

Avanços e inovações tecnológicas no monitoramento agrometeorológico: Sistema Agroconnect

Hugo Ely dos Anjos Ramos¹; Éverton Blainski²; Thábata Teixeira Brito de Medeiros³; Bruce Francisco Pontes da Silva⁴; Pedro Henrique Bonfim Pantoja⁵; Ivaniel Fôro Maia⁶

Resumo - A agricultura é uma atividade econômica altamente dependente das condições de tempo e clima. Na agrometeorologia, a influência dos processos físicos da atmosfera na agricultura pode interferir no desenvolvimento e produtividade das plantas. Tendências de aumento e envelhecimento da população mundial, assim como sua migração para áreas urbanas associadas à ocorrência de extremos climáticos tornam-se um grande desafio ao produtor rural. Assim, sistemas de suporte à decisão em agrometeorologia que apresentam informações de monitoramento, zoneamento, alertas, análises, previsões e consultorias relativas às condições de tempo, associadas a características fenológicas das culturas, podem contribuir para o planejamento produtivo, com sustentabilidade, e garantir a segurança alimentar. O objetivo deste trabalho é apresentar sucintamente o Sistema *Agroconnect*, um exemplo de inovação tecnológica na geração e disseminação de informações agrometeorológicas, que auxilia o produtor rural ao facilitar a comunicação entre agricultores, extensionistas e pesquisadores que atuam nas diversas cadeias produtivas do Estado. Esse modelo, desenvolvido e aplicado em Santa Catarina, mostra que a utilização de dados meteorológicos aliada a elementos fenológicos e agrônômicos é essencial na geração de informações de maior valor agregado, tornando a agricultura mais competitiva. As tecnologias de monitoramento agrometeorológico são largamente utilizadas como ferramentas de auxílio à tomada de decisão e têm reflexos positivos na agricultura. Único do tipo no Brasil em nível estadual, o *Agroconnect* se destaca, promovendo avanços substanciais no monitoramento de diversas variáveis meteorológicas, com foco nas variáveis agrometeorológicas. Além disso, o sistema também inova ao enviar avisos meteorológicos e fitossanitários horários e disponibilizar todas estas informações numa plataforma em página da internet.

Palavras-chave: Agrometeorologia; Sistema de monitoramento; Suporte à decisão.

Advances and technological innovations in agrometeorological monitoring: Agroconnect System

Abstract - Agriculture is an economic activity highly affected by the weather and climate. According to agrometeorology, atmosphere physical factors may interfere with farming development and productivity. The growth and aging of the world's population, as well as its migration to urban areas, associated with climatic extremes, become a major challenge for rural producers. Thus, agrometeorological support systems that provide information on monitoring, zoning, alerts, analysis, forecasts and consulting of weather conditions, associated with crops phenological characteristics, can contribute to sustainable development and ensure food security. The purpose of this paper is to present Agroconnect System, which is an example of technological innovation in agrometeorological data generation and dissemination, which helps the farmers of the Brazilian State of Santa Catarina with the communication among their peers, extensionists and researchers who work at different productive sectors of the State. This system model shows that the use of meteorological, phenological and agronomic data is important to generate good information, providing a sustainable agriculture. Agrometeorological monitoring technologies have been widely used as tools to aid positive decision-making in agriculture. One of a kind in Brazil at the state level, Agroconnect System stands out for promoting substantial advances in the monitoring of several meteorological variables, with emphasis on the agrometeorological ones. It also innovates by sending hourly meteorological and phytosanitary warnings and making them available on the web.

Keywords: Agrometeorology. Monitoring system. Decision-making support.

¹ Meteorologista, Pesquisador do Incaper, hugoely@incaper.es.gov.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador Epagri/Ciram Santa Catarina, Florianópolis – SC

³ Meteorologista, M.Sc. Engenharia de Biossistemas, Pesquisadora do Incaper

⁴ Meteorologista, M.Sc. Meteorologia, Pesquisador do Incaper

⁵ Meteorologista, M.Sc. Engenharia Ambiental, Pesquisador do Incaper

INTRODUÇÃO

A meteorologia agrícola ou agrometeorologia é um ramo da ciência meteorológica que estuda a influência dos processos físicos da atmosfera na agricultura, atividade econômica altamente dependente das condições de tempo e clima. De acordo com Monteiro (2009), no sistema produtivo agrícola, as condições meteorológicas afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

As condições de tempo e clima também afetam a relação entre os fatores bióticos (micro-organismos, plantas e animais) e abióticos (ar, solo, água e energia) ao apontar as condições favoráveis à disseminação de pragas e doenças, um dos principais limitadores do desenvolvimento da agricultura.

De modo geral, o crescimento da população mundial está desacelerando; a população global está envelhecendo e muitos estão migrando para áreas urbanas cada vez mais. Isso tem feito a urbanização ocorrer de maneira rápida e acompanhada de uma mudança nos padrões de alimentação da população. Juntar isso ao envelhecimento populacional pode trazer sérios impactos no tocante à força de trabalho rural e ao suporte socioeconômico das comunidades rurais (PARRY; ROSENZWEIG; LIVERMORE, 2005).

Na produção agrícola, os principais efeitos adversos das condições de tempo e clima são: secas severas, chuvas intensas, geadas (baixas temperaturas), altas temperaturas, baixa umidade relativa (riscos de queimadas), ventos intensos e outros.

Segundo simulações numéricas realizadas por Parry, Rosenzweig e Livermore (2005), as mudanças climáticas podem, de maneira geral, levar a aumentos no potencial produtivo em latitudes médias e altas e diminuição nos trópicos e subtropicais. Contudo, há exceções, especialmente onde existe o aumento da intensidade das monções ou onde a penetração de monções leva ao aumento da umidade disponível. Ainda segundo os autores, o risco de fome parece aumentar como resultado da mudança climática, principalmente no sul da Ásia e na África. No entanto, esta distribuição geográfica em algumas áreas é mais o resultado do aumento projetado no número

de pessoas pobres do que do padrão regional de mudança climática, apesar destes resultados serem um tanto incertos.

O Estado do Espírito Santo passou por extremos climáticos nos últimos anos, como o excesso de chuvas em 2013 e secas em 2014, 2015 e 2016. A seca observada nesses anos foi um limitador para o desenvolvimento socioeconômico do Estado e provocou prejuízos significativos aos agricultores que são, em sua maioria, de base familiar. Os períodos de estiagem prolongada provocaram quebra significativa da produção agropecuária devido à diminuição de produtividade das culturas, expressiva mortalidade de animais e muitos conflitos pelo uso da água, o que, por sua vez, ocasionou um desequilíbrio econômico e social em muitas regiões do Estado. Segundo Galeano (2016), 2015 teve uma estimativa de perda de 18% da produção na agricultura, levando em conta a cafeicultura, fruticultura, olericultura e outros grupos de produtos, correspondendo a um prejuízo de R\$ 1,04 bilhão, sendo que as microrregiões de Nova Venécia, Linhares e Colatina foram as que apresentaram maiores perdas. Por outro lado, as precipitações intensas do período chuvoso no ano de 2013 assolaram o Espírito Santo, acarretando diversos prejuízos em toda a cadeia produtiva, além do impacto social, uma vez que 368.365 pessoas foram afetadas: 83.418 desabrigadas ou desalojadas e 24 faleceram (PONTES DA SILVA et al., 2014).

Sistemas de suporte à decisão em agrometeorologia apresentam informações relativas a monitoramento, zoneamento, alertas, análises, previsões e consultorias relativas a condições do tempo. Em sua maioria, essas informações são geradas e desenvolvidas por Universidades, Institutos de Pesquisa e Serviços de Meteorologia.

No Estado de São Paulo, em 1988, foi criado o Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) com a finalidade de operacionalizar e disponibilizar informações e aconselhamento às atividades agrícolas com base nos parâmetros agrometeorológicos e previsão do tempo. O CIIAGRO dá suporte a diversas atividades agrícolas: calendário agrícola, preparo do solo, aplicação de

produtos químicos agrícolas, monitoramento de irrigação, datas de maturação e colheita, controle e manejo de pragas e doenças vegetais, transporte de produtos agrícolas, operações florestais tais como incêndios, geadas e outros fenômenos adversos, manejo agrícola e outras atividades correlatas. Com o tempo foram incorporados ao CIIAGRO diversos índices de quantificação das adversidades agrometeorológicas, como: riscos climáticos, alerta de geada, zoneamento agrícola, manejo de irrigação e diversos outros (CIIAGRO, 2008).

No Estado do Paraná, desde 1995, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) opera o Alerta Geada que é um serviço mantido pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), em parceria com o Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). Neste serviço, o objetivo é alertar cafeicultores, com antecedência de 24 e 48 horas, para a ocorrência de geada na região cafeeira. Assim, é possível proporcionar tempo hábil para proteção de lavouras recém-implantadas, bem como viveiros de mudas, evitando prejuízos aos produtores. O Serviço funciona no período de maio a setembro por meio de avisos pelo telefone (Disque Geada 3391-4500), internet, e-mails, além de boletins para TVs, rádios e jornais de todo o Estado do Paraná (IAPAR, 2018).

No âmbito nacional, desde o lançamento de sua primeira versão, em 2003, o Sistema Agritempo oferece gratuitamente na internet informações e dados agrometeorológicos que podem apoiar as atividades agrícolas, tanto no âmbito da propriedade rural, pela redução de riscos relacionados ao clima e tempo, quanto no suporte a políticas públicas, permitindo ações *on-line* de monitoramento agrometeorológico. Lançada em 2014, a versão 2.0 do Agritempo aprimorou a experiência do usuário. Essa nova versão do sistema incorporou funcionalidades como um Sistema de Informação Geográfica (WebGis) e se utiliza de uma plataforma computacional mais moderna e interativa. Antes do lançamento, o sistema passou por um processo de avaliação de percepção por parte de vários representantes de diversas categorias de usuários como agrometeorologistas, técnicos do Governo Federal, agentes da extensão

rural, pesquisadores, professores universitários e estudantes. Este processo buscou registrar as impressões dos usuários em relação à nova versão do sistema, identificando aspectos a serem melhorados e implementados antes do lançamento da nova versão, de forma a garantir a qualidade do sistema a ser lançado (AGRITEMPO, 2002).

Desde 2005, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - (Incaper) mantém um Sistema de Informações Agrometeorológicas (SIAG), que é responsável por integrar toda a base pública de dados meteorológicos e geração de produtos derivados desta, passando a subsidiar a formulação de políticas públicas, promovendo a sustentabilidade do setor produtivo e resguardando a população do Espírito Santo dos impactos causados pela ocorrência de extremos meteorológicos e climáticos. Além de gerar boletins agrometeorológicos, a partir de 2008, o serviço passou a confeccionar boletins de análise e previsão das condições de tempo e clima, emitir avisos meteorológicos, desenvolver produtos agrometeorológicos e monitorar recursos ambientais em nível regional, procurando atender às demandas da sociedade capixaba. Contudo, a tecnologia empregada desde então ainda não permite a geração e disseminação de informações agrometeorológicas com o refinamento necessário e velocidade suficiente para propiciar ao produtor rural uma melhor gestão do seu sistema produtivo.

Um exemplo de inovação tecnológica na geração e disseminação de informações agrometeorológicas é o Sistema *Agroconnect*, implementado pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Ciram/Epagri). Este sistema tem a capacidade de auxiliar o produtor rural catarinense na adoção de boas práticas de manejo e conservação dos recursos ambientais, beneficiando o agronegócio.

Neste contexto, o *Agroconnect*, que monitora cerca de 42 culturas e gera avisos agrometeorológicos específicos para algumas delas (alerta fitossanitário), sendo o único sistema

do tipo no Brasil, serve de modelo para os demais estados brasileiros (MASSIGNAM et al., 2016). Isso inclui o Espírito Santo, que possui atividade agrícola diversificada, destacando-se no cultivo de café, mamão, pimenta-do-reino, eucalipto, banana, citros, morango e olericultura.

As tecnologias de monitoramento agrometeorológico são largamente utilizadas como ferramentas de auxílio à tomada de decisão e têm reflexos positivos na agricultura. Único do tipo no Brasil em nível estadual, o *Agroconnect* se destaca, promovendo avanços substantivos no monitoramento de diversas variáveis meteorológicas, com foco nas variáveis agrometeorológicas. Além disso, o sistema também inova ao enviar avisos meteorológicos e fitossanitários horários e disponibilizar todas estas informações numa plataforma em página da internet. Dentro desse contexto, são apresentados como propósito deste trabalho os avanços no setor agrometeorológico oriundos do *Agroconnect*, uma vez que ele representa uma inovação tecnológica importante no meio agrícola.

SISTEMA Agroconnect

O *Agroconnect* é um sistema de informações agrometeorológicas desenvolvido pelo Ciram/Epagri com o objetivo de trazer informações estratégicas para auxiliar os agricultores nas tomadas de decisões relacionadas às condições ambientais (MASSIGNAM et al., 2016).

O portal do sistema na internet tem acesso livre (público) e disponibiliza dados meteorológicos e agrometeorológicos coletados em aproximadamente 310 plataformas de coleta de dados (PCDs) automatizadas, operadas pela Epagri/Ciram (Santa Catarina) e seus parceiros locais e de entorno (Paraná e Rio Grande do Sul).

A interface do *Agroconnect* (Figura 1) foi desenvolvida para atender ao público prioritário composto, em sua maioria, por agricultores, técnicos e pesquisadores. Assim, os produtos têm interface amigável, acesso rápido e irrestrito a todas as funcionalidades, incluindo mapas, tabelas, gráficos e artigos que podem ser enviados via e-mail, caso o usuário se cadastre para o recebimento.

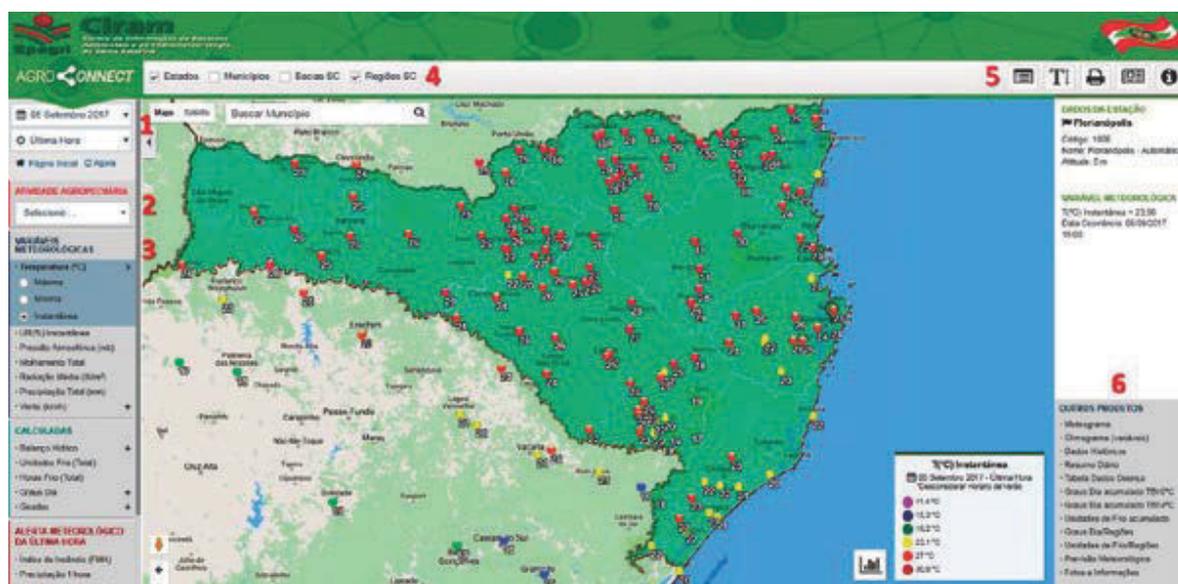


Figura 1. Interface do Sistema *Agroconnect*, onde: 1 – ajuste temporal; 2 – atividade agropecuária; 3 – variáveis meteorológicas; 4 – customização de mapas; 5 – Opções de acessibilidade; 6 – outros produtos.

Fonte: CIRAM/EPAGRI (www.ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/).

A plataforma foi dividida em módulos, básico e específico para culturas. Na versão básica, são disponibilizados dados de volume de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, molhamento foliar e radiação solar. Todos esses dados são atualizados a cada hora, e o usuário pode consultar dados coletados em intervalos que variam desde a última hora até os últimos 90 dias. Além disso, são disponibilizados índices agrometeorológicos como: balanço hídrico, unidades e horas de frio, graus dia acumulados, ocorrência de geadas (estimada com base na temperatura mínima) e climatologia das chuvas.

No módulo específico para culturas, além dos dados descritos anteriormente, o usuário tem acesso às informações específicas da cultura de interesse como: zoneamento agrícola, alertas meteorológicos favoráveis à ocorrência de doenças e boletins fitossanitários, este último pode, inclusive, ser enviado diretamente aos interessados, via e-mail, caso façam o cadastro na plataforma.

Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis meteorológicas utilizadas no cálculo dos índices de alerta fitossanitário ligados às condições meteorológicas que favorecem a ocorrência de

doenças nos principais cultivos de Santa Catarina. Os índices foram definidos com base em modelos de evolução de doenças que se baseiam em temperatura e umidade relativa do ar, horas de molhamento foliar e precipitação.

Todas as informações são disponibilizadas em três formatos: mapas, gráficos e tabelas, além disso, o usuário pode consultar a previsão do tempo (baseada em modelos meteorológicos), dados históricos e climatologia.

A principal contribuição do *Agroconnect* é informar o produtor e colaborar para a tomada de decisão quanto à realização de tratamentos culturais na definição de épocas de plantio e no controle de pragas e doenças, buscando sempre a maior eficiência das atividades, a redução dos custos de produção e a diminuição das perdas ocasionadas por condições meteorológicas adversas. Para isso, as ferramentas digitais têm sido utilizadas para facilitar a comunicação entre agricultores, extensionistas e pesquisadores que atuam em cada uma das cadeias produtivas. Assim, avisos de eventos meteorológicos extremos como geadas, granizo, estiagens, ventos, entre outros, são amplamente divulgados a partir da rede de usuários cadastrados.

Tabela 1. Variáveis meteorológicas utilizadas para calcular os índices de alerta fitossanitário das condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças nas culturas em Santa Catarina.

CULTURA	DOENÇA	VARIÁVEIS CONSIDERADAS
Alface	Míldio da Alface Cercosporiose	Temp ¹ , UR ² , MF ³
Banana	Sigatoka Negra	Temp
Cebola	Míldio da Cebola	Temp, UR, MF, Prec ⁴
Maçã	Sarna da Macieira – Ciclo primário Ascósporo	MF, Prec
	Sarna da Macieira – Ciclo Secundário Conídios	Temp, MF, Prec
	Mancha da Gala	Temp, MF, Prec
	Podridão Branca	Temp, Prec
	Podridão Amarga Cancro Europeu	Temp, UR, MF, Prec
Soja	Ferrugem Asiática	Temp, UR, MF
Tomate	Requeima do Tomateiro	Temp, UR, MF, Prec
	Pinta Preta	
	Septoriose	Temp, MF, Prec
	Mancha Bacteriana	

*Temp¹- Temperatura do ar; UR²- Umidade relativa do ar; MF³- Molhamento foliar; Prec⁴ - Precipitação

Os benefícios do sistema têm sido foco de análises financeiras. De acordo com o balanço social elaborado anualmente pela Epagri, as tecnologias embutidas no *Agroconnect* têm trazido grandes benefícios aos produtores. Somente na cultura da banana, as informações disponibilizadas alcançaram uma área de abrangência de 20.000 hectares e, juntamente com o trabalho de campo executado por técnicos da cadeia produtiva, trouxe um benefício da ordem de R\$ 61.793.000,00 no ano de 2016 (EPAGRI, 2017).

No caso da maçã, outra cultura monitorada, o sistema de aviso e alerta fitossanitário disponibilizado a partir do *Agroconnect* gerou informações para técnicos e agricultores que orientaram a tomada de decisão em uma área de 10.000 ha com 908 agricultores cadastrados para recebimento de informações técnicas direcionadas. Neste caso, o benefício relatado foi de R\$ 13.125.000,00 na safra 2016 (EPAGRI, 2017).

Por ser uma ferramenta *on-line*, o alcance da tecnologia tem sido medido a partir do número de acessos contabilizados. Desde o lançamento do sistema, em fevereiro de 2015, Tele contabiliza cerca de 400.000 visualizações originadas principalmente de Santa Catarina, porém, com registros de todos os estados do Brasil, inclusive de outros países como: Argentina, Estados Unidos, Uruguai, Paraguai, Reino Unido, Índia, França e Portugal.

Um exemplo de como um sistema similar ao *Agroconnect* seria benéfico para as culturas do Estado do Espírito Santo está no índice de alerta fitossanitário do sistema para a sigatoka da banana, que também é uma das principais culturas capixabas. O alerta deixaria os produtores de banana de sobreaviso para a adoção das devidas medidas de controle da praga (controle químico, cultural ou genético).

A aplicação desse índice no Estado e a implementação de índices fitossanitários para outras culturas importantes para o Espírito Santo, como o café e o mamão, geraria um impacto positivo na produção final destas culturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um pré-requisito para a realização de estudos para fins de monitoramento agrometeorológico é a organização de um banco de dados meteorológicos. Estes dados, aliados a elementos fenológicos e agronômicos são essenciais na geração de informações de alto valor agregado, aplicados em estudos, pesquisas, ações operacionais e na implantação de políticas públicas que tornem a agricultura sustentável.

As tecnologias de monitoramento agrometeorológico, como o *Agroconnect*, têm sido largamente utilizadas como ferramentas de auxílio à tomada de decisão, com reflexos positivos na agricultura, principalmente pela redução dos custos de produção, aumento da eficiência dos controles fitossanitários e pelos ganhos de produtividade alcançados.

Uma aplicação importante como o *Agroconnect*, sem dúvida, serve de estímulo para que a Coordenação de Meteorologia do Incaper (CMET/Incaper), assim como os diversos grupos de pesquisa em agrometeorologia do país, possam gerar ferramentas de gestão similares para promover o desenvolvimento do sistema de produção agrícola de maneira profissional e competitiva, com a finalidade de melhorar a qualidade de vida dos agricultores, ao fornecer produtos de melhor qualidade para o cidadão.

Oficializado em 2018 como CMET/Incaper, o antigo SIAG, desde a sua fundação, tem evoluído ao enfrentar diversos desafios no sentido de agregar informações agrometeorológicas importantes na tomada de decisão do homem do campo. Neste contexto, o setor está avançando ao implementar a nova modelagem meteorológica, climática e agrometeorológica capixaba (incluindo variáveis ligadas à agropecuária), que já se encontra em fase bastante adiantada. Tal implementação faz parte de um grande avanço tecnológico na área de meteorologia voltada à agropecuária. Esse resultado inova ao inserir a modelagem agrometeorológica específica para o Espírito Santo, nunca realizada pelo Estado.

Outro grande desafio que a CMET/Incaper está enfrentando é a criação de um sistema de aquisição e tratamento de dados, indiscutivelmente necessário para a implementação de um sistema similar ao *Agroconnect* para o Estado do Espírito Santo, que é um dos objetivos a serem alcançados pela coordenação.

REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico 2.0. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 12 jun 2018.
- CIIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 jun 2018.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Balço Social 2016**. Epagri: Florianópolis, 2017. 40p.
- GALEANO, E. A. et al Estimativa de perdas na produção agrícola capixaba em 2015. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 6 e 7, p. 26-41, 2016.
- IAPAR. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 jun 2018.
- MASSIGNAM, A. M. et al. A agrometeorologia operacional em Santa Catarina. **Agrometeoros**, v. 24, n. 1, 2016.
- MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos, o fator meteorológico na produção agrícola**. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília, DF, 1ª edição, 2009. 530 p.
- PARRY, M.; ROSENZWEIG, C.; LIVERMORE, M. Climate change, global food supply and risk of hunger. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1463, p. 2125-2138, 2005.
- PEIXOTO, A. M. **Enciclopédia Agrícola Brasileira – Girassol**. Volume 5. Editora EDUSP. 2004.
- PONTES DA SILVA, B. F. et al Chuva extrema: o caso de dezembro de 2013 no Estado do Espírito Santo. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 4 e 5, p. 113-121, 2014.
- RAMOS, H. E.A. et al. A estiagem no ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo. **Incaper em Revista**, Vitória, v. 6 e 7, n. 4, p. 6-25, 2016.