

Autor: José Luis Teixeira

Atualizado: 20/04/2022

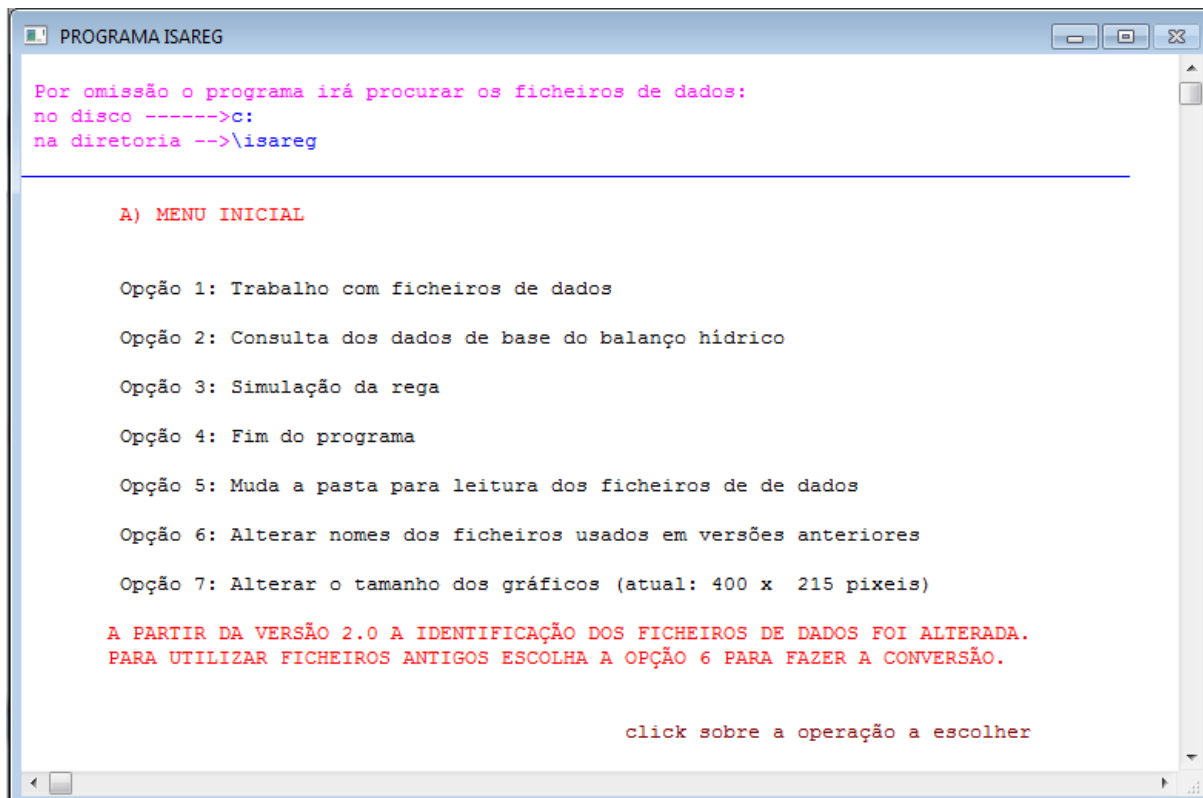
Capítulo 6. Simulação da Rega

6 - SIMULAÇÃO DA REGA

6.1 - Especificação dos códigos para leitura dos dados de base	2
6.2 - Especificação do ano ou série de anos para a simulação.....	4
6.3 - Especificação dos ficheiros característicos da rega	5
6.3.1 - Ficheiros com o esquema de rega	5
6.3.2 - Especificação das restrições de água para rega.....	6
6.3.3 - Especificação do potencial de ascensão capilar	7
6.4 - Execução de uma nova simulação alterando apenas um elemento	8
6.5 - Criação e execução de um ficheiro de comando.....	10
6.6 - Simulação da rega para uma sucessão de culturas	11
6.7 - Cálculo das condições iniciais em função das condições meteorológicas anteriores	14

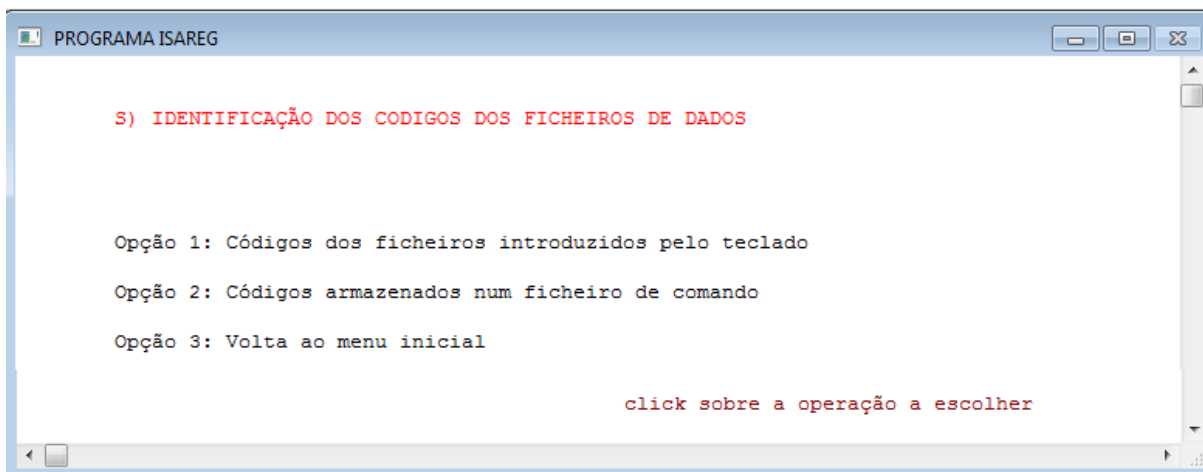
Capítulo 6. Simulação da Rega

A simulação da rega, opção 3 do *menu inicial*, só deve ser iniciada quando foram previamente construídos os ficheiros agronómicos (solos e culturas) e meteorológicos (evapotranspiração e precipitação). O esquema de rega é também indispensável para a simulação, mas o ficheiro pode ser construído durante o procedimento de simulação, caso não tenha sido construído anteriormente no procedimento descrito no Capítulo 4.



6.1 Especificação dos códigos para leitura dos dados de base

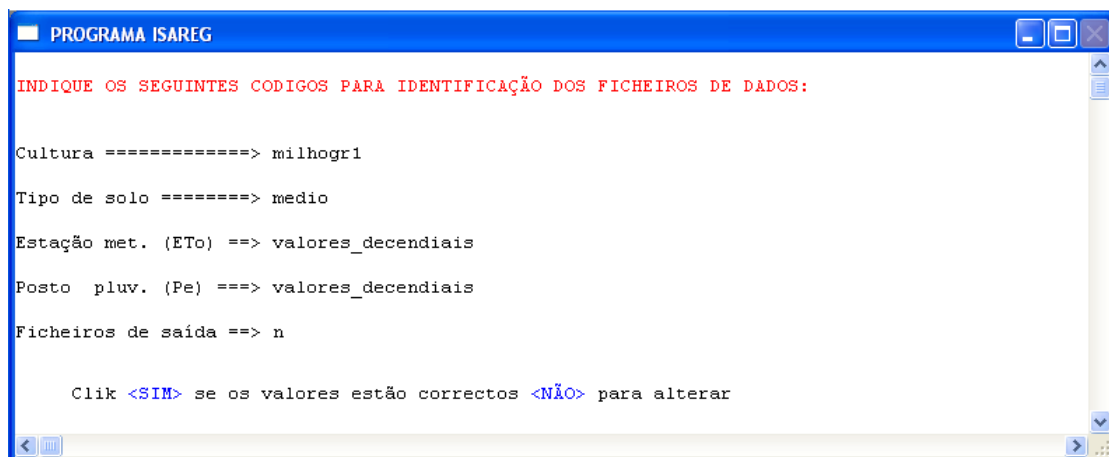
Escolhida a opção *simulação da rega* no *menu inicial* (*menu A*), o programa ISAREG pergunta ao utilizador se quer fornecer as instruções necessárias para efetuar a simulação através de um processo interativo ou se estas já estão armazenadas em ficheiro (ficheiro de comando):



Nesta fase é necessário que o programa conheça as características do solo e da cultura, os valores dos parâmetros meteorológicos, bem como o ano em que se pretende efetuar a simulação da rega⁽²⁾ a fim de iniciar o processo de simulação.

A escolha da opção "2" implica a existência de um ficheiro de comando com identificador "_REG"⁽¹⁾, com os dados de uma simulação já realizada, cuja criação será exemplificada em 5.5 (*menu Z*).

Na opção 1 o utilizador terá que fornecer aquela informação ao programa respondendo às seguintes questões:



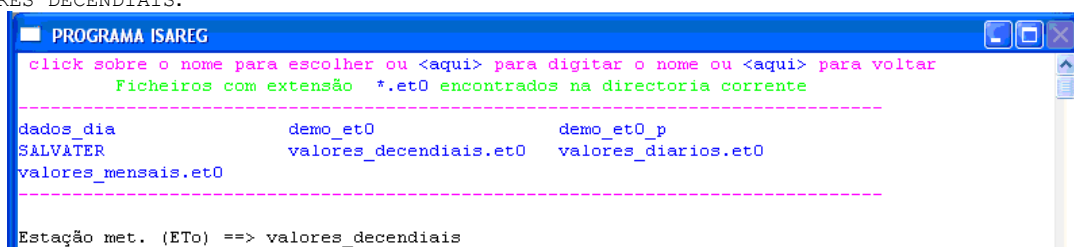
Nesta sucessão de códigos pedidos, um erro na introdução do nome pode ser imediatamente corrigido:

- se a resposta para o código de um ficheiro de dados (por exemplo o tipo de solo) for "0", o programa volta ao pedido anterior, isto é, no exemplo referido, permitiria indicar novamente o código da cultura⁽³⁾.
- se a resposta ao primeiro elemento pedido (código da cultura) for "0" o programa volta ao *menu S*).

Quando se reponde pressionando a tecla <Enter> o programa assume que o código é o mesmo do ficheiro anterior. Por exemplo: se todos os elementos têm o mesmo código, basta escreve o nome do 1º e responder sucessivamente pressionando a tecla <Enter>.

Os códigos podem ainda ser introduzidos por escolha de uma lista de ficheiros do tipo pedido, existentes na diretoria de trabalho, pressionando a tecla "?". No exemplo que se mostra a seguir, esta opção foi utilizada na escolha do ficheiro com os dados da evapotranspiração com o código

VALORES DECENDIAIS:



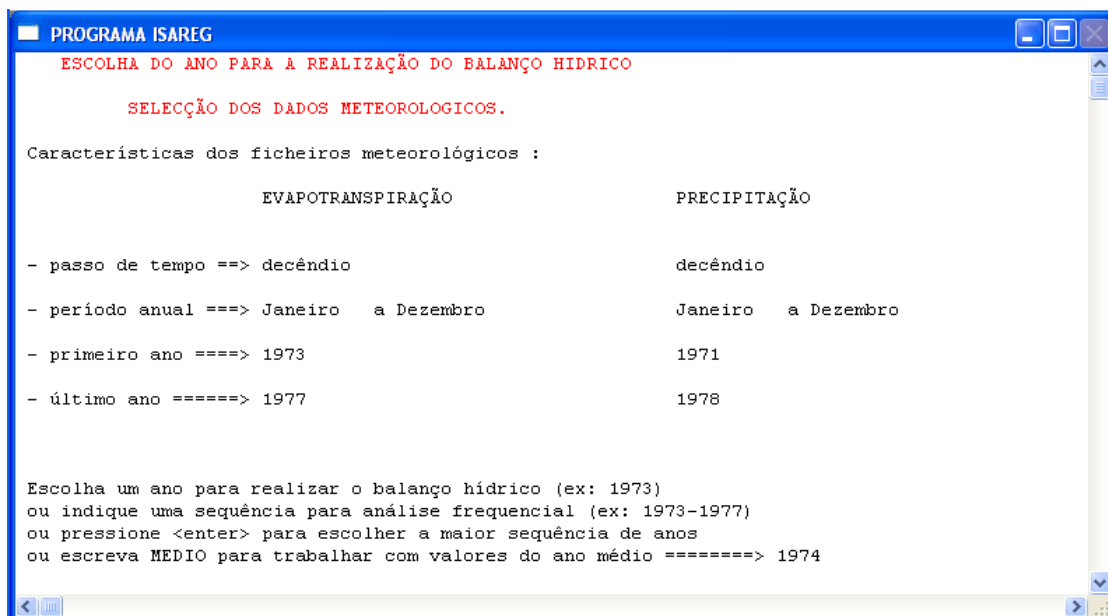
⁽²⁾ A indicação do ano é necessária para a selecção dos valores dos parâmetros meteorológicos.

⁽¹⁾ Este ficheiro contém informação sobre os códigos da cultura, solo, estação meteorológica, posto pluviométrico, ficheiro característico da rega, restrições e ascensão capilar. Deste modo, é possível repetir uma simulação já efetuada sem ser necessário indicar de novo aqueles códigos.

⁽³⁾ Este procedimento é sistemático no programa. Sempre que existe um pedido sequencial de dados, a resposta zero volta com o programa à pergunta anterior. Quando aquela resposta for dada à primeira pergunta de sequência, o programa volta à escolha feita anteriormente permitindo deste modo uma correcção do caminho seguido. Alguns casos em que "0" seja uma resposta possível, o retorno do programa faz-se introduzindo um número negativo.

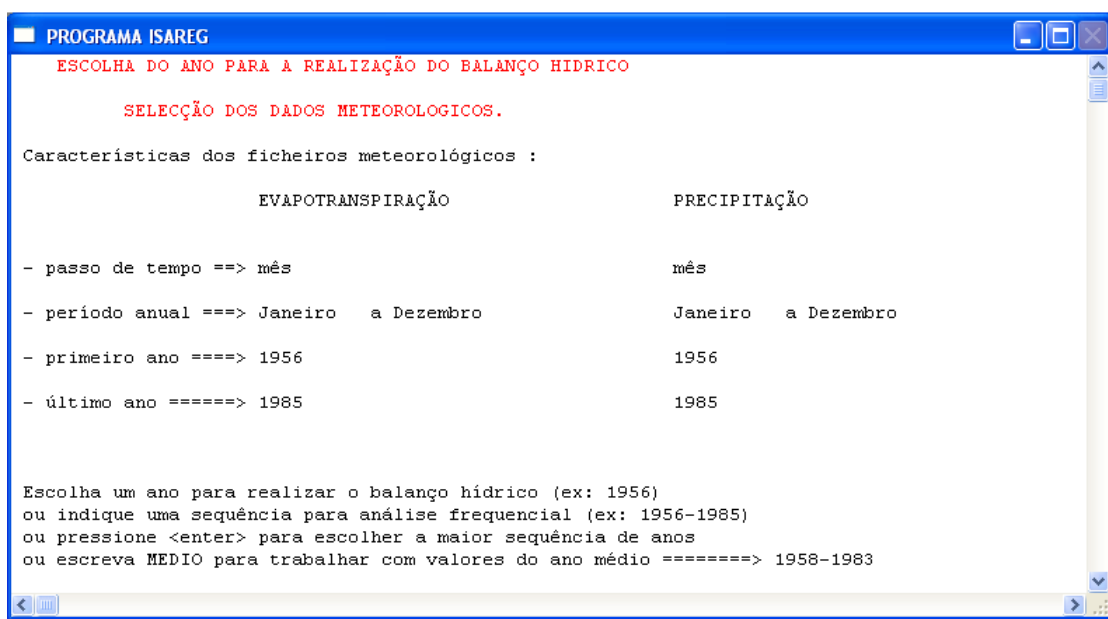
6.2 Especificação do ano ou série de anos para a simulação

Conhecidos os nomes dos ficheiros de base, o programa apresenta em seguida as características dos ficheiros meteorológicos e a série de anos comum aos dois ficheiros com aquele tipo de dados:



Quando se especifica um ano, a simulação da rega realiza-se apenas para os valores da precipitação e da evapotranspiração ocorridos nesse ano, como em todos os exemplos anteriormente referidos (ano de 1974).

Se for indicada uma série, o programa efetua sequencialmente os balanços hídricos para todos os anos da série indicada, apresentando como resultado as séries ordenadas das necessidades de rega e do caudal no período de ponta, como se mostra no Quadro 7.14, construído a partir da simulação da cultura MILHOGR1, em solo MEDIO, para a série 1956-1985 dos dados meteorológicos dos ficheiros VALORES_MENSAIS_ET=.TXT e VALORES_MENSAIS_PRE.ET0:



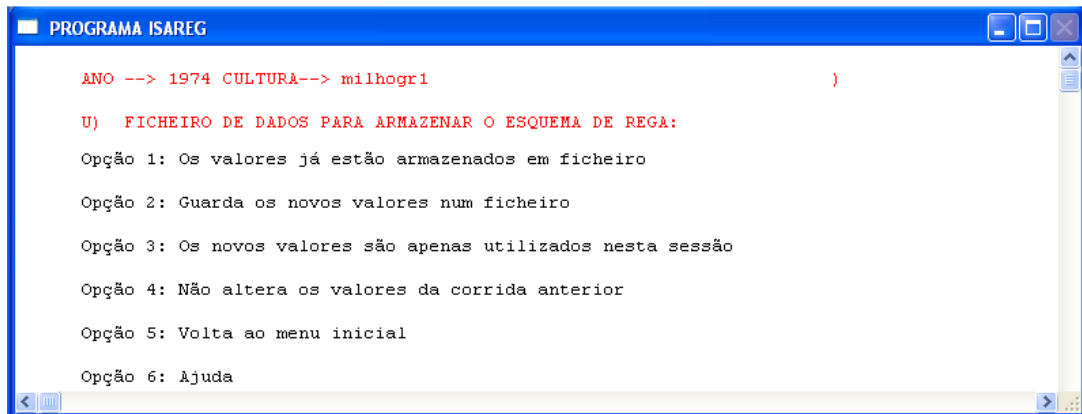
A simulação é feita considerando sempre os dados característicos da rega indicados para o primeiro ano.

6.3 Especificação dos ficheiros característicos da rega

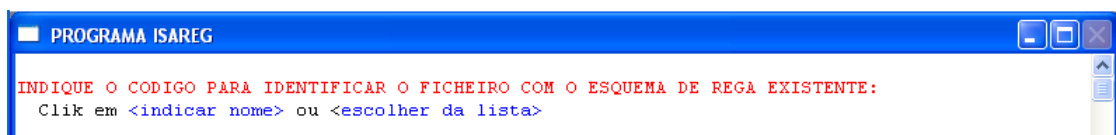
Nas secções 4.1, 4.2 e 4.3, foi analisado o modo como se introduzem, em ficheiros próprios, os dados referentes ao esquema de rega, restrições de água e ascensão capilar. A criação destes ficheiros pode também ser efetuada nesta fase da simulação.

6.3.1 Ficheiros com o esquema de rega

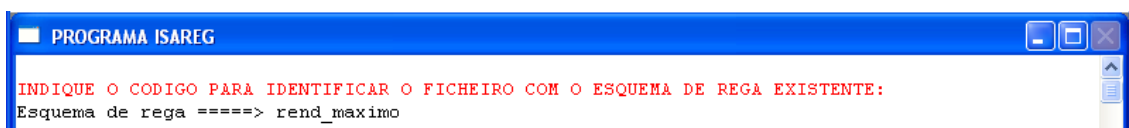
A identificação dos ficheiros com o esquema de rega faz-se seleccionando uma opção no *menu U*):



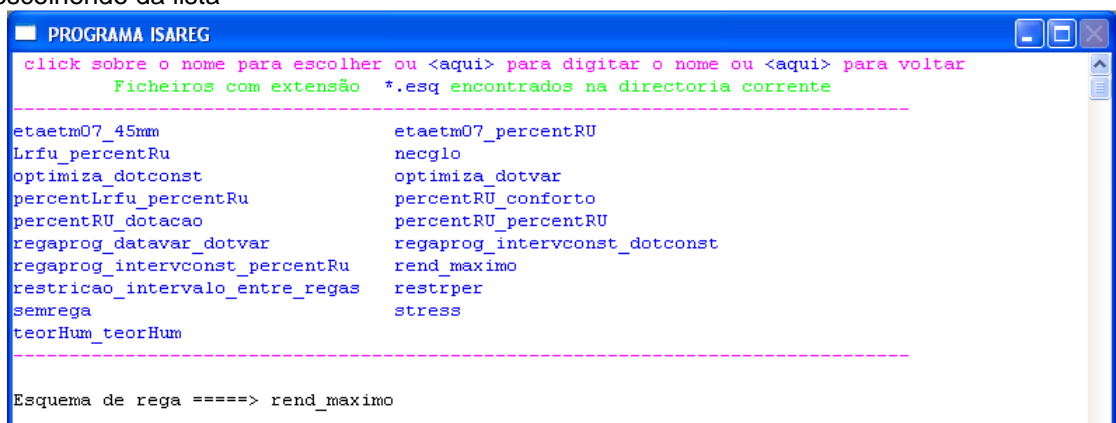
Nas opções "2" e "3" o utilizador diz que quer indicar um novo esquema de rega, a definir nas fases seguintes, seguindo o procedimento já exemplificado na secção 4.1 - *menus M*) a O). Este novo esquema poderá ser armazenado num ficheiro de dados (opção "2"), para o qual se indica o código, ou ser apenas considerado nesta execução do programa, não sendo previsível a sua utilização futura (opção "3"). Numa fase de trabalho interativo em que se fazem variar apenas alguns parâmetros do modelo, poderá interessar manter o esquema de rega utilizado na experiência anterior e, neste caso, a escolha será "4"⁽⁴⁾. Na opção "1" o utilizador deve identificar o ficheiro com o esquema de rega:



a) indicando diretamente o nome ou escolhendo da lista



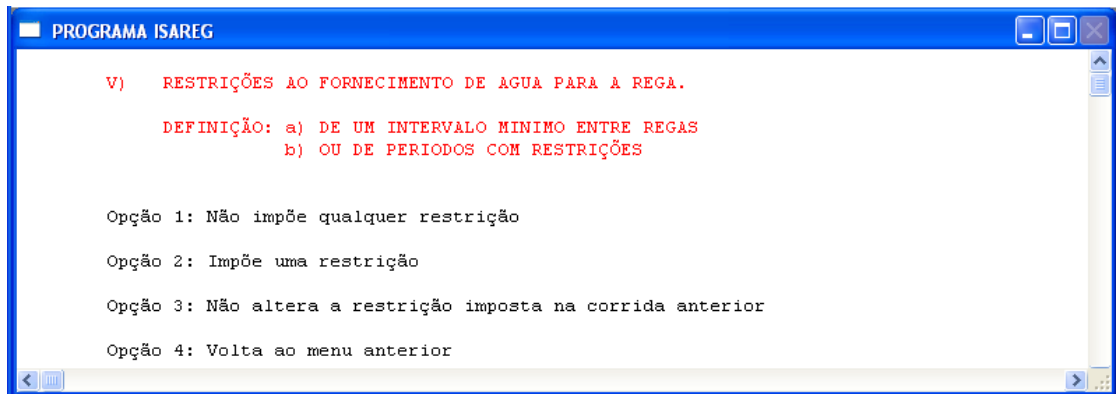
b) escolhendo da lista



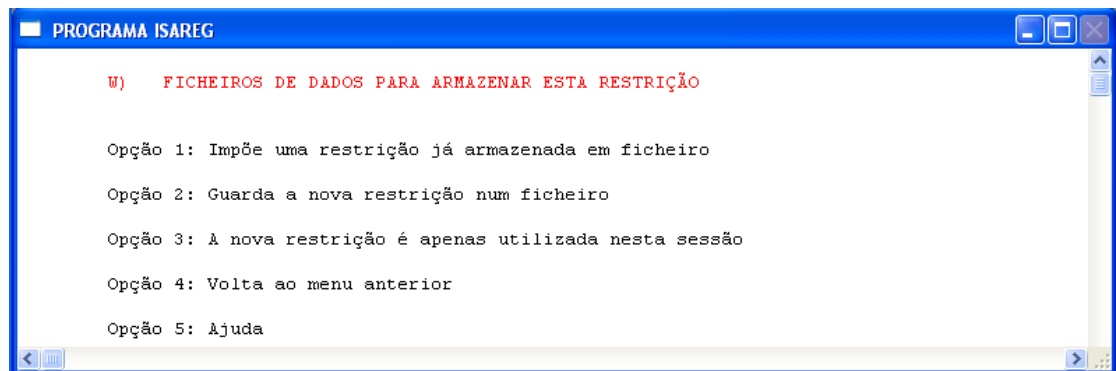
⁽⁴⁾ A opção "4" não é apresentada numa primeira simulação em que ainda não está definido nenhum esquema de rega.

6.3.2 Especificação das restrições de água para rega

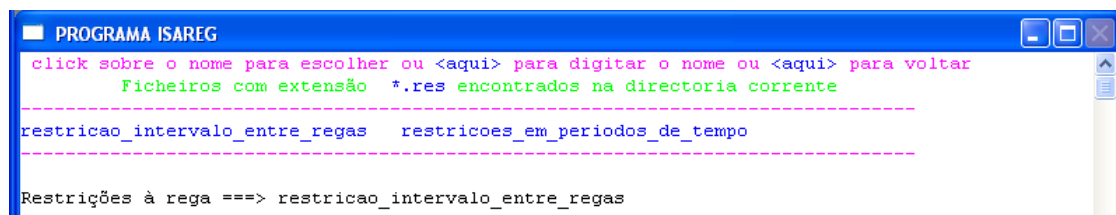
A consideração de restrições visa a aproximação às condições reais em que a rega é executada. Por essa razão, só serão consideradas restrições de água quando se escolhem os esquemas de rega tipo 1 (rega visando o rendimento ótimo) ou tipo 2 (definição da oportunidade e quantidade de rega). A sua introdução no programa faz-se imediatamente a seguir à definição do esquema de rega. O balanço hídrico pode ser feito com ou sem restrições, pelo que a primeira escolha do utilizador será:



Quando se escolhem a "Opção 1" ou a "Opção 3"⁽⁵⁾, o programa salta imediatamente para o tema seguinte referente à ascensão capilar⁽⁶⁾. Na escolha da primeira opção indica-se que o balanço hídrico será realizado sem restrições. Selecionando a "Opção 2", o programa inquirir o utilizador sobre o modo como vai conhecer a restrição, dando-lhe a escolher uma de entre as seguintes opções:



A escolha da "Opção 1" pressupõe a existência de um ficheiro onde já se encontra armazenada a restrição que irá ser imposta, pelo que o programa pede em seguida o código respetivo:



Quando se escolhem a "Opção 2" ou a "Opção 3" o programa permite a definição de novas restrições, seguindo o procedimento apresentado na secção 4.2 (menu P) que poderão ser armazenadas ou não num novo ficheiro conforme a opção escolhida.

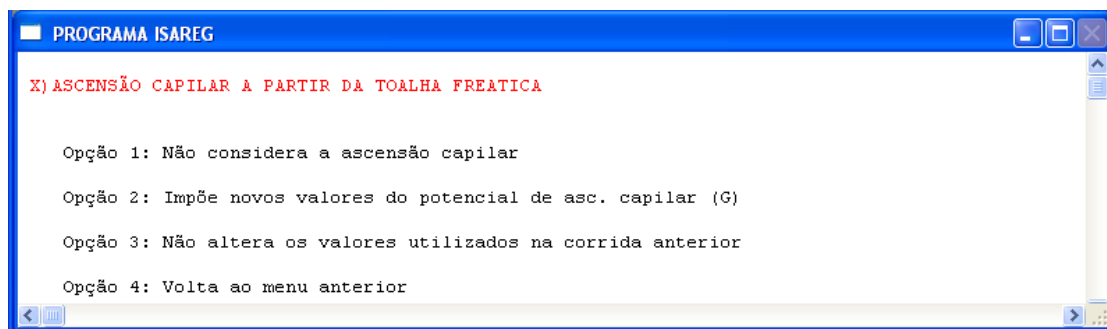
⁽⁵⁾ A opção "3" só está disponível quando o programa já tem em memória uma restrição utilizada anteriormente.

⁽⁶⁾ Quando o esquema é do tipo 1 sem restrições, ou do tipo 6, não é necessário indicar os valores da ascensão capilar porque a possibilidade de "stress" hídrico não existe não é considerada. Nestes casos, o programa passa imediatamente para a execução do balanço hídrico do solo.

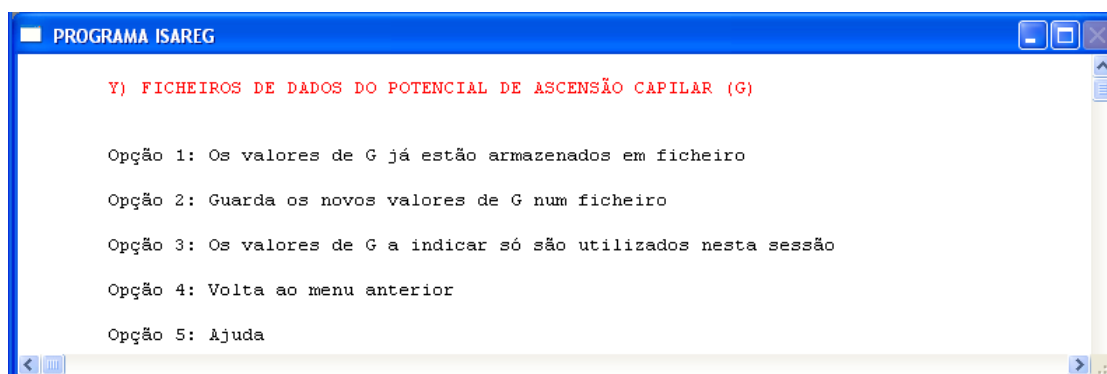
6.3.3 Especificação do potencial de ascensão capilar

O acesso ao *menu X*), que permite especificar a ascensão capilar não é possível quando se considera o esquema de rega tipo 6 (cálculo das *Necessidades Globais de Rega*) ou quando se especificou o esquema de rega tipo 1 (rega visando o rendimento ótimo) sem restrições. Em ambos os casos o volume de água armazenado no solo manter-se-á sempre na zona de rendimento ótimo e a ascensão capilar, mesmo na presença de uma toalha freática, não será considerada pelo modelo.

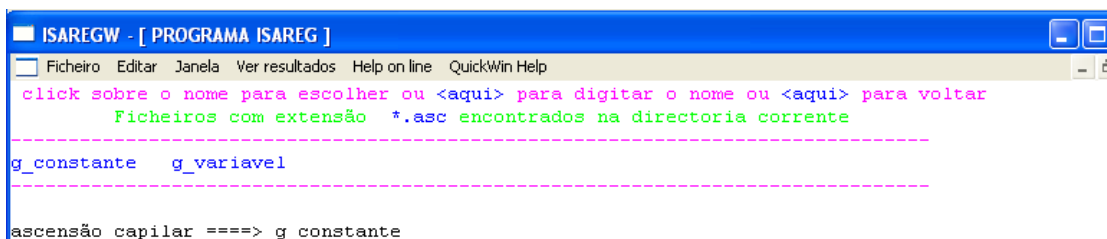
A indicação dos valores de G , tal como no caso das restrições, não é obrigatória para executar a simulação. Assim, é necessário responder ao *menu X*):



Quando se escolhem a "Opção 1" ou a "Opção 3"⁽⁷⁾ no *menu X*) o programa passa para a execução do balanço hídrico do solo. Na "Opção 2" é ainda obrigatório responder ao *menu Y*):



Quando se escolhem as opções "2" ou "3" o programa permite a definição de novos valores de G , seguindo o procedimento apresentado na secção 4.3 (*menu Q*) que poderão ser armazenadas num novo ficheiro (opção 2) ou não (opção 3). Quando se escolhe a opção "1" indica-se em seguida o código dos ficheiros:



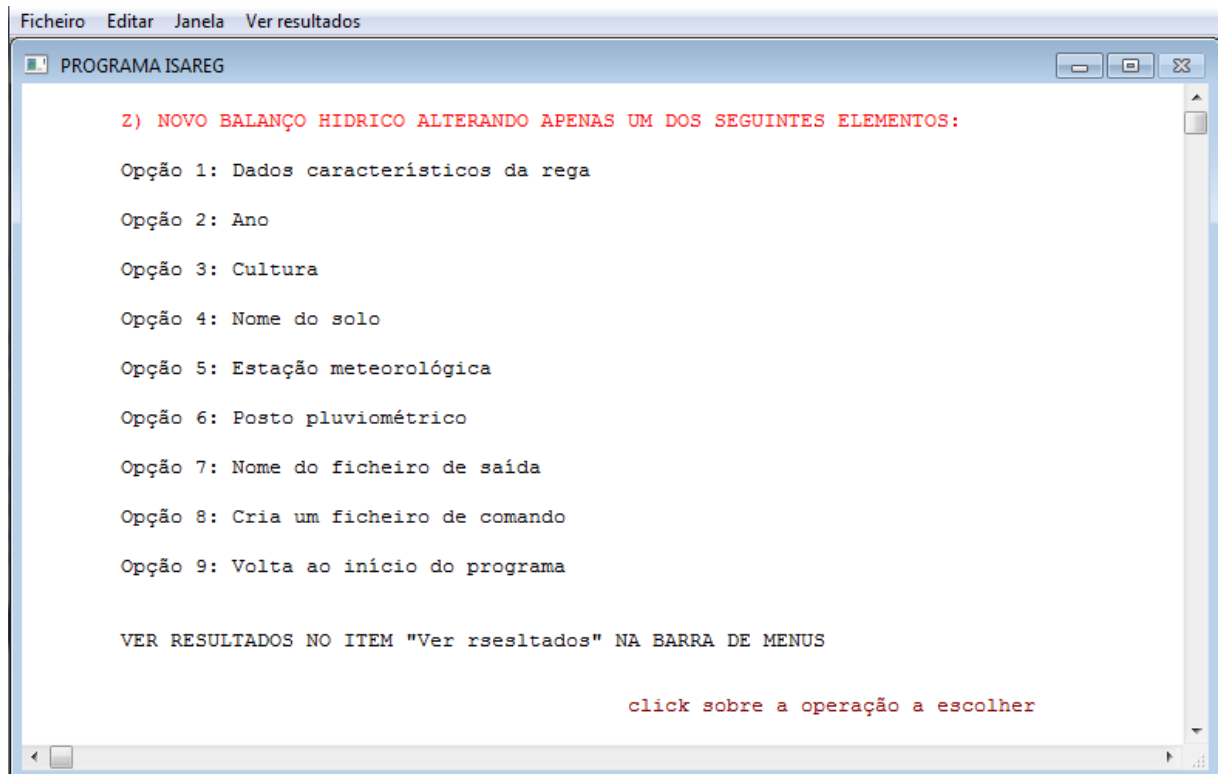
⁽⁷⁾ A opção "3" só está disponível quando o programa já tem em memória a definição de um potencial de ascensão capilar utilizado anteriormente.

6.4 Execução de uma nova simulação alterando apenas um elemento

Depois de introduzidos os dados característicos da rega, segundo o procedimento indicado na secção anterior, o programa executa o balanço hídrico do solo e mostra os resultados de forma tabular ou gráfica, conforme se apresenta no Capítulo 7. Estes resultados podem ser acedidos a partir do *menu* "Ver Resultados" da janela principal do programa.



Terminada a simulação, o utilizador deve responder a uma das questões colocadas no *menu* Z):



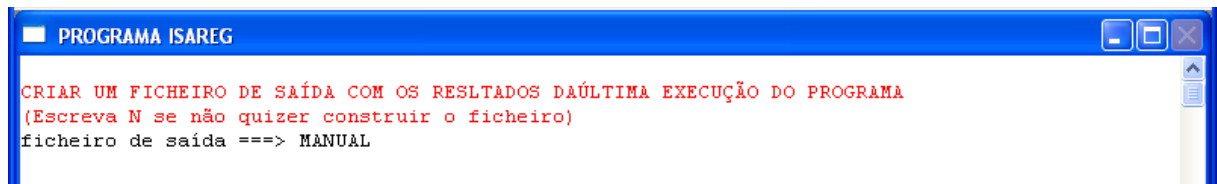
Podem ser alterados:

- um dos ficheiros com os dados de base (solo, cultura, precipitação, evapotranspiração);
- o ano ou série de anos;
- os dados característicos da rega;
- o ficheiro de saída onde se registam os resultados.

ou, na ultima opção, criado um ficheiro de comando .

A alteração de ficheiros deve ser utilizada quando se pretende analisar a sensibilidade do modelo à alteração apenas de um tipo de dados, como por exemplo: a mesma cultura em função do tipo de solo; a mesma combinação solo/cultura sujeita a dados meteorológicos de anos diferentes; a sensibilidade dos resultados à presença de uma toalha freática a várias profundidades; a influência de uma restrição na calendarização da rega; etc...

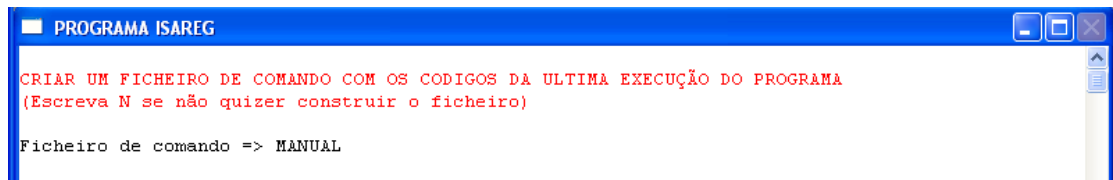
Quando se pretende repetir a simulação sem alterar qualquer parâmetro escolhe-se a opção "7". Neste caso o programa pede:



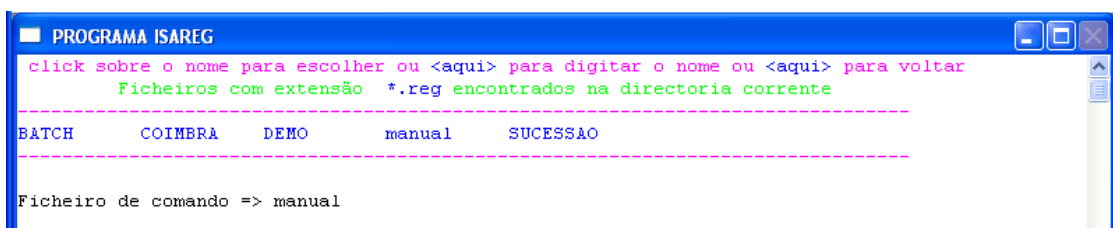
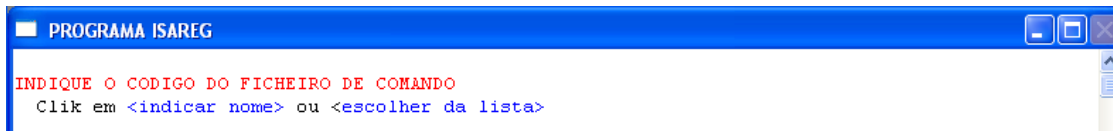
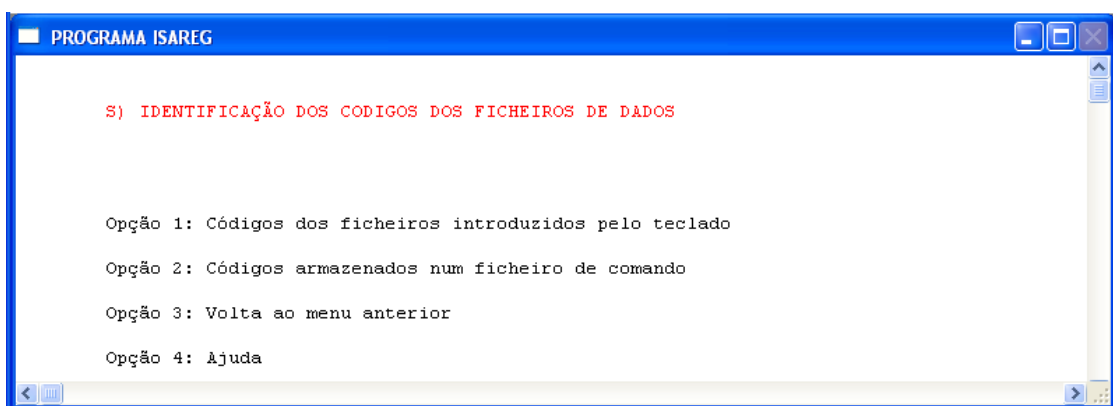
A resposta deverá ser "N" se o utilizador não quiser guardar os resultados ou a identificação de um código para o seu armazenamento num ficheiro com o código referido e identificador ".SAI". Neste ficheiro (MANUAL_SAI.TXT no exemplo dado) ficam guardados todos os resultados e a sua impressão faz-se pelos procedimentos normais do Windows.

6.5 Criação e execução de um ficheiro de comando

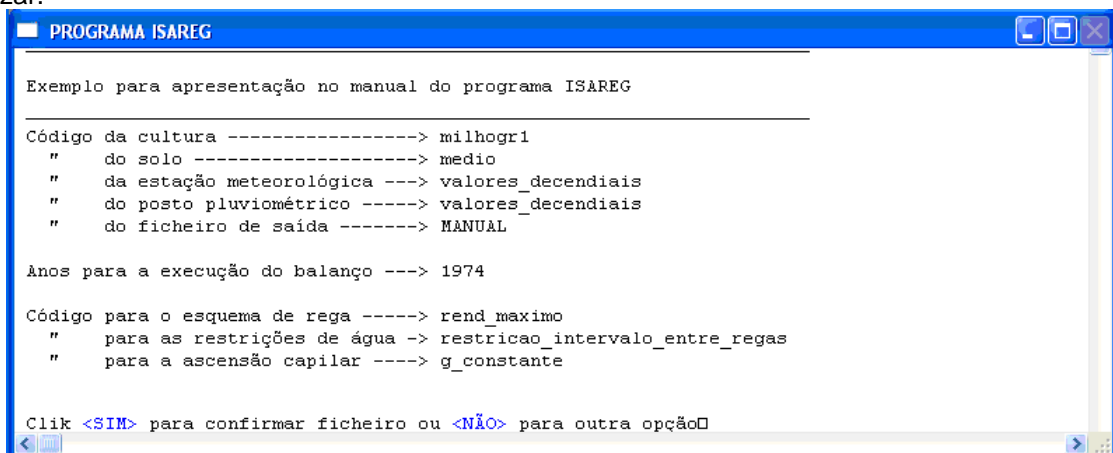
O ficheiro de comando, com identificador ".ISR", destina-se ao armazenamento dos nomes dos ficheiros de dados necessários para uma execução do programa. A opção "8" do *menu S)* conduz à criação de um ficheiro deste tipo que permitirá repetir a última simulação efetuada. Assim, escolhida aquela opção é necessário indicar:



Numa próxima execução do programa, quando se pretende repetir a simulação referida, deverá optar-se pela opção "2" no *menu S)* e depois indicar o código respetivo:



Em resposta, o programa mostra no visor a informação com a indicação de todos os ficheiros a utilizar.



Responde-se <SIM> para continuar. A resposta negativa implica a volta ao *menu* anterior.

6.6 Simulação da rega para uma sucessão de culturas

Nalguns casos será interessante efetuar a simulação de duas ou mais culturas sucessivas, visto que as condições iniciais de humidade do solo de uma cultura, dependem das condições finais da cultura anterior e, portanto, do modo como de processou a rega.

O programa ISAREG permite a realização desta simulação para um máximo de três culturas. Consegue-se o acesso a este tipo de cálculo quando, na opção *simulação da rega*, do *menu* inicial, se indicam os códigos das diferentes culturas separados pelo carácter '+', como se pode observar na Figura 6.1.

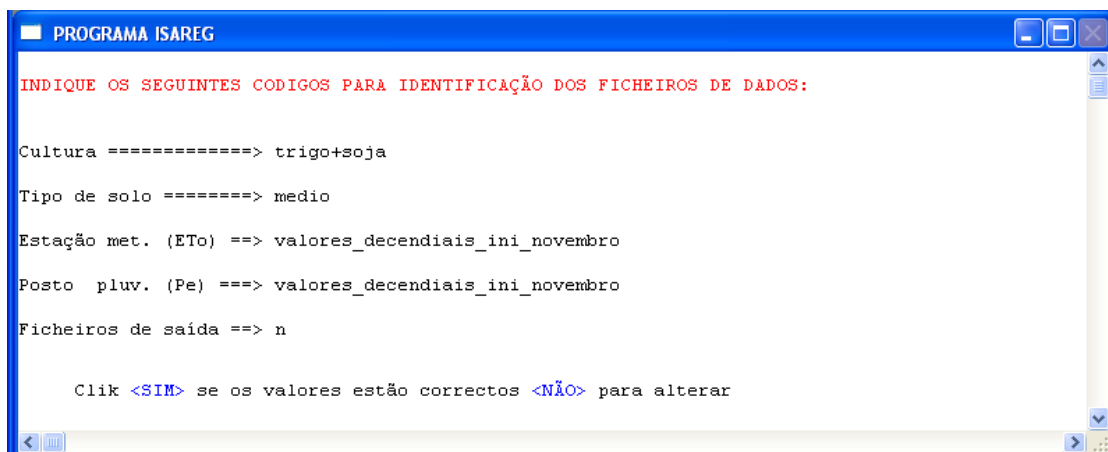
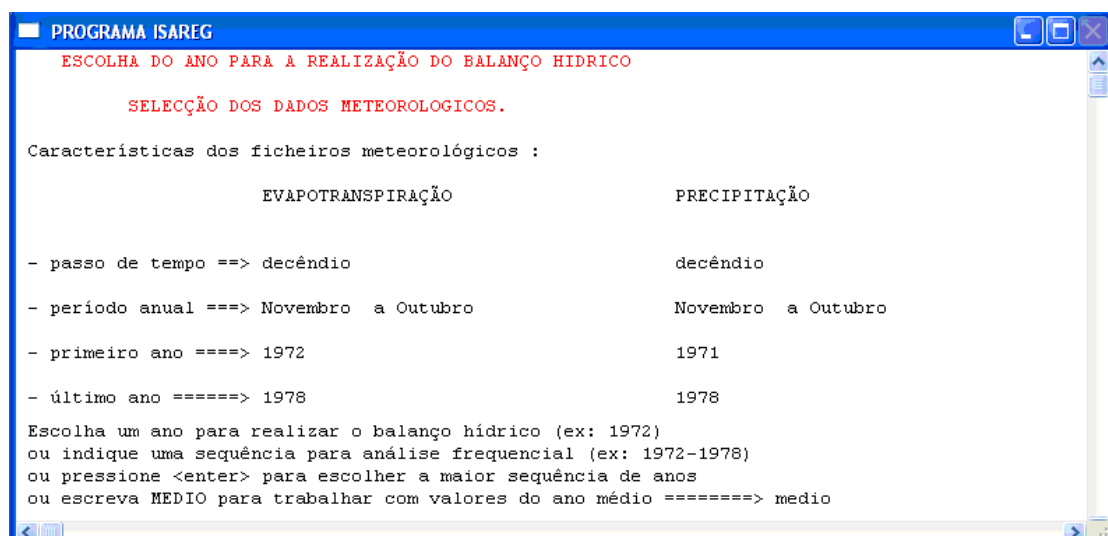


Figura 6.1 – Exemplo de introdução dos dados para uma sucessão de culturas

Em seguida, especifica-se o ano em que se pretende a simulação, através do seguinte procedimento, já anteriormente referido (vd. 5.2):



Neste exemplo é importante salientar que foi necessário construir novos ficheiros com os dados meteorológicos porque a cultura do trigo⁽⁹⁾, com data da sementeira em 15 de Novembro e colheita em 10 de Junho, abrange dois anos civis. Assim, houve necessidade de escolher para primeiro mês de dados dos ficheiros meteorológicos, o mês de Novembro, que é o mês inicial da cultura. Por outro lado o último mês indicado coincide com o mês da colheita da cultura da soja, o que satisfaz a restrição imposta na construção dos ficheiros meteorológicos (vd. 3.1, Quadro 3.3).

⁽⁹⁾ Com a generalização de "pivots" poderá ser interessante analisar a possibilidade de fazer uma ou duas regas de complemento na cultura do trigo, em Portugal Continental.

Os ficheiros característicos da rega são especificados para cada uma das culturas, pelo que a programação da rega nas duas culturas é independente. O programa solicita para cada cultura o esquema de rega, através da resposta ao *menu U*) que refere expressamente a cultura em causa, como se pode observar na Figura 6.2

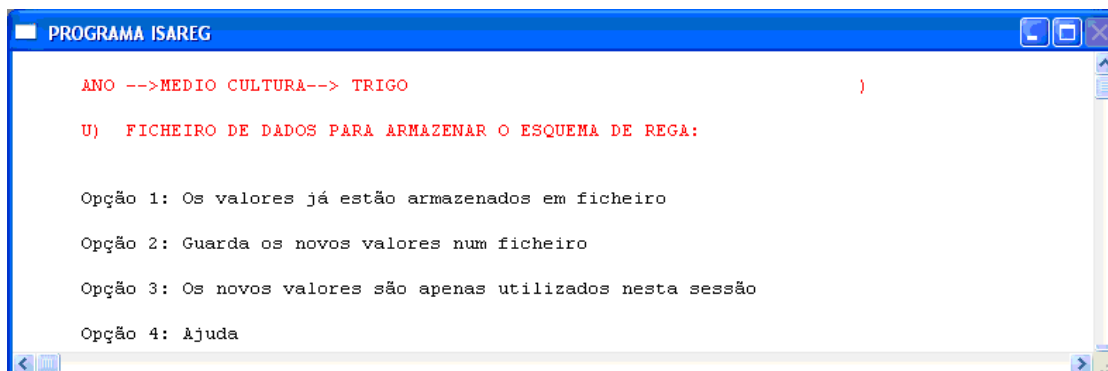


Figura 6.2 - Indicação do esquema de rega numa sucessão de culturas

A única diferença relativamente à execução da simulação com uma cultura de cada vez, é que as condições iniciais da segunda cultura não são as indicadas no esquema de rega, mas sim as do final da cultura anterior.

No exemplo considerado, em que se utilizou para o trigo o ficheiro com o esquema de rega `REND_MAXIMO_T_ESQ.TXT` (Quadro 6.2) e para soja o ficheiro `REND_MAXIMO_ESQ.TXT` (Quadro 6.4)⁽¹⁰⁾, a simulação da cultura da soja foi feita com as seguintes condições iniciais:

% da RU preenchida na zona inicial -----> 32.9

% da RU nas restantes camadas de solo -----> 32.9

resultantes do balanço hídrico efetuado para o trigo, e não com os valores 100% e 70%, armazenados no ficheiro `REND_MAXIMO_ESQ.TXT`.

Os resultados desta simulação serão apresentados no capítulo seguinte (vd. 6.5.1).

Nos Quadros Quadro 6.1 a 6.4 mostram-se os valores dos parâmetros culturais e dos esquemas de rega utilizados.

Quadro 6.1 Parâmetros culturais armazenados no ficheiro `TRIGO_CUL.TXT`.

⁽¹⁰⁾ No ficheiro `REND_MAXIMO_ESQ.TXT`, está contido um esquema de rega visando o rendimento óptimo. No ficheiro `REND_MAXIMO_T_ESQ.TXT`, utiliza-se um esquema semelhante, mas em que se considera que no início da cultura o solo está à capacidade de campo (100% em todo o perfil) e se impede a rega no período de 25 dias anterior à colheita.

```

PROGRAMA ISAREG

VALORES ARMAZENADOS PARA A CULTURA DE CODIGO:
TRIGO

A --> Fase Inicial (Sementeira)
B --> Início da Fase de Crescimento Vegetativo
C --> Início da Fase Intermédia I - floração
D --> Início da Fase Intermédia II - formação do fruto
E --> Início da Fase Final - maturação
F --> Colheita (ou final da rega)

-----
                FASES:          A      B      C      D      E      F
-----
Início das fases do ciclo veget.    1/11 31/ 1 20/ 3 10/ 4 15/ 5 10/ 6
Fracção facil/ utilizvel, p (%)      65.0 65.0 40.0 40.0 60.0 70.0
Profundidade das raízes (m)          0.1  0.5  0.9  1.1  1.1  1.1

Coeficiente de sensibilidade hídrica = 1.05

Coeficientes culturais:
Na fase de estabelecimento           ( 1/11 a 31/ 1) -----> 0.73
Na fase de desenvolvimento vegetativo (31/ 1 a 20/ 3) -----> 0.73 a 1.05
Na fase intermédia                   (20/ 3 a 15/ 5) -----> 1.05
Na fase final da cultura              (15/ 5 a 10/ 6) =====> 1.05 a 0.30

```

Quadro 6.2 - Esquema de rega utilizado no trigo (REND_MAXIMO_T)

```

PROGRAMA ISAREG

REGA VISANDO O RENDIMENTO MÁXIMO (Esq. Tipo 1)

% da RU preenchida na zona inicial -----> 100.0
% da RU nas restantes camadas de solo -----> 100.0
nº de dias, antes da colheita, para terminar a rega -> 25

Clik <SIM> se os valores estão correctos <NÃO> para alterar

```

Quadro 6.3 - Parâmetros culturais armazenados no ficheiro SOJA_CUL.TXT.

```

PROGRAMA ISAREG

VALORES ARMAZENADOS PARA A CULTURA DE CODIGO:
SOJA

A --> Fase Inicial (Sementeira)
B --> Início da Fase de Crescimento Vegetativo
C --> Início da Fase Intermédia I - floração
D --> Início da Fase Intermédia II - formação do fruto
E --> Início da Fase Final - maturação
F --> Colheita (ou final da rega)

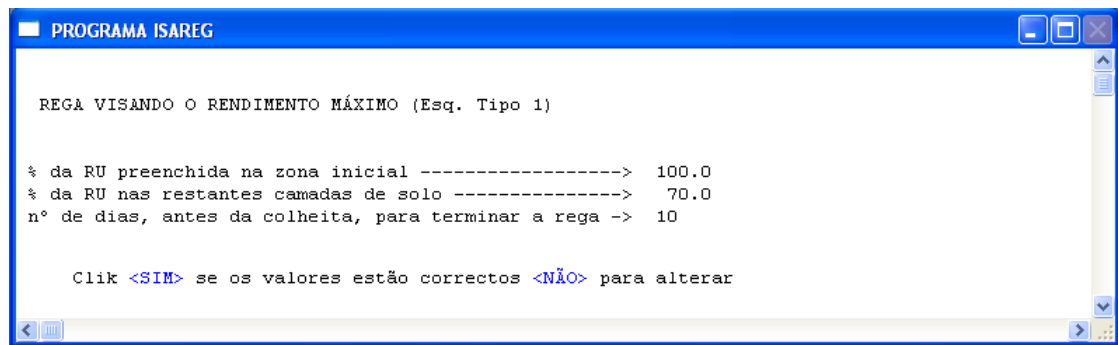
-----
                FASES:          A      B      C      D      E      F
-----
Início das fases do ciclo veget.    11/ 6 25/ 7 25/ 8 24/ 9 18/10 31/10
Fracção facil/ utilizvel, p (%)      50.0 50.0 40.0 40.0 50.0 70.0
Profundidade das raízes (m)          0.1  0.6  0.8  0.9  0.9  0.9

Coeficiente de sensibilidade hídrica = 0.85

Coeficientes culturais:
Na fase de estabelecimento           (11/ 6 a 25/ 7) -----> 0.32
Na fase de desenvolvimento vegetativo (25/ 7 a 25/ 8) -----> 0.32 a 1.15
Na fase intermédia                   (25/ 8 a 18/10) -----> 1.15
Na fase final da cultura              (18/10 a 31/10) =====> 1.15 a 0.45

```

Quadro 6.4 - Esquema de rega utilizado na Soja (REND_MAXIMO)

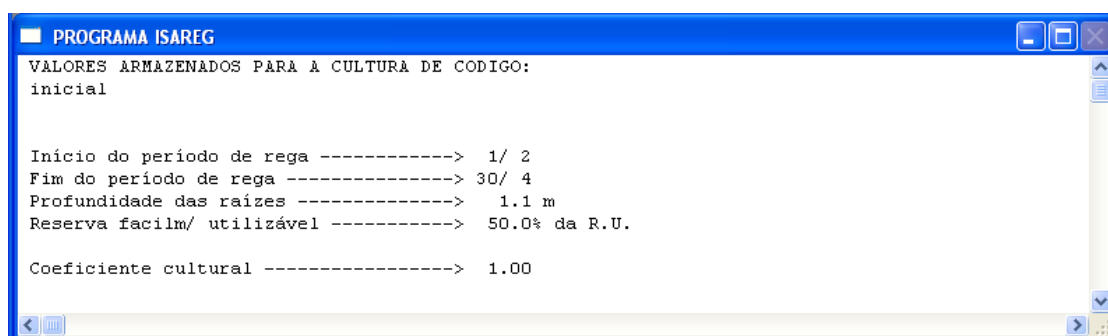


6.7 Cálculo das condições iniciais em função das condições meteorológicas anteriores

Uma sucessão poderá ser considerada, por exemplo, quando se faz depender as condições iniciais de uma cultura semeada na primavera das condições meteorológicas anteriores.

Neste caso recomenda-se a construção de um ficheiro com uma cultura fictícia (`INICIAL_CUL.TXT`), com os parâmetros culturais constantes (profundidade radicular igual ao máximo que atinge a cultura a regar, $p=0.5$ e $K_c=1$) com início no final de Janeiro e fim na véspera da sementeira da cultura a regar, como se mostra no Quadro 6.5. Para a cultura fictícia define-se um esquema de rega tipo 5, *cultura sem rega*, armazenado no ficheiro `INICIAL_ESQ.TXT`, considerando que o solo inicialmente estava à capacidade de campo, o que é razoável, para aquele mês do ano, em Portugal.

Quadro 6.5 - Parâmetros culturais para a cultura fictícia de código `INICIAL`.



A simulação será feita indicando uma sucessão que inclui a cultura `INICIAL` e a cultura a regar. No capítulo seguinte apresentam-se os resultados, para a análise frequencial das necessidades de rega, da sucessão "`INICIAL + MILHOGRI`" (vd. 7.3.3.2).