

SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO BRASIL

EMÍLIA HAMADA¹, ELIAS G. DE ALMEIDA², JOSÉ TADEU DE O. LANA³, DÉBORA CIBELY V. DA SILVA⁴

¹ Engenheira Agrícola, Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente/Jaguariúna-SP, emilia@cnpma.embrapa.br

² Analista de Sistemas, Analista, Embrapa Meio Ambiente

³ Engenheiro Agrônomo, Analista, Embrapa Meio Ambiente

⁴ Graduanda em Ciência da Computação, Faculdade de Jaguariúna

Apresentado no

X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2012

XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012

15 a 19 de julho de 2012 - Londrina - PR, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para visualização do balanço hídrico climatológico (VisBHClima) na forma de mapas de distribuição espacial do Brasil, bem como permitir a consulta do balanço hídrico dos municípios do Brasil, utilizando tabelas e gráficos. As informações de temperatura e precipitação foram obtidas do *Climate Research Unit* (CRU), referentes às medidas mensais do período de 1961 a 1990 e a localização das sedes dos municípios foi obtida do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE). No cálculo do balanço hídrico pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) foi empregada a planilha BHNorm, desenvolvido por ROLIM et al. (1998). Os mapas foram elaborados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) Idrisi. Essas informações foram organizadas em um banco de dados, utilizando o IBExpert para a manipulação de dados e manutenção dos objetos do banco de dados relacional. O sistema foi desenvolvido utilizando IDE Delphi 2010 e Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) FireBird. O sistema apresenta dois módulos básicos, permitindo o cálculo do balanço hídrico pela busca sequencial por estado e município, totalizando 5.435 sedes de município e a visualização de 300 mapas da distribuição espacial das variáveis componentes do balanço hídrico

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, geoprocessamento, software.

SYSTEM FOR VIEWING THE CLIMATIC WATER BALANCE OF BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this study was to develop a system for viewing the climatic water balance (VisBHClima) in the form of maps of spatial distribution in Brazil, as well as to facilitate access to the water balance of the municipalities of Brazil, using tables and graphs. Monthly mean temperature and precipitation information for the period 1961 to 1990 were obtained from the Climate Research Unit (CRU) and the location of the headquarters of the municipalities was from the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). THORNTHWAITE & MATHER (1955) water balance method was adopted using the BHNorm spreadsheet developed by ROLIM et al. (1998). The Geographic Information System (GIS) Idrisi was used to elaborate the maps. These data were organized into a database using the IBExpert for data manipulation and maintenance of the objects of the relational database. The system was developed using Delphi 2010 IDE and Database Management System (DBMS) FireBird. The system has two basic modules, allowing the calculation of water balance by sequential search by state and municipality, totaling 5,435 municipalities and the viewing of 300 maps of the spatial distribution of the components of water balance.

KEYWORDS: evapotranspiration, geoprocessing, software

INTRODUÇÃO: O balanço hídrico é um sistema contábil de monitoramento da água do solo e resulta da aplicação do princípio de conservação de massa para a água num volume de solo vegetado (PEREIRA et al., 1997). Existem diversos métodos para estimar a evapotranspiração potencial e os mais precisos são os observacionais, empregando lisímetros e evapotranspirômetros (VIANELLO &

ALVES, 1991). No entanto, na ausência de recursos instrumentais, a evapotranspiração é estimada, geralmente, adotando-se métodos baseados em formulação empírica, como o balanço hídrico climatológico, desenvolvido por THORNTHWAITE & MATHER (1955). De acordo com CAMARGO & CAMARGO (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima e, com seu auxílio, as necessidades de irrigação podem ser quantificadas, tornando-se indispensável tanto na definição e quantificação das exigências climáticas das culturas econômicas nas diferentes fases fenológicas, como também nos mapeamentos das aptidões climáticas de culturas agrícolas. Segundo ROLIM et al. (1998), planilhas eletrônicas para o cálculo do balanço hídrico têm sido largamente usadas para tratamento de dados e apresentação de gráficos e esses mesmos autores elaboraram um aplicativo em planilha EXCEL, o BHNorm. Aplicativos computacionais para a obtenção do balanço hídrico são instrumentos úteis ao planejamento das atividades agrícolas, considerando os diferentes tipos de clima do Brasil. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para visualização do balanço hídrico climatológico (VisBHClima) na forma de mapas de distribuição espacial do Brasil e consulta por município do Brasil, com tabelas e gráficos.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema computacional foi desenvolvido em *Integrated Development Environment* (IDE) Delphi 2010 e adotando-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) FireBird. As informações de temperatura média e precipitação pluvial foram obtidas do *Climate Research Unit* (CRU), abrangendo o continente Sul-Americano, com resolução espacial de 0,5° X 0,5° de latitude e longitude, referentes às médias mensais do período da normal climatológica de 1961 a 1990. Métodos de interpolação foram aplicados aos dados, sendo Krigeagem para temperatura e Inverso do Quadrado da Distância para precipitação, obtendo-se como resultado mapas com resolução espacial de 5' X 5' de latitude e longitude, empregando-se o software Surfer 8. Essas informações foram então importadas pelo software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) Idrisi32, com recorte dos dados para o território brasileiro, totalizando 102.301 pixels, por mês e por variável. Posteriormente, esses dados foram exportados no formato ASCII, para comporem o banco de dados do sistema. Foi utilizado o software IBEExpert para a manipulação de dados e manutenção dos objetos do banco de dados relacional. Informações de temperatura média e precipitação pluvial mensais e latitude são os dados de entrada para o balanço hídrico calculado pelo aplicativo BHNorm (ROLIM et al., 1998), que foi empregado na obtenção do balanço hídrico em cada um dos pixels componentes do país e, em seguida, retornaram ao SIG Idrisi32 para elaboração dos mapas das variáveis do balanço hídrico em sete diferentes níveis de Capacidade de Água Disponível (CAD) do solo, que também compuseram a base de dados do sistema. Para a consulta por município, a localização das sedes e seus limites foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2005. Essas informações foram convertidas para o SIG Idrisi 32, com os municípios identificados pelo geocódigo (identificador de polígono do município) na resolução espacial de 5' X 5' de latitude e longitude e depois exportadas em formato ASCII para comporem o banco de dados relacional. Para cada município, foram calculadas a temperatura média e a precipitação pluvial mensais, considerando a área limítrofe do município, com base na informação de geocódigo do polígono do município e a informação da latitude adotada foi da sede do município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O sistema apresenta dois módulos básicos, permitindo o cálculo do balanço hídrico de 5.435 municípios e a visualização de 300 mapas da distribuição espacial das variáveis componentes do balanço hídrico (Figuras 1 e 2). No módulo 1, o balanço hídrico é calculado selecionando um CAD dentre sete diferentes níveis, variando de 50 mm a 200 mm e selecionando-se o município. As informações de entrada de temperatura média (T) e precipitação (P) podem ser ou recuperadas do banco de dados do sistema, da normal climatológica de 1961 a 1990, ou fornecidas pelo usuário, tendo em ambas as opções, como variáveis de saída: evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), P-ETP, ETR/ETP, disponibilidade de água no solo (ARM), alteração do armazenamento de água do solo (ALT), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), apresentadas em tabelas e gráficos (Figura 3). O módulo 2 permite a consulta de mapas de distribuição das variáveis componentes do balanço hídrico do Brasil para o clima do período de 1961-1990, para sete diferentes níveis de CAD (Figura 4). Em função da resolução espacial adotada neste estudo, 131 municípios não puderam ser considerados da base de dados do IBGE de 2005.

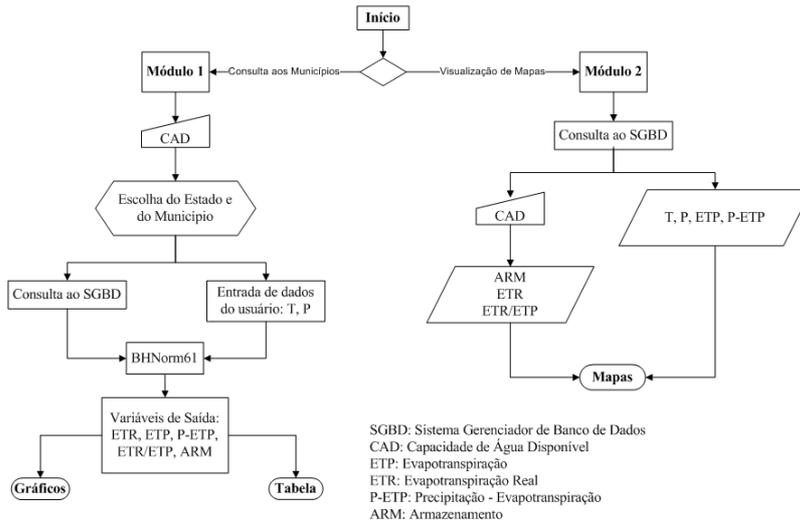


FIGURA 1. Diagrama de fluxo do sistema VisBHClimate



FIGURA 2. Janela de entrada do VisBHClimate

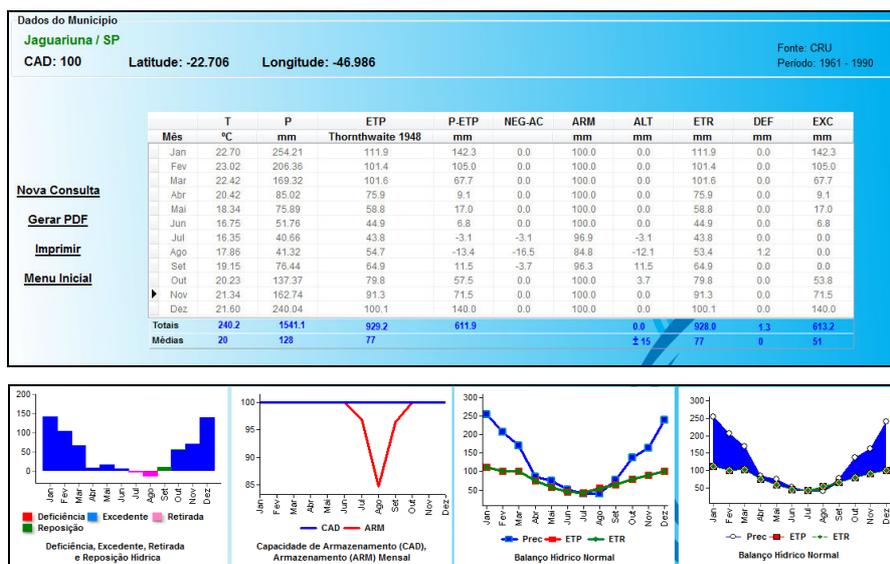


FIGURA 3. Balanço hídrico do município de Jaguariúna-SP, obtido no VisBHClimate

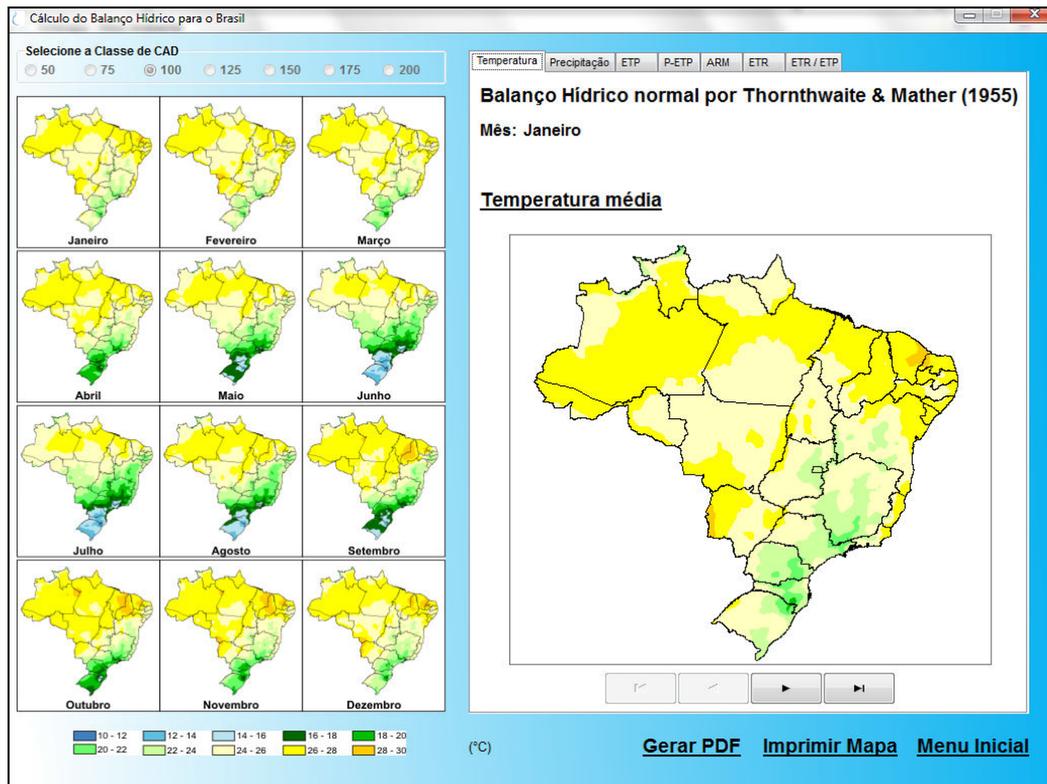


FIGURA 4. Mapas de distribuição das variáveis do balanço hídrico do Brasil, obtido no VisBHClima

O VisBHClima possibilita ao usuário funcionalidade e versatilidade nos cálculos das variáveis do balanço hídrico por município do Brasil, na confecção de tabelas e gráficos e na visualização de mapas, com grande agilidade no seu processamento devido ao seu banco de dados relacional. O sistema apresenta interface gráfica que permite a recuperação, consulta e impressão dos resultados.

CONCLUSÕES: O sistema computacional desenvolvido é um instrumento prático e útil, pois permite a análise do balanço hídrico de forma ágil e rápida, dando suporte ao usuário em sua tomada de decisão.

AGRADECIMENTOS: À Embrapa-Macroprograma 1 (Projeto Climapest) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.169-172, 1993.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.133-137, 1998.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV: Impr. Univ., 1991. 449p.