**Documentação do Projeto B-SARRA**

Este documento tem como função explicar o funcionamento geral do código por trás do sistema B-SARRA. Sua execução ocorre com o funcionamento dos scripts “simulação”, que utiliza “execSimul”, código responsável por gerenciar a manipulação das variáveis.

**- Funcionamento geral do programa**

* A partir do código de simulação, segue a linha de raciocínio:

A interface é responsável por receber informações do usuário e chamar as simulações correspondentes.

Primeiro, são dadas as opções de tipos de solo e anos.

Os bancos de dados são carregados no cursor, pelo qual são extraídos valores correspondentes às culturas (variável tuplas) e aos estados (variável com mesmo nome).

A classe MainWindow é gerada, com uma função de inicializar a janela, criar botões e nomear. Também existe a função simular, que recebe os valores definidos pelo usuário e coloca em variáveis do sistema. Nela, o ID é gerado e a função do cálculo de simulação é chamada.

Nessa classe também são definidas funções para os botões, onde a lista de regiões é gerada dependendo da cultura selecionada e onde a lista de grupos é gerada a partir da região escolhida.

Ao fim do script, a classe é chamada e executada.

* Dentro do código que executa a simulação, segue a lógica:

Primeiramente, deve-se importar todas as funções relacionadas aos cálculos e manipulação de variáveis.

Inicia-se com valores dos estados, dados do início da simulação, tipo de solo, ID do grupo, estoque inicial, chuva limite, mulch, reserva útil superficial, cad, escoamento superficial e anos.

Em seguida, define-se dia/mês da simulação e dia/mês do início do plantio a partir do usuário.

O objeto médias recebe o nome das colunas, correspondente às variáveis a serem calculadas.

Depois, os parâmetros do balanço hídrico são inicializados de forma padrão e a seguir recebem os dados definidos pela resposta da interface.

Os parâmetros da cultura são carregados pelo banco de dados.

A partir da cultura, grupo e estados, um endereço é gerado.

Os parâmetros da estação são então carregados pelo banco de dados.

Para cada estação, faz-se o balanço hídrico. Este é determinado a partir de dados da cultura, da estação e da interface. Ele gera valores diários e médias dos parâmetros desejados.

**- Principais variáveis utilizadas**

* Tipo de cultura: Algodão (1), Arroz Sequeiro (2), Feijão (3), Milho (4), Soja (5). Abacaxi (6), Ameixa (7), Azeitona (8), Banana (9), Café Arábica (10), Café Conilon (11), Cana de Açúcar (12), Caqui (13), Citros (14), Figo (15), Goiaba (16), Lichia (17), Maçã (18), Mamão (19), Mandioca (20), Manga (21), Maracujá (22), Nectarina (23), Pera (24), Pêssego (25).
* Tipo de solo: arenoso (1), intermediário (2), argiloso (3).
* Região: combinação de regiões brasileiras dependendo da cultura.
* Estados: depende da região escolhida.
* Grupo de plantio: adiantado (I), normal (II), tardio (III).
* Duração do ciclo: tempo total do ciclo da cultura, varia de acordo com a cultura e o grupo.
* Kc: coeficiente de cultura, leva em conta o perfil das folhas e da planta. É um coeficiente de adaptação de valores.
* Vrad: velocidade radicular (de crescimento da raiz) varia com a cultura.
* Duração das fases: representa o tempo de cada uma das quatro fases do crescimento da planta, onde tamanho varia com a cultura e o grupo.
* CAD: capacidade de água disponível no solo. Equivalente à reserva útil. Varia de acordo com a necessidade de cada cultura
* ID: endereço para referência de dados, definido a partir da cultura, grupo e região.
* ETP: evapotranspiração potencial, varia com o solo e a planta existente, mas considera clima ideal.
* ETM: evapotranspiração máxima, levando em conta o clima.
* ETR: evapotranspiração real.
* EPC = “ETC”: evapotranspiração de cultura, leva em conta Kc mas não restrições hídricas.
* DAS: disponibilidade de água no solo, depende apenas da precipitação.
* RU: reserva útil (parte da água no solo que pode ir para a planta), depende do solo.
* RUSurf: reserva útil superficial (quantidade de água que vaza do solo), depende do tipo de solo.
* HR: umidade relativa.
* IK: coeficiente que simula a perda de água.
* Esc: escoamento (água perdida / que não é aproveitada).
* Dren: drenagem.
* EtrEtm: ISNA, percentagem da evapotranspiração real sobre a máxima.
* Apport, Evs, Hum, Dr, StRUR, etc...

**- Códigos chamados**

* Cultura:

Essa classe cria um objeto com as características: nome, região, estados, grupo, duração do ciclo, reserva útil, duração das fases, tipo de kc e tipo de velocidade radicular. Isso é obtido através do banco de dados, sendo acessado com o ID.

* Estacao:

Dependendo do que se deseja fazer com elas, a função presente nessa classe separa sua variável de entrada (acesso ao banco de dados) em constantes específicas. Para o banco “agritempo”, obtém-se código da estação, nome, latitude, longitude, altitude, município, estado e endereço dos dados climáticos correspondentes.

Depois, os dados são tratados e ajustados para que apenas o período em que se tem informação seja considerado. Também é feita a média de temperatura e precipitação, de forma que as análises seguintes ocorram somente durante um ano, começando em primeiro de janeiro.

* Estrutura:

Possui uma função que inicializa as variáveis do balanço hídrico. Kc é 1 e o estoque inicial é dado, o resto é nulo. Contém a classe ParamSimul, que define os valores iniciais das constantes para testes: estoque inicial, chuva limite, escoamento superficial, mulch, reserva útil superficial, cad, tipo de solo, ano dos dados a serem considerados. Todas elas podem ser alteradas pelo usuário.

Também contém a classe VariaveisSaida, que utiliza Data Frames. Ela define a função calcularMedia, responsável por realizar a média das variáveis de entrada da classe para cada dia das fases, transformando os decêndios em anos em dias. Não há separação de cálculo para culturas permanentes.

A função mediasDecendiais é responsável pelo tratamento do ISNA na fase crítica (fase 3), para cada estação, separando em decêndios, calculando médias e classificando. Com o retorno, faz-se um grande dataframe contendo os resultados para todas as estações.

* balancoHidrico:

A classe balancoHidrico efetua os cálculos do balanço hídrico seguindo o modelo SARRA. A classe eh inicializada com dados da cultura. O método lerDadosMeteorologicos() define parâmetros e dados da estação. Valores de reserva útil e profundidade são adaptados. Os limites dos dados históricos são definidos como o primeiro e último índice de dados da estação. Anos que não começam em janeiro ou não terminam em dezembro são removidos.

A função etp\_Thornthwaite() calcula os valores dos ETPs por decêndio e dados de temperatura decendiais e mensais. Isso inclui cálculos como a quantidade de sol. BalancoHidricoNormal() faz o cálculo de ETP mensal, encontra o período de estação úmida e analisa as variáveis de armazenamento, Neg, ETR e Alt dependendo da diferença de precipitação e ETP.

O método simularBalancoHidrico() realiza os cálculos e retorna um DataFrame com os valores diários das variáveis data, evapotranspiração potencial, escoamento, Apport, Kc, EVS, HUM, DR, velocidade radicular, St reserva útil R máxima, umidade relativa, evapotranspiração de cultura, evapotranspiração real, evapotranspiração máxima, EPS, St reserva útil R, St reserva útil superficial, St reserva útil, TP, ISNA e fase atual. Isso ocorre ao chamar as funções pré-Semeio, Fases Fenológicas e Pós-Colheita, para o período contido nos dados.

**- Funções de Cálculo**

* **Pré-Semeio** – para cada dia antes do plantio, é feito o processo:
* carregar parâmetros,
* calcular ETP: separar em decêndio e receber o valor de ETP correspondente, retornando ETP atual com uma variação dos decêndios,
* receber HR e KC com valores anteriores,
* calcular escoamento superficial: feito em função da água em excesso que entrou no sistema,
* calcular Apport: precipitação + irrigação – escoamento superficial,
* ETM = calcular EPS: mulch vezes ETP,
* definir 0 para EPS e EPC,
* St reserva útil superficial recebe o mínimo entre seu valor tabelado e calculado (através do valor antigo somado ao Apport),
* EVS recebe o mínimo entre St reserva útil superficial e seu valor calculado (em função de ETM e reserva útil superficial),
* ETR recebe EVS,
* St reserva útil é calculado como seu anterior somado ao Apport (caso seja menor que a reserva útil tabelada),
* Dr (lâmina de irrigação) eh a diferença entre a reserva útil calculada e tabelada, caso a calculada seja maior,
* HUM recebe o maior valor entre St reserva útil e Dr,
* De St reserva útil e de St reserva útil superficial é diminuído o valor de ETR (resultado negativo é considerado nulo),
* Velocidade radicular, StRUR, StRUR máximo e TP recebem seus valores anteriores,
* EtrEtm (ISNA) é calculado em porcentagem de evapotranspiração real sobre evapotranspiração máxima
* **Fases fenológicas** – para cada dia entre o plantio e a colheita, é feito:
* Algumas variáveis são inicializadas em zero,
* Kc começa com o valor 1,
* HUM e St reserva útil inicia com valores do estoque,
* ETP é calculado a partir do dia atual, separar em decêndio e recebendo o valor de ETP correspondente,
* Escoamento superficial é calculado em função da água atual em excesso que entrou no sistema,
* Apport é definido por valores atuais: precipitação + irrigação – escoamento superficial,
* Calcular Kc: recebe Kc correspondente ao decêndio, depois o valor final é determinado como o Kc do decêndio mais a diferença para o próximo Kc vezes a proporção de dias que se passaram em relação aos dias totais no decêndio,
* EPS é calculado como mulch vezes ETP atual,
* Evapotranspiração máxima recebe EPS,
* St reserva útil superficial recebe o mínimo entre o parâmetro de reserva útil superficial e St reserva útil superficial anterior somado ao apport atual,
* EVS recebe o mínimo entre St reserva útil superficial e seu valor calculado (em função de ETM e reserva útil superficial),
* Evapotranspiração real recebe EVS,
* St reserva útil é calculado como seu anterior somado ao Apport atual (caso seja menor que a reserva útil tabelada),
* Dr (lâmina de irrigação) eh a diferença entre a reserva útil calculada e tabelada, caso a calculada seja maior,
* HUM recebe o maior valor entre St reserva útil e Dr,
* Se o dia em análise é o início do plantio, as variáveis velocidade radicular, St reserva útil R máxima, umidade relativa, TP e St reserva útil R são definidas como os valores anteriores. Caso contrário, elas são calculadas:
* Velocidade radicular é calculada através da percentagem entre a diferença de HUM para St reserva útil R máxima e o parâmetro de reserva útil,
* A variação da reserva útil R é um décimo da diferença de HUM para St reserva útil R máxima,
* St reserva útil R máxima é atualizada para o valor diário a partir da variação diária calculada,
* St reserva útil R é calculado como o mínimo entre St reserva útil R máxima, St reserva útil e St reserva útil R anterior somada ao Apport e à variação diária,
* A umidade relativa é calculada como a St reserva útil R sob St reserva útil R máxima,
* Evapotranspiração de cultura é calculada como Kc vezes a evapotranspiração potencial,
* Evapotranspiração real é calculada em função da evapotranspiração de cultura, potencial e umidade relativa,
* De St reserva útil R é subtraído ETR, valor mínimo 0,
* De St reserva útil superficial é subtraído ETR, valor mínimo 0,
* De St reserva útil é subtraído ETR, valor mínimo 0,
* ISNA é calculado como a porcentagem de ETR sobre ETM.
* **Pós-Colheita** – para dias depois da colheita e antes da simulação terminar, procede-se:
* Algumas variáveis são inicializadas em zero,
* Kc começa com o valor 1,
* HUM e St reserva útil inicia com valores do estoque,
* ETP é calculado a partir do dia atual, separar em decêndio e recebendo o valor de ETP correspondente,
* Escoamento superficial é calculado em função da água atual em excesso que entrou no sistema,
* Apport é definido por valores atuais: precipitação + irrigação – escoamento superficial,
* Evapotranspiração máxima é calculada como mulch vezes evapotranspiração potencial,
* St reserva útil superficial possui seu valor anterior somado ao apport, se for menor que parâmetro definido de reserva útil superficial,
* EVS recebe evapotranspiração máxima multiplicada pela reserva útil superficial sobre seu valor tabelado, contanto que seja menor do que St reserva útil superficial,
* Evapotranspiração real recebe EVS,
* St reserva útil é atualizado ao somar Apport, caso ele seja maior que o valor tabelado de reserva útil sua diferença é DR e seu valor assume o de tabela,
* HUM recebe sempre o maior valor de reserva útil até o momento (depois de comparar com a tabela),
* De St reserva útil superficial é subtraído ETR, valor mínimo 0,
* De St reserva útil é subtraído ETR, valor mínimo 0,
* EPS e velocidade radicular recebem valores nulos,
* St reserva útil R, St reserva útil R máximo e TP recebem os valores dos dias anteriores,
* ISNA é calculado como a porcentagem de ETR sobre ETM.

**- Principais Bibliotecas**

Sqlite: gerenciar banco de dados

<https://docs.python.org/2/library/sqlite3.html>

Pandas: manipular objetos do tipo “dataframe”

<http://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/api.html?highlight=dataframe>

PyQt: funções para a interface gráfica

<http://pyqt.sourceforge.net/Docs/PyQt5/>

matplotlib: produção de gráficos

<http://matplotlib.org/>

PyETo: sobre evapotranspiração

<http://pyeto.readthedocs.io/en/latest/>

pyproj: funções cartográficas

<http://jswhit.github.io/pyproj/>

pyshp: lê arquivos com dados geoespaciais em vetor

<https://pypi.python.org/pypi/pyshp>

basemap: extensão de matplotlib, cria mapas

<https://basemaptutorial.readthedocs.io/en/latest/>

- Restrições:

Culturas Anuais

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultura | Região | ISNA | Tmin | Tmed (all) | Tmax (fase 3) |
| Algodão | 1 | [45,55] |  |  |  |
|  | 2 | [45,55] |  | 19 |  |
|  | 3 | [45,55] |  | 15 |  |
| Arroz  Sequeiro | 1 | [55,65] | 10, 1 |  | 35 |
|  | 2 | [55,65] | 15, 1 |  | 35 |
| Feijão | 1 | [50,60] |  | 10 | 30 |
|  | 2 | [50,60] | 3 |  | 30 |
|  | 3 | [50,60] |  |  |  |
| Milho | 1 | [45,55] |  |  |  |
|  | 2 | [45,55] |  |  |  |
| Soja | 1 | [55,60] |  |  |  |
|  | 2 | [55,60] |  |  |  |
|  | 3 | [50,55] |  |  |  |
|  | 4 | [45,50] |  |  |  |
|  | 5 | [55,60] |  |  |  |
|  | 6 | [55,60] |  |  |  |

Culturas Perenes (SE POSSUI)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultura | IH | TMA | Geada | DHA | Insolação  M.A. | TMM | NHF | Altitude | PMA | UR |
| Abacaxi | X | X | X | X | X | X |  |  |  |  |
| Ameixa |  |  | X | X |  |  | X | X |  |  |
| Azeitona |  | X |  |  |  | X | X |  | X | X |
| Banana |  | X |  | X |  | X |  |  |  |  |
| Café  Arábica |  | X | X | X |  | X |  |  |  |  |
| Café  Conilon |  | X |  | X |  | X |  |  |  |  |
| Cana de  Açúcar |  | X |  | X |  |  |  |  |  |  |
| Caqui |  | X | X |  |  |  | X |  | X |  |
| Citros |  | X |  | X |  |  |  |  | X |  |
| Figo |  | X |  |  |  |  |  |  | X |  |
| Goiaba |  | X |  |  |  |  |  |  | X |  |
| Lichia |  | X | X |  |  |  | X |  | X |  |
| Maçã |  |  | X |  |  | X | X |  |  |  |
| Mamão |  | X | X | X |  |  |  | X |  |  |
| Mandioca | X | X | X |  |  |  |  |  |  |  |
| Manga |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Maracujá |  | X | X | X |  |  |  | X | X |  |
| Nectarina |  |  | X | X |  |  | X | X |  |  |
| Pera |  |  | X |  |  |  | X |  |  |  |
| Pêssego |  |  | X |  |  | X | X |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultura | DHM | ISNA | T. Mínima  Anual | T. Máxima  Mensal | T. Mínima  Dias | PMM |
| Abacaxi |  |  |  |  |  |  |
| Ameixa |  |  |  |  |  |  |
| Azeitona | X |  |  |  |  |  |
| Banana |  |  |  |  |  |  |
| Café  Arábica |  |  |  |  |  |  |
| Café  Conilon |  |  |  |  |  |  |
| Cana de  Açúcar |  | X |  |  |  |  |
| Caqui |  |  |  |  |  |  |
| Citros |  |  |  |  |  |  |
| Figo |  |  |  |  |  |  |
| Goiaba |  |  | X |  |  |  |
| Lichia |  |  |  |  |  | X |
| Maçã |  |  |  | X |  |  |
| Mamão |  |  |  |  |  |  |
| Mandioca |  |  |  |  | X |  |
| Manga | X |  |  |  |  |  |
| Maracujá |  |  |  |  |  |  |
| Nectarina |  |  |  |  |  |  |
| Pera |  |  |  |  |  |  |
| Pêssego |  |  |  | X |  |  |