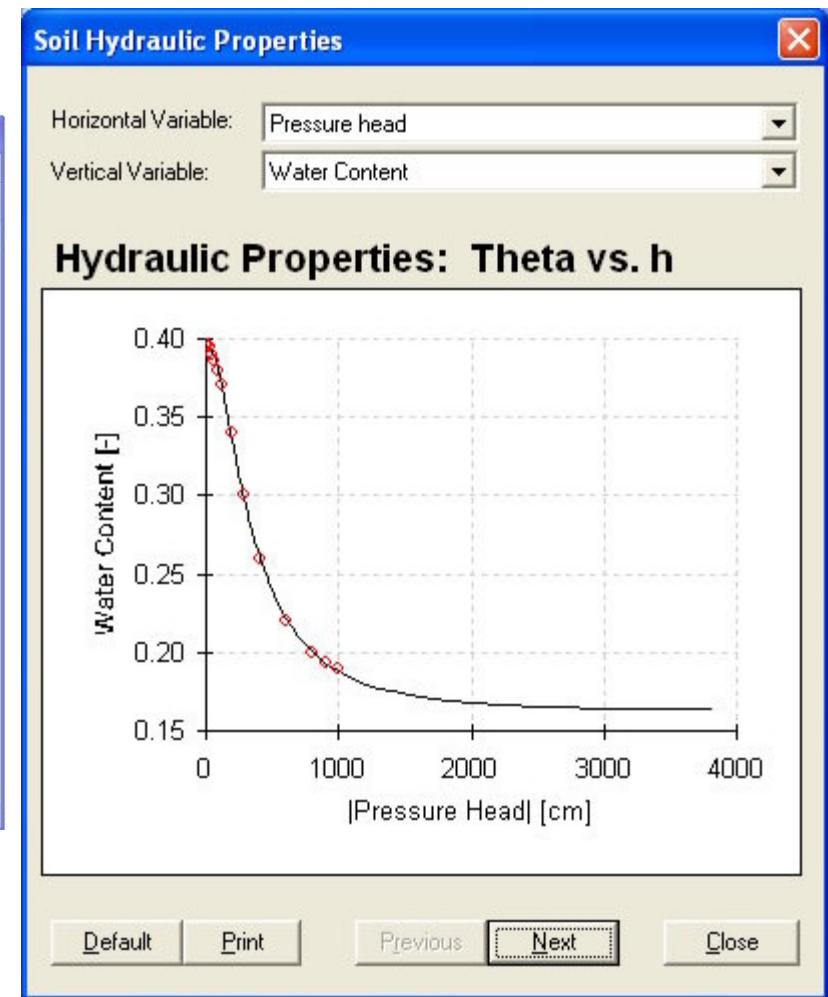
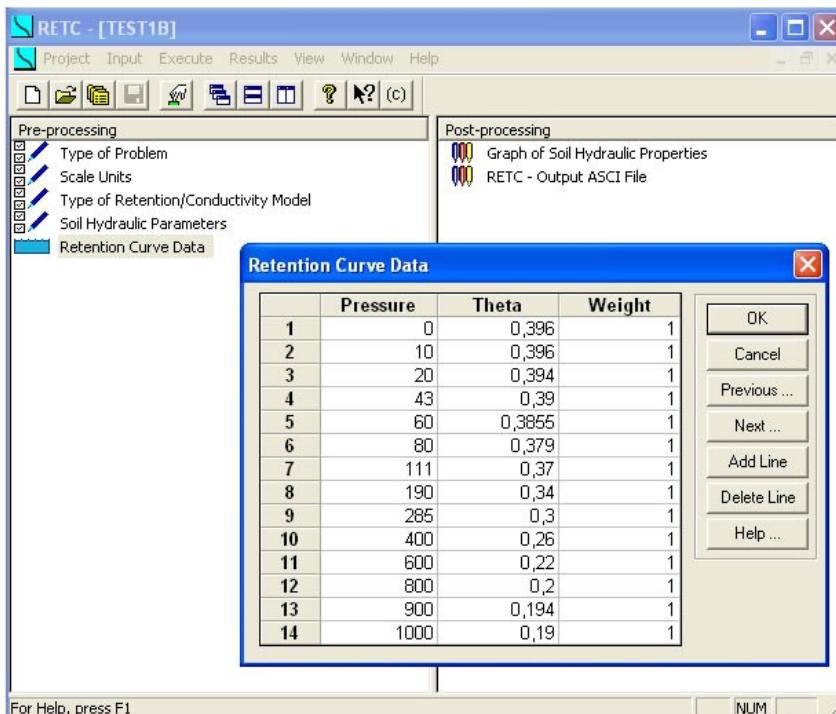
5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo



3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

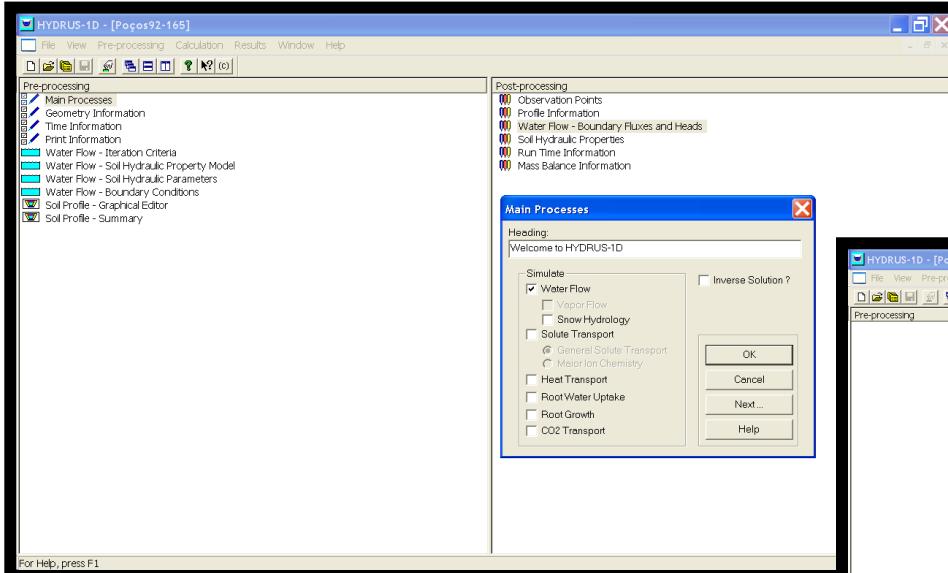
RETC (van Genuchten 1991)



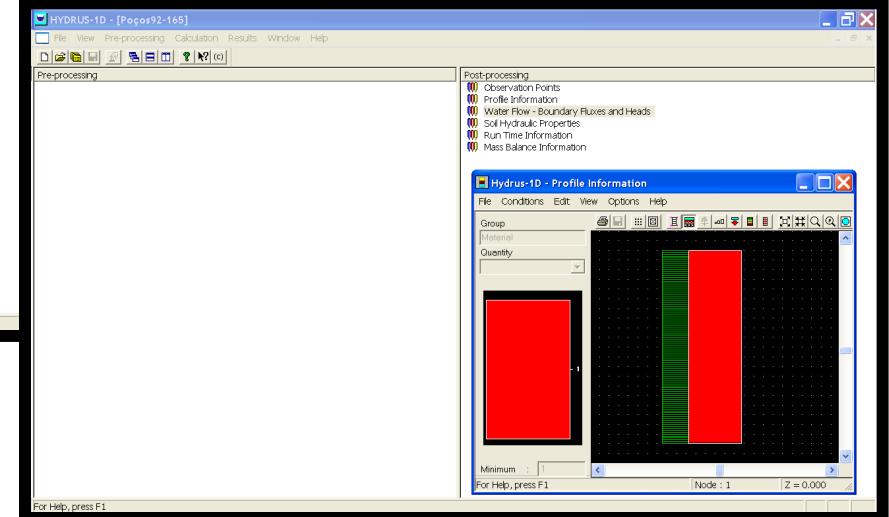
3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

Hydrus 1D e 2D (U.S. Salinity Laboratory, International Groundwater Modeling Center and PC-Progress)

Hydrus 1D – Entrada de Dados



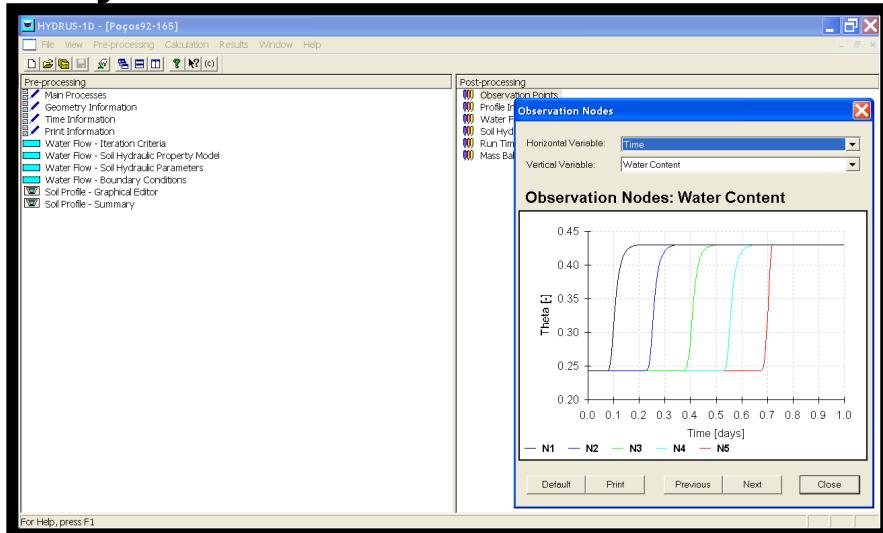
Hydrus 1D – Gráficos



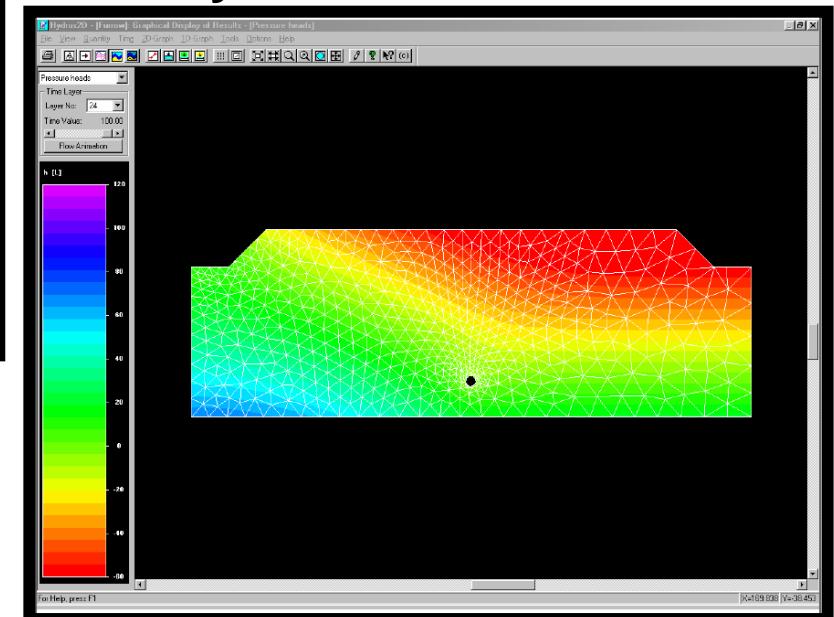
3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

Hydrus 1D e 2D (U.S. Salinity Laboratory, International Groundwater Modeling Center, and PC-Progress)

Hydrus 1D – Perfis de Umidade



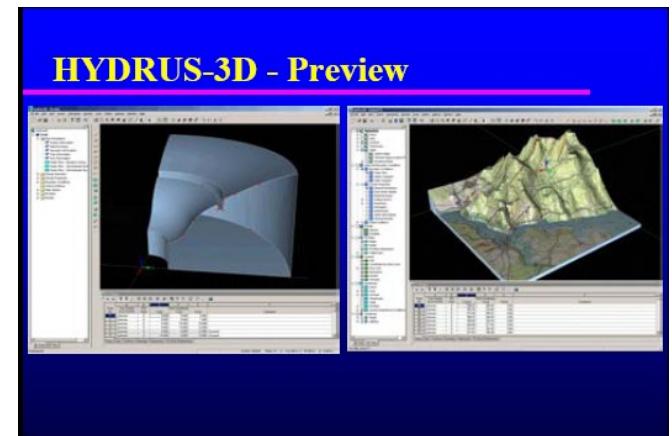
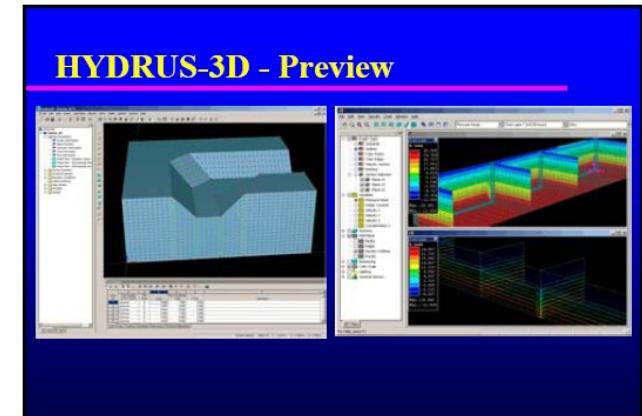
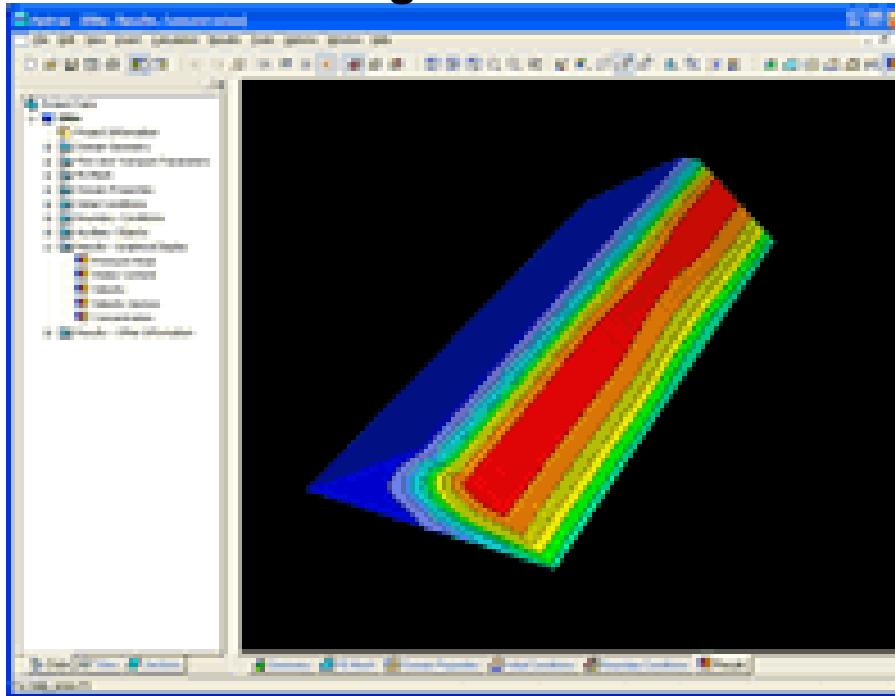
Hydrus 2D – Autocad



3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

Hydrus 3D (U.S. Salinity Laboratory, International Groundwater Modeling Center, and PC-Progress)

Rotating 3D model





3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo



Modelo MIDI

Simulação da dinâmica de solutos e água

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"

Autores:

Jarbas Honorio de Miranda
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br

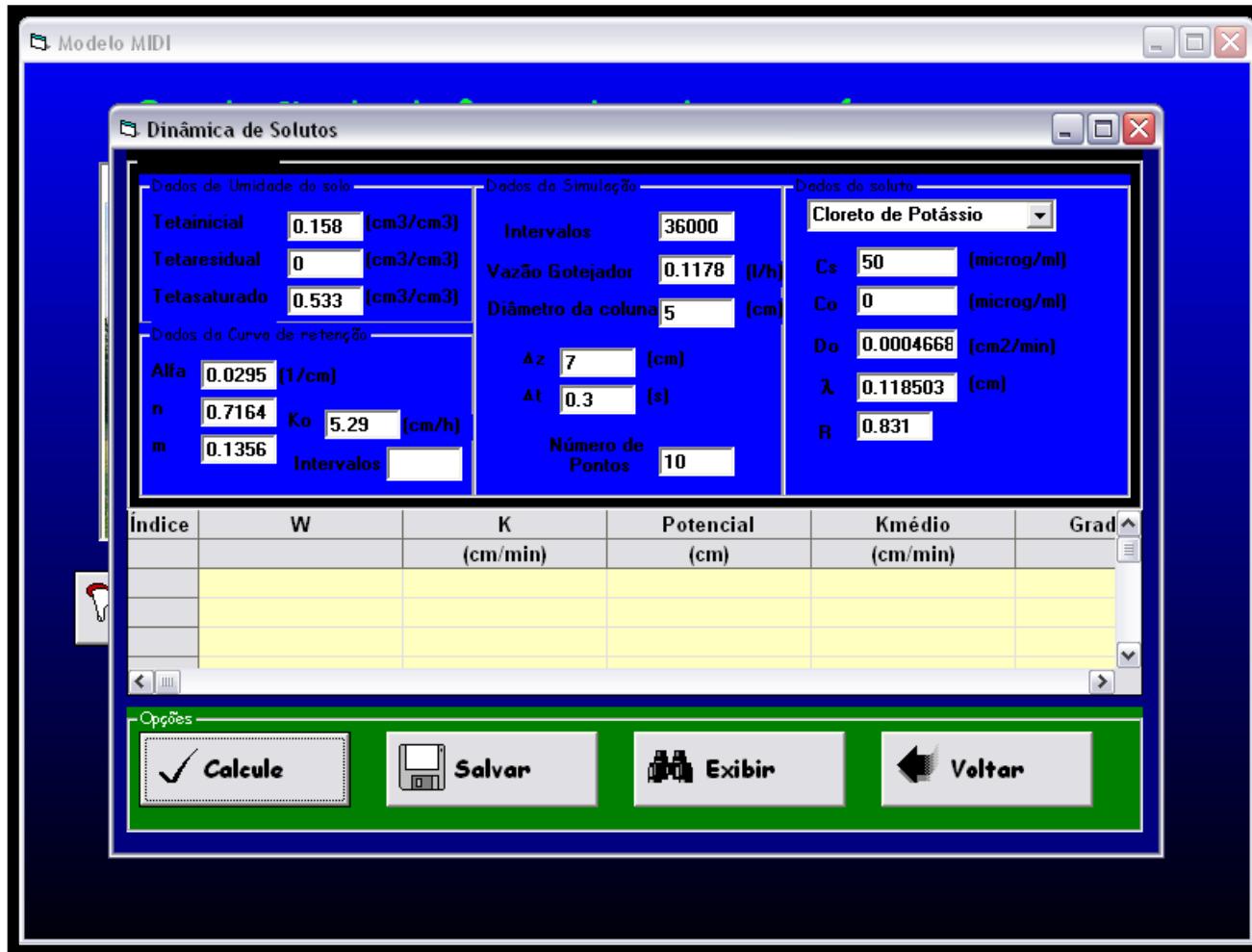
Sergio Nascimento Duarte
e-mail: snduarte@esalq.usp.br

Menu Principal

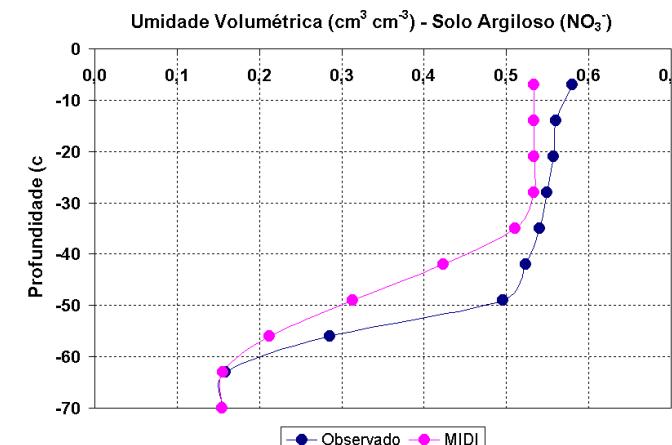
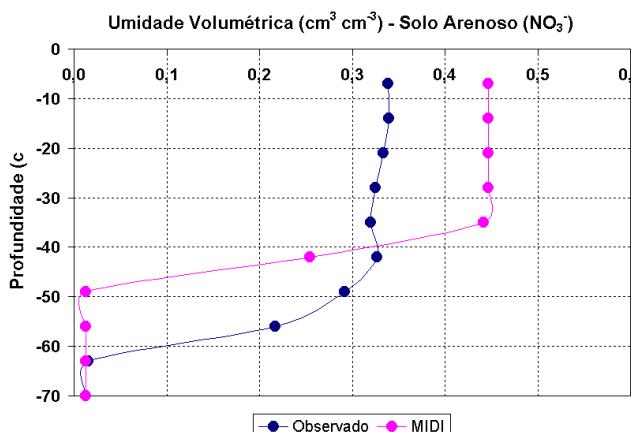
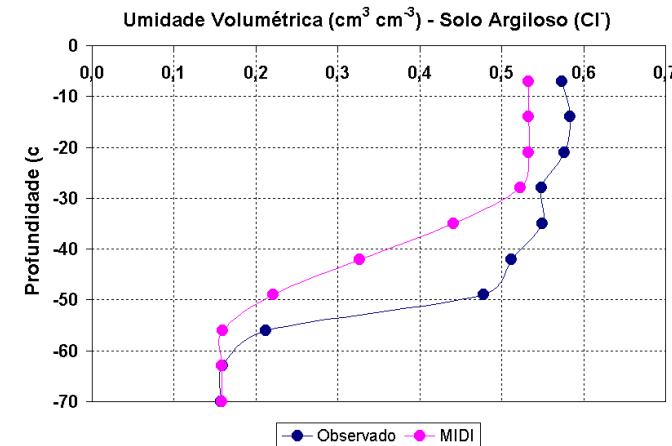
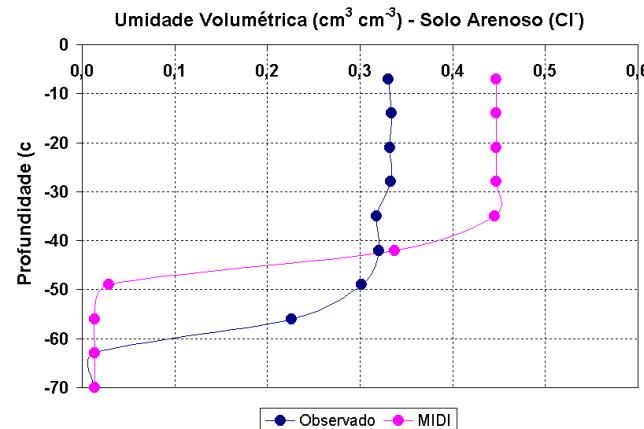
Informações

Sair

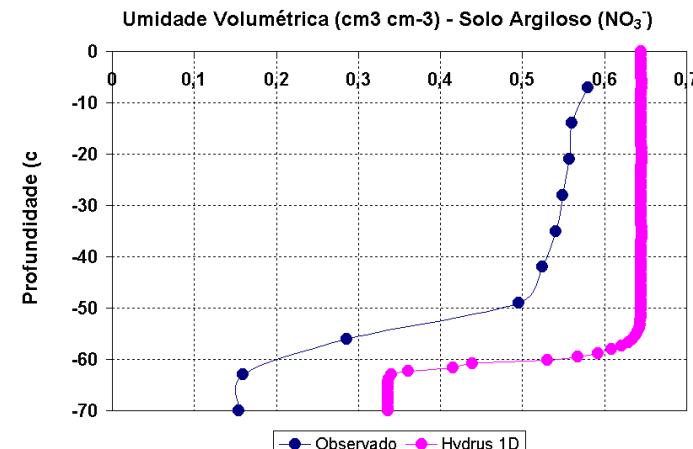
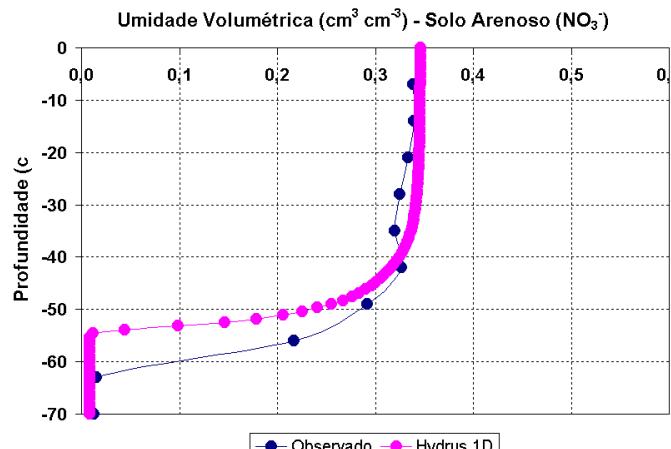
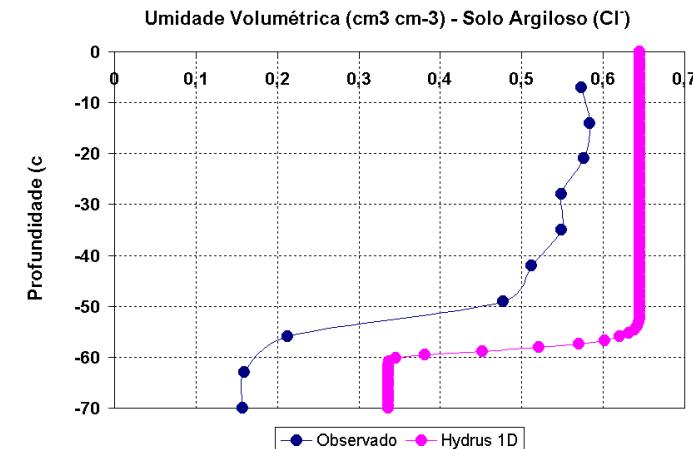
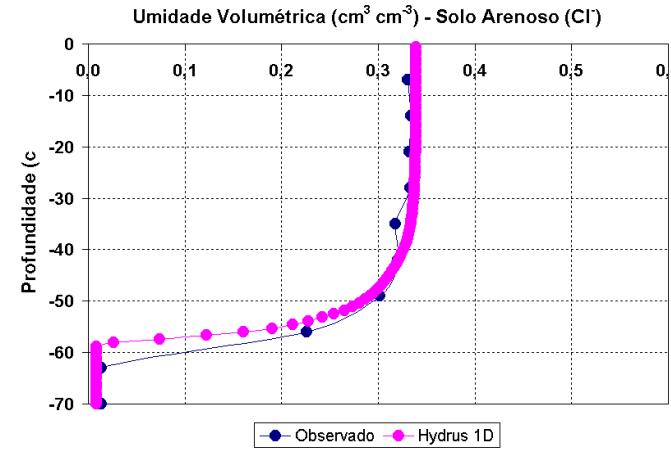
3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo



3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo



3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo





Tópicos

1: Modelagem

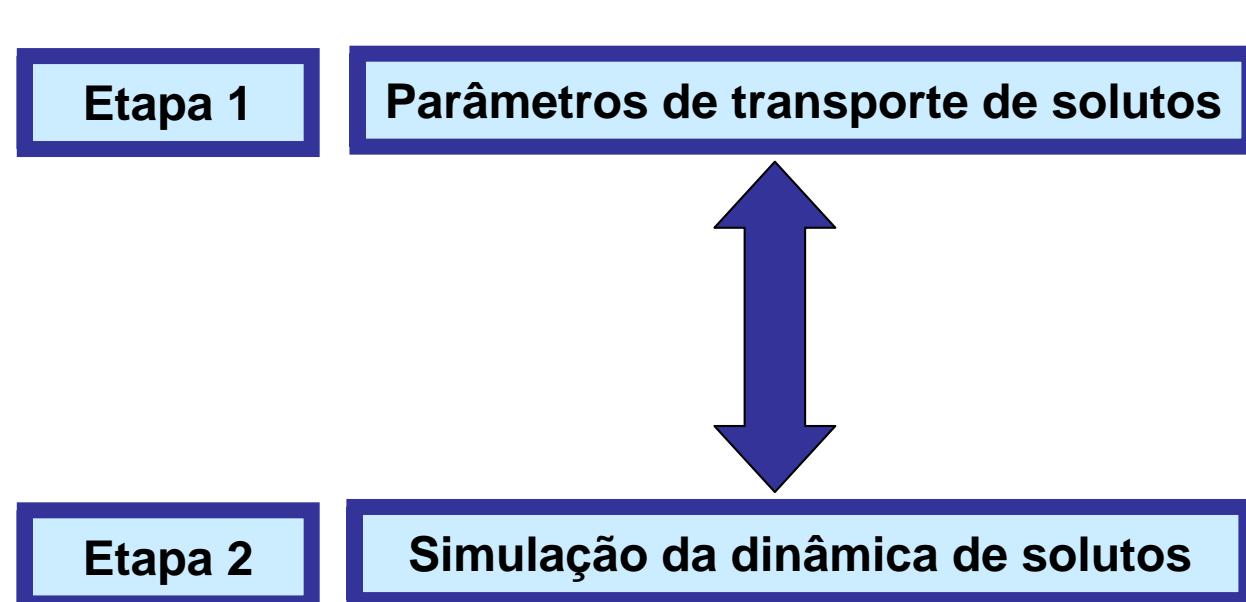
2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

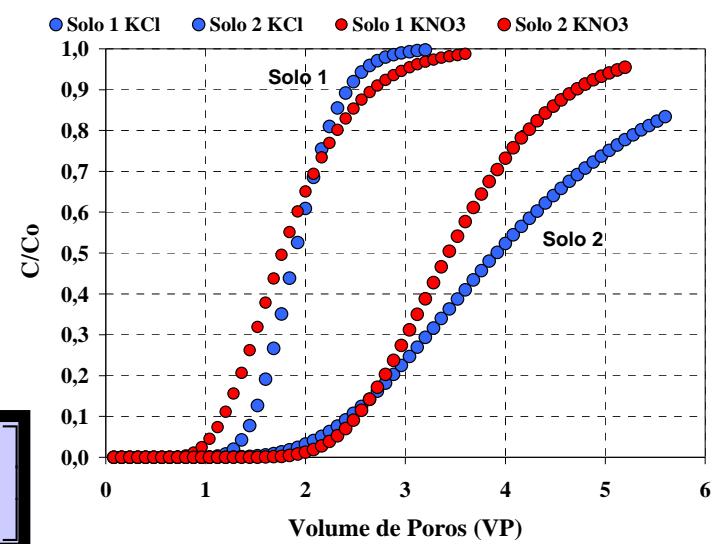
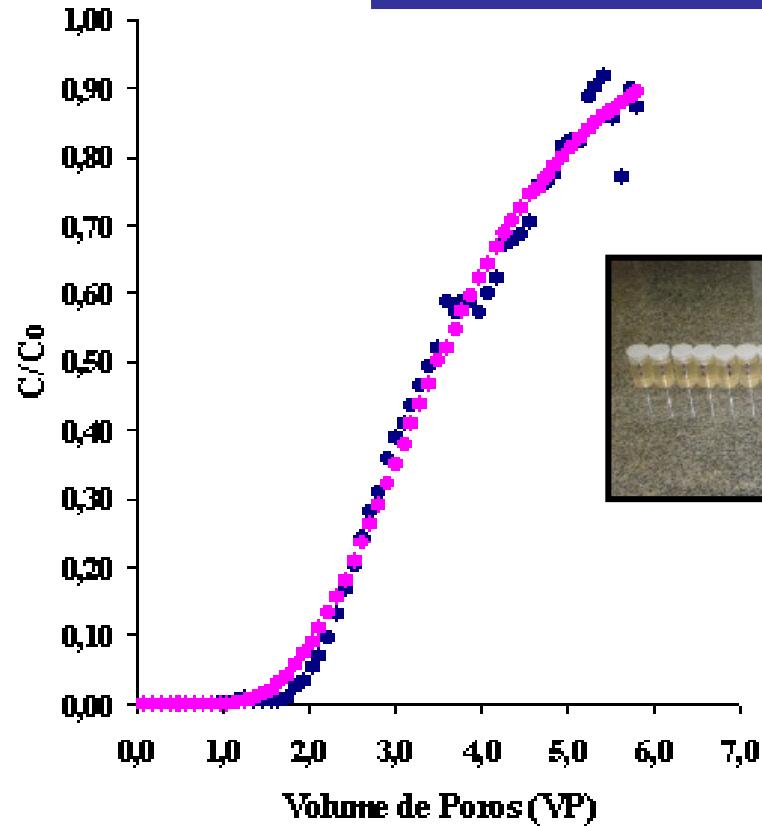
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

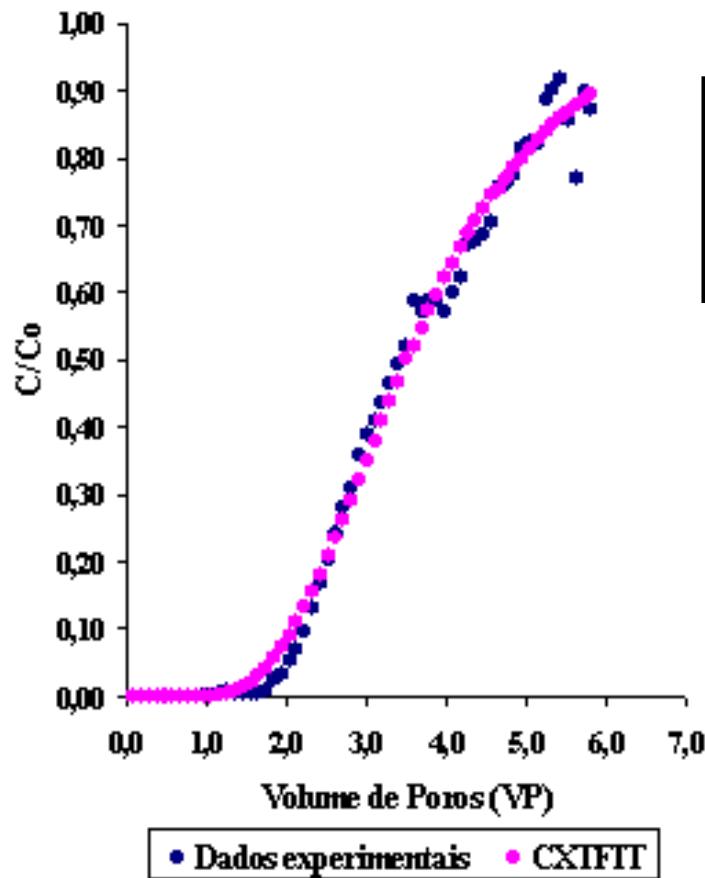
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo



Parâmetros de transporte de solutos



$$Ce(T) := \frac{1}{2} \cdot \text{erfc} \left[\frac{R \cdot L - v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right] + \frac{1}{2} \cdot \exp \left(\frac{v \cdot L}{D} \right) \cdot \text{erfc} \left[\frac{R \cdot L + v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right]$$



$$C_e(T) := \frac{1}{2} \cdot \operatorname{erfc} \left[\frac{R \cdot L - v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right] + \frac{1}{2} \cdot \exp \left(\frac{v \cdot L}{D} \right) \cdot \operatorname{erfc} \left[\frac{R \cdot L + v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right]$$

$$\operatorname{erf} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\text{VP}} e^{-VP^2}$$



$$\operatorname{erfc} = 1 - \operatorname{erf}$$



$$\frac{d}{da_0} \sum_{i=1}^m \left[y_i - (a_1 \cdot x_i + a_0)^2 \right]$$

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo



$$Ce(T) := \frac{1}{2} \cdot \text{erfc} \left[\frac{R \cdot L - v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right] + \frac{1}{2} \cdot \exp \left(\frac{v \cdot L}{D} \right) \cdot \text{erfc} \left[\frac{R \cdot L + v \cdot T}{2 \cdot (D \cdot R \cdot T)^{0.5}} \right]$$

Tabela 1. Parâmetros de transporte do potássio para os solos 1 e 2 correspondentes ao cloreto de potássio (KCl) e nitrato de potássio (KNO_3)

Tipo de Solo	Parâmetros de transporte do potássio			
	V (cm min⁻¹)	D (cm² min⁻¹)	R	λ (cm)
Solo 1 KCl	0,2207	0,08545	1,876	0,3872
Solo 1 KNO_3	1,076	1,289	1,697	1,1980
Solo 2 KCl	0,6702	1,000	3,983	1,4921
Solo 2 KNO_3	0,4366	0,2835	3,563	0,6493



4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Modelos computacionais disponíveis

Mathcad, Excel, HP, BTCFIT (Miranda, 2007)
DISP (BORGES JUNIOR, João C. F.; FERREIRA, Paulo A., 2006),
STANMOD (Jiri Simunek, M. Th. van Genuchten, M. Sejna, N. Toride, and
F. J. Leij, 1999)

1-Derivada parcial em
relação a R igual a zero:

$$\frac{F(1.001R, D) - F(0.999R, D)}{2 \cdot 0.001 \cdot R} = 0$$

e

2-Derivada parcial em
relação a D igual a zero:

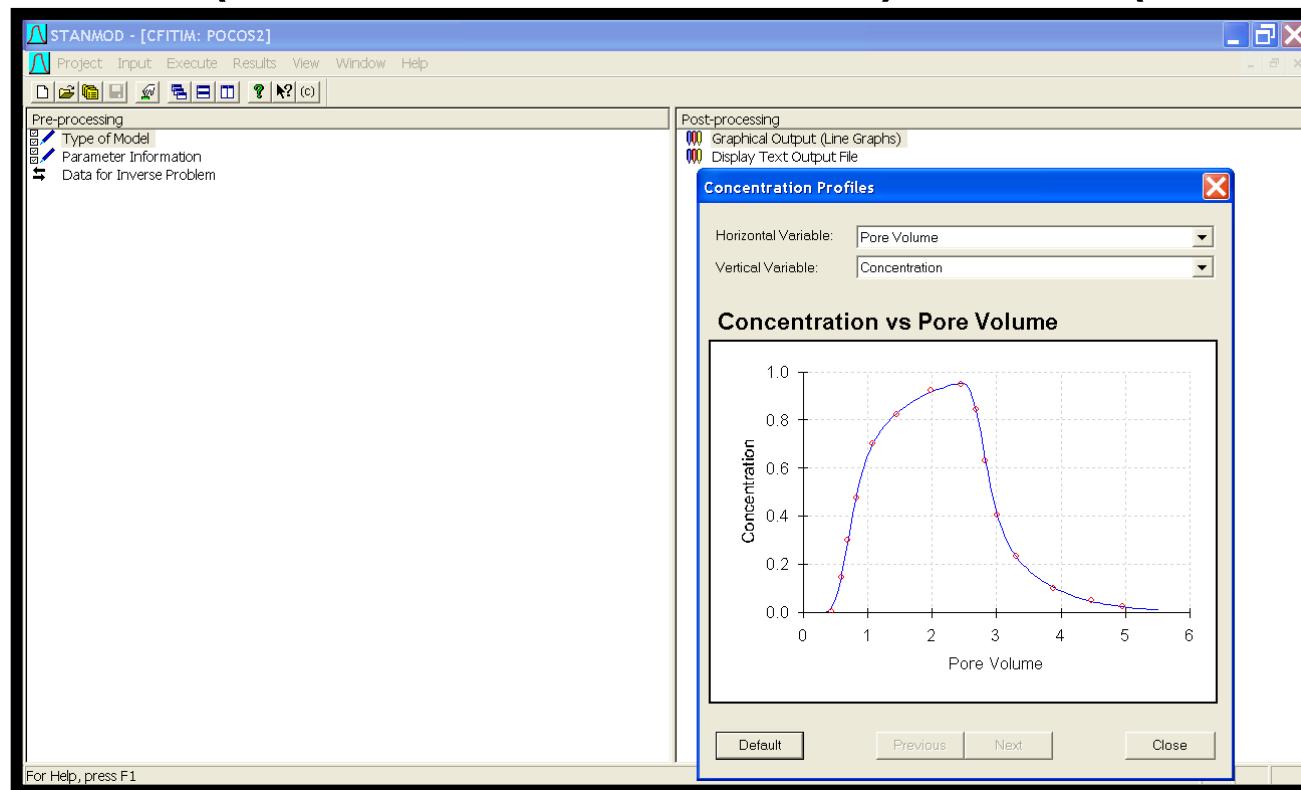
$$\frac{F(R, 1.001D) - F(R, 0.999D)}{2 \cdot 0.001 \cdot D} = 0$$

ou

$$f_1(R, D) = 0 \quad e \quad f_2(R, D) = 0$$

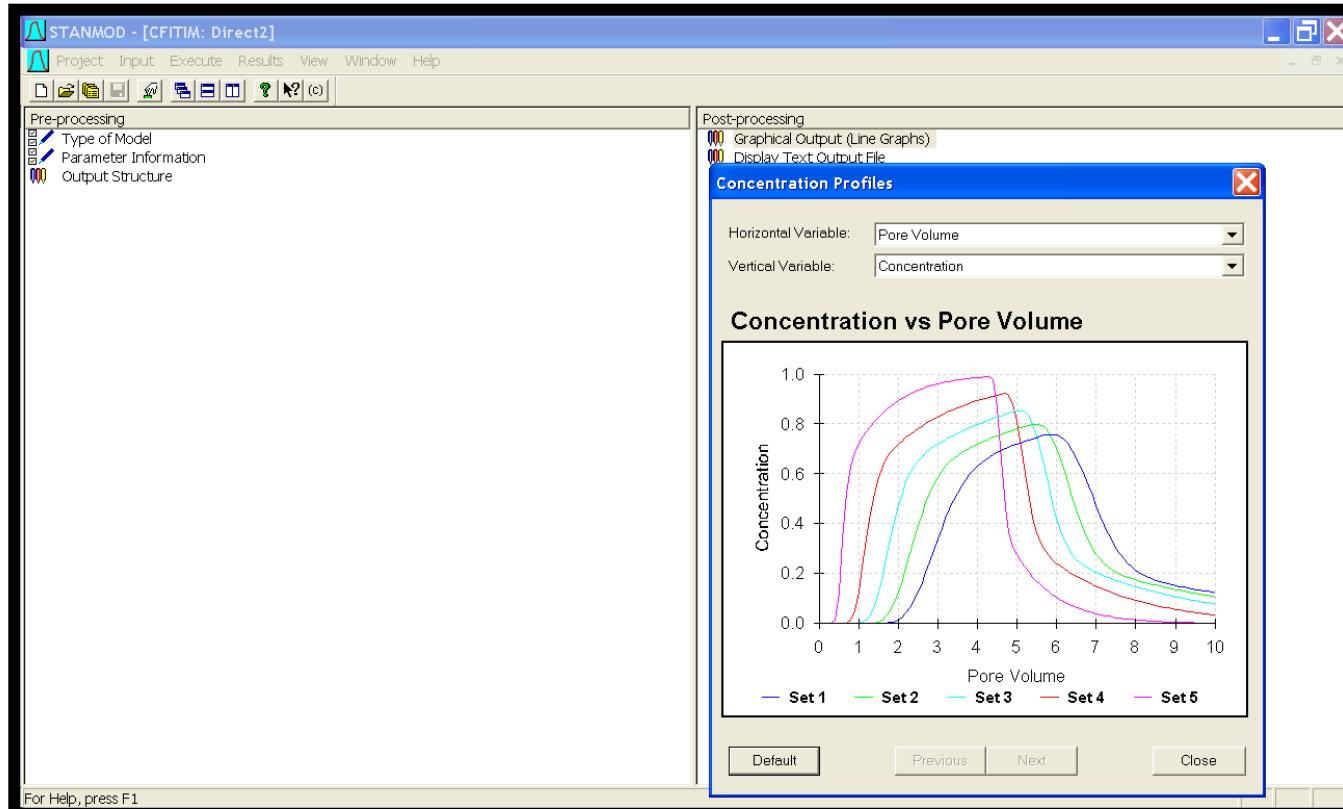
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Stanmod (van Genuchten et al. 1986) – BTC's (CXTFIT)



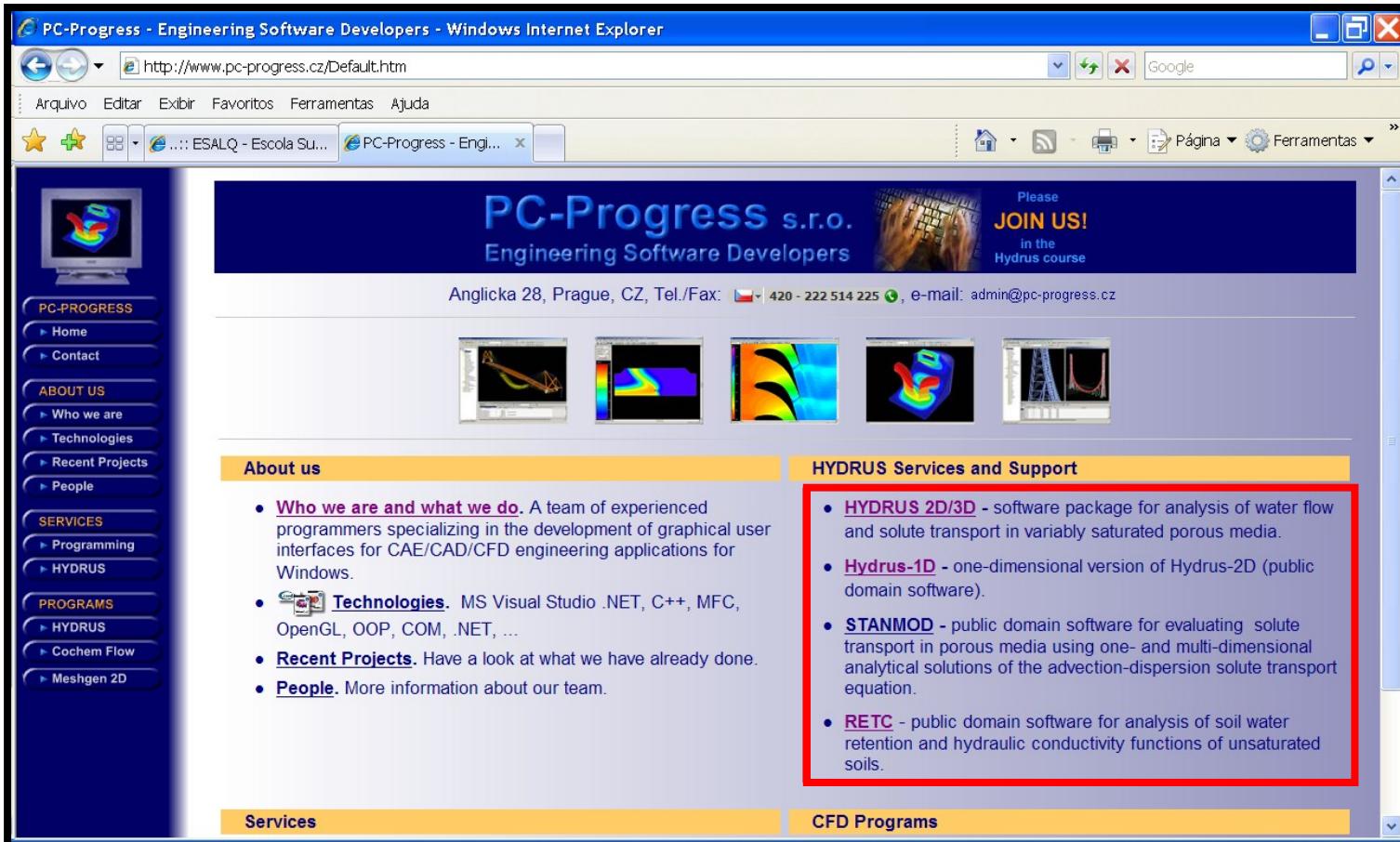
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Stanmod (van Genuchten et al. 1986) – BTC's (CXTFIT)



4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Site: <http://www.pc-progress.cz/Default.htm>



The screenshot shows the homepage of PC-Progress s.r.o. The main content area features several software interface screenshots, including a 3D surface plot and a finite element mesh. Below these are two sections: "About us" and "HYDRUS Services and Support". The "HYDRUS Services and Support" section contains a bulleted list of software packages:

- [HYDRUS 2D/3D](#) - software package for analysis of water flow and solute transport in variably saturated porous media.
- [Hydrus-1D](#) - one-dimensional version of Hydrus-2D (public domain software).
- [STANMOD](#) - public domain software for evaluating solute transport in porous media using one- and multi-dimensional analytical solutions of the advection-dispersion solute transport equation.
- [RETC](#) - public domain software for analysis of soil water retention and hydraulic conductivity functions of unsaturated soils.

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Série de Taylor

$$f_1(R + \Delta R, D + \Delta D) = f_1(R, D) + \left[\Delta R \cdot \left(\frac{\partial f_1(R, D)}{\partial R} \right)_{R,D} + \Delta D \cdot \left(\frac{\partial f_1(R, D)}{\partial D} \right)_{R,D} \right]$$

$$f_2(R + \Delta R, D + \Delta D) = f_2(R, D) + \left[\Delta R \cdot \left(\frac{\partial f_2(R, D)}{\partial R} \right)_{R,D} + \Delta D \cdot \left(\frac{\partial f_2(R, D)}{\partial D} \right)_{R,D} \right]$$

Ajuste de BTC

Dados Gráfico

Indice	Tempo	VP	C/Co	BTC
1	1,00	0,15	0,00000	0,0000
2	2,00	0,30	0,00200	0,0000
3	3,00	0,44	0,00300	0,0000
4	4,00	0,59	0,00300	0,0024
5	5,00	0,74	0,00700	0,0534
6	6,00	0,89	0,05500	0,2608
7	7,00	1,03	0,17600	0,5700
8	8,00	1,18	0,34300	0,8119
9	9,00	1,33	0,52200	0,9349
10	10,00	1,48	0,67800	0,9812
11	11,00	1,62	0,82100	0,9953
12	12,00	1,77	0,90100	0,9989
13	13,00	1,92	0,92200	0,9998
14	14,00	2,07	0,96400	1,0000
15	15,00	2,22	0,95300	1,0000

Dados da Coluna

Diâmetro da Coluna (cm)
 Comprimento da Coluna (cm)
 Vazão (cm³/s)
 Umidade Saturação
 Densidade de fluxo (cm/s)
 Velocidade (v) (cm/min)

Completa Incompleta

Parâmetros de Ajuste - Valores Iniciais

Fator de Retardamento (R)
 Coeficiente de Dispersão (D)
 SQD

Resultados com Valores Ajustados

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Ajuste de BTC

Dados Gráfico

Índice	Tempo	VP	C/Co	BTC
1	1,00	0,15	0,00000	0,0000
2	2,00	0,30	0,00200	0,0000
3	3,00	0,44	0,00300	0,0000
4	4,00	0,59	0,00300	0,0006
5	5,00	0,74	0,00700	0,0105
6	6,00	0,89	0,05500	0,0594
7	7,00	1,03	0,17600	0,1738
8	8,00	1,18	0,34300	0,3423
9	9,00	1,33	0,52200	0,5249
10	10,00	1,48	0,67800	0,6851
11	11,00	1,62	0,82100	0,8058
12	12,00	1,77	0,90100	0,8872
13	13,00	1,92	0,92200	0,9376
14	14,00	2,07	0,96400	0,9668
15	15,00	2,22	0,95300	0,9829

Parâmetros de Ajuste - Valores Iniciais

Fator de Retardamento (R)	1,3085
Coeficiente de Dispersão (D)	1,7746
SQD	0,0017

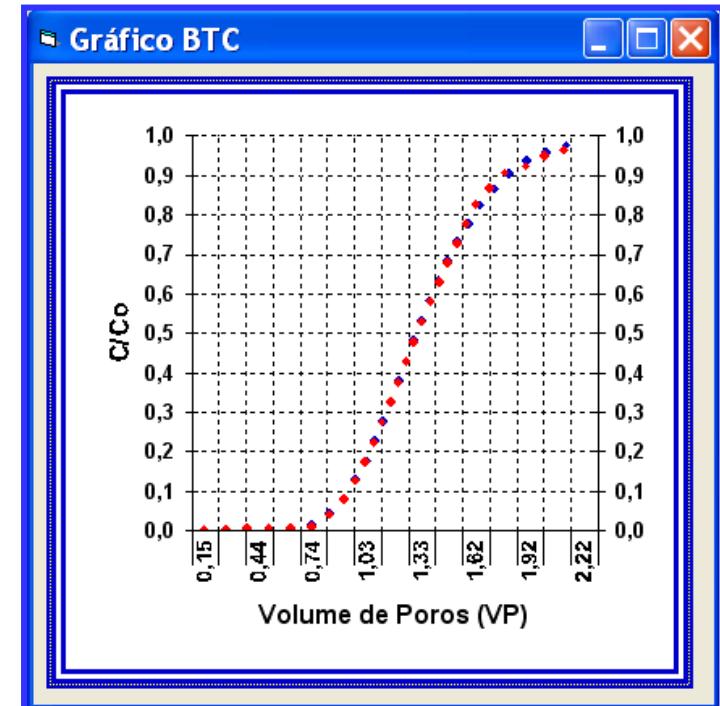
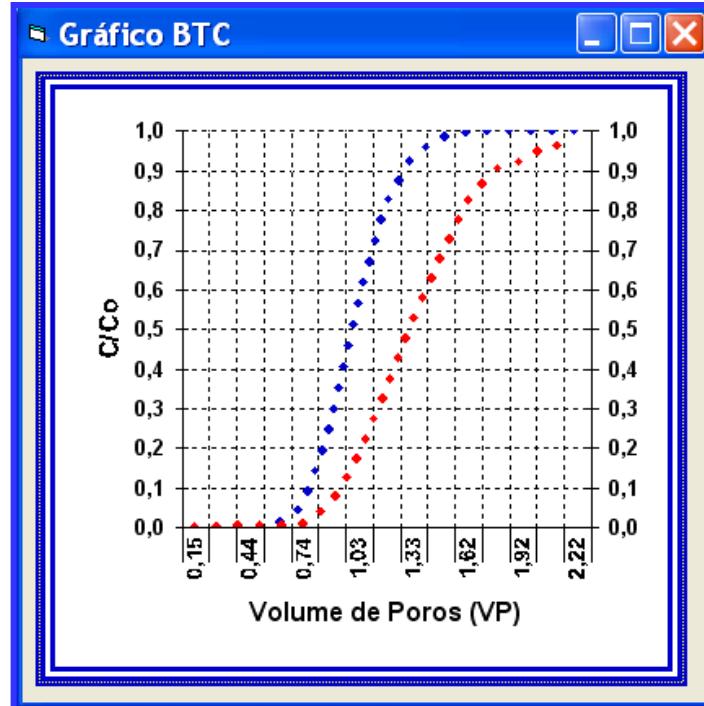
Resultados com Valores Ajustados

Visualizar Ajustar

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Antes do Ajuste

Depois do Ajuste



Miranda (2006)
 $R = 1,3085$
 $D = 1,7746 \text{ cm}^2 \text{ min}^{-1}$

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Wraith & Or (1998)

Miscible Displacement - Kidman Sand Using Step Solute Application

Area of column	21.2	cm ²	Fitting Parameters	
Flow rate	0.02	cm/s	P	30.90007
Volume water content	0.42		R	1.308675
Flow velocity (v)	2.88	cm/min	D	1.812263 cm ² /min
Column length	19.5	cm	SSE	0.0017
			r ²	0.999483

Time (min)	EC (dS/m)	Measured C/Co (rel. EC)	Cumulative outflow (cm ³)	T=vt/L	Predicted		Error ²
					u	Error ²	
1	0.19	0.000	21.4	0.148	7.3503	0.0000	2.08E-43
2	0.285	0.002	44.6	0.295	4.5362	0.0000	6.09E-06
3	0.294	0.003	67.2	0.443	3.1640	0.0000	7.27E-06
4	0.294	0.003	90.3	0.591	2.2726	0.0007	4.19E-06
5	0.461	0.007	114.4	0.738	1.6145	0.0112	1.74E-05
6	2.32	0.055	135.9	0.886	1.0921	0.0612	3.52E-05
7	6.98	0.176	158.7	1.034	0.6576	0.1762	2.11E-08
8	13.4	0.343	181.5	1.182	0.2846	0.3437	4.18E-07
9	20.3	0.522	204.9	1.329	-0.0434	0.5245	5.09E-06
10	26.3	0.678	228.3	1.477	-0.3368	0.6831	2.59E-05
11	31.8	0.821	251.4	1.625	-0.6031	0.8031	0.000313
12	34.9	0.901	274.5	1.772	-0.8473	0.8846	0.00028
13	35.7	0.922	299.8	1.920	-1.0734	0.9355	0.00018
14	37.3	0.964	321.2	2.068	-1.2843	0.9653	2.86E-06
15	36.9	0.953	345.8	2.215	-1.4822	0.9820	0.000824

Miranda (2006)

$$R = 1,3085$$

$$D = 1,7746 \text{ cm}^2 \text{ min}^{-1}$$

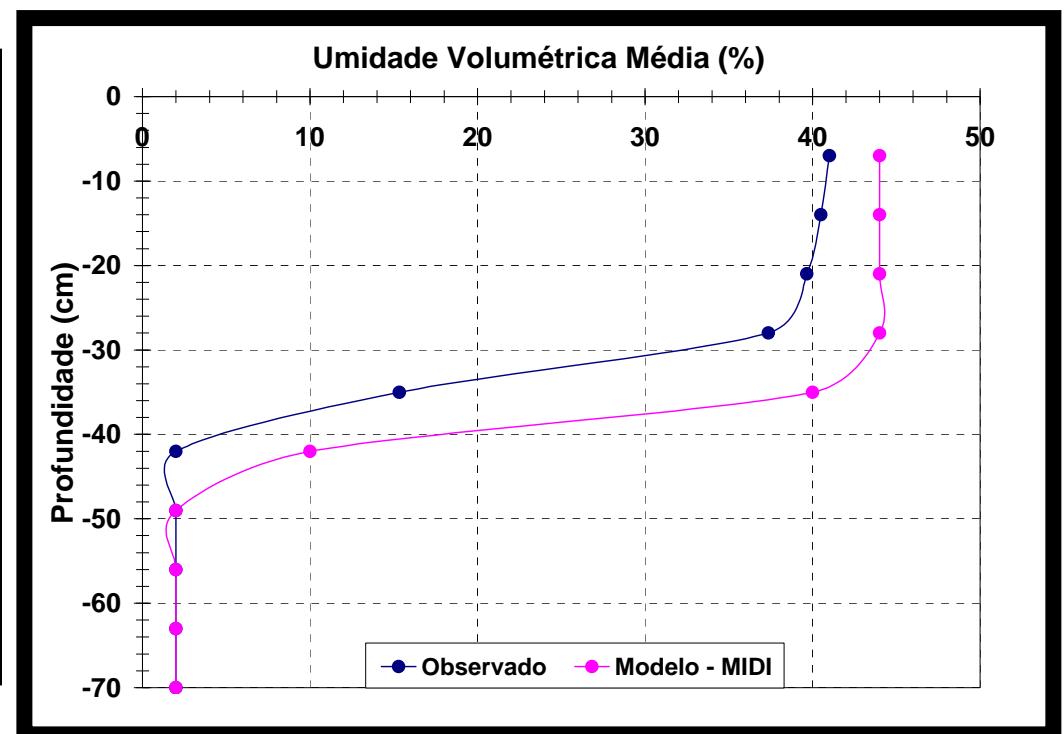
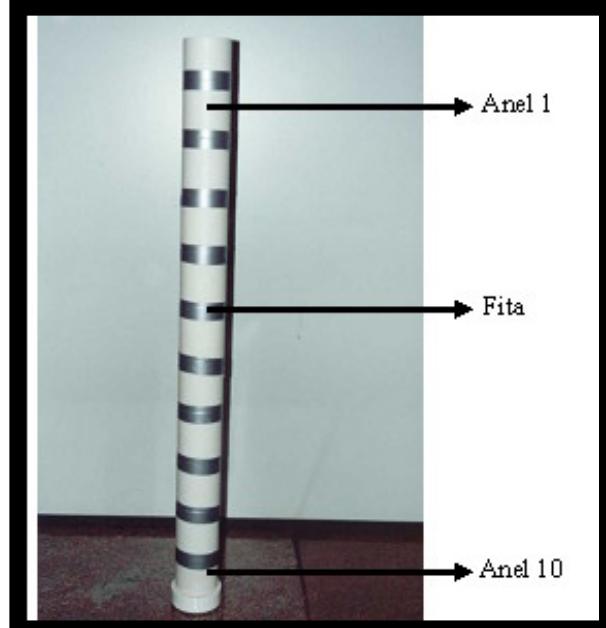
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Dinâmica de Solutos

Dados de entrada		Dados da Simulação		Dados do soluto	
Dados de Umidade do solo					
Tetainicial	0.0699 (cm ³ /cm ³)	Intervalos	28600	Cloreto de Potássio	<input type="button" value="▼"/>
Tetaresidual	0 (cm ³ /cm ³)	Vazão Gotejador	0.15 (l/h)	C _s	50 (microg/ml)
Tetasaturado	0.562 (cm ³ /cm ³)	Diâmetro da coluna	5 (cm)	C _o	531.67 (microg/ml)
Dados da Curva de retenção		Δz	7 (cm)	D _o	0.00114 (cm ² /min)
Alfa	0.3079 (1/cm)	Δt	0.3 (s)	λ	2.15014 (cm)
n	4.5258	Ko	16.18 (cm/h)	R	4.75
m	0.0396	Intervalos	<input type="text"/>	Número de Pontos	10
Índice	W	K	Potencial	Kmédio	Gradie
		(cm/min)	(cm)	(cm/min)	<input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>
<input type="button" value="◀"/> <input type="button" value="▶"/>					<input type="button" value="◀"/> <input type="button" value="▶"/>
Opções					
<input checked="" type="checkbox"/> Calcule		<input type="button" value="Salvar"/>	<input type="button" value="Exibir"/>	<input type="button" value="Voltar"/>	

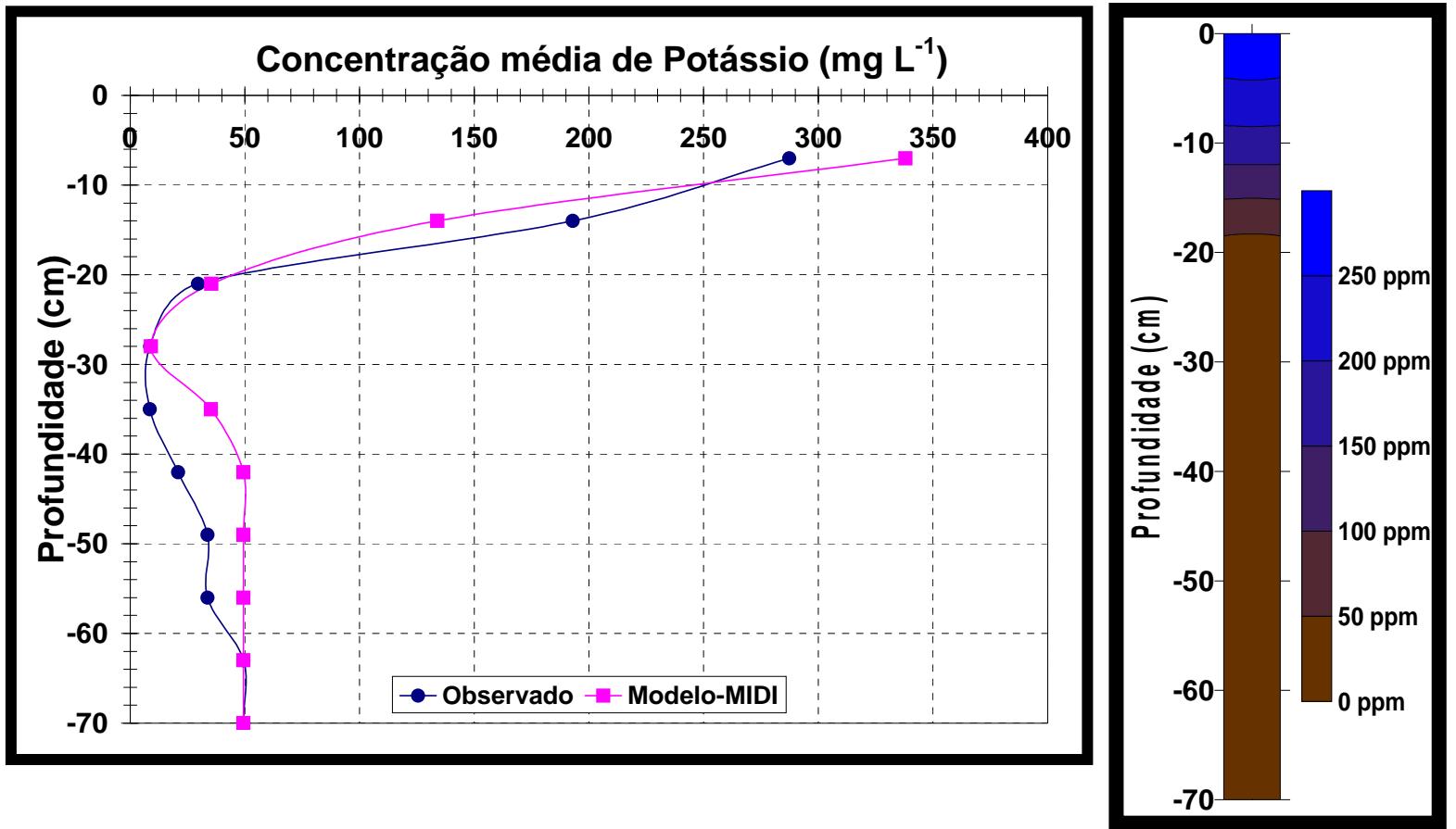
4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Perfil de umidade na coluna vertical



4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

Concentração de potássio na coluna vertical





Tópicos

1: Modelagem

2: Modelos aplicados à área de Irrigação e Drenagem

3: Modelos aplicados à dinâmica da água no solo

4: Modelos aplicados à dinâmica de solutos no solo

5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

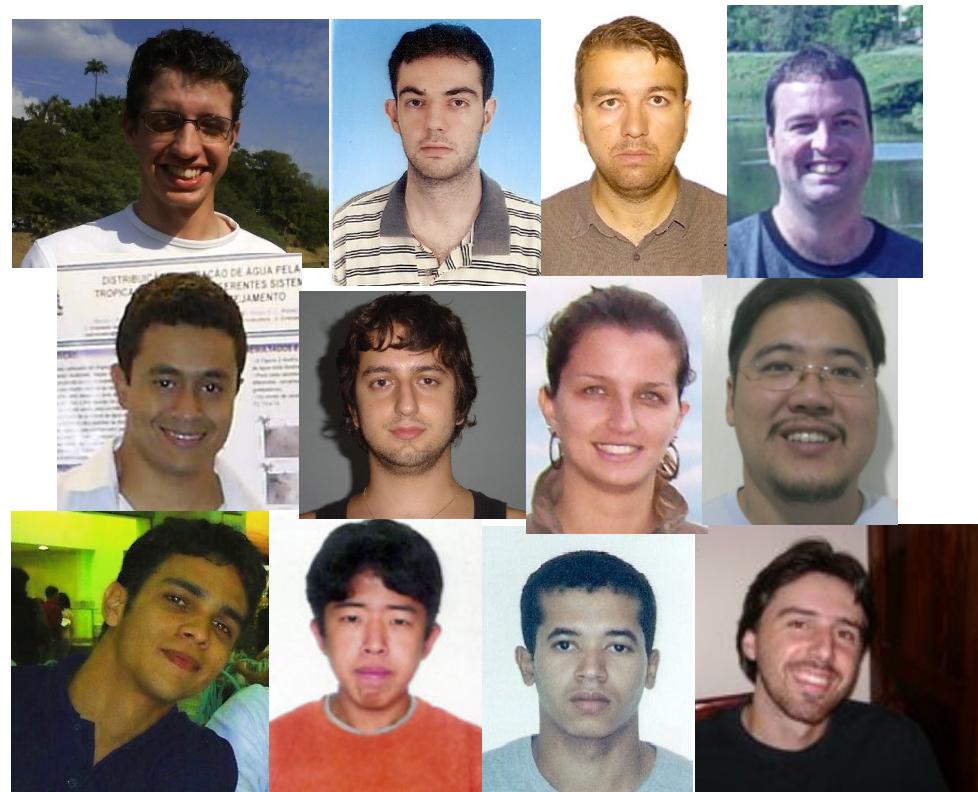
5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

1. Roque Emmanuel da Costa de Pinho. Análise de sensibilidade e avaliação da aplicação do modelo Hydrus-1D para simulação do perfil de umidade e solutos (nitrato e potássio) no solo.
2. Alisson Jadavi Pereira da Silva. Concentrações de nitrato e potássio na solução do solo estimado com uso da técnica de TDR em solo sob fertirrigação.
3. João Alberto Lelis Neto. Monitoramento do perfil das concentrações de componentes químicos da vinhaça aplicada em diferentes tipos de solo.
4. Elenilson Moreira Franco. Monitoramento do perfil de umidade e de solutos em cultura de lima ácida Tahiti sob irrigação por gotejamento.
5. Anderson Marcelli Palmieri. Desenvolvimento de sistema automatizado de baixo custo para monitoramento de elementos climáticos do ambiente agrícola.

1. João Batista Ribeiro da Silva Reis. Monitoramento da dinâmica de solutos na cultura do amendoim sob diferentes atenuações da radiação solar.
2. Marco Antônio Rosa de Carvalho. Análise de escoamento superficial em terrenos cultivados.
3. Claudio Augusto Uyeda. Influência da aplicação da vinhaça nas propriedades físicas do solo.

5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa

<http://www.lce.esalq.usp.br/gpeas/>



5: Pesquisas em andamento e Grupo de Pesquisa



Mudanças
Climáticas



Automação





**Modelagem computacional
aplicada à dinâmica da água
e solutos no solo**

Prof. Jarbas Honorio de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br



Sbeanews

Obrigado pela atenção...

Jarbas Honorio de Miranda

Prof. Associado

Departamento de Ciências Exatas
ESALQ/USP

Av. Pádua Dias n.11 cx.09 LCE/ESALQ/USP

CEP: 13.418-900 Piracicaba-SP

Fone: (19) 3429-4283 Ramal: 210

e-mail: jhmirand@esalq.usp.br

Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem
<http://www.esalq.usp.br/pg/11143.htm>

Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola
<http://www.esalq.usp.br/pg/11131.htm>



Modelagem computacional aplicada à dinâmica da água e solutos no solo

Prof. Jarbas Honorio de Miranda
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@esalq.usp.br



**II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação &
I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água**