

## **IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DE THORNTHWAITE E MATHER (1955) NO APLICATIVO IFCLIMA**

**Pedro Antonio Lorençone,  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul,  
pedro.lorencone@estudante.ifms.edu.br**

**Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido,  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul,  
lucas.aparecido@ifms.edu.br**

**Alisson Gaspar Chiquitto,  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul,  
alisson.chiquitto@ifms.edu.br**

**João Antonio Lorençone,  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul,  
Joao.lorencone@estudante.ifms.edu.br**

**Guilherme Botega Torsoni,  
Instituto Federal do Mato Grosso do Sul,  
guilherme.torsoni@ifms.edu.br**

### **RESUMO**

O clima é definido como as condições atmosféricas médias predominantes em uma região. As condições climáticas influenciam diretamente nas atividades agrícolas, sendo seu conhecimento crucial para um bom desenvolvimento do agronegócio no Brasil. Desta forma, o desenvolvimento de um aplicativo mobile para o monitoramento dos dados climáticos, além de auxiliar no processo produtivo, ainda proporciona uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais. Assim sendo, objetivou-se por meio deste trabalho implementar o balanço hídrico climatológico e outras variáveis importantes no aplicativo mobile IF Clima, visando aprimorar ainda mais o aplicativo com novas informações aos produtores na região de Naviraí em Mato Grosso do Sul. Para o desenvolvimento do aplicativo (IF Clima) foi utilizado a ferramenta NativeScript, sendo que os gráficos foram gerados pela biblioteca Chart. Desta forma foram inseridas no aplicativo as variáveis de umidade do solo, evapotranspiração, déficit hídrico, excedente hídrico e armazenamento de água no solo, além das variáveis que já estava no aplicativo, que eram umidade relativa do ar, temperatura do ar, precipitação, velocidade do vento e radiação solar. Com ao aplicativo os produtores podem visualizar a variação desses elementos em tempo real e de qualquer lugar, desde que exista sinal de telefone ou internet.

**Palavras-chave:** Meteorologia; Monitoramento; Agricultura.

## 1 INTRODUÇÃO

Os smartphones (celulares atuais) são equipamentos que combinam recursos de computadores pessoais, com funcionalidades que podem ser estendidas por meio de programas aplicativos executados pelo seu sistema operacional. Uma das principais características de um smartphone é a capacidade de conexão com redes de dados para acesso à internet. Este acesso se dá por dois motivos: acesso a dados disponíveis na internet ou apoio computacional, pois um smartphone é um dispositivo com um poder computacional pequeno, quando comparado aos grandes data-centers disponíveis pelo mundo. Uma forma de adicionar recursos a um smartphone é pela instalação de softwares conhecidos como Aplicativos Móveis (ou simplesmente por aplicativos ou apps). Os apps podem ser baixados e instalados por plataformas específicas para cada Sistema Operacional (SO). Por exemplo, os aplicativos para o SO Android estão disponíveis na plataforma Play Store, e os aplicativos para o SO Apple iOS estão no App Store.

Para o desenvolvimento de um aplicativo smartphones são necessárias várias plataformas, ferramentas e tecnologias. Alguns desses itens são exclusivos para um SO, pois ainda não há uma padronização entre os diferentes SO de smartphones disponíveis no mercado, o que dificulta o processo de desenvolvimento, comercialização e utilização pelos usuários.

O clima é a combinação média dos elementos meteorológicos do tempo num local específico, geralmente controla os processos do ecossistema (JYLHÄ et al., 2014), sendo influenciado por diversos fatores (GENG et al., 2014). As condições climáticas influenciam as atividades humanas, principalmente a agricultura e a pecuária (DOURADO et al., 2013). Assim sendo, o monitoramento da variabilidade climática de uma região é crucial para a condução das atividades agrícolas (SÁ JÚNIOR et al., 2012). Atualmente, um meio fácil e rápido de realizar acompanhamento em tempo real, é por meio de aplicativos mobile, uma vez que se tornou habitual o uso de smartphones no dia-a-dia das pessoas.

Balanço Hídrico é a contabilização da entrada e saída de água no solo e um determinado período (CECÍLIO et al., 2012), no qual existem diversos tipos, destacando entre eles o modelo de Thornthwaite e Mather (SOUSA et al., 2015), muito utilizado por apresentar uma forma simplificada e prática para a obtenção do armazenamento (SCHÄFER, 2009), também por ser possível sua realização em planilhas eletrônicas (FERREIRA, 2014). Com os

dados de evapotranspiração de referência ( $ETo$ ), precipitação ( $P$ ) e capacidade de água disponível ( $CAD$ ) obtêm-se valores de evapotranspiração real ( $ETR$ ), déficit hídrico ( $DEF$ ), Excedente hídrico ( $EXC$ ) e o armazenamento da água no solo ( $ARM$ ) (SCHÄFER, 2009).

Assim, objetiva-se implementar no aplicativo mobile de monitoramento climático IF Clima o balanço hídrico climatológico, visando proporcionar mais informações úteis para as tomadas de decisões dos agricultores da região de Naviraí – Mato Grosso do Sul, e assim um maior desenvolvimento da região.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O clima é definido como as condições atmosféricas médias de uma região (ROLIM et al., 2007), sendo seu conhecimento crucial para que as culturas possam expressar o seu máximo potencial produtivo (SÁ JUNIOR et al., 2012). A variabilidade climática causa grande impacto na produção agrícola (APARECIDO et al., 2014), pois o clima é responsável por aproximadamente 60% da variação da produção (ORTOLANI & CAMARGO, 1987). Assim sendo, o monitoramento climático proporciona melhor planejamento das atividades agrícolas, além de auxiliar nas tomadas de decisões. Por isso, os cultivos agrícolas são extremamente dependentes dos fatores climáticos (POUDEL; KOJI, 2013), e desta forma, a variação das condições climáticas tem grande relevância na produção agrícola (WAGNER et al., 2011), proporcionando influências direta e indiretamente nos diversos cultivos (BRIXNER et al., 2014).

No desenvolvimento do agronegócio, os elementos climáticos mais críticos são precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000). O monitoramento destes elementos tem relevância, pois a radiação provê energia para partição de carboidratos e componentes individuais da planta (OLIVEIRA et al., 2012), a deficiência hídrica afeta o crescimento e desenvolvimento dos cultivos (SANTOS; CARLESSO, 1998), principalmente os processos fisiológicos (PEIXOTO et al., 2006; ALBUQUERQUE et al., 2013). A disponibilidade térmica do ambiente influencia o desenvolvimento fenológico das plantas (WAGNER et al., 2011).

No monitoramento dos elementos do clima geralmente se faz necessário à utilização de estações meteorológicas, que podem ser convencionais ou automáticas. Essas estações, principalmente as estações meteorológicas automáticas, fornecem um grande número de dados que necessitam de trabalhos por meio de softwares e aplicativos para gerar informações

técnicas que sejam úteis aos agricultores.

Hoje em dia uma infinidade de dados existem (VANUYTRECHT et al., 2014), entretanto, os mesmos são poucos trabalhados e gerenciados para levar uma informação prática aos produtores rurais. O desenvolvimento de aplicativos que realizem a transformação de dados brutos em informações úteis, sem dúvida, é a vanguarda na área de agrometeorologia.

### **3PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O aplicativo IF-Clima foi desenvolvido no IFMS Campus de Naviraí em parceria com a Copasul (Copasul - Cooperativa Agrícola Sul Matogrossense), uma vez que os seus cooperados estavam com dificuldades de monitorar as condições climáticas. Os dados climáticos para confecção do aplicativo foram capturados por uma estação meteorológica automática localizada na sede da COPASUL em Naviraí – MS. A estação meteorológica automática pode ser visto na Figura 1.

Para o desenvolvimento do aplicativo (IFclima) será utilizado a ferramenta Android Studio, sendo que os gráficos gerados pela biblioteca open-source PhilJay/MPAndroidChart. Para avaliar o desempenho de todo o aplicativo, os dados registrados pela estação meteorológica no computador serão comparados com os dados visualizados no aplicativo IFclima.

O Balanço Hídrico foi gerado a partir dos dados coletados de precipitação e evapotranspiração, pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), com capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm. E em seguida foi implementado seu algoritmo no aplicativo de forma a gerar os gráficos do excedente hídrico, déficit hídrico, evapotranspiração e armazenamento de água no solo. Outra variável, que também foi inserida no aplicativo foi a Umidade do Solo, calculada a partir de sensores no solo, em profundidades diferentes.

**Figura 1. Estação meteorológica utilizada no desenvolvimento do aplicativo.**



#### **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

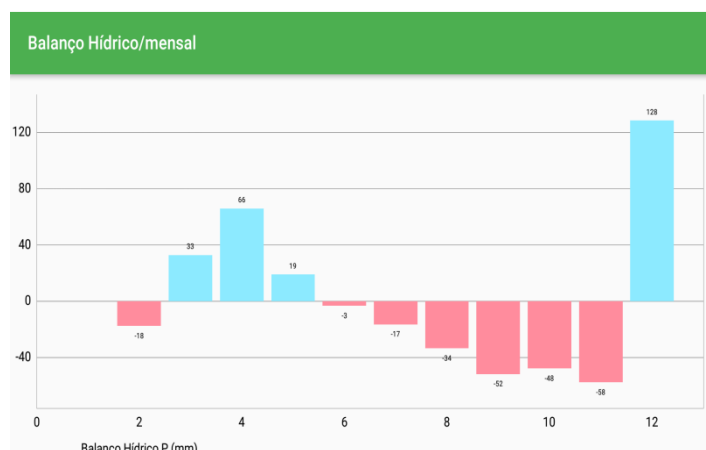
A tela de seleção do elemento climático e do período de tempo para o monitoramento do clima do aplicativo IFclima o usuário poderá selecionar qual elemento meteorológica de sua preferência ele quer monitorar o clima, entre as nove variáveis, temperatura do ar, precipitação, velocidade do vento, evapotranspiração, umidade relativa do ar, radiação solar, umidade do solo, armazenamento de água no solo e balanço hídrico, E também de qual período ele quer iniciar e terminar o monitoramento, de forma rápida e eficaz (Figura 2).

**Figura 2.** Tela de seleção do elemento climático para monitoramento do clima do aplicativo IFclima.



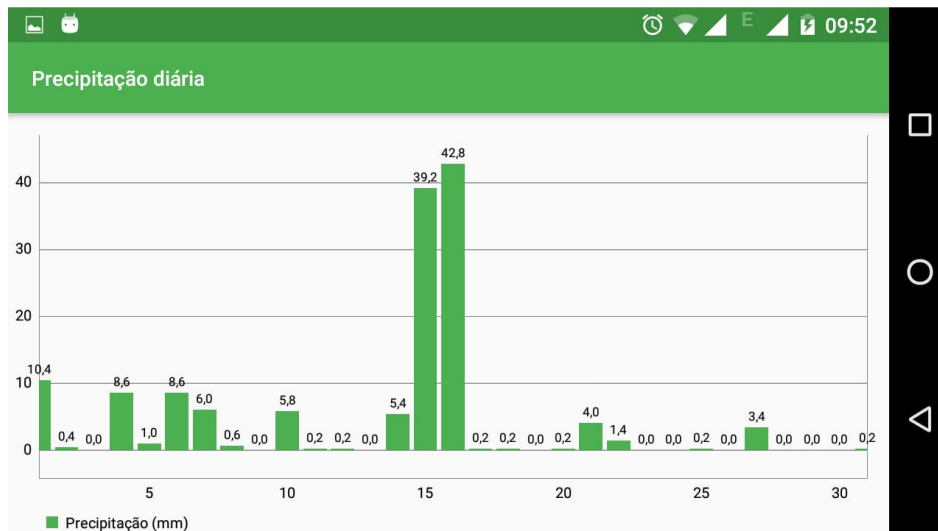
O aplicativo disponibiliza os dados por meio de gráficos, em que o usuário pode escolher entre dados diários de um mês ou dados mensais de um ano. De modo a poder acompanhar de forma muito clara o comportamento climático da região, sendo agora implementado o balanço hídrico, na Figura 3, que demonstra o excedente e o déficit hídrico no em tempo real para a cidade de Naviraí - MS, sendo possível identificar os meses com maior risco climático e danos econômicos, auxiliando assim no planejamento agrícola da região.

**Figura 3.** Gráfico de Balanço Hídrico do Aplicativo IFclima.



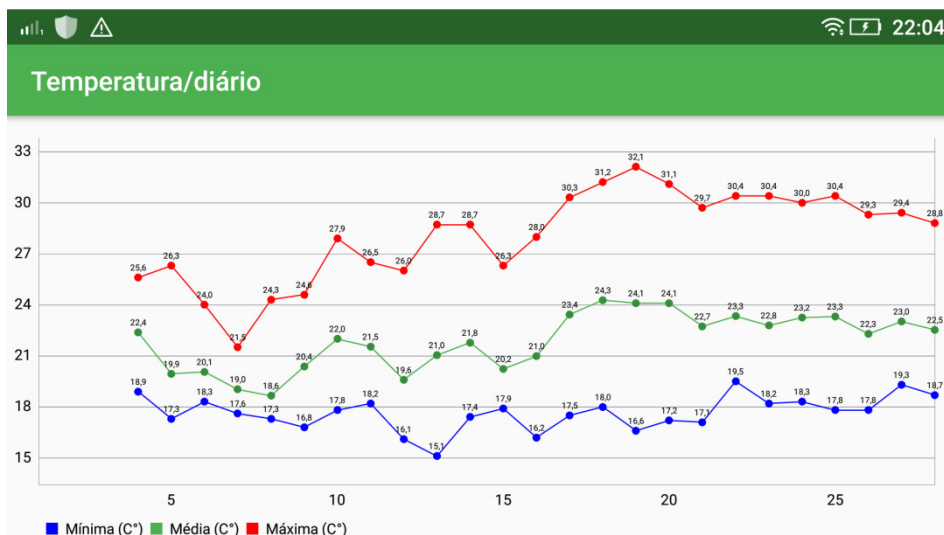
O gráfico de variação da precipitação que ocorreu no mês de junho/2018 para a cidade de Naviraí pode ser visto na Figura 4. As maiores precipitações foram até meados do mês de junho, sendo que o maior índice pluviométrico ocorreu nos dias 14, 15 e 16, sendo os valores de 5,4; 39,2 e 42,8 mm mês.

**Figura 4. Gráfico de variação da precipitação pluviométrica do Aplicativo IFclima.**



O gráfico de variação da temperatura do ar que ocorreu no mês de maio/2018 para a cidade de Naviraí pode ser visto na Figura 5. Nota-se que as temperaturas do ar mais baixas ocorreram no início do mês, com valores médios de 23°C, sendo que a partir do dia 15 ocorreu uma alta brusca dos valores de temperatura do ar, sendo que o maior índice foi de 32,4°C no dia 19 do mês.

**Figura 5. Gráfico de variação da temperatura do ar do aplicativo IFclima.**



## 5 CONCLUSÕES

Por meio da utilização do aplicativo IFclima os produtores conseguiram:

- Escolher as melhores regiões de plantio, uma vez que são escolhidos os locais que apresentam uma menor chance de problemas climáticos, principalmente no plantio de culturas perenes, como laranja, café, eucaliptos.
- Determinar as melhores datas de semeaduras para os plantios anuais. Por exemplo: na região de Naviraí o plantio do milho pode ser iniciado a parti de 15 de outubro, pois a chance de ocorrer eventos climáticos maléficis, como um baixo índice pluviométrico, a ocorrência de granizo e altas temperaturas, são de baixa probabilidade de ocorrência;
- Elaborar construções rurais, como galpões e granjas de forma adequada para que mantenha o bem-estar animal dentro da zona de conforto térmico, o que garante uma elevada produtividade e retorno financeiro aos produtores. Quando as construções rurais são elaboradas em função do monitoramento climático, as mesmas são dimensionadas levando em consideração a variação da temperatura do ar, a insolação, as chuvas e também a direção do vento, o que proporciona um ambiente confortável aos animais;
- Estimar a melhor época para iniciar o preparo do solo, como aração, gradagem e subsolagem, pois essas atividades demandam do início das chuvas para serem iniciadas. Em função do monitoramento climático é conhecido o período inicial das chuvas, e assim estabelecer o planejamento organizacional os implementos agrícolas;

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M. Irrigação e fertirrigação potássica na cultura da videira em condições semiáridas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 315-321, 2013.

Android-Studio - O IDE oficial do Android. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>. Acesso em: 1 nov. 2017.

APARECIDO, L. E. de O.; ROLIM, G. S.; SOUZA, P. S. 2014. Épocas de florescimento e colheita da nogueira-macadâmia para áreas cafeeícolas da região sudeste. **Revista Brasileira de Fruticultura** 36, 165-173.

BRIXNER, G. F.; SCHÖFFEL, E. R.; LAGO, I.; RADÜNZ, A. L.; KRÜGER, A. P. Risco de geada e duração dos subperíodos fenológicos da 'Cabernet Sauvignon' na região da Campanha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.18, n.2, p.217-224, 2014.



CECÍLIO R. A. et al. Método para a espacialização dos elementos do balanço hídrico climatológico. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.47, n.4, p.478-488, abr. 2012

COMPOSER. Disponível em: <https://getcomposer.org/>. Acesso em: 5 nov. 2017.

DB-Engines Ranking. Disponível em: <https://db-engines.com/en/ranking>. Acesso em: 5 nov. 2017.

DOURADO, C. S.; OLIVEIRA, S. R. M.; ÁVILA, A. M. H. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.192-198, 2013.

FERREIRA A. G. Balanço Hídrico para Cultura do Café Arábica no Município de São Domingos das Dores – MG. Monografia (Pós – Graduação) – UFMG, Belo Horizonte, 2014

GENG, Q.; WU, P.; ZHAO, X.; WANG, Y. Comparison of classification methods for the divisions of wet/dry climate regions in Northwest China, **Int. J. Climatol.** 34: 2163–2174 (2014).

HIX, D.; HARTSON, H. R. Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process. John Wiley & Sons, Inc., 1993.

HOOGENBOOM G (2000) Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. **Agricultural and Forest Meteorology.** 103(2):137–157.

JYLHÄ K., TUOMENVIRTA H., RUOSTEENOJA K., NIEMI-HUGAERTS H., KEISU K. & KARHU J.A. 2010. Observed and projected future shifts of climatic zones in Europe, and their use to visualize climate change information. **Weather, Climate, and Society** 2: 148–167.

MYSQL. Disponível em: <https://www.mysql.com/>. Acesso em: 3 nov. 2017.

NativeScript UI Charts. Disponível em: <https://docs.nativescript.org/ui/rich-components#chart>. Acesso em: 2 nov. 2017.

NativeScript. Disponível em: <https://www.nativescript.org/>. Acesso em: 5 nov. 2017.

OLIVEIRA KMG, CARVALHO LG, LIMA LA, GOMES RCC (2012) Modelagem para a estimativa da orientação de linhas de plantio de cafeeiros. **Engenharia Agrícola.** 32(2):293-305.

PEIXOTO, C. P. CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T. DE; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S. A.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.439-443, 2006.

POUDEL, S.; KOJI, K. Climatic impacts on crop yield and its variability in Nepal: do they vary across seasons and altitudes?. **Climatic Change.** v.116, p.327–355, 2013.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M. P. B.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. 2007. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas

agroclimáticas para o estado de São Paulo. – **Bragantia** 4, 711–720.

SÁ JUNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**. v.108, p.1-7, 2012.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. (1998). Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294.

SCHÄFER R. F. Precipitação e Evapotranspiração de Referência Estimadas com Metodologia Alternativa, Voltadas à Realização do Balanço Hídrico Diário. **Dissertação** (Mestrado em Ciências do Solo) – UFPR, Curitiba, 2009.

VANUYTRECHT, E., et al., AquaCrop: FAO'S crop water productivity and yield response model, *Environmental Modelling & Software* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.08.005>.

WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A. S.; MAGGI, M. F.; POTT, C. A.; SUCHORONCZEK, A. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.135–149, 2011.