



MÓDULO 3

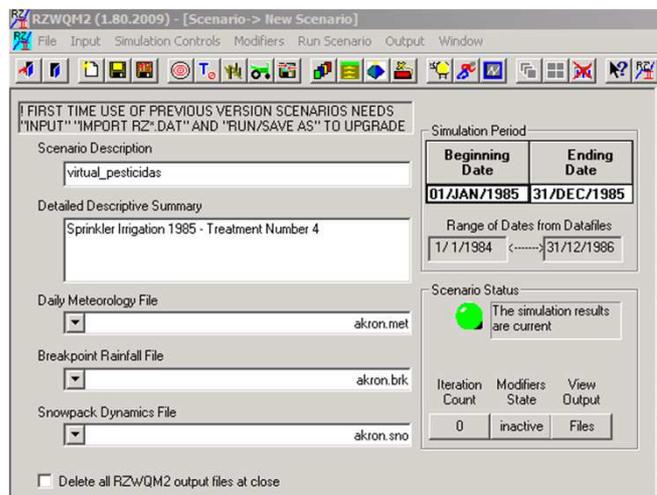
MODELAÇÃO INTEGRADA DE ECOSISTEMAS

Utilização conjunta da experimentação e modelação na monitorização de água e nitratos em ecossistemas agrícolas

Aplicação do modelo Root Zone Water Quality Model (RZWQM)

Simula os processos desenvolvidos na zona do solo explorada pelas raízes das plantas, permitindo por isso simular e avaliar o impacto ambiental das diferentes práticas de gestão em agricultura sobre as águas subterrâneas.

O modelo Root Zone Water Quality Model (RZWQM)



O modelo Root Zone Water Quality Model (RZWQM)

O RZWQM é um modelo **conceptual** (com uma forte base física) e **determinístico**.

↓

Modelo matemático no qual o estado de um sistema é definido por causas que se podem determinar e identificar e descrito adequadamente sem recorrer a elementos probabilísticos. O modelo determina os resultados, exactamente, a partir das condições iniciais, não considerando incertezas.

↓

Um **modelo conceptual** é uma **descrição de alto nível** ("abstracta") do **sistema proposto**, em termos de um conjunto integrado de ideias e conceitos.

Como tal requer um **conjunto detalhado de dados e parâmetros de entrada**.

Alguns dos parâmetros não podem ser facilmente medidos ou calculados, porque as características do sistema real solo-planta-atmosfera são difíceis de definir, sendo necessária uma **calibração para as condições particulares a estudar**.

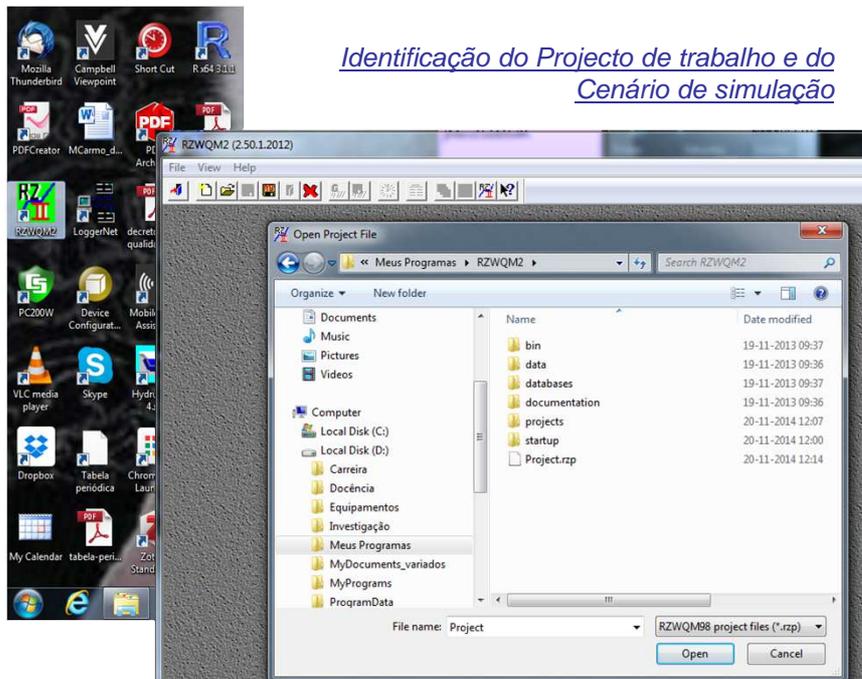
Cabe ao utilizador determinar:

- ✚ quais os parâmetros a calibrar e;
- ✚ qual a metodologia de calibração a aplicar.

Sub-modelos que constituem o RZWQM

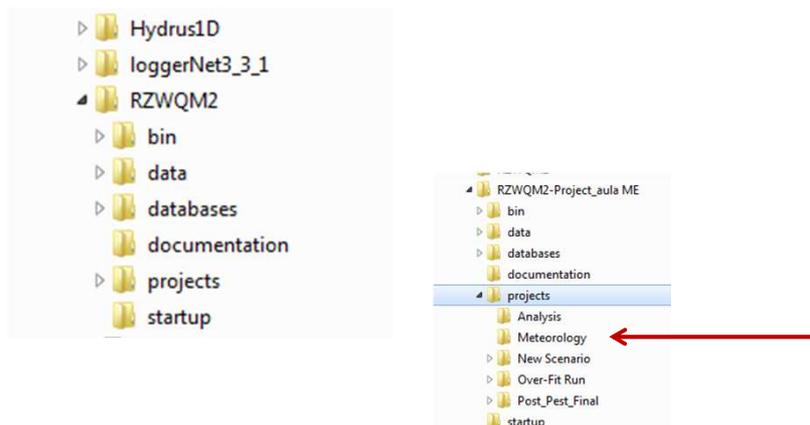
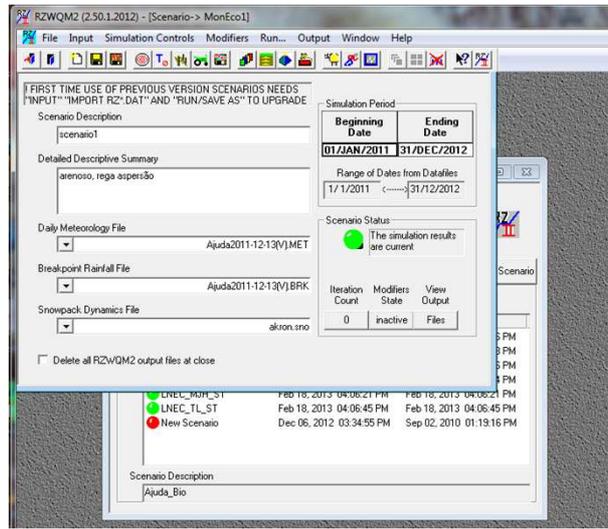
- ❑ **processos físicos**
 - infiltração e redistribuição de água
 - transporte de nitratos
 - evapotranspiração
- ❑ **crescimento das plantas** – LAI, altura, raízes, biomassa, produção
- ❑ **nutrientes** – N
 - Volatilização, nitrificação
 - Imobilização, desnitrificação
- ❑ **práticas de gestão**
 - sementeira
 - rega
 - fertilização

Identificação do Projecto de trabalho e do Cenário de simulação



1. Ficheiros de dados meteorológicos

- * .met com valores diários de temperatura máxima, temperatura mínima, humidade relativa, radiação, velocidade do vento
- * .brk com hidrograma de precipitação



2. Domínio de simulação

Parametrização do modelo

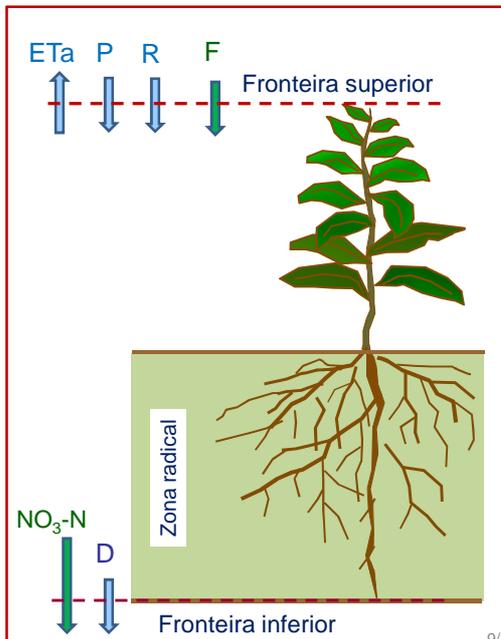
- ❖ **Físico:** Domínio 1D, limitado superiormente pelo copado e inferiormente pela profundidade radical máxima
- ❖ **Temporal:** Período de tempo com início um dia antes da sementeira, terminando um dia após a colheita

Balço de água:

$$P + R - ETa - D = \Delta\theta \cdot \Delta Z_R$$

Balço de azoto:

$$F + O_E - Abs - Lix - O_s = \Delta(NO_3 - N) \cdot \Delta Z_R$$



9/26

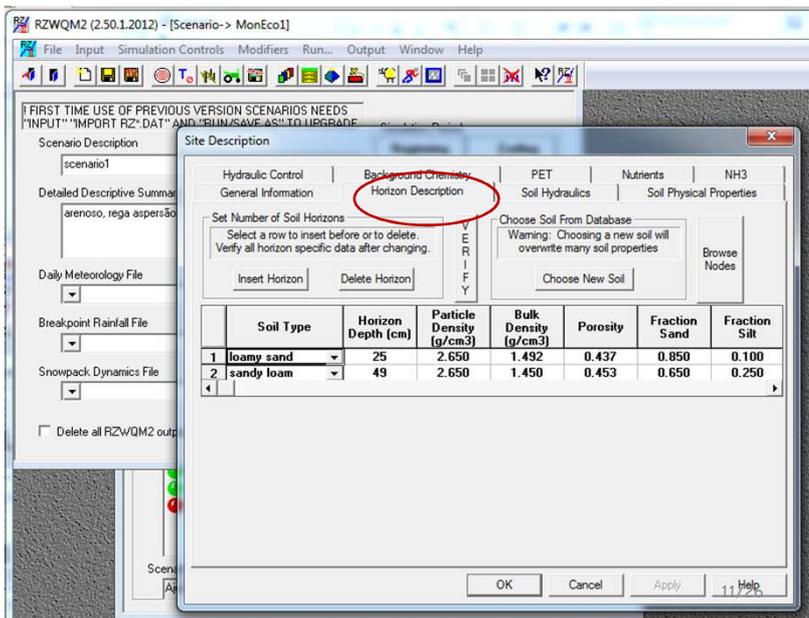
❖ Caracterização do local

10/26

3. Solo

Textura e densidade aparente

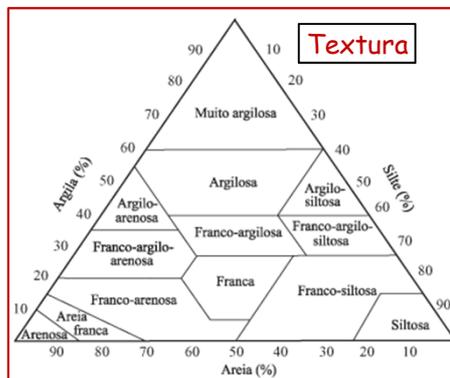
MRCameira /Dep Engenharia de Biossistemas
Modelação Integrada de Sistemas: RZWQM



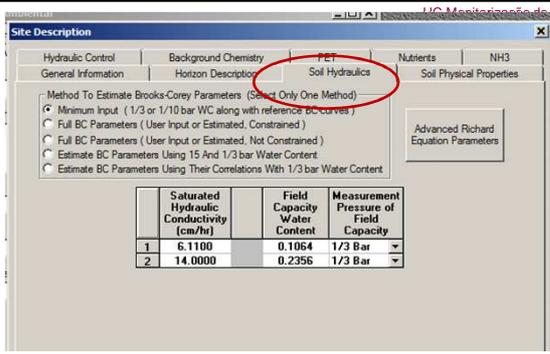
Propriedades físicas do solo

Prof (cm)	% areia	% limo	% argila	dap	Ks (cm h ⁻¹)	CC (cm ³ cm ⁻³)	CE (cm ³ cm ⁻³)
0-30	85	10	5	1.49	6.11	16.1	4.7
30-60	65	25	10	1.45	2.59	26.3	8.5

Qual a designação da textura deste solo?

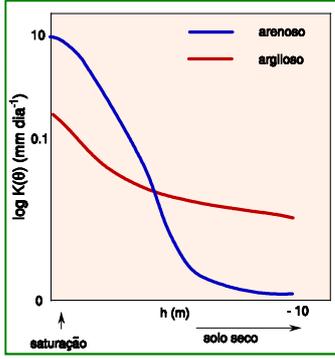


MRCameira /Dep Engenharia de Biossistemas
Modelação Integrada de Sistemas: RZWQM

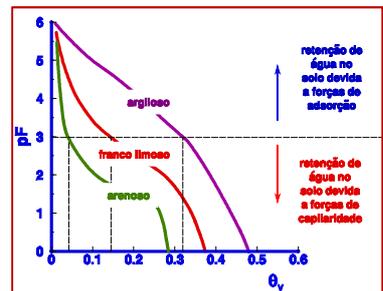


Propriedades hidrodinâmicas: determinam o movimento da água e o transporte de solutos no solo

Condutividade hidráulica

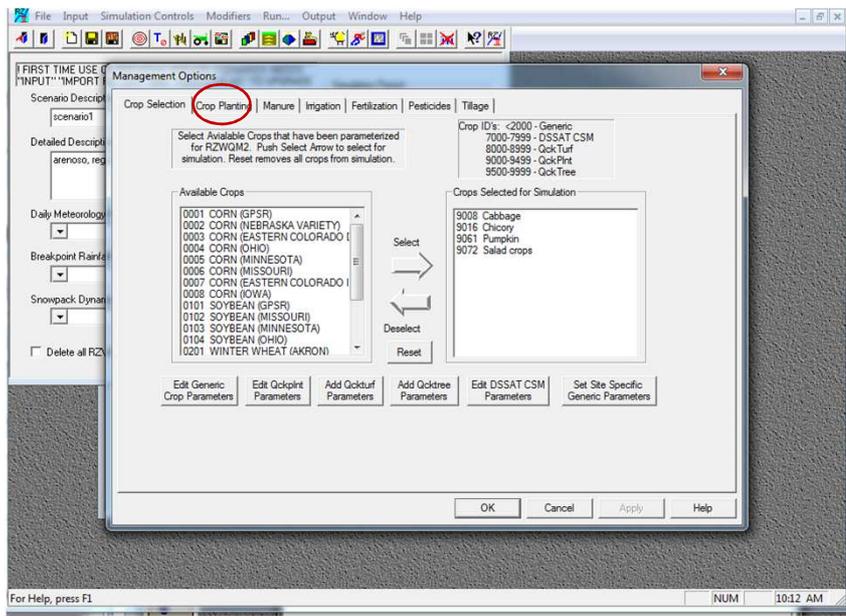


Curva de pF ou de retenção da água no solo



4. Práticas de Gestão Agronómica

a) Cultura



a) Cultura

Cultura	Data	Ciclo (dias)	Absorção N (kg ha ⁻¹)	Densidade	Altura máx (cm)	LAI máx	Prof radical máxima (cm)	Espaçamento (cm x cm)
Abóbora	21-mai	120	135	90000	50	7	40	100 x 150
Alface	30-mar	50	130	120000	20	5	15	25 x 30
Alho francês	12-jun	129	160	127000	55	5.5	45	25 x 30
Beringela	20-mar	80	130	90000	50	6	40	40 x 50
Beterraba	10-abr	120	120	90000	30	6	0	25 x 40
Cebola	03-abr	102	120	500000	30	3	35	25 x 30
Cenoura	03-mai	80	150	500000	20	3	30	25 x 30
Couve flor	20-abr	75	160	85000	20	3	20	40 x 80
Couve repolho	26-jul	66	180	88000	30	5	40	40 x 80
Espinafre	07-mar	75	90	350000	25	6	20	45x30
Feijão verde	23-abr	90	80	130000	90	5	40	120 x 50
Nabo	25-jun	59	120	160000	30	3	30	25 x 20
Pepino	01-mai	90	90	100000	30	4	25	100 x 100
Pimento	18-abr	60	140	100000	40	5	30	40 x 50

15/26

Características da cultura

The screenshot shows the 'Edit QckPlnt Parameters' dialog box in the RZWQM2 software. The 'Crop Selection' tab is selected. The dialog contains a table with the following data:

Plant Name	Length of Growing Season (days)	Total Seasonal Nitrogen Uptake (kg/ha)	Max Crop Height (cm)	Max Leaf Area Index	Stover after Harvest (kg/ha)	C:N Ratio of Stover Material	Winter Dormant Recovery Date (jdate)
9008 Cabbage	83	180.00	35.00	3.00	0.00	0.00	0.00
9061 Pumpkin	110	230.00	50.00	7.00	0.00	25.00	1.00
9072 Salad crops	70	80.00	30.00	1.00	0.00	25.00	1.00
9016 Chicory	70	80.00	30.00	1.00	0.00	25.00	1.00

Informações relativas à sementeira

Management Options

Crop Selection | Crop Planting | Manure | Irrigation | Fertilization | Pesticides | Tillage

Please enter data for each planting operation in a separate row of the following spread sheet. Crops can be planted in any order.

Delete Current Row

	Reference Crop	Date of Planting (dd/MON/yyyy)	Planting Density (#seeds/ha)	Row Spacing (cm)	Planting Depth (cm)	Method of Planting	Emergence (#days after planting)
1	9008 Cabbage	13-FEB-2012	103734	70	3	Seed	-99
2	9061 Pumpkin	21-MAY-2012	8696	80	3	Seed	-99
3	9072 Salad crops	12-SEP-2012	150000	20	1	Seed	-99
4	9016 Chicory	22-NOV-2012	150000	20	1	Seed	-99
5							
6							
7							
8							
9							
10							

OK Cancel Apply Help

- Verificação da data de sementeira e da colheita da cultura
- Verificação da leitura correcta das características da cultura

File Input Simulation Controls Modifiers Run Scenario Output Window Help s / Eng^o do Ambiente - 1^o ciclo- 5^o semestre

Project -> J:\RZWQM\RZWQM2-Project MonEc

Scenario -> MonEco_A

Simulation Parameters

Scenario Description

Detailed Descriptive Summary

Daily Meteorology File

Breakpoint Rainfall File

Snowpack Dynamics File

AutoPlot Selection

Check all RZWQM2 plot files to be plotted. You will get a separate window for each plot within that file.

avg6in.plt

DAILY.PLT

LAYER.PLT

nutriak.plt

nutri0.plt

plant1.plt

plant2.plt

plant3.plt

DEPTH OF ROOTS (CM)

LEAF AREA INDEX

PLANT HEIGHT (CM)

Modelação Integrada de Sistemas

19

UC Monitorização de Ecossistemas / Eng^o do Ambiente - 1^o ciclo- 5^o semestre

b) Rega: dotações e frequência

Management Options

Crop Selection | Crop Planting | **Management** | Irrigation | Fertilization | Pesticides | Tillage

Schedule Irrigation Events

Add/Edit Irrigation Events

Overall Summary of Irrigation Events

Earliest Event: 04/MAR/2012

Latest Event: 25/NOV/2012

Number of Irrigation Events: 61

Maximum Total Seasonal Application: 333.67 cm

Use?

Specific Dates

Number of Events: 61

Earliest Event: 04/MAR/2012

Latest Event: 25/NOV/2012

Accumulated Specific Amounts: 333.67 cm

Fixed Interval

Number of Events:

Earliest Event:

Latest Event:

Accumulated Interval Amounts: cm

Root Zone Dep

Number of Rules:

Earliest Event:

Latest Event:

Accumulated Maximum Applications: cm

ET Deficit

Number of Rules:

Earliest Event:

Latest Event:

Accumulated Maximum Applications: cm

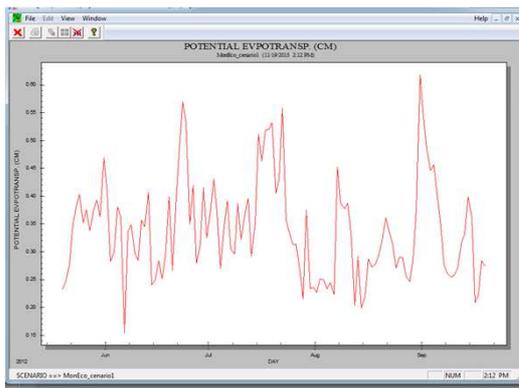
OK Cancel Apply Help

Modelação Integrada de Sistemas: RZWQM

20/26

Construção do cenários de rega original

1. Calcular rega com base na ETP;
2. Afectar a rega calculada em 1 pela eficiencia do sistema de rega (80 %) (cenário original);
3. Verificar valores acumulados de ETP e ETa;



Determinação das dotações de rega para frequência semanal, com base na **evapotranspiração potencial** estimada pelo modelo numa primeira simulação, após parametrização.

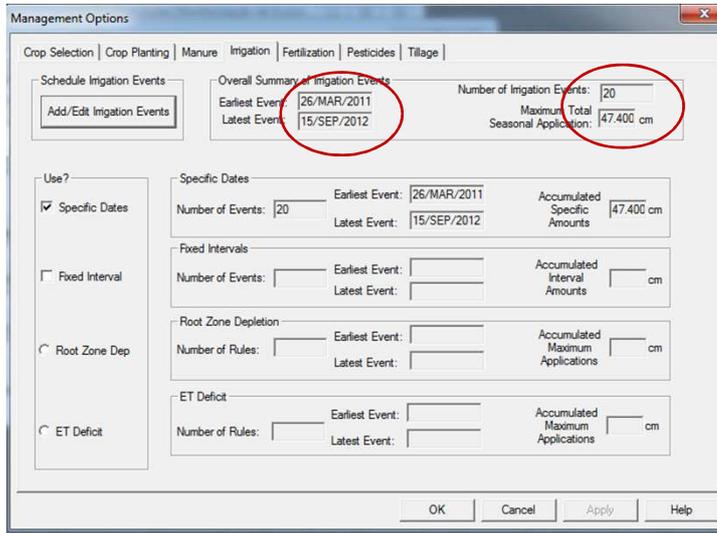
Abrir ficheiro de saída "Daily.plt" no excel

Dia do ano	ETP (cm)	
	diária	semanal
140	0.39	
141	0.35	
142	0.37	
143	0.37	
144	0.46	
145	0.29	
146	0.15	2.38
147	0.34	
148	0.30	
149	0.32	
150	0.22	
151	0.34	
152	0.44	
153	0.49	2.44
154	0.43	
155	0.35	
156	0.28	
157	0.19	
158	0.29	
159	0.28	
160	0.18	2.00
161	0.37	
162	0.37	
163	0.36	
164	0.32	
165	0.38	
166	0.36	
167	0.37	2.53

Introduzir data de rega/dotação

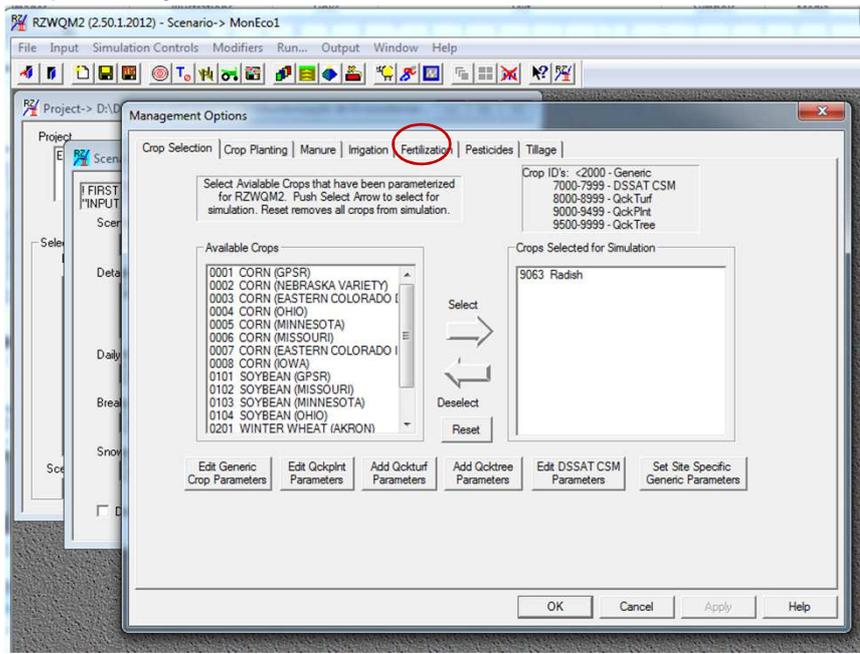
	Plant Identification	Type	Application Rate (cm/hr)	Maximum Total Seasonal Application	Date	Amount (cm)
1	9008 Cabbage	Sprinkle	2.00	0.00	04-MAR-2012	5.47
2	9008 Cabbage	Sprinkle	2.00	0.00	08-APR-2012	5.47
3	9061 Pumpkin	Sprinkle	2.00	0.00	21-MAY-2012	5.47
4	9061 Pumpkin	Sprinkle	2.00	0.00	25-JUN-2012	5.47
5	9061 Pumpkin	Sprinkle	2.00	0.00	30-JUL-2012	5.47
6	9072 Salad crops	Sprinkle	2.00	0.00	16-SEP-2012	5.47
7	9016 Chicory	Sprinkle	2.00	0.00	25-NOV-2012	5.47
8						
9						

- Executar o modelo
- Verificar os dados de rega



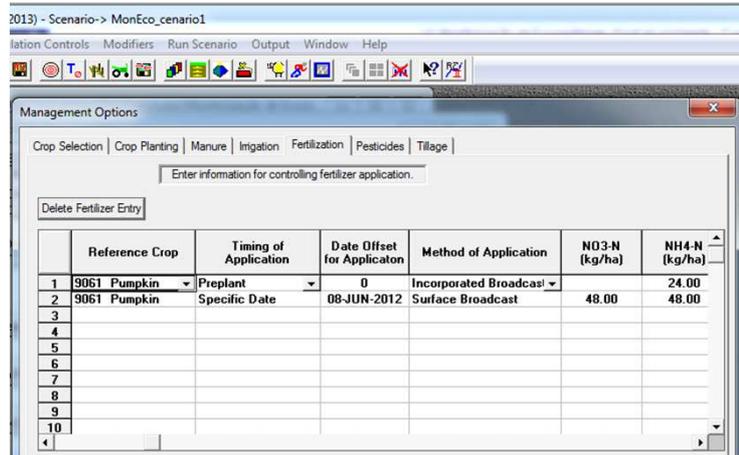
23

c) Fertilização



Cenário original

- Aplicação de fundo, à sementeira (amoniacal): 20% necessidades;
- Aplicação de cobertura 20 dias após a sementeira (nitro amoniacal)
 - Aplicação a seco "broadcast" com e sem incorporação respectivamente



Verificar a fertilização

Ficheiro de saída
manage.out

```

MANAGE - Notepad
File Edit Format View Help
PRZWM2 OUTPUTS version 2.4 Nov 19, 2015; 15:08:51

*****
---- 19/ 5/2012 ---- 140 ----
EVENT ==> FERTILIZING BROADCAST (INCORPORATE WITH TILLAGE)
          AMOUNT OF NH4 [KG/HA] 24.000
          AMOUNT OF NO3 [KG/HA] 0.000
          AMOUNT OF UREA [KG/HA] 0.000

EVENT ==> INCORPORATION TILLAGE EVENT
          WITH IMPLIMENT: FIELD CULTIVATOR

EVENT ==> PLANTING OPERATION
          CROP PLANTED: Pumpkin
          PLANTING DENSITY: 20000.0

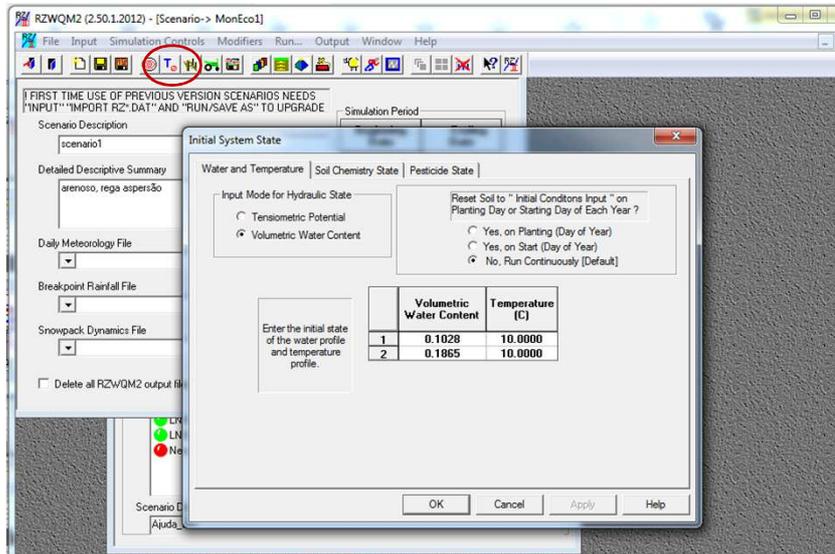
*****
---- 26/ 5/2012 ---- 147 ----
EVENT ==> IRRIGATION EVENT
IRRIGATION OCCURRED ON 5/26/2012 BASED ON IRRIGATION OF SPECIFIC DATES
DEPTH OF IRRIGATION OF 3.10 CM

*****
---- 2/ 6/2012 ---- 154 ----
EVENT ==> IRRIGATION EVENT
IRRIGATION OCCURRED ON 6/ 2/2012 BASED ON IRRIGATION OF SPECIFIC DATES
DEPTH OF IRRIGATION OF 3.70 CM

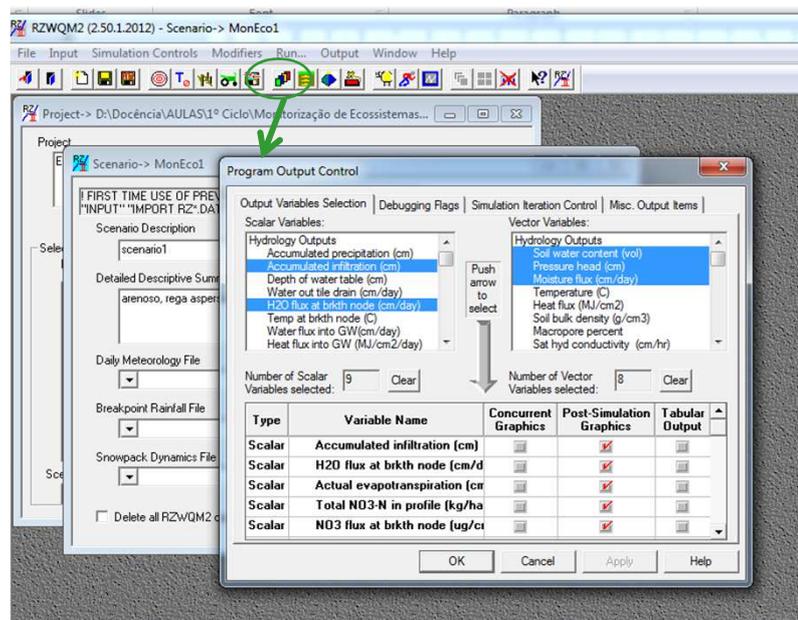
*****
---- 8/ 6/2012 ---- 160 ----
EVENT ==> FERTILIZING BROADCAST (LEAVE ON SURFACE)
          AMOUNT OF NH4 [KG/HA] 48.000
          AMOUNT OF NO3 [KG/HA] 48.000
          AMOUNT OF UREA [KG/HA] 0.000

*****
---- 9/ 6/2012 ---- 161 ----
EVENT ==> IRRIGATION EVENT
IRRIGATION OCCURRED ON 6/ 9/2012 BASED ON IRRIGATION OF SPECIFIC DATES
DEPTH OF IRRIGATION OF 2.90 CM
    
```

5. Condições iniciais de simulação



6. Outputs



Gráficos a apresentar (em função do tempo)

- Gerais**
- Altura da planta;
 - LAI
 - Prof raízes
- Para cada cenário**
- Drenagem;
 - NO₃-N armazenado no perfil;
 - Lixiviação.

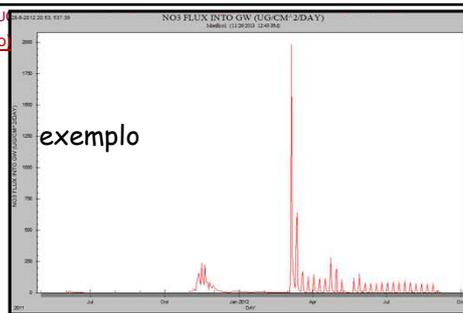


Figura x – Drenagem para a água subterrânea

Quadros a apresentar

Quadro x – Termos do balanço de água e N para o cenário original

	Cenário original
Nº de regas	
Nº de fertilizações	
ETa total (mm)	
Absorção total N (kg ha ⁻¹)	
Perfil residual de NO ₃ -N (kg ha ⁻¹)	
Drenagem (mm)	
Lixiviação (kg ha ⁻¹)	

Quadro x – Perdas de água e N nos três cenários estudados

	D (mm)	D (%)	Lix NO3-N (kg ha ⁻¹)	Lix NO3-N (%)	Perfil Residual NO3-N (kg ha ⁻¹)
Cenário original					
Cenário otimizado de rega					
Cenário otimizado de fertilização					

Onde procurar os resultados de interesse para apresentar no relatório

Abertura no excel do ficheiro "daily.plt" para:
 altura da planta,
 LAI,
 drenagem,
 NO₃-N no perfil do solo e
 fluxo de NO₃-N.

Fechar o cenário e abrir a tool "project summaries". Na janela superior seleccionar o cenário a analisar e na janela inferior seleccionar a variável a analisar.

Na janela da direita pedir acumulação de valores

