



**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE VISUALIZAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO  
CLIMATOLÓGICO DO BRASIL:  
VisBHClima**

DÉBORA CIBELY V. DA **SILVA**<sup>1</sup>; ELIAS G. DE **ALMEIDA**<sup>2</sup>; JOSÉ TADEU DE O.  
**LANA**<sup>2</sup>; EMÍLIA **HAMADA**<sup>3</sup>;

**Nº 12403**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema para a visualização do balanço hídrico climatológico do Brasil, o VisBHClima. O sistema permite a consulta do balanço hídrico dos Municípios do Brasil, utilizando tabelas e gráficos, e ainda a visualização das variáveis do balanço hídrico do território brasileiro em mapas de distribuição espacial. As informações de temperatura e precipitação foram obtidas do CRU (*Climatic Research Unit*), referentes às médias mensais da normal climatológica no período de 1961 a 1990 e a localização dos Municípios fornecidos pelo IBGE (Instituto de Geografia e Estatística). O cálculo das variáveis foi realizado utilizando a metodologia Thornthwaite e Mather (1955), por meio do aplicativo BHNorm61, desenvolvido por Rolim et al. (1998). Os mapas foram elaborados em SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando o software Idrisi 32. Essas informações foram organizadas em um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) relacional FireBird 2.1, em ambiente de desenvolvimento Delphi 2010. O sistema apresenta dois módulos, que permitem: o cálculo do balanço hídrico pela busca sequencial por Estado e Município, totalizando 5.433 Municípios; a entrada de dados pelo usuário das variáveis de temperatura e precipitação; e a visualização de 300 mapas da distribuição espacial das variáveis componentes do balanço hídrico.

<sup>1</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Ciência da Computação, FAJ, Jaguariúna-SP, deboracibely@gmail.com

<sup>2</sup> Colaborador: Analista, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

<sup>3</sup> Orientadora: Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.



## ABSTRACT

The objective of this study was to develop a system for viewing the climatic water balance of Brazil, VisBHClima. The system allows you to see the water balance of the municipalities of Brazil, using tables and graphs, and also the visualization of variables of the water balance of the Brazilian territory in maps of spatial distribution information of temperature and precipitation were obtained from the CRU (Climatic Research Unit), referring to monthly averages of the climatological normal for the period 1961 to 1990 and the location of the municipalities provided by IBGE (Institute of Geography and Statistics). The calculation of the variables was performed using the methodology Thornthwaite and Mather (1955) through the application BHNorm 6.1, developed by Rolim et al. (1998). The maps were prepared in GIS (Geographic Information System), using Idrisi 32. These data were organized in a DBMS (Database Management System Data) relational FireBird 2.1, Delphi 2010 development environment. The system has two modules, which allow you to: the calculation of water balance by sequential search by State and City, Totaling 5,433 seats, the data input by the user of the variables of temperature and precipitation, and viewing of 300 maps of the spatial distribution of variable components of water balance.

## INTRODUÇÃO

Balanço hídrico é o resultado da quantidade de água que entra e sai de certa porção de solo em um determinado intervalo de tempo. De acordo com Camargo e 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 Rolin 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. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema para consulta e visualização das principais variáveis do balanço hídrico climatológico do Brasil (VisBHClima), por meio de tabelas, gráficos e mapas.



## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Ferramentas de desenvolvimento**

O VisBHClima foi implementado em um ambiente de desenvolvimento Delphi 2010 com a comunicação em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) FireBird. Para auxílio da manipulação dos dados foi utilizado o IBExpert.

Para o cálculo do balanço hídrico foi empregado o aplicativo BHnorm, que utiliza o método de balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955).

Os mapas foram criados em Sistema de Informação Geográfica (SIG) Idrisi.

### **Fonte dos dados**

Os dados de temperatura média e precipitação pluvial foram obtidos do Climatic Research Unit (CRU) (<http://www.cru.uea.ac.uk/>) 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.

A localização dos Municípios do Brasil foi obtida do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:500.000 da malha de 2005 (IBGE, 2012), contendo 5.564 Municípios.

### **Elaboração dos mapas**

Os dados de temperatura e precipitação foram interpolados para resolução de 5' x 5' de latitude e longitude, utilizando os métodos de Krigeagem e de Inverso do Quadrado da Distância, respectivamente. Esse procedimento foi realizado para que uma maior quantidade de Municípios pudesse ser representada nos mapas, considerando também o tempo de processamento das análises espaciais no ambiente de SIG. Desta forma, 131 Municípios não puderam ser considerados no sistema, resultando 5.433 Municípios. Para cada Município foram calculadas a média de temperatura e a precipitação pluvial mensais, considerando a área limite do Município. As coordenadas geográficas foram da sede do Município.

### **Desenvolvimento do sistema**

As variáveis de entrada para o cálculo do balanço hídrico são: temperatura, precipitação, latitude e CAD (Capacidade de Água Disponível). As variáveis de saída são: evapotranspiração potencial (ETP), precipitação menos evapotranspiração potencial (P-ETP), evapotranspiração real (ETR) e relação ETR/ETP. O sistema permite a consulta e visualização das informações em diferentes níveis de CAD de 50 a 200 mm, em intervalos de 25 mm.

A implementação do sistema foi dividida em dois módulos: o primeiro é responsável pela busca seqüencial, selecionando o Estado e posteriormente o Município, obtendo uma tabela com os valores e gráficos resultantes do cálculo de balanço hídrico, e a possibilidade do usuário entrar com valores das variáveis de temperatura e precipitação. O segundo é um visualizador de mapas de distribuição das variáveis de balanço hídrico para o território brasileiro. (Figura 1)

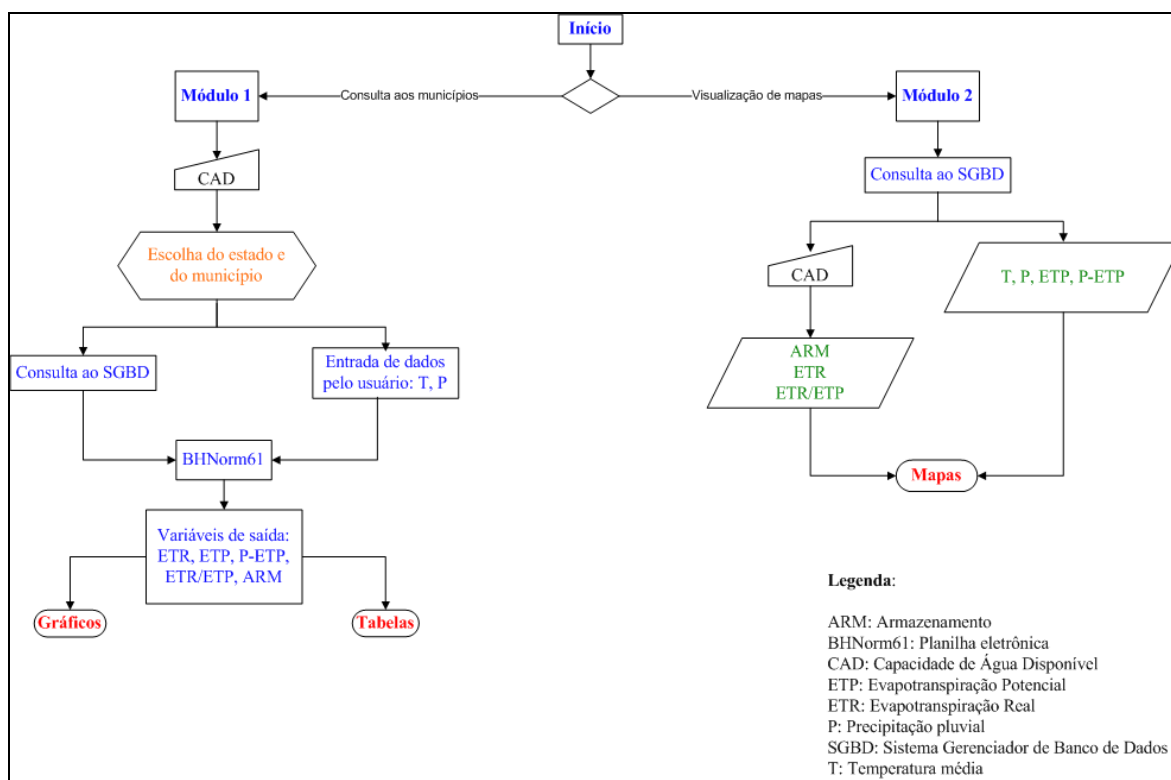


FIGURA 1. Diagrama de fluxo do sistema VisBHClima.

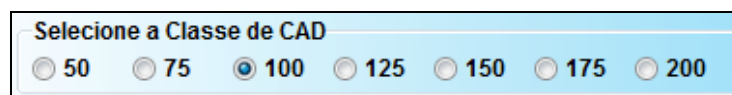
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2, mostra a tela inicial do VisBHClima, com funcionalidades que permite ao usuário a visualização do cálculo do balanço hídrico por Município e 300 mapas da distribuição espacial do Brasil.



**FIGURA 2.** Janela de entrada do VisBHClima.

O sistema permite a seleção de sete níveis de CAD para o cálculo do balanço hídrico dos Municípios do Brasil e a visualização de mapas (Figura 3).



**FIGURA 3 -** Conjunto de opções para seleção da capacidade de armazenamento disponível.

É possível obter variáveis do cálculo do balanço hídrico para 5.433 Municípios (Figura 4) e a entrada de valores de temperatura e precipitação para a efetuação do cálculo (Figura 5).



FIGURA 4 – Seleção da unidade federativa e Município, utilizados no cálculo do balanço hídrico.

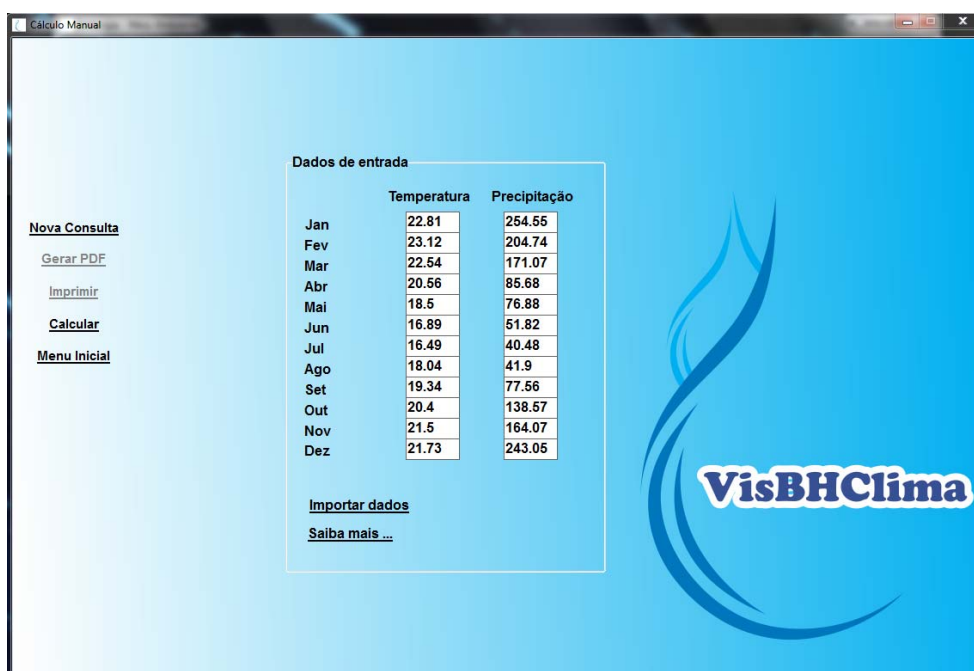


FIGURA 5 – Dados de temperatura e precipitação fornecidos pelo usuário para a efetuação do cálculo.

A Figura 6 mostra os resultados do cálculo, em formato de tabela e gráficos.

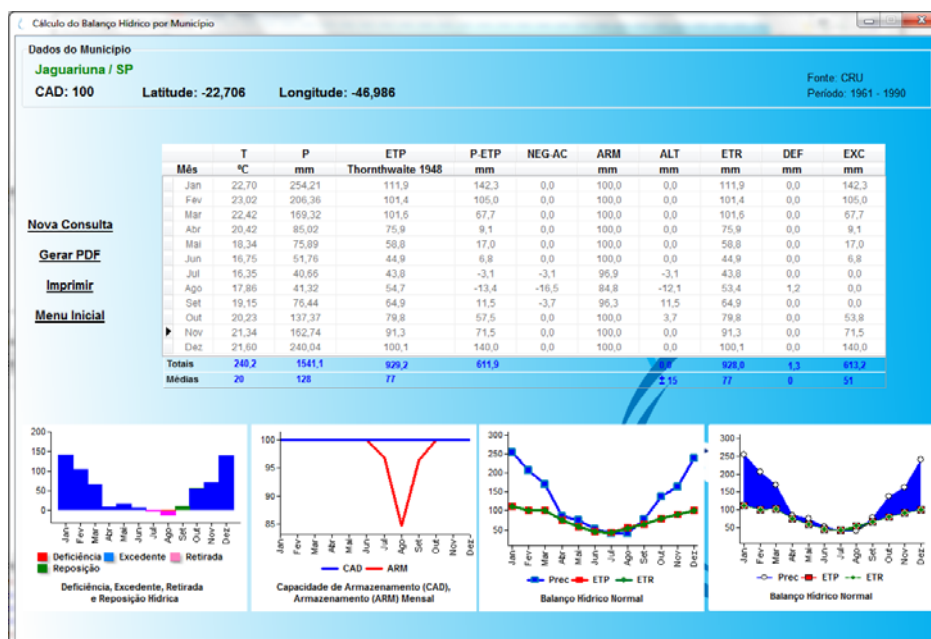


FIGURA 6. Balanço hídrico do Município de Jaguariúna-SP, obtido no VisBHClima.

Os mapas de distribuição espacial do Brasil permitem ao usuário a visualização das variáveis do cálculo do balanço hídrico, Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), P-ETP, Armazenamento (ARM), e ETR/ETP, de janeiro a dezembro (Figura 7).

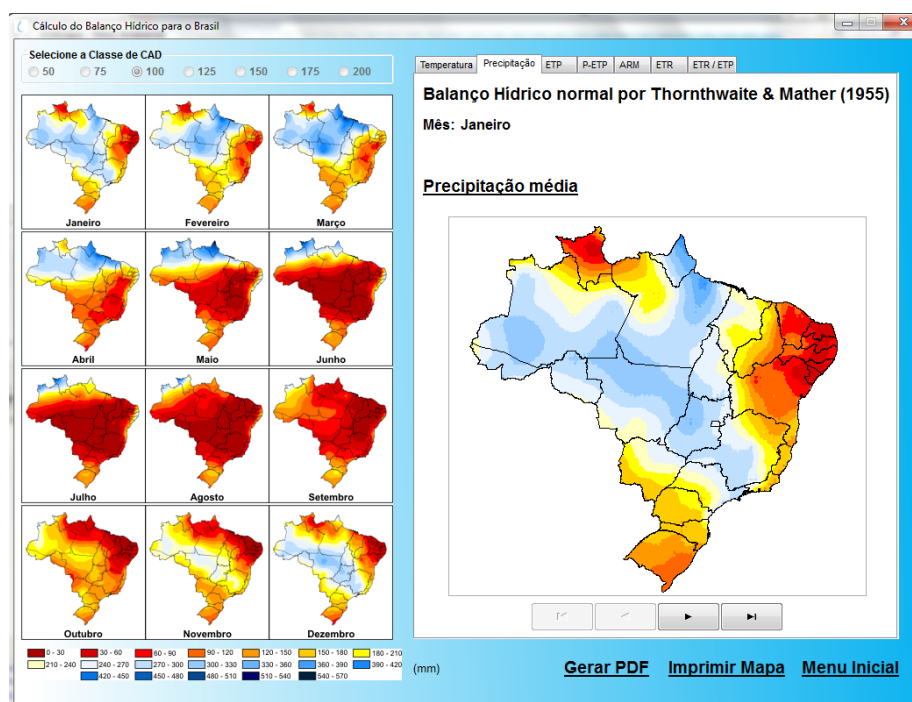


FIGURA 7. Visualização do mapa da variável de precipitação, obtido no VisBHClima.



## CONCLUSÃO

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 consulta e impressão dos resultados do cálculo do balanço hídrico, um instrumento prático e útil, pois permite a análise de forma ágil e rápida, dando suporte ao usuário em sua tomada de decisão.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida, à Embrapa – Meio Ambiente, pela oportunidade de estágio e ao Projeto Climapest (Embrapa – Macroprograma 1) pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

- CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.169-172, 1993.
- 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.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Malhas digitais dos municípios em 2005 na escala de 1:500.000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/download/geociencias.shtm>> Acesso em: 20 jul. 2012.