

Utilização do Software Irrigafácil para Manejo de Irrigação



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 128

Utilização do Software Irrigafácil para Manejo de Irrigação

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque
Carla Moreira de Faria
Enilda Alves Coelho

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Olímpio Pereira de Oliveira Filho

1ª edição

1ª impressão (2011): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Albuquerque, Paulo Emílio Pereira de.

Utilização do software Irrigafácil para manejo de irrigação / Paulo Emílio Pereira de Albuquerque, Carla Moreira de Faria, Enilda Alves Coelho. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

36 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 128).

1. Programa de computador. 2. Manejo de água. 3. Base de dados. I. Faria, Carla Moreira de. II. Coelho, Enilda Alves. Título. III. Série.

CDD 005.3 (21. ed.)

© Embrapa 2011

Autores

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

DSc em Irrigação e Drenagem, Pesquisador da
Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45,
CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG,
emilio@cnpms.embrapa.br

Carla Moreira de Faria

Graduação em Processamento de Dados, Analista
da Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45,
CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG,
carla@cnpms.embrapa.br

Enilda Alves Coelho

Mestre em Ciência da Informática, Analista da
Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45,
CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG,
enilda@cnpms.embrapa.br

Apresentação

Levando em conta a gestão dos recursos hídricos que preconiza a necessidade de usar a água como insumo de modo racional na agricultura irrigada, esta publicação trata do tutorial do programa computacional IrrigaFácil.

Infelizmente, a consciência sobre o manejo da irrigação ainda não está satisfatoriamente introduzida na agricultura irrigada brasileira. Afora o manejo da irrigação em si, ainda se observam muito desperdício de água, má uniformidade de distribuição da água e mau funcionamento hidráulico dos vários sistemas de irrigação implantados.

Focando apenas o manejo da irrigação, o programa computacional IrrigaFácil foi criado com a finalidade de gerar dados preditos confiáveis de evapotranspiração de referência (ET_o), a partir de dados de série histórica de variáveis climáticas, de modo a obter como resultado um simples calendário de irrigação, o qual mostra as possíveis datas e lâminas de irrigação. Se ocorrer alguma precipitação pluviométrica durante o período vigente desse calendário, então um novo calendário pode ser gerado computando-se os eventos de precipitação. Além disso, outros critérios podem ser adotados para esse manejo, como, por exemplo, medir ou estimar dados de ET_o por qualquer método (incluindo-se o do tanque Classe A) para acompanhar a irrigação dia a dia.

Com o IrrigaFácil espera-se que seja mais uma das várias opções de ferramentas computacionais disponibilizadas ao produtor irrigante, para mitigar o problema do mau uso da água na agricultura irrigada brasileira.

Antonio Alvaro Corsetti Purcino
Chefe Geral
Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Introdução	9
Menu de Plantio.....	10
Dados de Plantio	11
Características do Solo e da Planta	17
Planilha de Irrigação	22
Menu de Base de Dados	23
Cadastro de Solo.....	23
Cadastro de Cultura	24
Cadastro de Estações	26
Manutenção do Banco de Dados de Clima	26
Importação de Dados de Clima	27
Cálculo da Evapotranspiração de Referência (ET _o)	30
Ajuste da Evapotranspiração de Referência (ET _o)	31
Predição de Valores de Evapotranspiração de Referência (ET _o)	32
Exportação de Dados	33
Referências	35

Utilização do Software Irrigafácil para Manejo de Irrigação

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Carla Moreira de Faria

Enilda Alves Coelho

Introdução

A programação, ou o manejo da irrigação, requer conhecimentos técnicos acerca da água e da sua dinâmica, envolvendo as variáveis que fazem parte do sistema solo, planta e clima. Muitos esforços nesse sentido têm sido realizados para a compreensão desses fatores, de modo a racionalizar o uso da água como um importante insumo para a agricultura irrigada. Entretanto, embora muitas relações complexas estejam envolvidas nessa atividade biofísica que ocorre no ambiente, é necessário tornar mais simples, fácil e compreensível ao agricultor, irrigante ou técnico o momento e a quantidade de água de irrigação que a sua cultura requer no dia a dia, num período ou no ciclo fenológico.

As ferramentas computacionais disponíveis até o momento são um grande avanço como modo de simplificar e facilitar o manejo de irrigação. No entanto, não só a informática é suficiente, pois a carência de dados edafoclimáticos ainda é uma realidade, principalmente para as condições de um país com grande extensão territorial e diversas regiões heterogêneas, como é o Brasil.

Dentro desse foco, o programa computacional IrrigaFácil foi gerado com a finalidade de gerar dados preditos confiáveis de evapotranspiração de referência (ET_o), a partir de dados de série histórica de variáveis climáticas, de modo a obter como resultado um simples calendário de irrigação, o qual mostra as possíveis datas e lâminas de irrigação. Se ocorrer alguma precipitação pluviométrica durante o período vigente desse calendário, então um novo calendário pode ser gerado computando-se os eventos de precipitação. Além disso, como a metodologia para fazer o manejo de irrigação é a do balanço da água no solo, pode-se adotar outros critérios para esse manejo, como, por exemplo, medir ou estimar dados de ET_o por qualquer método (incluindo-se o do tanque Classe A) para acompanhar a irrigação dia a dia.

Vale enfatizar que se os dados de entrada para o programa forem de boa qualidade e confiáveis também serão os resultados. Por isso, a obtenção de bons dados e o cuidado no tratamento deles são importantes para uma mais acertada tomada de decisão do irrigante.

Os próximos tópicos descreverão as diversas partes do programa, em sua versão nº 1.1, até que se alcance a meta final, que é a planilha de irrigação. Entende-se que os conceitos que aqui serão apresentados já sejam previamente conhecidos pelo leitor, haja vista que o técnico ou o irrigante que deseja acompanhar o manejo de irrigação já estejam familiarizados com esses termos. Como recapitulação, uma leitura pode ser feita em Albuquerque (2007), o qual trata também deste assunto, mas utilizando-se como ferramentas planilhas eletrônicas.

Menu de Plantio

No menu “Plantio” há 3 abas:

a) Dados do Plantio;

b) Características do Solo e da Planta e

c) Planilha de Irrigação.

As funções disponíveis no menu de Plantio são:

Novo plantio: Cria um novo plantio com dados informados pelo usuário.

Cópia: Cria uma cópia de um plantio existente, preservando os dados de plantio, de solo e clima já adicionados.

Localizar: Permite navegar entre os vários plantios cadastrados.

Excluir: Exclui informações de plantio e da planilha relacionada.

Gravar: Atualiza informações no banco de dados.

Desfazer: Desfaz a última ação.

Imprimir: Imprime informações sobre a área de plantio e a planilha de controle de irrigações.

Sair: Sai do programa.

Dados do Plantio

A Figura 1 destaca a aba “Dados do Plantio”, apresentando também na parte superior as funções correspondentes ao Menu de Plantio.

São disponibilizadas quatro estratégias de manejo de irrigação através do balanço de água no solo (Figura 2):

- 1) Obtenção de um calendário das irrigações usando valores de evapotranspiração de referência (ET_o) ajustados e preditos;
- 2) Acompanhamento diário do manejo da irrigação usando valores de ET_o ajustados e preditos;
- 3) Acompanhamento diário do manejo da irrigação usando valores de ET_o estimados por qualquer método e

4) Acompanhamento diário do manejo da irrigação usando valores de evaporação da água do tanque Classe A.

Nas duas primeiras estratégias, é necessária a obtenção de séries históricas de dados climáticos, com mais de 20 anos, para estimar os valores diários de ETo pelo método de Penman-Monteith e, em seguida, devem-se fazer ajustes e predição dos valores de ETo futuros utilizando-se Redes Neurais Artificiais, segundo o Método Resende (RESENDE, 2000; RESENDE et al., 2002). Esses ajustes e essa predição são realizados no próprio programa.

Irriga Fácil - Embrapa Milho e Sorgo

Plantaio Base de dados Ajuda

Novo Cópia Localizar Excluir Gravar Desfazer Imprimir Sair

Manga de baixo

Dados do Plantio Características do Solo e Planta Planilha de Irrigação

Nome do produtor: Antônio Valente Ferreira Nome da propriedade: Faz. Bandeira

Endereço: Rod. MG 424 Km 80 Município | UF: Sete Lagoas | MG

Cultura: Milho Data do plantio: 1/10/2006 Ciclo: 120 dias Data da colheita: 29/1/2007 Prof.: 40 cm Sistema radicular: Variável

Identificação da área de plantio: Manga de baixo

Método de manejo:

- Calendário - ETo ajustada e predita
- Balanco Diário - ETo ajustada e predita
- Balanco Diário - ETo determinada
- Balanco Diário - Evaporação do tanque (kp em decimal)

Sistema de irrigação:

Aspersão Convencional

Aspersão Convencional

Efíc. (dec): 0.7 Prec. (mm/h): 6

Próximo

Figura 1. Janela do programa computacional IrrigaFácil evidenciando-se a aba “Dados do Plantio”.

The screenshot shows the 'Irriga Fácil - Empresa Milho e Sorgo' application window. The 'Dados do Plantio' tab is active, displaying various input fields for crop registration. A red arrow points to the 'Método de manejo' section, where the radio button for 'Balanco Diário - ETo determinada' is selected. Other visible fields include 'Nome do produtor' (Antônio Valente Ferreira), 'Endereço' (Rod. MG 424 Km 80), 'Município | UF' (Sete Lagoas, MG), 'Cultura' (Milho), 'Data do plantio' (1/10/2006), 'Ciclo' (120 dias), 'Data da colheita' (29/1/2007), 'Prof.' (40 cm), and 'Sistema radicular' (Variável). The 'Sistema de irrigação' is set to 'Aspersão Convencional' with an efficiency of 0.7 and precipitation of 6 mm/h.

Figura 2. Destaque para o “Método de manejo” a ser selecionado dentro da aba “Dados do Plantio”.

O cadastro de um Novo Plantio requer o preenchimento dos campos (Figura 1):

- a) Nome do produtor: identificação do proprietário da cultura;
- b) Nome da propriedade: identificação da propriedade;
- c) Município: o usuário deve selecionar o município no qual se localiza o plantio, para isto deve-se utilizar o item “Pesquisar”. Com esta seleção, o programa carrega automaticamente a base de dados climáticos da estação climatológica localizada naquele município, se estes já tiverem sido importados previamente no menu Manutenção Dados Climáticos;

d) Cultura*: campo obrigatório em que o usuário deve selecionar na lista da janela a cultura correspondente. Se cultura não estiver cadastrada, selecione o item Cultura em “Base de dados” para cadastrar nova cultura;

e) Data do plantio*: campo obrigatório em que o usuário deve digitar a data do plantio no formato dd/mm/aaaa;

f) Ciclo*: campo obrigatório em que o usuário deve digitar a duração do ciclo, em dias, do plantio à maturação fisiológica;

g) Data da maturação fisiológica*: será calculada automaticamente depois de informada a data do plantio e o ciclo da cultura;

h) Profundidade efetiva das raízes*: campo obrigatório que indica o valor máximo efetivo que o sistema radicular da cultura se concentra (em cm);

i) Sistema radicular:

Variável – para culturas anuais, normalmente plantadas com sementes;

Fixo – para culturas perenes ou culturas anuais com o sistema radicular já formado (cana e sorgo soca, por exemplo).

O Método de manejo (Figura 2) está dividido em 4 opções:

a) Calendário utilizando ETo ajustada e predita
- permite fazer um calendário das irrigações e lâminas a serem aplicadas para todo o ciclo da cultura, utilizando-se algoritmos baseados em Redes Neurais Artificiais.

b) Balanço diário utilizando valores de ETo ajustados e preditos - o que permite um balanço diário de água no solo, com valores de ETo disponíveis do plantio à maturação fisiológica, medindo-se e computando-se apenas o montante de chuva ocorrida em cada dia.

Estes dois métodos de manejo necessitam de dados de ETo para todo o ciclo da cultura; caso não existam, deverão ser importados, ajustados e preditos através da opção “Base de dados – Clima”.

c) Balanço diário utilizando valores de ETo determinados – podem ser medidos ou estimados por qualquer método, ou outras fontes de informação, como dados disponibilizados diariamente pela internet. Com isso é possível fazer um balanço diário de água no solo, entrando com valores de ETo e chuva.

d) Balanço diário utilizando valores de evaporação (E) de um tanque de evaporação com coeficiente de tanque (Kp) - permite fazer o balanço diário com valores de E e da chuva medida em cada dia ao longo do ciclo da cultura.

O Sistema de irrigação (Figura 3) – deve ser selecionado aquele que será utilizado e as respectivas variáveis deverão ser informadas, conforme o uso:

a) Irrigação por aspersão convencional:

Eficiência: eficiência do sistema de irrigação (decimal);

Precipitação do aspensor: em mm/h.

b) Irrigação por pivô central:

Eficiência: eficiência do sistema de irrigação (decimal);

Lâmina: Lâmina do pivô a 100% de velocidade (mm);

Tempo: tempo gasto para um giro completo a 100% de velocidade (horas).

c) Irrigação por sulco:

Eficiência: eficiência do sistema de irrigação (decimal);

Distâncias entre sulcos (m);

Comprimento dos sulcos (m);

Vazão em cada sulco (l/s).

d) Irrigação por gotejamento:

Eficiência: eficiência do sistema de irrigação (decimal);

Número de gotejadores/ha;

Vazão em cada gotejador (l/h);

Porcentagem do solo molhado – P (decimal);

Fator de cobertura K_r (decimal).

e) Irrigação por microaspersão:

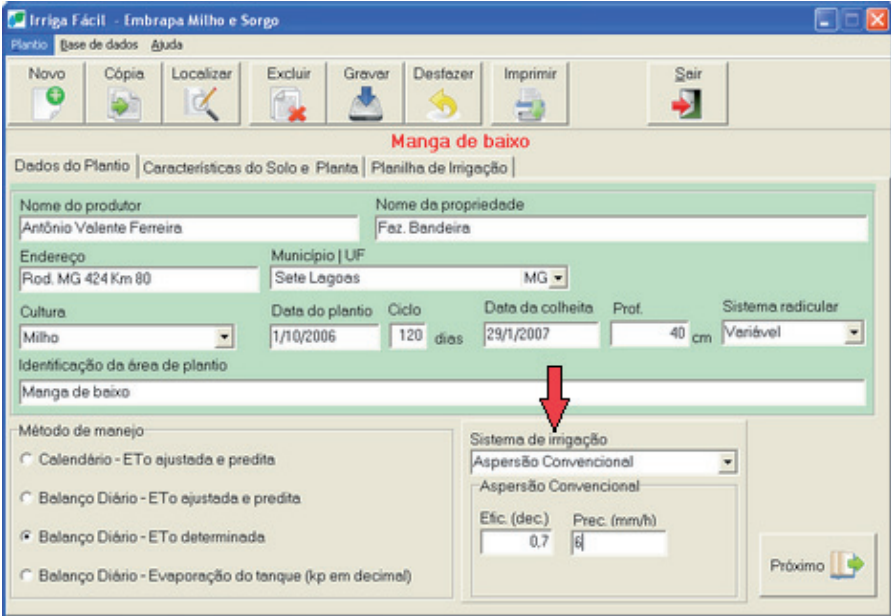
Eficiência: eficiência do sistema de irrigação (decimal);

Número de microaspersores/ha;

Vazão em cada microaspersor (l/h);

Porcentagem do solo molhado – P (decimal);

Fator de cobertura K_r (decimal).



The screenshot shows the 'Irriga Fácil - Empresa Milho e Sorgo' application window. The 'Dados do Plantio' tab is active, displaying various input fields for planting data. A red arrow points to the 'Sistema de irrigação' dropdown menu, which is currently set to 'Aspersão Convencional'. Below this menu, there are input fields for 'Efic. (dec.)' (0.7) and 'Prec. (mm/h)' (6). The 'Próximo' button is visible at the bottom right of the form.

Nome do produtor	Nome da propriedade
Antônio Valente Ferreira	Faz. Bandeira

Endereço	Município UF
Rod. MG 424 Km 80	Sete Lagoas MG

Cultura	Data do plantio	Ciclo	Data da colheita	Prof.	Sistema radicular
Milho	1/10/2006	120 dias	29/1/2007	40 cm	Variável

Identificação da área de plantio
Manga de baixo

Método de manejo

- Calendário - ETO ajustada e predita
- Balanço Diário - ETO ajustada e predita
- Balanço Diário - ETO determinada
- Balanço Diário - Evaporação do tanque (kp em decimal)

Sistema de irrigação
Aspersão Convencional

Aspersão Convencional

Efic. (dec.)	Prec. (mm/h)
0.7	6

Próximo

Figura 3. Destaque para o item “Sistema de Irrigação” no menu “Dados do Plantio”.

Características do Solo e da Planta

A Figura 4 mostra a aba “Características do Solo e da Planta” selecionada.

Os dados de capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), densidade (d) e umidade inicial (Ui) podem ser obtidos via análise do solo.

Figura 4. Detalhe da aba “Características do Solo e da Planta” selecionada.

Se os resultados de análise de solo (PM, CC e d) não estiverem disponíveis, esses valores podem ser estimados pelas características do solo. Neste caso, deve-se utilizar a opção “Estimativas pela textura do solo” (Figura 5) e selecionar o tipo do solo do local de plantio.

Esses termos têm as seguintes definições:

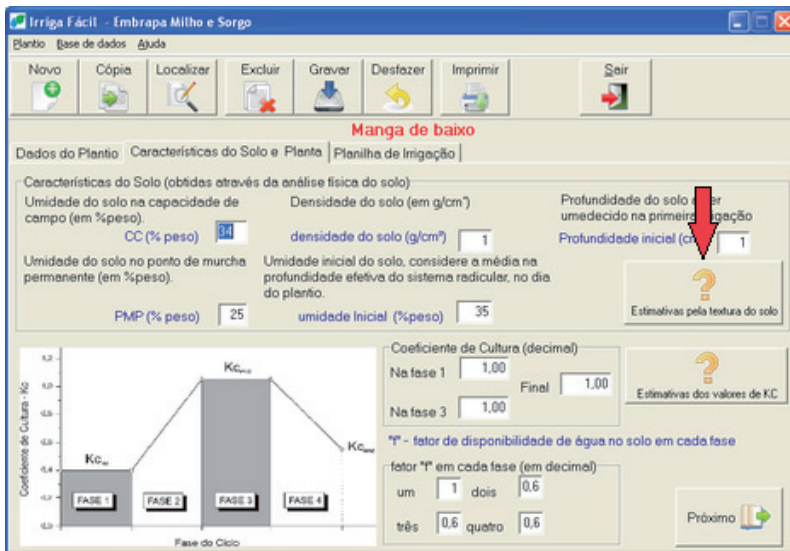
- 1) CC: umidade do solo na capacidade de campo (% peso);
- 2) PMP: umidade do solo no ponto de murcha permanente (% peso);
- 3) d: densidade do solo, também chamada anteriormente de densidade global (kg/dm^3);

4) U_i : umidade inicial do solo, que pode ser considerada a umidade média na profundidade efetiva do sistema radicular, no dia do plantio (% peso).

O coeficiente de cultura (K_c) (Figura 6), que é um parâmetro adimensional, também pode ser obtido em literaturas especializadas, como, por exemplo, o manual da FAO nº 56 (ALLEN et al., 1998).

Se os dados de K_c não estiverem disponíveis, poderão ser usados valores estimados. Para isto deve-se utilizar a opção “Estimativas de valores de K_c ” (Figura 7) e selecionar a cultura do plantio.

O fator de disponibilidade da água no solo (f) é usado para definir a fração da água retida entre a CC e o PMP que pode ser utilizada pela cultura; é um valor adimensional e decimal. Ele pode ser digitado nos campos próprios para 4 fases do ciclo da cultura (Figura 8).



Irriga Fácil - Embrapa Milho e Sorgo

Plantio Base de dados Ajuda



Novo Cópia Localizar Excluir Gravar Desfazer Imprimir Sair

Manga de baixo


Dados do Plantio Características do Solo e Planta Planilha de Irrigação

Características do Solo (obtidas através da análise física do solo)

Umidade do solo na capacidade de campo (em %peso) CC (% peso) Densidade do solo (em g/cm³) densidade do solo (g/cm³) Profundidade do solo a ser umedecido na primeira irrigação Profundidade inicial (cm)

Umidade do solo no ponto de murcha permanente (em %peso) PMP (% peso) Umidade inicial do solo, considere a média na profundidade efetiva do sistema radicular no dia do plantio. umidade Inicial (%peso)   Estimativas pela textura do solo

Coeficiente de Cultura (decimal)


Na fase 1 Final  Estimativas dos valores de Kc

Na fase 3

f - fator de disponibilidade de água no solo em cada fase

fator *f* em cada fase (em decimal)

um dois três quatro

Próximo 




Figura 6. Campos onde são digitados os valores dos coeficientes de cultura (K_c) nas fases 1, 3 e final, de acordo com o gráfico à esquerda.

The screenshot shows the 'Irrigafácil - Enbrapa Milho e Sorgo' application window. The title bar includes 'Menu', 'Base de dados', and 'Ajuda'. The menu bar contains 'Novo', 'Cópia', 'Localizar', 'Excluir', 'Gravar', 'Desfazer', 'Imprimir', and 'Sair'. The main window is titled 'Manga de baixo' and has tabs for 'Dados do Plantio', 'Características do Solo e Planta', and 'Planilha de Irrigação'. The 'Características do Solo' section includes fields for 'Umidade do solo na capacidade de campo (em %peso)' (CC (% peso) = 34), 'Densidade do solo (em g/cm³)' (densidade do solo (g/cm³) = 1), 'Profundidade do solo a ser umedecido na primeira irrigação' (Profundidade inicial (cm) = 1), 'Umidade do solo no ponto de murcha permanente (em %peso)' (PMP (% peso) = 25), and 'Umidade inicial do solo, considere a média na profundidade efetiva do sistema radicular, no dia do plantio.' (umidade Inicial (%peso) = 35). A graph on the left shows the 'Coeficiente de Cultura - Kc' over 'Fase do Ciclo' with four phases (FASE 1, FASE 2, FASE 3, FASE 4) and Kc values (Kc_{ini}, Kc_{max}, Kc_{med}). The 'Coeficiente de Cultura (decimal)' section has input fields for 'Na fase 1' (1,00), 'Final' (1,00), and 'Na fase 3' (1,00). Below it, a section for '*f* - fator de disponibilidade de água no solo em cada fase' has input fields for 'um' (1), 'dois' (0,6), 'três' (0,6), and 'quatro' (0,6). A red arrow points to a button with a question mark icon labeled 'Estimativas dos valores de Kc'. Other buttons include 'Estimativas para cultura do solo' and 'Próximo'.

Figura 7. Botão a ser acionado quando os valores do coeficiente de cultura (Kc) forem estimados.

Figura 8. Campos onde são digitados os valores do fator de disponibilidade (f) da água no solo para 4 fases do ciclo fenológico da cultura.

Planilha de Irrigação

A aba “Planilha de Irrigação” (Figura 9) apresenta as datas durante o ciclo da cultura, os valores diários da evapotranspiração de referência (ET_o), o momento da necessidade ou não de irrigação com as respectivas lâminas recomendadas e as que foram efetivamente aplicadas, além do tempo da irrigação, conforme o sistema utilizado. Se ocorrer chuva, o valor em mm deverá ser informado. A entrada dos valores de ET_o poderá ser feita utilizando valores ajustados e preditos ou valores estimados por qualquer método ou, ainda, através de valores de E (evaporação da água do tanque Classe A), conforme o método de manejo selecionado na aba “Dados do Plantio”.

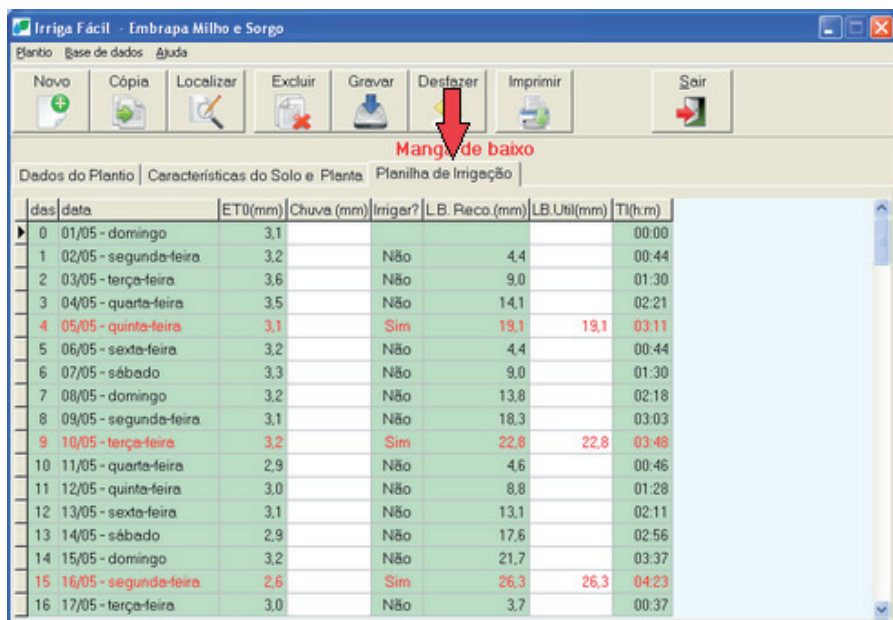


Figura 9. Localização da aba “Planilha de Irrigação” no programa IrrigaFácil.

Menu de Base de Dados

Na Figura 10 há a localização do menu referente à “Base de dados”. O IrrigaFácil utiliza um cadastro de solo, culturas e de estações climatológicas que deverão ser atualizados quando necessário.

Cadastro de Solo

Para cadastro de um novo tipo de solo, deve-se selecionar “Novo” e informar suas características (Figura 11), tais como:

- a) Identificação do solo;
- b) Tipo do solo;
- c) CC (em % peso): capacidade de campo;

- d) PM (em % peso): ponto de murcha;
 e) d: (em g/cm^3 ou kg/dm^3): densidade.

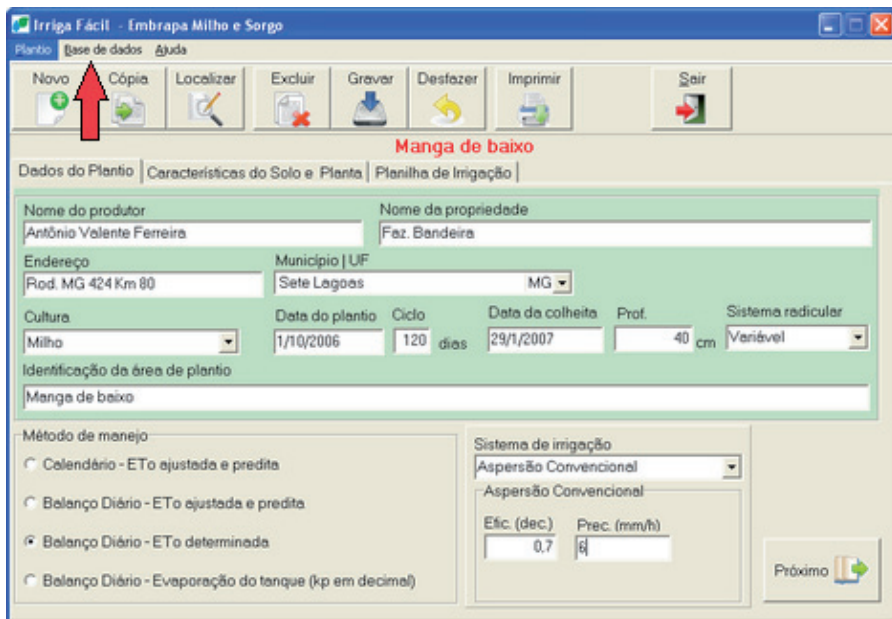


Figura 10. Localização do menu referente à “Base de dados”.

Cadastro de Cultura

Para cadastrar uma nova cultura, selecionar “Novo” e informar suas características (Figura 12), tais como:

- Identificação da cultura;
- Duração da fase – percentual de duração das 4 fases do ciclo fenológico (em decimal);
- Coeficiente de cultura (K_c) – nas fases inicial (Fase I), reprodutiva (Fase 3) e final (Fase 5);
- f – coeficiente de disponibilidade da água no solo ou nível de esgotamento permissível (NEP), com valores para cada uma das fases (em decimal).



The screenshot shows a software window titled "Características do solo". It contains a table with the following data:

Ident. solo	Tipo do solo	Cap. campo - CC [% peso]	Ponto de murcha - PM [%peso]	Densidade - d (g/cm ³)
Arenoso	Arenoso	9,00	4,00	1,65
Franco-arenoso	Franco-arenoso	14,00	6,00	1,50
Franco	Franco	22,00	10,00	1,40
Franco-argiloso	Franco-argiloso	27,00	13,00	1,35
Silto-argiloso	Silto-argiloso	31,00	15,00	1,30
Argiloso	Argiloso	35,00	17,00	1,25
Textura grossa	Textura grossa	11,00	5,00	1,00
Textura média	Textura média	25,00	13,00	1,00
Textura fina	Textura fina	34,00	16,00	1,00
Definido 5	definido	10,00	5,00	6,00

At the bottom of the window, there are four buttons: "Novo" (with a green plus icon), "Exclui" (with a red X icon), "Altera" (with a pencil icon), and "Sair" (with a red arrow icon).

Figura 11. Janela referente ao cadastramento das características do solo (capacidade de campo – CC, ponto de murcha – PM, densidade – d e textura).

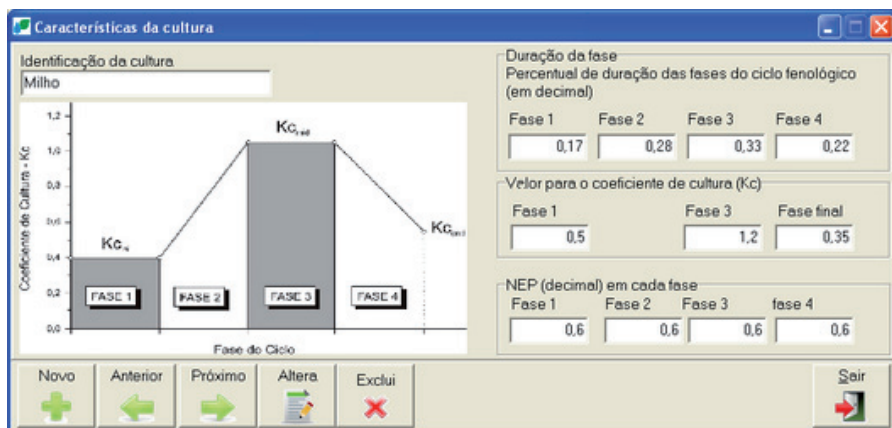
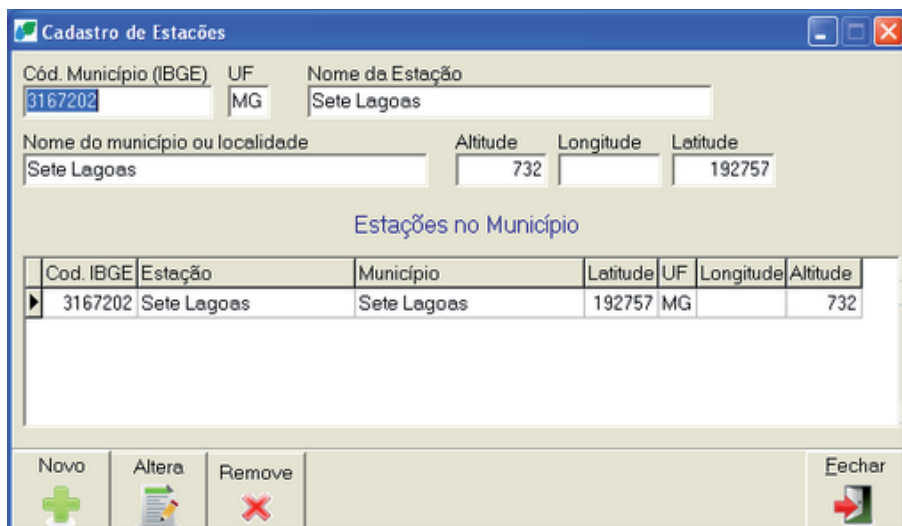


Figura 12. Janela referente ao cadastramento de características da cultura (duração das fases, coeficientes de cultura – Kc – e fator de disponibilidade da água no solo – f – ou nível de esgotamento permissível - NEP).

Cadastro de Estações

Para cadastrar uma nova estação climatológica (Figura 13), deve-se selecionar no menu “Base de dados” a opção “Estação” e, em seguida, informar:

- a) Código do município (IBGE) onde a estação está localizada;
- b) Nome da estação e nome do município onde fica localizada a estação;
- c) Características do local (longitude, latitude e altitude) onde está localizada a estação.



The screenshot shows a software window titled "Cadastro de Estações". It features several input fields and a table. The fields are: "Cód. Município (IBGE)" with value "3167202", "UF" with value "MG", and "Nome da Estação" with value "Sete Lagoas". Below these are fields for "Nome do município ou localidade" (Sete Lagoas), "Altitude" (732), "Longitude", and "Latitude" (192757). A table titled "Estações no Município" contains one row with the following data:

Cod. IBGE	Estação	Município	Latitude	UF	Longitude	Altitude
3167202	Sete Lagoas	Sete Lagoas	192757	MG		732

At the bottom of the window, there are four buttons: "Novo" (with a green plus icon), "Altera" (with a pencil icon), "Remove" (with a red minus icon), and "Fechar" (with a red arrow icon).

Figura 13. Janela referente ao cadastramento de estações climáticas (código do município, nome, altitude, longitude e latitude).

Manutenção do Banco de Dados de Clima

Dentro da opção “Base de dados” (Figura 10), pode-se fazer a manutenção do banco de dados do clima (Figura 14). Aí pode-se fazer a importação de dados meteorológicos da estação, a exclusão de dados, o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) diária, o ajuste e a predição da ET_o.

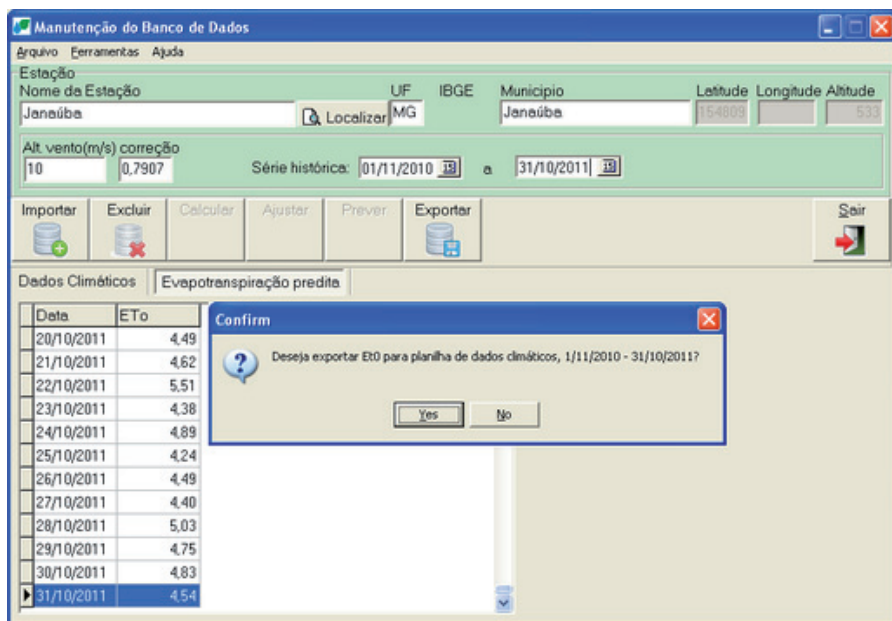


Figura 14. Janela referente à manutenção do banco de dados de clima.

Importação de Dados de Clima

Através da manutenção dos dados climáticos pode-se fazer a importação de dados meteorológicos da estação, a exclusão de dados, o cálculo da evapotranspiração de referência (ETo) diária, o ajuste e a predição da ETo para um período indicado.

O primeiro passo é localizar a estação; para isso deve-se utilizar o ícone à direita do nome do município. Após selecionada a estação, os dados de cadastro serão exibidos, o código do município no IBGE, o nome do município, o estado, o nome da estação, a latitude e a altitude da estação. A altura que o vento foi coletado também pode ser alterada, conseqüentemente, o fator de correção também será atualizado. O fator de correção é utilizado para o cálculo da ETo (veja detalhes na descrição deste cálculo).

Para o cálculo da ETo, segundo o método de Penman-Monteith, as seguintes variáveis climáticas devem ser importadas:

- a) Data no formato: aaaa, mm, dd;
- b) Pressões atmosféricas (mbar) das 12, 18 e 24 horas
TMG;
- c) Temperaturas (°C) das 12, 18 e 24 horas TMG;
- d) Temperaturas Máxima e Mínima (°C);
- e) Umidades Relativas do ar (%) das 12, 18 e 24 horas
TMG;
- f) Velocidade do Vento (m/s) das 12, 18 e 24 horas TMG;
- g) Precipitação Total (mm);
- h) Insolação Total (hora).

Com exceção da Pressão Atmosférica, todos os outros dados são obrigatórios, podendo comprometer o resultado do cálculo da ETo. O arquivo de entrada deverá ser organizado em planilhas e salvo como arquivo texto, separado por tabulação (Tab).

As unidades das variáveis climáticas seguem o padrão utilizado pelo INMET e devem ser convertidas antes da importação, se estiverem diferentes. Os dados devem ser criticados e campos em branco deverão ser preenchidos com -999. Linhas em branco devem ser retiradas.

O formulário de importação lista as variáveis; para selecioná-las, deve-se marcar a caixa ao lado de cada campo e teclar "Importar" (Figura 15). Uma janela para selecionar o arquivo será exibida, então selecionar o arquivo e "Abrir". Deve-se aguardar o término da importação e os dados serão apresentados na tela. Para adicionar dados a uma base já cadastrada, deve-se digitar "Não" na tela de confirmar a importação (Figura 16).

Se os dados de ETo e a taxa de insolação (n/N) já foram previamente calculados, podem-se importar apenas as seguintes variáveis climáticas:

a) Data: aaaa, mm, dd,;

b) Precipitação total (mm);

c) n/N: percentual de horas de sol, onde **n** é insolação coletada e **N** é nº máximo de horas de brilho solar, que depende da latitude e época de plantio (dia juliano);

d) ETo: evapotranspiração de referência calculada.

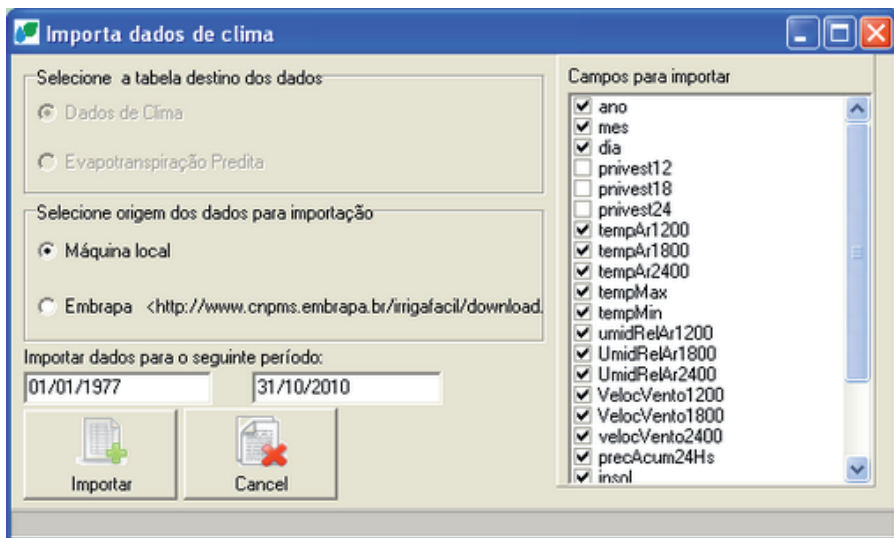


Figura 15. Janela para seleção de variáveis climáticas para fazer a importação.

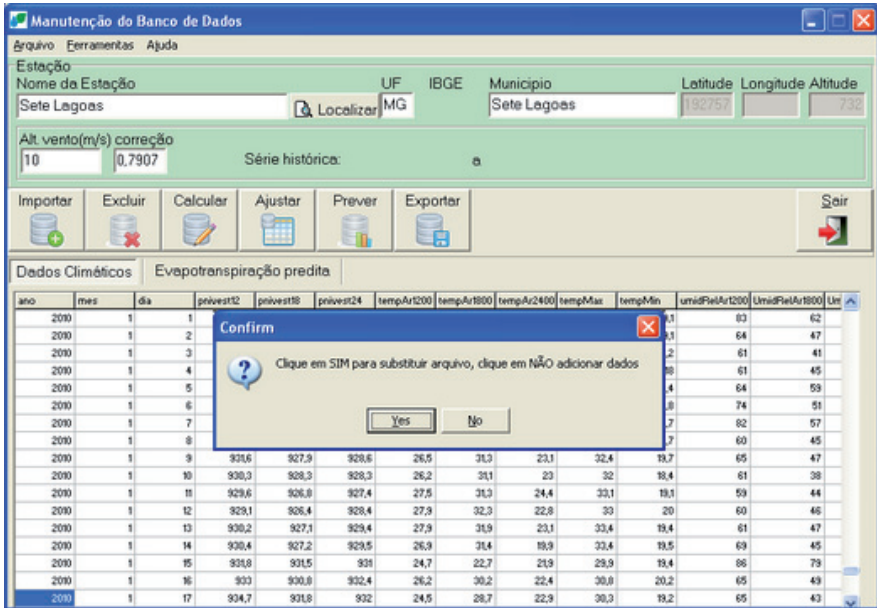


Figura 16. Janela referente à manutenção do banco de dados de clima do IrrigaFácil.

Cálculo da Evapotranspiração de Referência (ET_o)

O período de início e fim dos dados serão usados para selecionar e processar cálculo, ajuste e predição da ET_o.

O cálculo da ET_o necessita de um conjunto de variáveis meteorológicas (temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, precipitação, insolação e vento) coletadas diariamente. No IrrigaFácil o cálculo da ET_o é feito segundo o método de Penman-Monteith, considerando o vento coletado a 2 m de altura. Se o vento for coletado em altura diferente do padrão, deve-se informar na tela de Manutenção do Banco de Dados e o fator de correção será atualizado automaticamente.

Para processar o cálculo da ET_o, deve-se selecionar o intervalo de dados e teclar em “Calcular”, cujo tempo gasto vai variar de acordo com o número de dados. Terminados os cálculos, uma mensagem

para salvar as modificações será exibida, então deve-se responder “Sim” para salvar as atualizações (Figura 17).

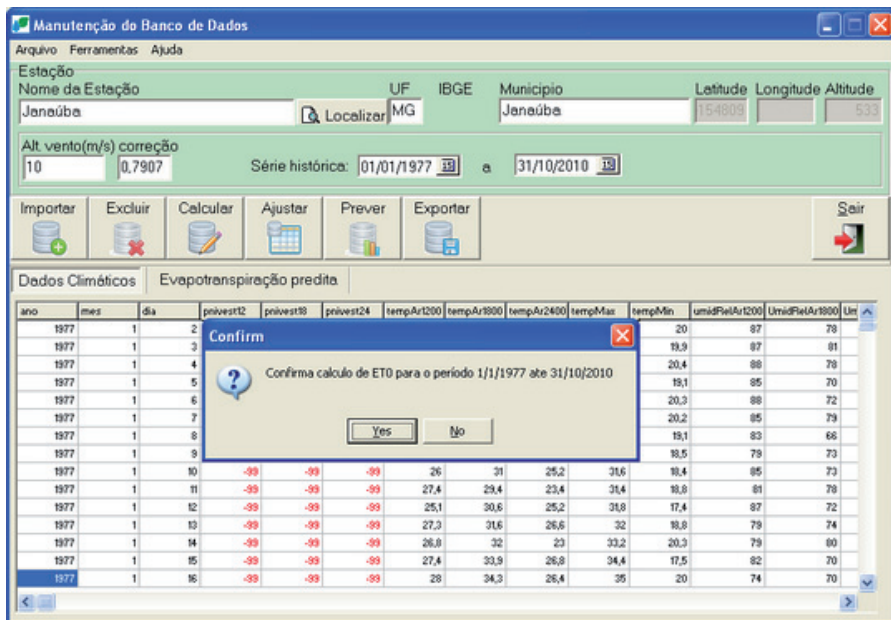


Figura 17. Janela para salvar o cálculo da evapotranspiração de referência (ETo) de acordo com o período de tempo escolhido.

Ajuste da Evapotranspiração de Referência (ETo)

Utilizando dados dos 60 dias anteriores e o emprego de algoritmos baseados em “Redes Neurais Artificiais” são feitos os ajustes da taxa de ETo, apenas para os dias em que ocorreram chuvas e em que as taxas de insolação foram menores que 0,5 (relação $n/N < 0,5$). Feito o ajuste, o valor é inserido no campo “ETo Ajustada” e a palavra “True” no campo “Ajustado” é mostrada para confirmar o ajuste.

Para processar o Ajuste, deve-se informar o intervalo de dados desejado (as duas datas) e teclar em Ajustar, cujo tempo gasto vai variar de acordo com o número de dados. Terminados os cálculos, uma mensagem para salvar as modificações será exibida, deve-se

responder “Sim” para salvar as atualizações (Figura 18).

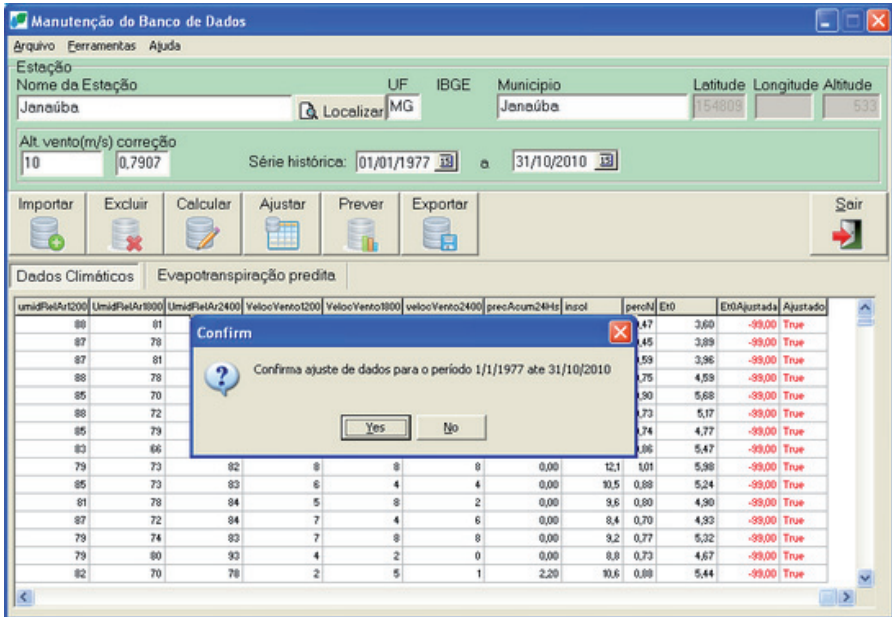


Figura 18. Janela para confirmar o ajuste de valores da evapotranspiração de referência (ET_o) para um intervalo de tempo estipulado.

Predição de Valores de Evapotranspiração de Referência (ET_o)

Com base nos dados dos anos anteriores e no emprego de algoritmos baseados em “Redes Neurais Artificiais”, é realizada a predição diária dos valores de ET_o para o ano seguinte ao término da série histórica. Para processar a predição, deve-se informar o intervalo entre datas, que deve ser a partir do término da série e, a seguir, teclar em “Prever” (Figura 19). O tempo gasto de processamento vai variar de acordo com o número de dados da base.

Exportação de Dados

A opção “Exportar” permite enviar dados climáticos da base para arquivos em formato texto ou planilha do Excel, e também exportar os dados preditos para a base de dados da estação.

1) Exportar dados preditos:

Para exportar dados preditos para base de dados climáticas da estação, deve-se selecionar no menu de dados preditos a opção “Exportar” (Figura 20). Os dados preditos serão inseridos na base e, a partir daí, podem-se fazer previsões para os próximos anos, exportando e fazendo a previsão para o próximo ano e assim sucessivamente.

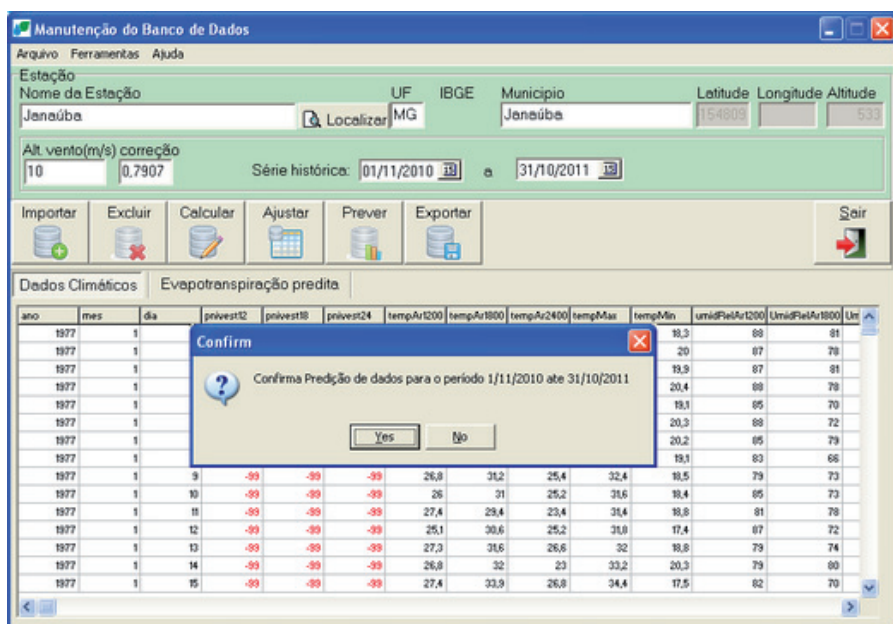


Figura 19. Janela para confirmação da previsão da evapotranspiração de referência (ET_o) para um período entre duas datas.

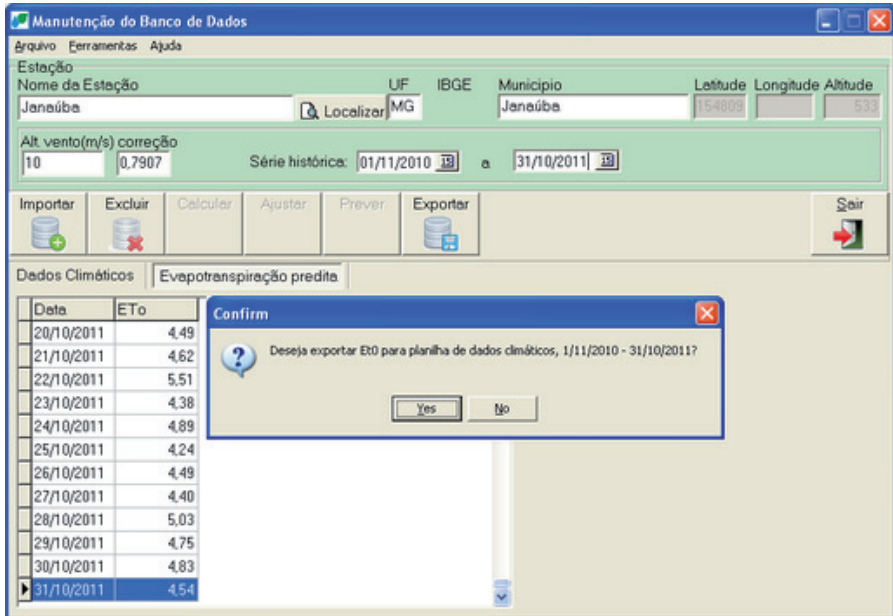


Figura 20. Janela para confirmação da exportação de dados de evapotranspiração de referência (ETo) para um período entre duas datas.

2) Exportar dados climáticos:

Para exportar em formato texto ou em planilha do Excel, deve-se selecionar o período e utilizar “Exportar”. Para arquivo texto, informar nome e local para salvá-lo. Para planilha do Excel, salvar dando nome ao arquivo e escolhendo o diretório (Figura 21).

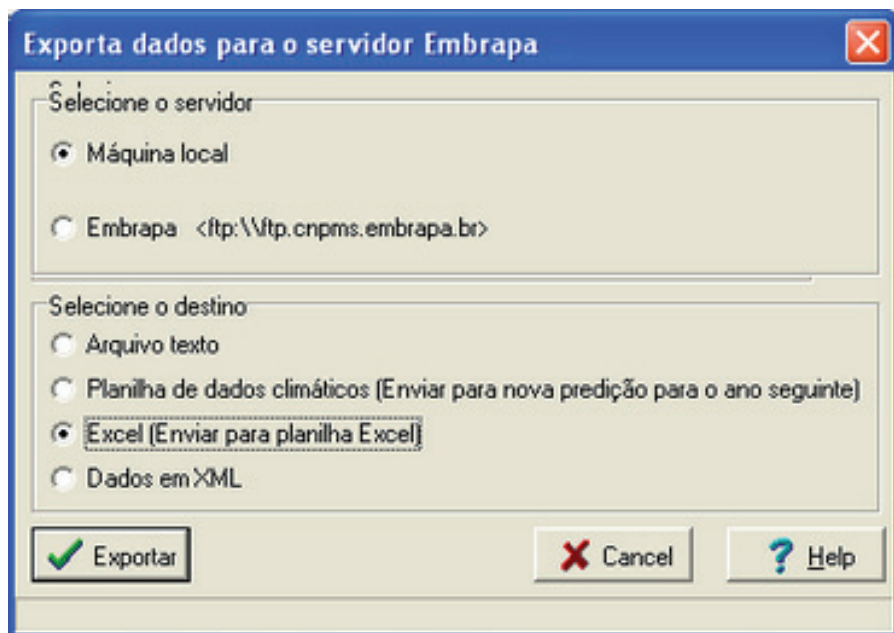


Figura 21. Janela para exportação de dados climáticos para um local específico.

Referências

ALBUQUERQUE, P.E.P. de. **Planilha eletrônica para programação da irrigação em sistemas de aspersão convencional, pivô central e sulcos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 18p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 97).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

RESENDE, M. Metodologia para corrigir, prever e disponibilizar a evapotranspiração de referência, através de redes neurais artificiais, para racionalização de práticas de manejo de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia, MG. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**: resumos expandidos. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Uberlândia: Universidade Federal de Uberlandia, 2000. 1 CD-ROM.

RESENDE, M.; SOUZA, L. M.; CAMINHAS, W. M.; PATARO, C. D. M. e FARIA, C. M. Utilização de redes neurais artificiais na correção e predição da evapotranspiração para programação de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: [resumos expandidos]. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo; Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

