



Agrometeorologia operacional no estado do Paraná

Paulo Henrique Caramori^{(1)*}, Pablo Ricardo Nitsche⁽²⁾, Flavio Deppe⁽³⁾, Eduardo Alvim Leite⁽³⁾, Rodrigo Yoti Tsukahara⁽⁴⁾, Edmirson Borrozzino⁽²⁾

⁽¹⁾ IAPAR/SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Caixa Postal 19100, CEP 81531-980 Curitiba, PR, Brasil.

⁽²⁾ IAPAR.

⁽³⁾ SIMEPAR.

⁽⁴⁾ Fundação ABC.

*Autor para correspondência: pcaramori@gmail.com

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 27 de julho de 2015

Aceito para publicação em 17 de agosto de 2015

Termos para indexação:

monitoramento agroclimático,
suporte à decisão,
sistemas de alerta,
redes de estações.

RESUMO

O Estado do Paraná acumulou nas últimas décadas um grande volume de dados coletados em diversas instituições. A implantação de redes oficiais de estações meteorológicas pelo IAPAR, INMET e Instituto das Águas do Paraná possibilitou organizar registros históricos importantes para estudos de climatologia e zoneamento de risco climático. A implantação do SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná – representou um marco na disponibilização de previsões e informações meteorológicas que possibilitaram orientar as atividades agrícolas com maior agilidade e precisão. Além disso, instituições do setor cooperativo como a Fundação ABC têm investido com grande competência na coleta e disseminação de informações agrometeorológicas aos produtores. A partir desta base de dados e informações geradas tem sido possível disponibilizar produtos de grande interesse para a agricultura paranaense.

© 2016 SBAgro. Todos os direitos reservados.

1. Introdução

O Estado do Paraná realizou um grande investimento nas últimas décadas para estruturar redes de coleta de dados meteorológicos e grupos qualificados para gerar produtos e informações à comunidade. Na década de 1970, com o início das atividades do IAPAR, a partir de 1975 a rede foi ampliada para 33 estações meteorológicas mecânicas completas, que possibilitaram acumular séries de dados com elevados padrões de qualidade. Esses dados foram complementados com postos pluviométricos mantidos pelo Instituto das Águas do Paraná em diversos municípios paranaenses. Na década de 1990 foi implantado o SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná, encarregado de coleta e disponibilização de dados, previsões e informações meteorológicas. Também foi realizado um

esforço na contratação de pessoal e equipes qualificadas, que permitiram ao Paraná gerar vários produtos de grande impacto ao setor agrícola.

Na fase atual da agricultura brasileira, em que a exploração agrícola passa por um processo acelerado de profissionalização, é cada vez mais crescente a busca de informações relacionadas ao tempo, clima e produtos agrometeorológicos para auxiliar a tomada de decisão. Com a difusão do acesso à internet no meio agrícola, a demanda por produtos agrometeorológicos deverá crescer rapidamente, abrindo espaço para a geração desses produtos por parte de órgãos governamentais e privados. Com o intuito de caracterizar o status atual da agrometeorologia operacional no Estado do Paraná realizou-se este trabalho.

2. Instituições que geram dados meteorológicos no Paraná

As seguintes instituições são mantenedoras de redes de coleta de dados meteorológicos no Paraná: Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto das Águas do Paraná (rede pluviométrica) e Fundação ABC. Com exceção do Instituto das Águas do Paraná, todas as demais geram produtos agros meteorológicos. A seguir é feita uma descrição de cada uma delas.

2.1 IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

Vínculo: Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná.

Equipe: A equipe de agrometeorologia se concentra na sede do IAPAR em Londrina, contando com 4 pesquisadores, 1 técnico em meteorologia, 1 especialista em tecnologia da informação e 2 funcionários de apoio.

Principais fontes de recursos: Governo estadual e projetos.

A rede inicialmente instalada era composta de 33 estações convencionais, sendo 17 de primeira classe e 15 de segunda classe (equipamentos R. Fuess). Atualmente existem 17 estações operacionais, sendo que na maioria das estações desativadas existe uma estação automática do SIMEPAR para dar continuidade às séries de dados. Está em fase de implantação a automatização da rede com estações agrometeorológicas da empresa Campbell Scientific para substituição total da rede convencional. Os dados de temperatura do ar, radiação solar global, precipitação, umidade relativa do ar e velocidade do vento das estações convencionais são enviados semanalmente via fax e, mensalmente, os dados completos são enviados por meio de remessa postal, sendo consistidos e armazenados em banco de dados. Os dados meteorológicos são disponibilizados para uso em estudos e pesquisas e comercializados mediante o pagamento de uma taxa para uso em fins comerciais. Também são emitidos laudos e pareceres mediante solicitação dos usuários.

Os dados que compõem o banco de dados históricos são utilizados em diversos trabalhos de climatologia do estado do Paraná (por exemplo, ATAÍDE et al., 2012; MINUZZI et al., 2012; BORROZZINO et al., 2013), zoneamento de risco climático para as principais culturas agrícolas (por exemplo, CARAMORI et al., 2008; RICCE et al., 2014; ZARO et al., 2014) e modelagem agroclimática (por exemplo, FARIA et al., 2005; DALLACORT et al., 2006). O gerenciador SMA (Sistema de Monitoramento Agroclimático) (CARAMORI et al., 2002) foi desenvolvido para análise de dados diários das estações e geração de produtos que são disponibilizados na página do IAPAR (www.iapar.br). O SMA utiliza

o método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1994) para gerar dados diários de evapotranspiração e o modelo de Faria & Madramootoo (1996) para gerar balanços hídricos por cultura, considerando o tipo de solo e a data de semeadura. Os mapas de precipitação, temperatura do ar, água disponível, déficit e excesso hídrico e número de dias consecutivos sem chuvas são disponibilizados diariamente na página do IAPAR.

Durante o período de maio a setembro, anualmente é acionado o programa paranaense de Alerta para Geadas, direcionado para a cafeicultura e as hortaliças. Este sistema integra informações de previsão diária sobre a ocorrência de geadas elaboradas pelos meteorologistas do SIMEPAR, métodos de proteção desenvolvidos pelos pesquisadores do IAPAR, treinamentos de produtores realizados pelo IAPAR, EMATER e cooperativas, e difusão das informações a partir do IAPAR pela EMATER, cooperativas, rádio, televisão e jornais. Os produtores podem ainda obter as previsões diariamente discando um número telefônico gratuito contendo mensagem gravada, receber as mensagens em telefone celular cadastrado, ou acessar a página do IAPAR (www.iapar.br) e do Simepar (www.simepar.br). Após as geadas do ano 2000 estimou-se que o sistema evitou perdas em torno de 20 milhões de dólares somente na cafeicultura do Paraná. A página e o número telefônico são ativados no início de maio de cada ano e desativados em setembro, após passado o risco de geadas.

Na página do IAPAR na internet também são fornecidas diversas informações geradas a partir das estações meteorológicas, destacando-se:

- Dados meteorológicos diários de Londrina, Lapa, Palmas, Pato Branco e Paranavaí. São disponibilizados dados de temperatura do ar (média, mínima e máxima), precipitação, umidade relativa do ar e evapotranspiração potencial;

- Horas de frio diárias acumuladas em Lapa, Palmas e Ponta Grossa;

- Zoneamento agrícola do estado do Paraná, com mapas de aptidão e recomendações de semeadura ou plantio para 35 culturas (algodão, amendoim, arroz, café, canola, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, trigo, soja, gergelim, abacaxi, acerola, banana, coco, goiaba, mamão, manga, maracujá, abacate, atemóia, citrus, lima ácida, ameixa, caqui, kiwi, maçã, morango, nectarina, pera, pêssego e uva);

- Gráficos de riscos climáticos para 30 locais do estado do Paraná, quantificando o risco de excesso de chuvas, geada, veranico, temperatura máxima e mínima durante o ano, para possibilitar aos técnicos e produtores o planejamento dos cultivos e escolher as melhores épocas de semeadura e plantio;

- Cartas climáticas com mapas anuais e mensais de precipitação, temperatura do ar, evapotranspiração, clas-

sificação climática, umidade relativa do ar e direção dos ventos;

- Médias histórica das estações meteorológicas com informações anuais e mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento (velocidade e direção), precipitação pluvial, evaporação e insolação;

- Publicações, documentos, boletins técnicos e apresentações geradas pela área técnica de ecofisiologia (agrometeorologia e fisiologia vegetal).

2.2 SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

Vínculo: Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Paraná.

Equipe: conta com amplo quadro de meteorologistas, profissionais de T.I., pesquisadores, bolsistas e pessoal de apoio.

Principais fontes de recursos: Projetos.

O SIMEPAR opera um sistema de monitoramento e previsão hidrometeorológica no Estado do Paraná e regiões vizinhas, contemplando: dois radares meteorológicos Banda-S Doppler instalados em Teixeira Soares e Cascavel, com capacidade de medição de precipitação e direção do vento com alta resolução espacial e temporal, além de outros dois a serem instalados na região de Curitiba e no litoral; 40 estações meteorológicas telemétricas automáticas com medições a cada 15 minutos de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar global, direção e velocidade do vento; 42 estações hidrológicas telemétricas automáticas com medições a cada 15 minutos de precipitação e nível do rio; uma rede de detecção de descargas elétricas atmosféricas; sistema de recepção e tratamento de imagens de satélites meteorológicos. Para a manutenção e calibração do sistema de monitoramento, em sua sede, o SIMEPAR dispõe ainda de um laboratório de manutenção eletrônica e de padrões, equipados com os instrumentos necessários para a avaliação e reparo dos sensores, simuladores e equipamentos de aferição e calibração dos sensores hidrometeorológicos. Os dados são transmitidos para a sede do SIMEPAR em Curitiba, onde foi instalado suporte computacional apropriado para o desenvolvimento de aplicativos para visualização, geração e disseminação de produtos hidrometeorológicos. Os dados gerados por esses sistemas de monitoramento são integrados, processados e armazenados em ambiente computacional de alto desempenho, alimentando modelos de previsão meteorológicos e hidrológicos, que servem de base para a emissão de alertas e previsões de tempo, clima e recursos hídricos para órgãos do governo estadual, clientes específicos e a sociedade em geral.

Os produtos operacionais, rotineiramente fornecidos pelo SIMEPAR são:

- monitoramento hidrometeorológico;
- previsão meteorológica de curto e médio prazos

(horizonte de 6 horas, 24 horas e 5 dias, respectivamente);

- previsão climática;
- dados históricos.

O SIMEPAR gera previsões de tempo regionalizadas para o estado do Paraná. Quinzenalmente são gerados boletins sobre as condições climáticas e tendências para os próximos 15 dias. Sazonalmente são gerados boletins sobre a previsão climática para os próximos três meses e possíveis impactos nas atividades em geral. Os dados meteorológicos são disponibilizados para uso em estudos e pesquisas e comercializados mediante o pagamento de uma taxa para uso em fins comerciais. Também são emitidos laudos sem custos para órgãos governamentais e com cobrança para particulares.

2.3 INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Vínculo: Governo Federal

Fonte principal de recursos: Governo Federal

O INMET possui uma rede de estações meteorológicas convencionais e automáticas de superfície distribuídas pelo Brasil, organizadas em 10 distritos regionais. No Paraná são 24 estações automáticas e 8 estações convencionais. Os dados são remetidos para Brasília, onde são digitalizados, armazenados em banco de dados próprio e disponibilizados pela internet. O INMET desenvolveu o SISDAGRO, que organiza dados e gera informações agrometeorológicas por estação de interesse do usuário. Atualmente são disponibilizadas informações de balanço hídrico, índice de vegetação e conforto térmico bovino, além de outras informações climatológicas.

2.4 Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário

Vínculo: Cooperativas Agroindustriais de Arapoti, Batavo e Castrolanda.

Equipe: 5 pesquisadores (agrometeorologia, meteorologia, engenharia da computação), 2 desenvolvedores web, 1 administrador de dados, 1 web designer, 1 técnico em meteorologia, 1 técnico agrícola, 1 assistente de pesquisa e 1 assistente administrativo.

Principais fontes de recursos: Projetos e Cooperativas ABC.

A Fundação ABC possui uma rede composta por 46 estações automáticas de superfície, instaladas de acordo com as normas da ASAE (2004), distribuídas nos municípios que possuem pelo menos 5% da área total de soja cultivada pelos associados às Cooperativas Agroindustriais Arapoti, Batavo e Castrolanda (Cooperativas ABC). Os dados agrometeorológicos, registrados a cada 15 minutos, são transmitidos através de protocolo GPRS para um servidor dedicado, onde estão contidas as rotinas computacionais e algoritmos de aquisição, validação, classificação e correção em linguagem R, para posterior armazenamento em banco

de dados PostgreSQL. Após a etapa de correção, os registros ficam disponíveis para acesso através do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC (<http://sma.fundacaoabc.org.br/>), desenvolvido em parceria com o Instituto Agronômico do Paraná e Instituto Tecnológico Simepar. A página web do sistema apresenta 4 seções principais:

i) **Climatologia:** cartas climáticas, classificação climática e riscos climáticos; zoneamento agrícola, épocas de semeadura e horas de frio, risco de ocorrência da primeira e última geada; balanço hídrico e dias trabalháveis.

ii) **Monitoramento:** registros agrometeorológicos horários, diários e decendiais (comparados a série de dados existente), resultados das simulações de riscos agrometeorológicos para doenças em plantas, conforto térmico animal, horas de frio acumuladas, graus dias acumulados, quantidade de mariposas coletadas em armadilhas entomológicas automáticas, imagens de satélites e dos radares meteorológicos mantidos pelo Simepar e IPMet.

iii) **Previsão de Tempo:** resultados dos modelos numéricos de previsão de tempo disponibilizados pelo INPE/CPTEC (ETA 15km, ETA 5km, BRAMS 5km, entre outros), previsão de evapotranspiração potencial, previsão de geadas, além de uma análise de consenso com foco na região de atuação das Cooperativas ABC.

iv) **Previsão Climática:** contém informações disponibilizadas pelo IRI, ECMWF, NOAA e NCEP, INPE/CPTEC relativas às condições oceânicas e atmosféricas dos oceanos Atlântico e Pacífico, comparação entre os modelos dinâmicos e estatístico da previsão da temperatura da superfície do Pacífico na região do Niño 3.4, análise de consenso e mapas trimestrais de previsão da precipitação e temperatura média do ar.

Atualmente este sistema possui uma significativa quantidade de acessos diários e solicitações de dados, cumprindo seu principal objetivo: a disponibilização operacional de informações agrometeorológicas através de uma página web e aplicativo para dispositivos móveis, auxiliando seus clientes finais nos processos de análise de risco e tomada de decisões a curto, médio e longo prazo.

3. Recomendações e conclusões

A qualidade dos dados meteorológicos gerados é um fator importante no sucesso dos sistemas de monitoramento agrometeorológico. Com a transição para as estações meteorológicas automáticas em todo o país, em muitas situações houve muitos problemas de qualidade, calibração e falta de reposição dos sensores, dificuldades na transmissão dos dados e manutenção precária. Isto decorreu da visão errônea de que tais estações são robustas e uma vez instaladas dispensam os cuidados frequentes. Para garantir a continuidade de séries históricas de observações

meteorológicas é necessário realizar investimentos em equipes de manutenção, sensores de alto padrão de qualidade e métodos de consistência dos dados antes da sua disponibilização.

A geração de produtos agrometeorológicos para suporte à tomada de decisão se dá em intervalo diário ou semanal em vários casos, com ampla disponibilização dos produtos via internet, celular, telefone, rádio, redes de televisão e jornais. A agregação de colaboradores voluntários como proprietários agrícolas, prefeituras e cooperativas, bem como uma maior integração entre os diferentes órgãos que geram e organizam informação meteorológica, podem se tornar interessantes opções para expansão das redes meteorológicas em escala local e regional, com menor investimento dos órgãos públicos.

A agrometeorologia operacional tem um grande potencial para auxiliar na melhoria das condições de produção da agricultura paranaense. A disponibilidade de séries históricas de dados, redes de coletas e previsões possibilitam gerar produtos de grande interesse ao meio agrícola.

O setor cooperativo vem realizando investimentos em coleta de dados meteorológicos nas suas respectivas áreas de atuação, visando auxiliar a tomada de decisão dentro do enfoque de agricultura de precisão.

O desenvolvimento de sistemas interativos, nos quais o usuário pode acessar uma determinada estação ou submeter seus próprios dados para serem analisados pelo sistema e receber de volta a informação desejada, poderá trazer grandes avanços no monitoramento regionalizado e da propriedade agrícola dentro do enfoque da agricultura de precisão.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. et al. Crop evapotranspiration. *FAO Irrigation Paper* 56. FAO, 1998, 301 p.
- ASAE. Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations. ASAE Standard EP505. *American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, 2004.
- ATAÍDE, L. T., CARAMORI, P. H., RICCE, W. da S., SILVA, D. A. B., SOUZA, J. R. P. The probability of potentially useful work days during the year in Londrina. *Semina*, v.33, p.2215-2226, 2012.
- BORROZZINO, E., SANQUETTA, C. R., CARAMORI, P. H., DALLA CORTE, A. P., MAAS, G.C.B. mudanças no uso do solo e impactos sobre a temperatura do ar e do solo no estado do Paraná, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v.9, p.1544-1553, 2013.
- CARAMORI, P. H.; FARIA, R. T. Sistema de monitoramento climático para a agricultura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. *Resumos...* Sete Lagoas: ABMS, 2002. Disponível em CR-ROM.
- CARAMORI, P. H.; CAVIGLIONE, J. H.; WREGG, M. S.; HERTER, F. G.; HAUGGE, R.; GONCALVES, S. L.; CITADIN, E.; RICCE, W. da S. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p.1040-1044, 2008.

DALLACORT, R.; Freitas, P.S.L.; FARIA, R. T.; GONÇALVES, A.C.A.; Rezen-
de, R.; BERTONHA, A. Utilização do modelo CROPGRO-soybean na deter-
minação de melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região
de Palotina. **Acta Scientiarum**, v. 28, n.4, p. 583-589, 2006.

FARIA, R. T., MADRAMOOTOO, C. A. Simulation of soil moisture profiles
for wheat in Brazil. **Agricultural Water Management**, v.31, n.1-2, p.35
- 49, 1996.

FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; GALDINO, J. Riscos de decréscimo de produ-
tividade de trigo devido a elementos climáticos em diferentes épocas na
região dos Campos Gerais, PR. **Revista Brasileira de Agrometeorolo-
gia**, v. 13, n.1, p. 123-134, 2005.

MINUZZI, R. B., CARAMORI, P. H., BORROZZINO, E. Tendências na varia-
bilidade climática sazonal e anual das temperaturas máxima e mínima
do ar no Estado do Paraná. **Bragantia**, v.70, p.471-479, 2011.

RICCE, W. da S., Carvalho, S.L.C., CARAMORI, P. H., ROBERTO, S. R. Zonea-
mento agroclimático da cultura da videira no Estado do Paraná. **Semina**,
v.35, p.2327-2336, 2014.

ZARO, G.C., RICCE, W. da S., CARAMORI, P. H., CARVALHO, S. L. C., VICEN-
TINI, M. E. Zoneamento agroclimático para a cultura do abacateiro no
Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, p.363-372,
2014.

REFERENCIAÇÃO

CARAMORI, P. H.; NITSCHKE, P. R.; DEPPE, F.; LEITE, E. A.; TSUKAHARA, R. Y.; BORROZZINO, E. Agrometeorologia
operacional no estado do Paraná. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.24, n.1, p.65-70, 2016.

Operational agrometeorology in the state of Paraná, Brazil

Paulo Henrique Caramori^{(1)(*)}, Pablo Ricardo Nitsche⁽²⁾, Flavio Deppe⁽³⁾, Eduardo Alvim Leite⁽³⁾, Rodrigo Yoti Tsukahara⁽⁴⁾, Edmirson Borrozzino⁽²⁾

⁽¹⁾ IAPAR/SIMEPAR, Centro Politécnico da UFPR, Caixa Postal 19100, CEP 81531-980 Curitiba, PR. Brazil.

⁽²⁾ IAPAR.

⁽³⁾ SIMEPAR.

⁽⁴⁾ Fundação ABC.

^(*)Corresponding author: pcaramori@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 July 2015

Accepted 17 Augusto 2015

Index terms:

agroclimatic monitoring,
decision support,
warning systems,
weather stations network.

ABSTRACT

The State of Paraná accumulated in recent decades a large volume of data collected by various institutions. The implementation of official networks of weather stations by Agronomic Institute of Parana (IAPAR), National Institute of Meteorology (INMET), and Paraná Waters Institute made possible to organize important historical records for climatology studies and climate risk zoning. The implementation of SIMEPAR - Meteorological System of Paraná - represented a milestone in the provision of forecasts and weather information that enabled direct agricultural activities with greater speed and accuracy. In addition, institutions of the cooperative sector as the ABC Foundation have invested with great expertise in the collection and dissemination of meteorological information to producers. From this database and generated information, it has been possible to make available products of great interest to agriculture in the state of Parana.

© 2016 SBAGro. All rights reserved.

CITATION

CARAMORI, P. H.; NITSCHKE, P. R.; DEPPE, F.; LEITE, E. A.; TSUKAHARA, R. Y.; BORROZZINO, E. Agrometeorologia operacional no estado do Paraná. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.24, n.1, p.65-70, 2016.