



APLICATIVO PARA CONSULTA E VISUALIZAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO BRASIL

DÉBORA CIBELY V. DA **SILVA**¹; EMÍLIA **HAMADA**²; ELIAS G. DE **ALMEIDA**³; JOSÉ
TADEU DE O. **LANA**³; RICARDO A. S. M. **PEREIRA**⁴

Nº 11404

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo para consulta, cálculo e visualização das principais variáveis do balanço hídrico climatológico, por meio de tabelas, gráficos e mapas de sua distribuição no território brasileiro. No cálculo do balanço hídrico foi utilizado o aplicativo desenvolvido sob uma planilha eletrônica (Excel) – BHNorm61, por Rolim et al. (1998), empregando o método climatológico de Thornthwaite e Mather (1955). Esse método utiliza dados de temperatura média do ar, precipitação pluviométrica, latitude do local e a Capacidade de Água Disponível (CAD) como dados de entrada e retorna os valores de variáveis, como ETP, ETR e ARM, entre outras. Os valores de temperatura e precipitação foram obtidos junto ao Climate Research Unit (CRU), referente às médias mensais do período de 1961 a 1990. A localização dos municípios do Brasil foi obtida junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essas informações foram organizadas em um banco de dados relacional. Os mapas foram elaborados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e posteriormente incorporados ao banco de dados relacional. O aplicativo foi desenvolvido em dois módulos: o primeiro possibilita a busca sequencial selecionando o Estado e, posteriormente, o município, obtendo uma tabela com os valores e gráficos resultantes do cálculo de balanço hídrico. O segundo é um visualizador de mapas de distribuição das variáveis de balanço hídrico do Brasil.

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

² Orientadora: Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

³ Colaborador: Analista, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

⁴ Colaborador: Graduação em Ciência da Computação, FAJ, Jaguariúna-SP.

ABSTRACT

This work was developed as an application to consultation, calculation and viewer of the main climatologic water balance, through spreadsheets, graphics and maps about the Brazilian territory distribution. The water balance calculation was done in Excel spreadsheet - BHNorm 61, Rolim et al. (1988), using the climatologic methods by Thornthwaite and Mather (1955). The inputs were: temperature, rainfall, latitude of the location and available water capacity (CAD) and returns the variable values like: ETP, ETR e Arm and others. The original values of temperature and precipitation was taken from the Climate Research Unit (CRU) and referring to the monthly averages for the period of 1961 to 1990. The localization of the cities were from obtained from IBGE. These information were organized by a relational database. The maps were made by SIG and later incorporated into the relational database. The excel spreadsheets were developed in two parts: at first it enables the search selecting the State and the Cities obtaining the values and graphics resulting from the water balance calculation; second, developed of maps viewer with variables distribution of water balance of Brazil.

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. Conhecer o balanço hídrico para determinada região é de extrema relevância, pois este fornece a contabilização da água do solo, resultante da aplicação do princípio de conservação de massa em um volume de solo vegetado (PEREIRA et al., 2002).

Segundo Vianello (1991), existem muitos métodos para estimar a evapotranspiração potencial, embora nenhum deles seja suficientemente preciso como os métodos observacionais, realizados por meio de lisímetros e de evapotranspirômetros. No entanto, na ausência de recursos instrumentais necessários, estimar a evapotranspiração torna-se indispensável. Em geral, a maioria dos métodos estimativos é baseada em formulação empírica.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema computacional para consulta e visualização das principais variáveis do balanço hídrico climatológico do Brasil, por meio de tabelas, gráficos e mapas.

MATERIAL E MÉTODOS

Devido à maneira rápida de se gerar aplicativos Windows e à facilidade em escrita de código, foi utilizado a IDE Delphi 2010 com comunicação ao banco de dados de interface gráfica.

Foi utilizado também o sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) FireBird. Ele é um software livre, que possui comunicação nativa com a IDE Delphi 2010. Para auxiliar na manipulação de dados e na manutenção dos objetos do banco de dados, foi usado o IBExpert, em sua versão gratuita. Na Figura 1 está representado o esquema das ferramentas utilizadas no desenvolvimento do aplicativo.

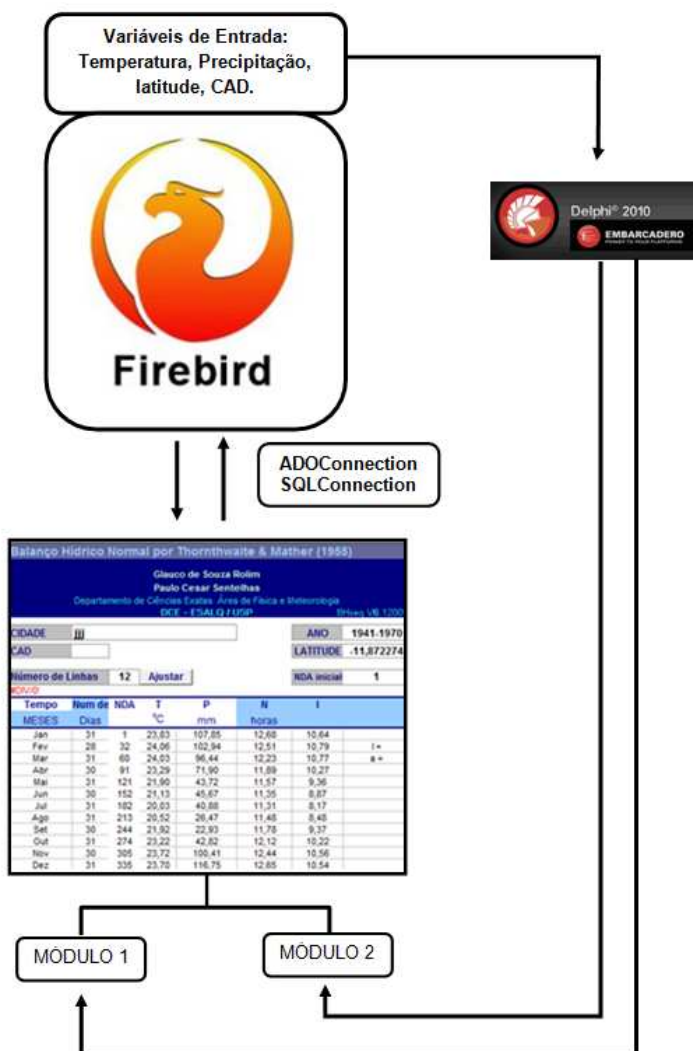


FIGURA 1. Interação das ferramentas utilizadas.

No cálculo do balanço hídrico foi empregada a planilha eletrônica “BHnorm”, (Figura 2) desenvolvido por Rolin et al. (1998), baseado no método de balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955). Esse método é muito utilizado, já que se baseia somente na temperatura média e precipitação dentre as variáveis climáticas, que são coletados em estações meteorológicas.

Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)							
Glauco de Souza Rolim Paulo Cesar Sentelhas Departamento de Ciências Exatas Área de Física e Meteorologia DCE – ESALQ / USP BHseq V6.12005							
CIDADE	Jaguariúna				ANO	1941-1970	
CAD					LATITUDE	-11,872274	
Número de Linhas	12	Ajustar			NDA inicial	1	
#DIV/0!							
Tempo	Num de	NDA	T	P	N	I	
MESES	Dias		°C	mm	horas		
Jan	31	1	23,83	107,85	12,68	10,64	
Fev	28	32	24,06	102,94	12,51	10,79	I =
Mar	31	60	24,03	96,44	12,23	10,77	a =
Abr	30	91	23,29	71,90	11,89	10,27	
Mai	31	121	21,90	43,72	11,57	9,36	
Jun	30	152	21,13	45,67	11,35	8,87	
Jul	31	182	20,03	40,88	11,31	8,17	
Ago	31	213	20,52	26,47	11,48	8,48	
Set	30	244	21,92	22,93	11,78	9,37	
Out	31	274	23,22	42,82	12,12	10,22	
Nov	30	305	23,72	100,41	12,44	10,56	
Dez	31	335	23,70	116,75	12,65	10,54	

FIGURA 2. Aplicativo BHnorm61 utilizado nos cálculos de variáveis do balanço hídrico climatológico por município do Brasil.

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 o cálculo e visualização dos dados em diferentes níveis de CAD de 50 à 200 mm, em intervalos de 25 mm.

As imagens foram produzidas no software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) Idrisi 32, a partir dos resultados calculados de cada pixel do Brasil.

O desenvolvimento foi dividido 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. Já o

segundo é um visualizador de mapas de distribuição das variáveis de balanço hídrico para o território brasileiro.

A temperatura e precipitação foram obtidas do CRU (Climatic Research Unit), e a localização dos municípios do Brasil foi obtida do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e organizadas em um banco de dados no formato DBF (Clipper).

A migração dos dados para o SGBD Firebird foi realizada por meio de uma conexão, utilizando os componentes de acesso nativos do IDE Delphi 2010, ADOConnection para a organização dos municípios em formato DBF e o SqlConnection para gravação dos dados na tabela TAB_BASE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A característica principal do aplicativo é a funcionalidade de realização dos cálculos das variáveis do balanço hídrico por meio de aplicativo, o que reúne os municípios do Brasil em um banco de dados permitindo a busca e a apresentação dos resultados de 2.865 cidades (Figura 3). A utilização de um banco de dados relacional mostrou-se vantajoso, permitindo a agilidade no processamento dos dados.

Dados do Município										
Jaguaríuna / SP					CAD: 100					
Latitude: -21,690										
Longitude: -51,070										
MES	T (°C)	P (mm)	ETP	P_ETP	NEG_AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Fev	26,04	171,26	131,29	39,97	0,00	100,00	0,00	131,29	0,00	39,97
Mar	25,25	143,17	128,29	14,87	0,00	100,00	0,00	128,29	0,00	14,87
Abr	23,10	82,88	92,11	-9,22	-9,22	91,19	-8,81	91,70	0,41	0,00
Mai	20,78	72,34	67,59	4,75	-4,14	95,94	4,75	67,59	0,00	0,00
Jun	18,92	46,14	48,65	-2,51	-6,65	93,56	-2,38	48,52	0,13	0,00
Jul	19,44	34,21	53,80	-19,60	-26,25	76,91	-16,65	50,86	2,95	0,00
Ago	21,09	38,15	69,26	-31,11	-57,36	56,35	-20,56	58,71	10,55	0,00
Set	22,40	67,15	83,23	-16,08	-73,44	47,98	-8,37	75,52	7,71	0,00
Out	23,92	133,17	108,64	24,54	-32,14	72,51	24,54	108,64	0,00	0,00
Nov	24,69	134,75	120,44	14,31	-14,13	86,82	14,31	120,44	0,00	0,00
Dez	24,77	208,03	129,48	78,55	0,00	100,00	13,18	129,48	0,00	65,37

FIGURA 3. Interface de visualização dos dados das variáveis do balanço hídrico climatológico do Brasil por município.

O aplicativo possibilita mostrar a distribuição espacial das variáveis do balanço hídrico para o País e disponibiliza ao agricultor subsídios para planejar as tomadas de decisão relativas ao plantio, manejo e colheitas, com respeito ao balanço hídrico. Por exemplo, pode-se ter um extrato anual dos mapas do território brasileiro, com abas

com informações de temperatura, precipitação, ETP, P-ETP, ARM, ETR e ETR/ETP.
(Figuras 4, 5 e 6).

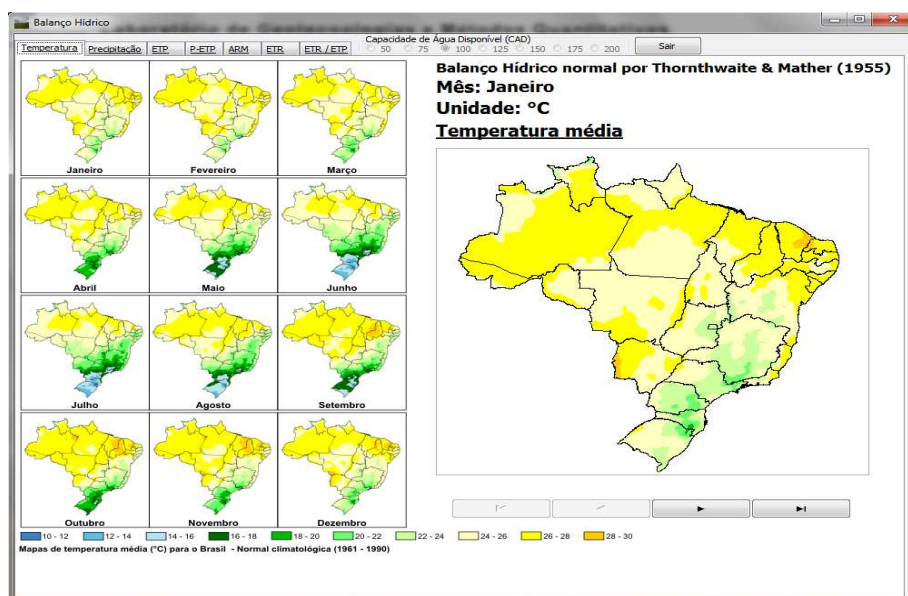


FIGURA 4. Visualização da distribuição dos mapas mensais do balanço hídrico para o território brasileiro.

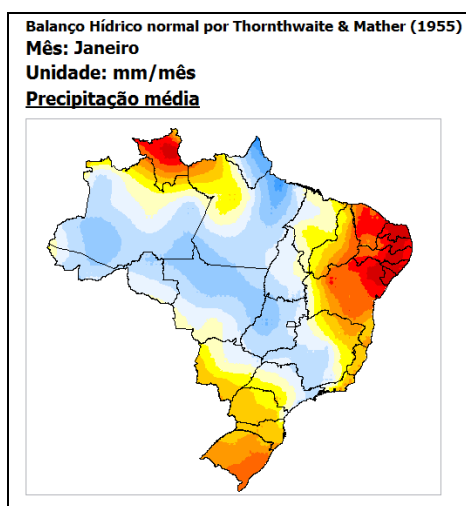


FIGURA 5. Mapa de Precipitação

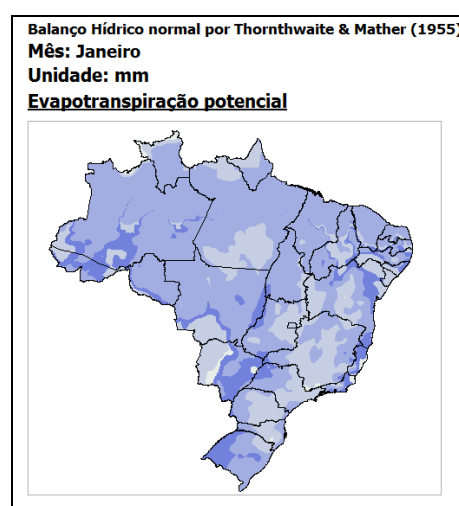


FIGURA 6. Mapa de ETP

Os gráficos no aplicativo é responsável por ressaltar as informações necessárias e provenientes da tabela BHNorm61 (Figura 7).

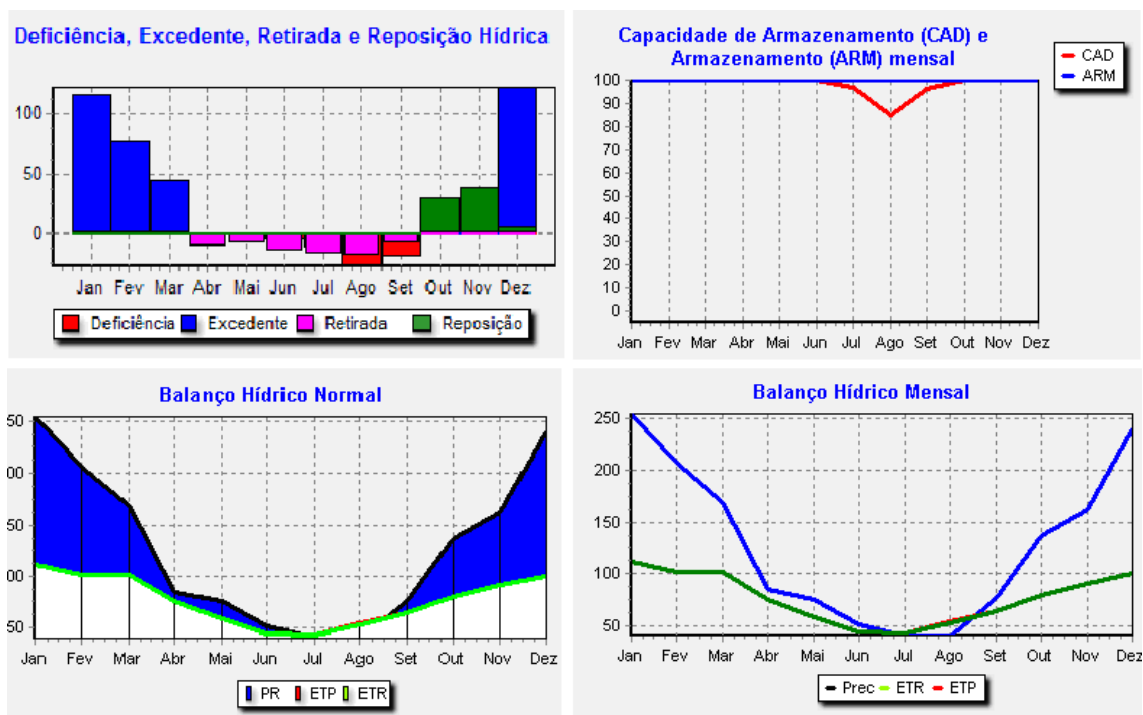


FIGURA 7. Gráficos que mostram a evolução mensal do balanço hídrico do município selecionado.

CONCLUSÃO

Foi desenvolvido o aplicativo com as funções de visualização das informações do balanço hídrico climatológico na forma de tabela e gráficos e dos mapas dessas variáveis para o Brasil. Este permite a análise do comportamento hídrico de forma ágil e rápida, dando o apoio/suporte facilitado à tomada de decisão por parte do usuário. As informações disponibilizadas pelo sistema computacional podem, por exemplo, auxiliar os agricultores na tomada de decisão para o manejo da irrigação de culturas agrícolas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

A EMBRAPA – MEIO AMBIENTE, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, A.P. A. ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia:** fundamentos e aplicações práticas. Guaíba (RS): Agropecuária, 2002, 478p.



ROLIM, G. de 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**. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Technology - *Laboratory of Climatology*, 1955. 104p

VIANELLO, R.L. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV: Impr. Univ., 1991. 449p.