

MONITORAOESTE – MOBILE APP COM INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS DE AGROMETEOROLOGIA ESPECTRAL E OCORRÊNCIA DE PRAGAS E DOENÇAS NA SOJA E ALGODÃO

Janice Freitas Leivas¹, Antônio Heriberto de Castro Teixeira², Celina Maki Takemura¹, Julio Bogiani¹, Paulo Barroso¹, Edlene Monteiro Garçon¹, Davi Custódio¹, Elio Lovisi Filho¹, Fernando Paim¹

¹ Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho, 303, Campinas, SP, {(janice.leivas); (celina.takemura); (julio.bogiani); (paulo.barroso); (edlene.garcon); (davi.custodio); (elio.filho);(fernando.paim)}@embrapa.br;

²Professor, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, heriberto@academico.ufs.br

RESUMO

O MonitoraOeste é um sistema desenvolvido para monitorar e emitir alertas sobre o avanço da ferrugem da soja e da mancha de ramulária do algodão em lavouras do Oeste da Bahia. No app mobile também são disponibilizados índices agrometeorológicos espectrais, como evapotranspiração, biomassa, NDVI e eficiência no uso da água. São emitidos alertas apontando os locais de ocorrência, assim como informações atualizadas em tempo real e revelam se as condições climáticas são favoráveis para o desenvolvimento de pragas e doenças, com informações sobre a presença e a dispersão de esporos. Assim, os produtores agrícolas e os tomadores de decisão tem acesso a informações complexas, de forma simplificada, auxiliando na segurança fitossanitária das lavouras de soja e algodão da região, possibilitando a redução do custo de produção e o impacto ambiental das culturas, considerando as condições climáticas e permitindo um melhor monitoramento das lavouras durante seu desenvolvimento.

Palavras-chave - Fitossanidade, Ferrugem asiática, Mancha ramulária, Monitoramento agrícola, MODIS

ABSTRACT

MonitoraOeste is a system developed to monitor and issue alerts on soybean rust and *Ramularia* leaf spot in cotton crops at Western Bahia, Brazil. Its mobile app features spectral agrometeorological indices such as evapotranspiration, biomass, NDVI and water-use efficiency. Its warnings are issued to disclose locations of occurrence and real-time / up-to-date information to reveal if weather conditions are favorable for the development of plagues and diseases, and to provide users with information on the presence and dispersion of spores. Farmers and decision makers have access to complex information which are offered in a simple form, in order to aid phytosanitary measures for the region's soybean and cotton crops. By considering the local weather conditions, these crops'

production costs and environmental impacts are reduced and their development is better monitored.

Keywords - phytosanity, soybean rust, *Ramularia leaf spot*, agricultural monitoring.

1. INTRODUÇÃO

A mesorregião Extremo Oeste Baiano, é um polo de produção agrícola de grande importância nacional, onde encontram-se extensas áreas de produção de soja e algodão [1]. As doenças fúngicas são consideradas um grande problema para a estabilidade produtiva dessas culturas. Na soja, a ferrugem-asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das mais importantes doenças da cultura no Brasil e no mundo, por sua severidade e ampla distribuição [2; 3; 4]. Esta doença causa desfolha precoce da planta, comprometendo a formação e o enchimento das vagens, e prejudicando a produtividade com redução de 10% a 90% nas diversas regiões geográficas onde foi relatada [5; 6]. No algodão, a mancha de ramulária é atualmente a doença mais comum nas principais regiões produtoras do Brasil. As perdas na produção decorrentes da mancha de ramulária podem ser expressivas se intervenções de controle não forem adotadas em tempo hábil [7]. As enfermidades são agressivas e impactam a produtividade das propriedades agrícolas provocando perdas estimadas em 30%, na cottonicultura, e de até 80%, na sojicultura.

Nos últimos anos, no oeste da Bahia, as culturas irrigadas substituíram a vegetação natural rapidamente. Essa mudança no uso da terra destaca a importância do desenvolvimento e ferramentas para quantificação de aplicações de parâmetros de produtividade da água em larga escala, permitindo a análise dinâmica de agro-ecossistemas mistos [8]. Considerando os efeitos das mudanças no uso da terra nos perímetros de irrigação, é importante o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas para quantificar parâmetros agrometeorológicos, avaliando a dinâmica de sistemas agrícolas, acompanhando o desenvolvimento das lavouras, como as áreas irrigadas no oeste da Bahia.

Diante disso, foi construído o mobile app MonitoraOeste, visando monitorar e emitir alertas sobre o avanço da ferrugem da soja e da mancha de ramulária do algodão em lavouras do Oeste da Bahia, assim como informações sobre a dinâmica da vegetação natural e das culturas irrigadas ao longo do ciclo da cultura, como evapotranspiração (ET), biomassa (BIO), produtividade da água (PA) e NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). A metodologia utilizada foi o algoritmo SAFER (*Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving*) para obtenção de indicadores agrometeorológicos espectrais. Para a aplicação do modelo são necessários dados de estações meteorológicas, disponibilizados pelo INMET, e imagens do satélite MODIS, com resolução espacial de 250m e temporal de 16 dias.

A tecnologia está disponível em versões para dispositivos móveis - nas lojas da Apple e da Google - e para Web - na página da Embrapa. Dentro do sistema, os dados estão organizados em mapas, tabelas, gráficos e registros das doenças. Os alertas emitidos apontam os locais de ocorrência - trazendo informações atualizadas em tempo real por uma rede de colaboradores itinerantes, e revelam se as condições climáticas são favoráveis para o desenvolvimento da ferrugem e da mancha de ramulária, com informações sobre a presença e a dispersão de esporos.

O aplicativo apresenta funcionalidades como ocorrências e alertas de doenças, apresentados em gráficos e mapas, localização de armadilhas para esporos e bicudo, favorabilidade para doenças e índices agrometeorológicos espectrais. A tecnologia emite três níveis de alerta: ocorrências de doenças, condições climáticas favoráveis para as ocorrências e dispersão de esporos no ar. O usuário pode filtrar resultados por municípios, regiões, tipo de doença e safra.

O objetivo da plataforma é disponibilizar informações adequadas para que o possa racionalizar e reduzir o uso de defensivos agrícolas, assim como uso racional da água, diminuindo custos e impactos ambientais, através do acompanhamento da dinâmica da vegetação ao longo do ciclo das culturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o oeste da Bahia (Figura 1). Segundo a classificação de Koeppen, o clima da área de estudo é Aw, típico da savana, com inverno seco e temperatura média do ar no mês mais frio acima de 18° C e precipitação de 1800 mm .



Figura 1. Localização da área de estudo, no oeste da Bahia.

O mapa de favorabilidade foi construído a partir de modelo matemático [9] baseado em dados meteorológicos históricos e visa prever as condições favoráveis para ocorrência de pragas (como o bicudo do algodão), baseadas em informações georreferenciadas. Com base nos dados meteorológicos, que são atualizados diariamente, o modelo prevê se as condições são propícias para ocorrência da referida praga. Com isso, o produtor pode otimizar as práticas agrícolas, visando economia de insumos e práticas conservacionistas, com menor consumo de insumos na lavoura .

São utilizados dados meteorológicos diários, disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), de radiação solar global (Rg), temperatura do ar (Ta), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (v). As médias são calculadas a partir de 16 dias para corresponder à resolução temporal das imagens MODIS com o objetivo de obter parâmetros de evapotranspiração (ET), biomassa (BIO) e produtividade da água (PA), em larga escala. Os parâmetros calculados por sensoriamento remoto para entrada nos modelos foram o albedo da superfície (α_0), a temperatura da superfície (Ts) e o NDVI. A ET é obtida pela aplicação do algoritmo SAFER (*Simple Algorithm For Evapotranspiration Retrieving*) [10]. A linguagem de programação Python é usada para processar o modelo, assim como para emissão de alertas para pragas e doenças (ramulária e ferrugem asiática), sendo disponibilizadas via app mobile ou WebGIS.

Através de *scripts*, o MonitoraOeste foi implementado, permitindo a verificação e download da última imagem MODIS disponível, na USGS, assim como extração das bandas infravermelho e visível, utilizando a ferramenta gdalwarp (<https://gdal.org/programs/gdalwarp.html>), para o cômputo dos valores de NDVI e albedo, servindo de entrada no modelo SAFER. O *script* também busca de dados de todas as estações automáticas disponíveis no INMET, através de Interface de Programação de Aplicação (API - *Application Programming Interface*), para composição de 16 dias, referentes à imagem MODIS coletada. Foi realizado o pré-processamento dos dados brutos (precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento), assim como a filtragem de dados espúrios e estações com dados faltantes. Com esses dados, foi calculada a evapotranspiração (ET), pelo método

de Penman Monteith. Após essas análises, o *script* processa o modelo agrometeorológico espectral SAFER, sendo os parâmetros agrometeorológicos disponibilizados em aplicativo para celular. O App mobile MonitoraOeste está sendo disponibilizado nas plataformas IOS e Android.

3. RESULTADOS

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5, são apresentados as informações disponibilizadas no AppMobile MonitoraOeste, para plataformas Android e IOS, assim como WebGIS, disponível na página da Embrapa (https://mapas.cnpm.embrapa.br/apps/monitora_oeste/#/home)

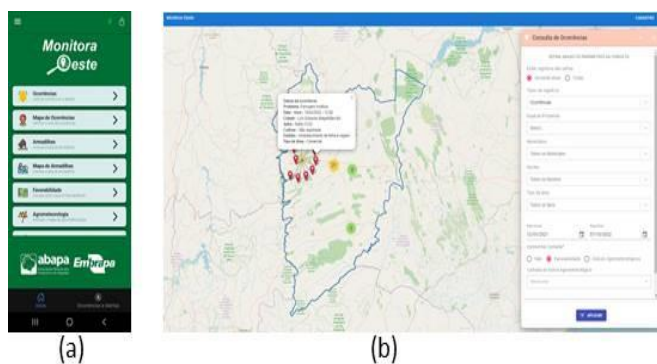


Figura 2. Layout do app Monitora Oeste (a) e do WebGIS (b) disponibilizados.

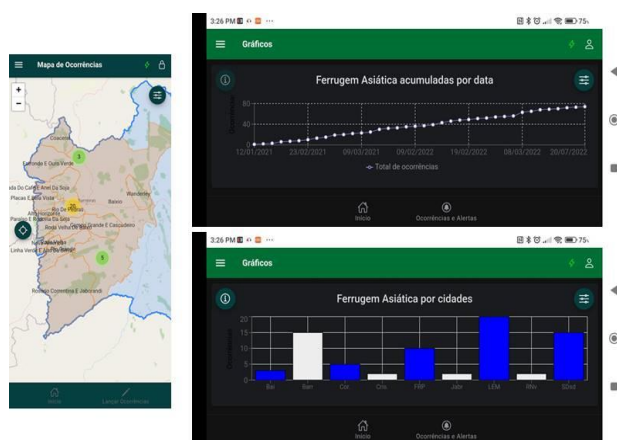


Figura 3. Layout do alerta de ocorrência de ferrugem asiática, distribuídos espacialmente e por gráfico, selecionando por data e cidades ou núcleos regionais.



Figura 4. Layout do mapa de favorabilidade para ocorrência de pragas e doenças para a soja e algodão, no oeste da Bahia.

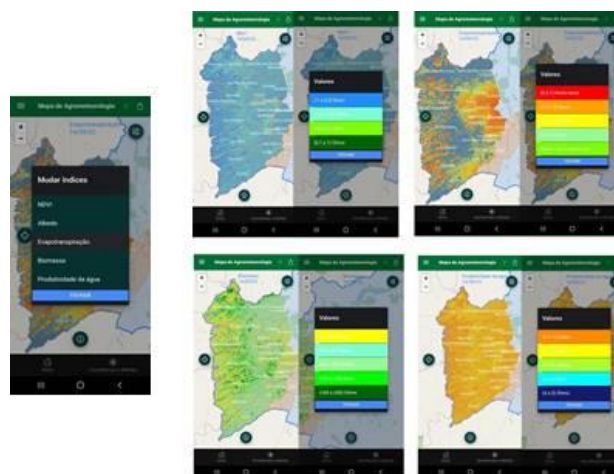


Figura 5. Layout dos indicadores agrometeorológicos espectrais obtidos como NDVI, ET (mm), biomassa (Kg.ha⁻¹.d⁻¹) e produtividade da água (kg.m⁻³), no oeste da Bahia.

4. DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentados os alertas para ocorrência de doenças, georreferenciados, no app Monitora Oeste. Os alertas estão organizados em três níveis: ocorrências de doenças, condições climáticas favoráveis para as ocorrências e condições climáticas favoráveis para a dispersão de esporos no ar. O primeiro nível mostra onde foram identificadas plantas infectadas. Os dados são expressos em mapas e gráficos (Figura 3).

O levantamento das informações em campo segue o método tradicional de observação, com o monitoramento realizado por uma rede de colaboradores já atuante na região. As equipes são formadas por produtores locais, técnicos da Abapa, da Embrapa e de parceiros, que percorrem as lavouras dos municípios e dos núcleos regionais do oeste baiano, e verificam se há a presença de doenças nas plantas. Os núcleos regionais foram criados pela Abapa em seu programa fitossanitário. São zonas produtivas delimitadas com o intuito de facilitar o trabalho de monitoramento das lavouras, tendo em vista a vasta

extensão dos municípios do oeste baiano. Cada um dos 16 núcleos possui uma equipe própria responsável por rondar as propriedades agrícolas. Ao identificar focos das doenças, eles fazem o registro e lançam no sistema, chegando ao celular do usuário instantaneamente.

Na Figura 4, observa-se o mapa de favorabilidade para ocorrência de pragas e doenças para soja e algodão, sendo exibido de duas maneiras: alta favorabilidade (em amarelo) e baixa favorabilidade (verde). O mapa de armadilhas é sobreposto sobre a informação de favorabilidade.

Os técnicos cadastrados atualizam semanalmente as armadilhas, coletando material para averiguação em laboratório e registrando a ocorrência das pragas, nos locais georreferenciados em que foram instaladas as armadilhas. O sistema também reúne dados da presença de esporos na região a partir de 44 armadilhas georreferenciadas, distribuídas pelos núcleos regionais. Dentro do sistema, os mapas das armadilhas são sobrepostos ao mapa da favorabilidade climática, facilitando ao usuário compreender o risco de disseminação.

Na Figura 5, são apresentados os índices agrometeorológicos espectrais obtidos através do processamento do modelo SAFER, junto com imagens do satélite MODIS e dados meteorológicos do INMET, como o NDVI, evapotranspiração (mm), biomassa ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) e produtividade da água ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), no oeste da Bahia. Observa-se que os indicadores agrometeorológicos apresentam valores baixos, devido ao início do ciclo das culturas, com período de plantio e emergência das culturas NDVI, sendo observado que os valores do índice variam de baixo ($\text{NDVI}<0,2$) a médio ($0,2$ a $0,4$), indicando baixa cobertura vegetal, devido ao período de plantio e emergência das culturas de verão (predominantemente soja). A vantagem de usar imagens de satélite é que o produtor pode acompanhar o desenvolvimento das lavouras, em larga escala, podendo avaliar o vigor e uniformidade das culturas, de maneira remota, através de app, com facilidade de uso e de transporte, via telefone celular. Com isso, o produtor pode realizar inferências sobre o pleno desenvolvimento das culturas, quanto à programação de fertilizantes, necessidades de irrigação, visando produtividade potencial da cultura.

Com os resultados obtidos e disponibilizados no app mobile MonitoraOeste, os produtores do oeste da Bahia podem monitorar o desenvolvimento das culturas, assim como pragas e doenças, auxiliando na tomada e gestão das decisões.

5. CONCLUSÕES

Com o uso de informações como a ocorrência de pragas e doenças, assim como parâmetros agrometeorológicos espectrais, atualizados conforme a disponibilidade de dados meteorológicos e imagens de satélite, foi possível gerar mapas que estimam a favorabilidade climática para a

ocorrência e o desenvolvimento da ferrugem-asiática da soja e da mancha de ramulária do algodoeiro na mesorregião Extremo Oeste Baiano, assim como o desenvolvimento das culturas ao longo do ciclo, visando o máximo rendimento e diminuição de aplicação de insumos nas lavouras, tornando mais sustentável ambientalmente.

6. REFERÊNCIAS

- [1] CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. Séries históricas. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>.
- [2] A. Richetti, A. D. Roese. Custo do controle químico da ferrugem-asiática da soja para a safra 2010/11. Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 161, 6p. 2010.
- [3] C. V Godoy, C. D. S , Seixas, R. M. Soares, F. C. Marcelino-Guimarães, M. C. MEYER, L. M. Costamilan. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 5, p. 407-21, 2016.
- [4] F. E. D Mello, S. M. Mathioni, S. M.; L. H. Fantin, D. D. Rosa, ; R. F. D Antunes, N. R. C Filho, D. L. Duvaresh, M. G. Canteri. Sensitivity assessment and SDHC-I86F mutation frequency of *Phakopsora pachyrhizi* populations to benzovindiflupyr and fluxapyroxad fungicides from 2015 to 2019 in Brazil. *Pest Management Science*, v. 77, n. 10, p. 4331 –4339, 2021.
- [5] J. T. Yorinori, W. M. Paiva, R. D. Frederick, L. M. Costamilan. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.
- [6] G. L.; Hartman, E. J. Sikora, J. C. Rupe. *Compendium of soybean diseases and pests*. 5. ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 56-59.
- [7] L. G. Chitarra, S. A. Meira; V. L. Menezes. Controle químico da mancha de Ramulária do algodoeiro, causada por *Ramularia areola*, em função da idade da planta e severidade da doença – Safra 2003/2004. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 58), Embrapa Algodão, 16p., 2005.
- [8] A.H. de C. Teixeira, R.G. Andrade, J. F. Leivas, D. C. Victoria, E. L. Bolfe, “Balanço de energia e produtividade da água em larga escala: caracterização, modelagem e aplicação no norte de Minas Gerais” *Informe Agropecuário*, v.36, n. 285, p.101-108, 2015.
- [9] J. C. Bogiani, C. Kano, P. A. V. Barroso, F. A. de P. Paim, F. J. Perina. Monitoramento de favorabilidade da mancha de ramulária do algodoeiro e ferrugem-asiática da soja no Extremo Oeste Baiano, *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, v.37, 26p. 2021.
- [10] A. H. de C. Teixeira,. Modelling evapotranspiration by remote sensing parameters and agro-meteorological stations. *Remote Sensing and Hydrology*, IAHS Press, Wallingford, UK, 2012.