



# Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agritempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola

Luciana Alvim Santos Romani <sup>(1)(\*)</sup>, Martha Delphino Bambini<sup>(1)</sup>, Priscila Pereira Coltri<sup>(1)</sup>, Ariovaldo Luchiari Junior <sup>(1)</sup>, Luciano Vieira Koenigkan <sup>(1)</sup>, Adriano Franzoni Otavian<sup>(1)</sup>, Silvio Roberto Medeiros Evangelista<sup>(1)</sup>, Jurandir Zullo Jr.<sup>(2)</sup>, Hilton Silveira Pinto<sup>(2)</sup>, Eduardo Delgado Assad<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Informática Agropecuária, Rua André Tosello, 209 - Cidade Universitária - Barão Geraldo - Caixa Postal 6041, CEP 13083-886 Campinas, SP, Brasil.

<sup>(2)</sup>Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas (CEPAGRI/UNICAMP), Rua André Tosello, 209 - Cidade Universitária - Barão Geraldo, CEP 13083-886 Campinas, SP, Brasil.

<sup>(\*)</sup>Autor para correspondência: luciana.romani@embrapa.br

## INFORMAÇÕES

### História do artigo:

Recebido em 21 de julho de 2015

Aceito para publicação em 17 de agosto de 2015

### Termos para indexação:

agrometeorologia,  
previsão do tempo,  
análise de risco climático,  
ZARC,  
sistema de monitoramento  
agrometeorológico,  
Agritempo.

## RESUMO

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas e, em países tropicais, mais de 80% da variabilidade da produção agrícola pode ser explicada pelas condições meteorológicas. Nesse sentido, o uso contínuo de informações relacionadas ao comportamento de variáveis meteorológicas para apoiar os processos de tomada de decisão gerencial em propriedades rurais permite minimizar riscos e garantir a estabilidade dos níveis de produtividade das lavouras. Este trabalho descreve a experiência da Embrapa Informática Agropecuária, Unidade Descentralizada de Pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) no desenvolvimento da plataforma web Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo), incluindo a geração de novas versões do sistema e novas funcionalidades a ele associadas.

© 2016 SBAgro. Todos os direitos reservados.

## 1. Introdução

A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas (HOLZKÄMPER et al., 2011; SENTELHAS & MONTEIRO, 2009; ADAM et al., 2008; ZULLO JUNIOR et al., 2006). Os elementos meteorológicos impactam os processos metabólicos das plantas (SENTELHAS e MONTEIRO, 2009), definem a produtividade potencial (HOLZKÄMPER et al., 2011), a qualidade dos produtos finais (KASSAM et al., 1991), a incidência de pragas e doenças (GHINI et al., 2008), as práticas de manejo agrícola

(SMITH et al., 1996; WARRICK, 1986) e as diversas atividades que ocorrem em muitas escalas na agricultura. Em alguns casos, mais de 80% da variabilidade da produção agrícola pode ser explicada pelas condições meteorológicas (PETR, 1991; FAGERIA, 1992; HOOGENBOOM, 2000), principalmente em países tropicais (WEISS et al., 2000).

Nesse contexto, fica evidente a necessidade do uso contínuo de informações dos elementos do tempo e do clima para apoiar os processos de decisão de manejo nas propriedades, no sentido de minimizar riscos e garantir a estabilidade dos níveis de produtividade das lavouras. As

informações agrometeorológicas e seus produtos derivados têm sido vistos como uma garantia para a agricultura bem-sucedida do século XXI (WEISS et al., 2000).

Informações agrometeorológicas são produzidas a partir do processamento e análise de dados meteorológicos e agrícolas, gerando informação, conhecimento e compreensão científica (WEISS et al., 2000) e termina com a sua disseminação no campo visando apoiar a tomada de decisão do produtor.

A plataforma da internet, difundida no Brasil a partir de 1995, vem permitindo aumentar o acesso de seus usuários a vários tipos de informação, entre elas as informações meteorológicas. No início de 1995, o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), passou a divulgar, via Internet, informações meteorológicas e climáticas destinadas especificamente a agricultura, com a finalidade de orientar e informar os produtores sobre as condições de tempo e clima associados ao planejamento agrícola. Esse website foi pioneiro na divulgação on-line de informações meteorológicas aplicadas a agricultura (BAMBINI, 2011). Dentre as principais informações divulgadas, estavam as imagens de satélite, de radar e boletins meteorológicos, popularizando informações agrometeorológicas e georreferenciadas, vistas, até então, apenas como “científicas”, e não “aplicadas”.

O objetivo desse trabalho é descrever a experiência da Embrapa Informática Agropecuária e do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) no desenvolvimento da plataforma web Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo), incluindo a geração de novas versões do sistema e novas funcionalidades a ele associadas. O artigo é iniciado com um breve histórico sobre a geração e divulgação de informações agrometeorológicas promovidas a partir do sistema Agritempo. Em seguida, na seção “Material e Métodos”, são apresentados a arquitetura do sistema atual (que já está em sua segunda versão), as ferramentas utilizadas em seu desenvolvimento, bem como a metodologia utilizada para a geração desses produtos. A seção de “Resultados e Discussões” apresenta uma análise dos principais produtos gerados pelo sistema e dos acessos a ele efetuados, e a “Conclusão” traz uma reflexão geral sobre as inovações geradas a partir do sistema Agritempo.

### 1.1 Histórico

No Brasil, um importante fator que afeta a produtividade é a ocorrência de eventos extremos em fases fenológicas críticas das culturas agrícolas. Assim, na década de 70, na sessão de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), os pesquisadores detectaram a neces-

sidade de assistência aos produtores quanto a informação agrometeorológica e ao planejamento da produção agrícola. Nascia assim o “Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas”, o CIIAGRO, que dava suporte à agricultura e realizava um dos primeiros trabalhos de divulgação agrometeorológica: o “Zoneamento Agrícola e Ecológico do Estado de São Paulo”. Esse trabalho era realizado para 23 culturas (sendo nove perenes, oito culturas anuais, cinco consideradas de meia estação e uma de hortaliça). Era informativo e divulgado em cartilhas, realizadas com as ferramentas cartográficas da época. Associavam-se cartas de clima, de solos e as características fisiológicas das culturas selecionadas, para indicar e delimitar as áreas com condições ecológicas e climáticas adequadas ao desenvolvimento dessas culturas. Era um sistema indicativo de “o que, onde e quando plantar”.

Esse trabalho foi importante para a agricultura evidenciando, já na década de 80, a necessidade de divulgação das informações agrometeorológicas, não apenas com o Zoneamento Agrícola, mas também com informações de previsão de tempo, imagens de satélite e boletins agrometeorológicos que auxiliassem o produtor na tomada de decisão diária e não apenas no planejamento de longo prazo. Naquela época, as ferramentas computacionais eram escassas, a previsão do tempo era uma área da ciência que ainda estava crescendo e pouco se conseguia divulgar. Mesmo com estas limitações, na década de 1980, o CEPAGRI/UNICAMP já transformava dados meteorológicos e climáticos em informações agrometeorológicas, com divulgações na mídia.

Nessa mesma fase, também nascia o Núcleo Tecnológico para Informática Agropecuária (NTIA), da Embrapa. Criado em 1985, o NTIA tinha a missão de dar suporte informacional e documental às atividades de pesquisas técnico-científicas da Embrapa, disponibilizando as informações e conhecimentos adquiridos para a comunidade em geral. Com a evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e sua ampla disseminação em vários setores, inclusive na agropecuária, o NTIA se fortaleceu transformando-se, em 1996, no “Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura” (CNPTIA), hoje denominado Embrapa Informática Agropecuária. Na década de 1990, verificou-se um avanço da aplicação e das pesquisas em Informática, com a popularização da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e da plataforma da internet. Este movimento ampliou o acesso de vários públicos a dados meteorológicos e climáticos georreferenciados, com a produção de mapas de forma mais ágil e rotineira.

Embora houvesse um trabalho de divulgação das informações agrometeorológicas e do Zoneamento Agrícola no Estado de São Paulo, o acesso a estes trabalhos ainda era restrito a poucos usuários. Em 1990, os níveis de perdas

na agricultura eram elevados, até mesmo nos estados com alta tecnologia (ASSAD et al., 2008). A seca e a chuva excessiva na colheita foram identificadas como os principais fenômenos responsáveis pela redução das safras na agricultura brasileira, bem como grande parte das indenizações pagas pelos instrumentos de seguridade agrícola, atingindo 95% do total (ROSSETTI, 2001). O autor ainda ressaltava que, com tais níveis de perdas, a atividade agrícola estava tornando-se inviável, impossibilitando, até mesmo que os produtores rurais pudessem continuar arcando com os altos custos da seguridade agrícola.

Em 1996, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com o apoio da Embrapa, viabilizou um projeto junto a Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos da Universidade de Brasília (FINATEC/UnB), a partir do ano de 2003, junto ao CEPAGRI/UNICAMP, que visava diminuir as perdas da produção agrícola através da disponibilização de técnicas ao produtor rural que permitissem reduzir os riscos climáticos relacionados ao regime de chuvas (ASSAD et al., 2008). Esse projeto foi gerenciado administrativamente pela Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Funcamp), e tecnicamente coordenado pela Embrapa em conjunto com o SNPA (Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária). Foi assim que o “Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos”, o ZARC se tornou um instrumento oficial de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. Em 1996, o ZARC foi utilizado pela primeira vez de uma maneira oficial, para a cultura do trigo em parceria com a Embrapa e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

A Embrapa, o CEPAGRI/UNICAMP e outras instituições parceiras realizavam o ZARC. Dessa parceria, e com o avanço da tecnologia, verificou-se a possibilidade de armazenar e manipular os dados de tempo e clima, a fim de gerar informações cada vez mais sofisticadas para o agricultor. As informações agrometeorológicas relativas ao monitoramento, mapeamento, zoneamento, alertas, previsões, análises quantitativas e qualitativas das condições do tempo aplicadas a agricultura, poderiam ser divulgadas mais amplamente, como um sistema de suporte a decisão. É nesse contexto que nasce o Agritempo, um sistema web que dá suporte e atualiza o agricultor.

A primeira versão do sistema Agritempo foi publicada na Internet em 2003. Dez anos depois, em 2014, foi publicada a versão 2.0 do Agritempo, utilizando-se de uma plataforma tecnológica mais moderna, adaptada ao conceito de Web 2.0, ferramentas móveis e WebGIS, visando otimizar as estratégias de disseminação on-line da tecnologia (AGRITEMPO, 2015). A nova versão considerou vários públicos-alvo para a tecnologia como: técnicos vinculados ao governo federal e estadual, agentes da extensão rural pública e privada, produtores, técnicos de cooperativas e associações de produtores, agrônomos em geral, pesquisa-

dores, professores universitários, estudantes, bancos públicos e privados, e seguradoras.

## 2. Material e métodos

Nesta seção são apresentados a arquitetura do sistema atual, o Agritempo 2.0, as ferramentas utilizadas em seu desenvolvimento, bem como a metodologia empregada para desenvolver o novo sistema.

### 2.1 Estrutura e evolução da plataforma computacional

O projeto de desenvolvimento da primeira versão do sistema Agritempo foi iniciado em 2001, desde o início, baseado na infraestrutura do serviço World Wide Web (www) da internet. A tecnologia utilizada para codificação dos programas foi a linguagem de programação Java (versão 1.4), que permite o acesso a banco de dados com o uso da tecnologia JDBC (Java Database Component). Inicialmente foi usado o banco de dados Oracle 9i e, posteriormente, PostgreSQL, além do PHP Nuke como gerenciador de conteúdo. A versão 1.0 era mantida por servidores Linux e Windows (BARADEL & ROMANI, 2007).

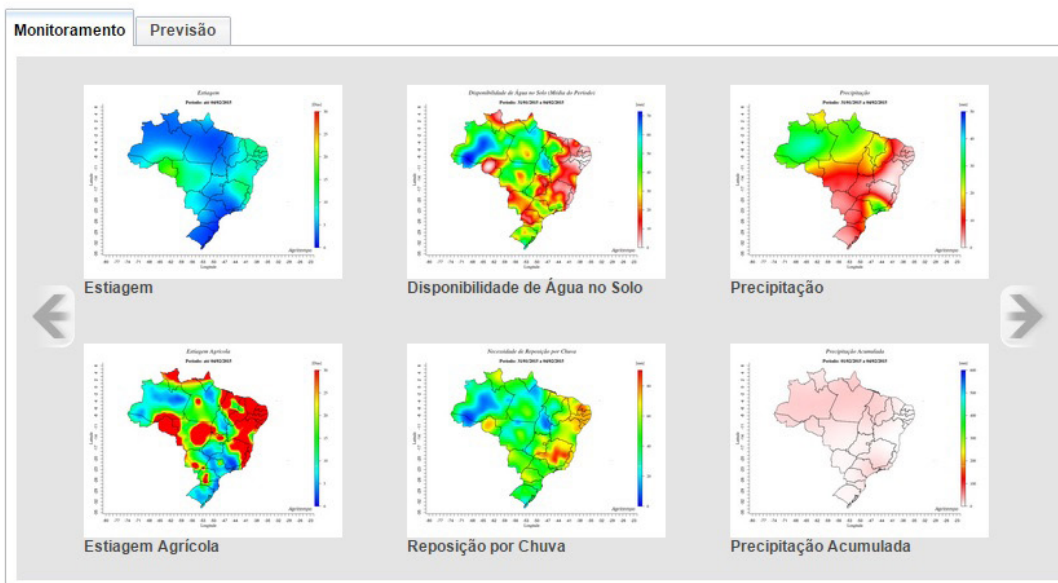
A versão 2.0 do sistema Agritempo foi desenvolvida entre os anos de 2013 e 2014, em uma plataforma computacional mais adaptada ao contexto da Web 2.0, com a incorporação de novas funcionalidades de visualização e de ferramentas de WebGIS, bem como de conceitos de computação móvel. Esta versão é mantida somente por servidores Linux e se utiliza de PostgreSQL para gestão de banco de dados. A página inicial do Agritempo 2.0 pode ser visualizada na Figura 1.

Na implementação das funcionalidades WebGIS do Agritempo, os componentes de software utilizados implementam padrões especificados pela Open Geospatial Consortium (OGC), bem como os dados são disponibilizados em formatos amplamente conhecidos e utilizados para dados geoespaciais, os formatos de arquivo Shape e Geotiff. O desenvolvimento da interface com o usuário das funcionalidades WebGIS presentes no sistema teve como base a aplicação de código aberto Geoexplorer (OPENGEO, 2015), para o desenvolvimento da camada executada nos servidores do sistema, o principal componente utilizado foi o servidor de mapas Geoserver (OSGEO PROJECT, 2015), este último também de código aberto.

### 2.2. Rede de dados

O sistema é alimentado por dados provenientes de mais de 1.650 estações meteorológicas de superfície (convencionais e automáticas) distribuídas pelo Brasil. Os dados são transmitidos, via internet por File Transfer Protocol (FTP) e correio eletrônico. Como as estações de superfície estão mais concentradas na parte longitudinal leste do Brasil, a

- Rede de Estações
- WebGIS
- Mudanças Climáticas
- Probabilidade de Chuva
- Links
- Glossário
- Publicações
- Manual do Sistema
- Boletins Regionais:  
N | NE | CO | SE | S
- Estados:  
AC | AL | AM | AP | BA  
CE | DF | ES | GO | MA  
MG | MS | MT | PA | PB  
PE | PI | PR | RJ | RN  
RO | RR | RS | SC | SE  
SP | TO



Notícias

**Inscrições abertas para o VIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**

por Saulo Nunes - 42 minutos atrás

Com o tema "Água e Desenvolvimento Sustentável", acontece entre os dias 23 e 25 de março, em Aracaju, o VIII Encontro de ...

**Inscrições abertas para o VIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**

Investidores pretendem fabricar produtos de bambu

Abertas as inscrições para dia de campo sobre sistemas integrados de produção

Embrapa apresenta tecnologias na Abertura da Colheita do Arroz

(Fonte: Embrapa)



Serviço de Atendimento ao Cidadão - SAC  
Horário: das 8 às 12h e das 13 às 17h  
Tel: (19) 3211-5743

Acesso Restrito

© 2002-2014 - Agritempo Todos os direitos reservados

Figura 1. Tela inicial do sistema Agritempo 2.0.

complementariedade das informações é feita com imagens de satélites obtidas da National Aeronautics and Space Administration (NASA) proveniente da plataforma Tropical Rain Meteorological Mission (TRMM) versão 7.0. O sistema TRMM vem sendo reconhecido por oferecer informações importantes para acompanhamento, previsão e análise de precipitação (PASSOW, 2010). Os instrumentos a bordo deste satélite monitoram nuvens, precipitações, fluxo de calor, raios e outros aspectos do ciclo da água. O TRMM provê dados de 11.332 pontos de grade que são convertidos no sistema Agritempo nas denominadas estações virtuais, em que os dados de temperatura são estimados a partir das estações de superfície reais mais próximas. Esses dados também são utilizados para preenchimento de dados faltantes de chuva.

O conjunto de todos os dados é consistido para identificar dados não confiáveis. O processamento e interpolação dos dados são feitos utilizando-se o método de krigagem ordinária disponível no software R (PEBESMA & WESSE-LING, 1998; PEBESMA 2004). A Figura 2 (a e b) apresenta a rede de estações meteorológicas que fornece os dados

para geração dos produtos do Agritempo e a rede de estações virtuais criada com dados orbitais do satélite TRMM/NASA. O procedimento para preencher falhas combinando dados de superfície com dados de satélites permitiu uma interpolação mais segura, robusta e confiável para a geração de mapas em bases nacional e estadual, como apresentado na Figura 2.

### 2.3. Arquitetura, infraestrutura e produtos disponibilizados

A arquitetura do sistema Agritempo compreende um conjunto de servidores de alto desempenho a fim de suportar o acesso diário a uma grande quantidade de dados e informações. O sistema armazena e gerencia cerca de milhões de registros utilizando o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL e sua extensão espacial, PostGIS e está hospedado em um servidor dedicado com 8 núcleos, com 16Gb de memória RAM e 256Gb de armazenamento.

As tarefas diárias de inserção e atualização de dados, cálculo de balanço hídrico, estiagem, estiagem agrícola e a geração de aproximadamente 2000 mapas fica a cargo



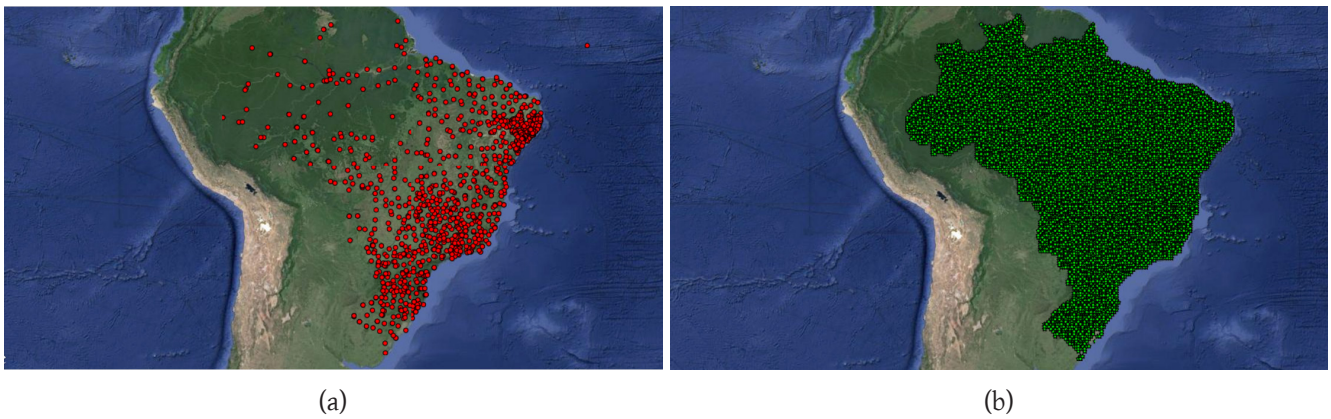


Figura 2. Rede de estações meteorológicas (a) e rede de estações virtuais contemplando os dados de chuva de TRMM/NASA do sistema Agritempo (b).

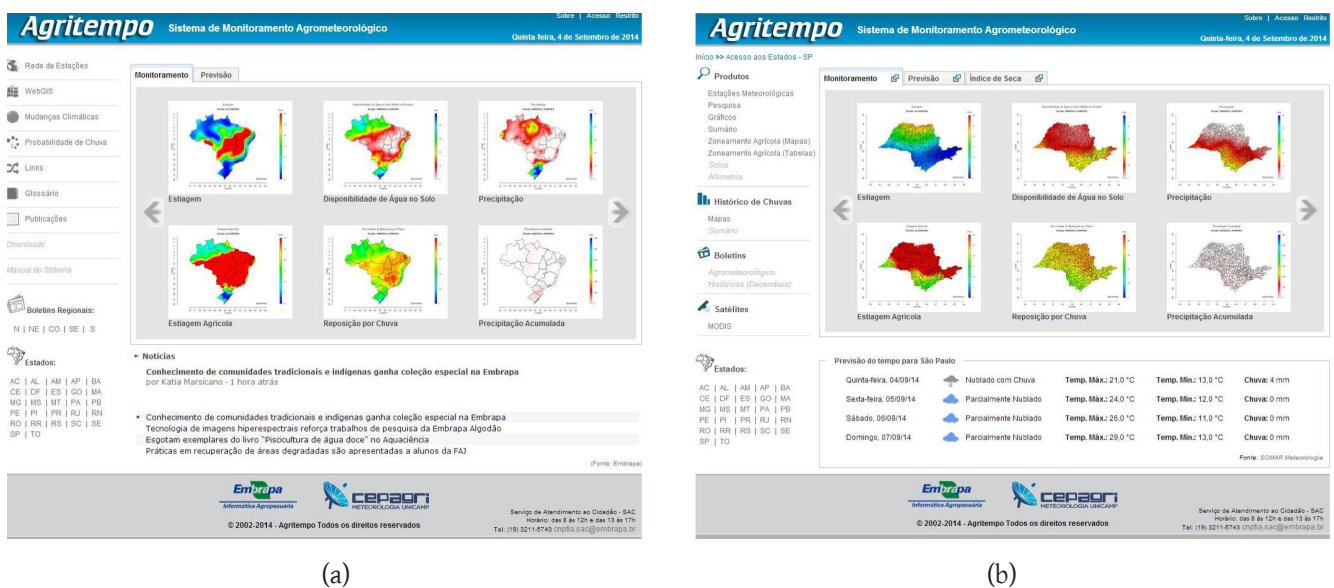


Figura 3. (a) Interface do sistema Agritempo 2.0 e (b) produtos para o Estado de São Paulo (AGRITEMPO, 2015).

de um servidor de processamento que conta com oito núcleos, 32Gb de memória RAM e 512Gb de armazenamento. Além destes, o sistema conta ainda com mais dois servidores dedicados para execução da interface web e para a ferramenta de WebGIS. Estes servidores possuem quatro núcleos, com 8Gb de memória RAM e 512Gb de armazenamento. Todos os servidores utilizam, para armazenamento, discos configurados em RAID 10 a fim de garantir a integridade dos dados e alta disponibilidade do serviço. Há uma máquina de espelho para cada servidor como mecanismo de segurança garantindo que o sistema esteja sempre disponível.

Pode-se dizer que as atividades do sistema Agritempo se enquadram no conceito de e-Science (HEY et al., 2009) envolvendo um grande alinhamento entre a Tecnologia de Informação e o desenvolvimento científico, com a utilização de diferentes métodos científicos para coletar ou gerar diferentes tipos de dados e informações. Neste caso, dá-se

a captura de dados gerados por equipamentos tecnológicos, que são armazenados e processados por softwares a fim de gerar novas informações, que também necessitam ser arquivadas digitalmente.

Os produtos agrometeorológicos do Agritempo são oferecidos na forma de mapas e tabelas, que tornam as informações e previsões de tempo e clima mais facilmente assimiláveis pelos produtores e técnicos do governo, entre outros usuários.

A interface do sistema está apresentada nas Figuras 3 (a) e (b).

Ressalta-se que cada um dos diferentes públicos-alvo tem necessidades específicas de informação agrometeorológica. Por exemplo, produtores e técnicos agrícolas necessitam de informações geolocalizadas de forma a apoiar as atividades no âmbito da propriedade agrícola. Técnicos do governo federal, analistas do setor financeiro e de seguro rural necessitam de informações consolidadas em âmbito

regional, ou até nacional, a fim de obter um panorama macro dos fenômenos climáticos observados.

Mesmo considerando o grande rol de usuários potenciais, existe uma limitação quanto ao grau de padronização e customização do conteúdo e da informação agrometeorológica do Agritempo. Assim, optou-se por oferecer informações em nível nacional e estadual, bem como boletins agrometeorológicos regionais, a fim de atender pelo menos parte das necessidades dos vários grupos de usuários.

A fim de atingir o produtor rural, alguns intermediários podem ser importantes apoiadores como: os serviços de extensão rural e os meios de comunicação, como programas de rádio. Além disso, a oferta de boletins agrometeorológicos é outro importante mecanismo para disseminar as informações agrometeorológicas regionais.

O Agritempo apresenta seus produtos para o Brasil, com acesso pela página principal e por Estado da Federação. Parte dos produtos são gerados a partir do cálculo do balanço hídrico. Todos os componentes do balanço hídrico, expressos em mm, são calculados por média móvel por pântadas, utilizando-se o método de Thornthwaite & Matter (1956). Para o cálculo, a precipitação é obtida por leitura direta de pluviômetros vindos da rede de estações meteorológicas. O mesmo acontece com os valores de temperatura mínima, máxima e média utilizados no cálculo da evapotranspiração calculada pelo método de Thornthwaite (1955), modificado por Camargo et al. (1999). A disponibilidade de água no solo é apresentada em mm e representa a quantidade média de água armazenada no solo para um período de tempo de 05 dias. Valores utilizados em seu cálculo são baseados na textura do solo predominante em cada estação meteorológica, sendo utilizados os seguintes valores: 1.20 mm/cm para textura argilosa, 1.0 mm/cm para média e 0.8 mm/cm para arenosa. A necessidade de reposição por chuva ou por irrigação representa a quantidade de água necessária para que a capacidade máxima de armazenamento de água do solo seja atingida. Valores de excedente hídrico são considerados na determinação das condições de manejo para preparo do solo e colheita, levando em consideração as condições de trafegabilidade de máquinas e equipamentos, para evitar danos ao solo.

Os Mapas de Monitoramento descrevem as seguintes variáveis:

- temperaturas do ar mínimas, médias, máximas, mínimas e máximas absolutas, em Graus Celsius, (°C);
- precipitação pluvial (mm);
- evapotranspiração (mm);
- estiagem: número de dias sem registro de chuva, contando-se a partir do 1º dia do mês vigente;
- estiagem agrícola: só considera, precipitações pluviométricas acima de 10 mm;
- reposição por chuva ou irrigação: quantidade de água (mm) necessária para elevar a água disponível no solo até

a sua capacidade máxima de armazenamento; e

g. disponibilidade de água no solo (mm): expressa a razão entre a quantidade de água disponível no solo num dado momento e a sua capacidade máxima de retenção.

Os Mapas de Previsão disponíveis no sistema Agritempo, que foram customizados para o uso na agricultura, são: condições para tratamento fitossanitário, necessidade de irrigação, condições para manejo de solo, condições para colheita, temperatura mínima para 24, 48, 72 e 96 horas, temperatura máxima para 24, 48, 72 e 96 horas, as previsões mostram mapas de probabilidade da ocorrência de danos causados por temperaturas abaixo de 6 e de 3 para diferentes grupos de culturas, e mapas de precipitação pluviométrica para 24, 48, 72 e 96 horas e previsões de precipitação para o dia atual e de valores acumulados para os períodos de 24h, 48h, 72h e 96h.

O Índice de Seca ou Standardized Precipitation Index (SPI), é um indicador desenvolvido para detecção de seca e monitoramento de capacidade hídrica. Este índice é calculado com base em informações de precipitação e oferece simplicidade e flexibilidade temporal, podendo ser aplicado para análise de recursos hídricos considerando diferentes escalas de tempo (HAYES et al., 1999). O SPI quantifica o déficit ou o excesso de precipitação para diferentes escalas

**Tabela 1.** Correspondência entre valores de SPI e categoria de clima.

Valores SPI	Categoria
> +2	Extremamente Úmido
+1,50 a +1,99	Severamente Úmido
+1,00 a +1,49	Moderadamente Úmido
-0,99 a +0,99	Próximo a Normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
< -2,00	Extremamente Seco

Fonte: INMET/CLIMA (2015)

de tempo (período de cinco dias até seis meses). A Tabela 1 indica a relação entre valores do SPI e categorias de clima.

Assim, ao selecionar um determinado período de tempo, o mesmo será comparado com a média histórica do mesmo período. A análise dos mapas mostrará se o mesmo está dentro da normalidade, mais seco ou mais úmido que a normal do período.

São também apresentadas no website do Agritempo outras funcionalidades como: Estações Meteorológicas, Pesquisa, Gráficos, Estatísticas, Zoneamento Agrícola com Mapas, Zoneamento Agrícola com Tabelas, Solos e Altimetria. Além disso, é possível obter mapas e estatísticas sobre dados históricos de chuva e o acesso ao banco de dados do satélite MODIS. Descrições mais detalhadas dessas funcionalidades podem ser encontradas no manual do sistema Agritempo 2.0 (AGRITEMPO, 2015).

A figura 4 apresenta as informações do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC) em formato de tabela.

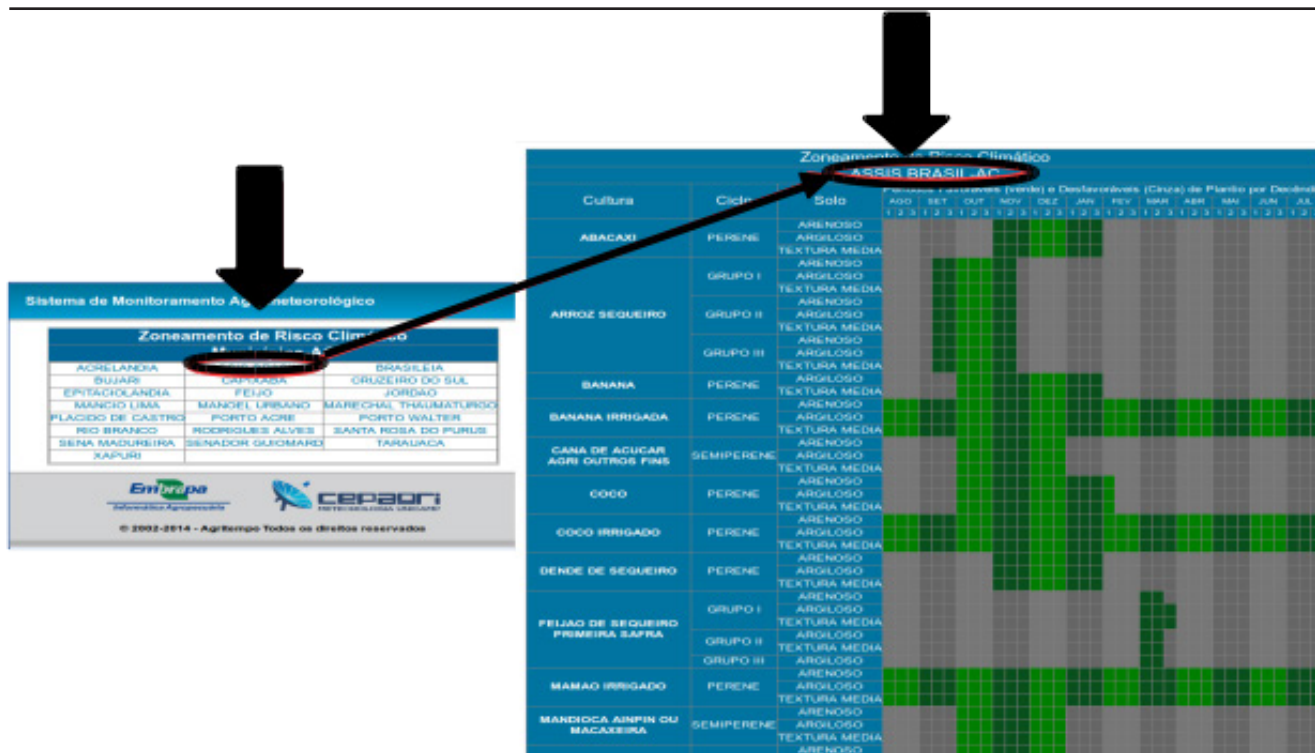


Figura 4. Zonamento agrícola, apresentação na forma de tabelas.

As informações sobre “Probabilidade de Chuva” são apresentadas em forma de mapa, informações baseadas em análises estatísticas de dados históricos, em um período selecionado, demonstrando, em porcentagem, a probabilidade de chover na área do Brasil selecionada.

A partir de suas fontes de dados, sejam estações meteorológicas terrestres ou satélites dotados de sensores que medem ou estimam dados meteorológicos, o sistema Agritempo permite aos seus usuários não só a consulta a estes dados para locais e períodos de tempo disponíveis, mas também a possibilidade de consulta a dados gerados por meio de métodos da geoestatística. O sistema produz novas informações de interesse agrícola a partir da aplicação de técnicas agrometeorológicas sobre os dados coletados. No sistema, estas informações são chamadas de produtos agrometeorológicos e – via de regra - são produzidos com uma frequência diária, abrangendo períodos de tempo pré-definidos e para todo o território nacional. Como exemplo, pode-se citar: a Precipitação acumulada para um determinado período de tempo e a Disponibilidade de água no solo (Média do Período).

Independente da variável apresentada, os produtos do Agritempo envolvem informações ou dados relacionados a um período de tempo definido e que estão espacialmente indexados (informação geoespacial). Tratando-se de um sistema desenvolvido para a web, o Agritempo possibilita a publicação de dados e informações na forma de mapas interativos, permitindo ao usuário personalizar a exibição

do mapa por meio de ajustes de enquadramento, sobreposição de variáveis e emprego de imagens de satélites que auxiliam na identificação dos locais de interesse. É possível ainda verificar valores para pontos específicos do mapa dentro da área de cobertura do dado publicado.

Sistemas que implementam este tipo de funcionalidade – representação de informações geoespaciais - são conhecidos como WebGIS (Web Geographic Information Systems), ou seja, sistemas de informações geográficas para web. A interface do WebGIS está apresentada na Figura 5.

Nos últimos anos o interesse na adoção deste tipo de sistema tem aumentado para as mais diversas aplicações que fazem uso de dados georreferenciados, impulsionando e sendo impulsionada pela evolução das ferramentas e técnicas de desenvolvimento, que atualmente se apresentam na forma de padrões e formatos abertos que permitem a interoperabilidade de componentes de software criados por desenvolvedores distintos e a troca de informações entre sistemas desenvolvidos de forma independente.

Os boletins regionais oferecem mapas de monitoramento e de previsão com periodicidade semanal para cada região brasileira, que descrevem informações como: sobre umidade do solo, precipitação acumulada, estiagem agrícola, necessidade de irrigação, probabilidade, condições para aplicação de defensivos e recomendações de práticas de manejo agrícola adequadas às culturas e sazonalidades climáticas regionais.

A portaria ministerial que contempla as recomenda-



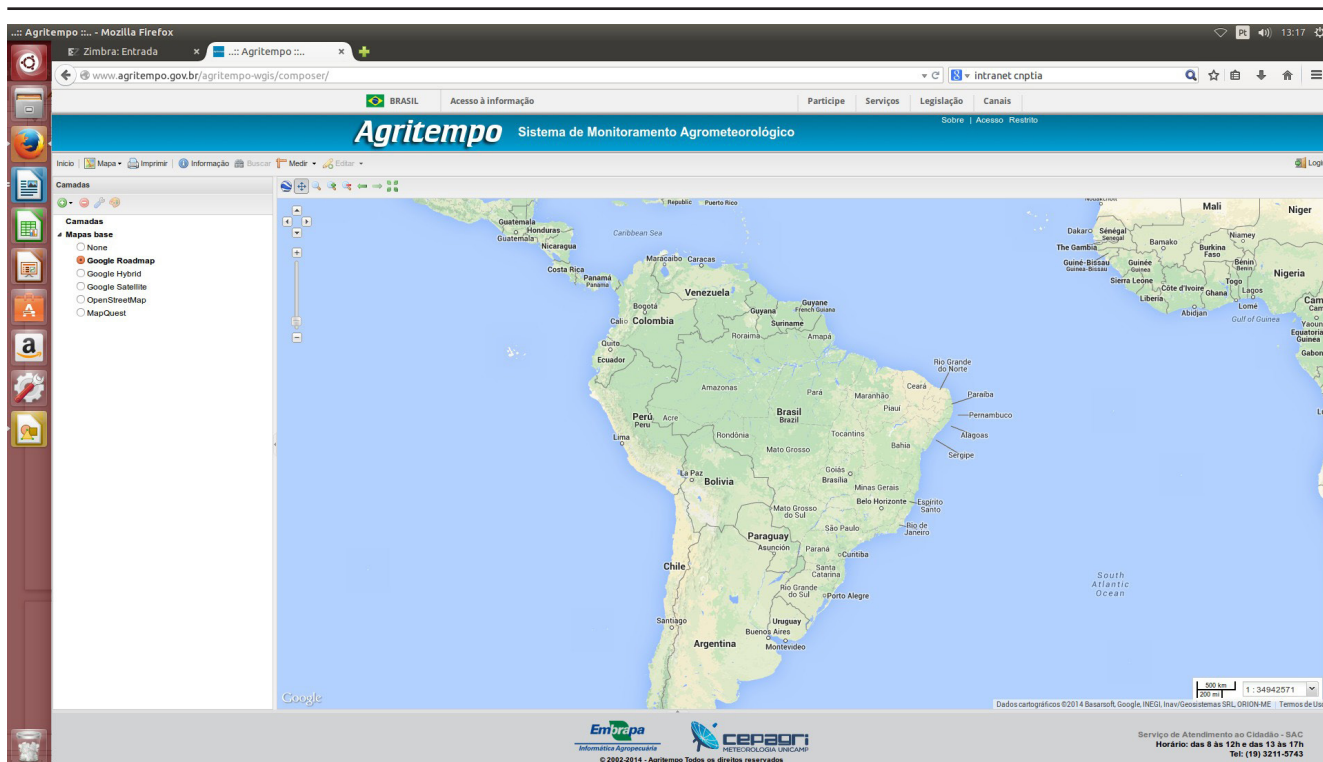


Figura 5. Funcionalidade WebGIS.

ções do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC) também é divulgada no sistema Agritempo. Periodicamente são elaborados estudos analisando os parâmetros de clima, solo e de ciclos de cultivares. Uma breve revisão sobre a metodologia do ZARC e suas validações pode ser encontrada em Cunha & Assad (2001). Estes estudos geram uma planilha indicativa de municípios com a recomendação de plantio de determinadas culturas e respectivos calendários de plantio, representando uma orientação de fácil entendimento e adoção pelos produtores rurais, agentes financeiros e demais usuários.

Os estudos passam por revisão periódica e são publicados na forma de portarias, no Diário Oficial da União e no website do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Atualmente, os estudos de zoneamentos agrícolas de risco climático já contemplam cerca de 40 culturas, sendo 15 de ciclo anual e 24 permanentes, além do zoneamento para o consórcio de milho com braquiária, alcançando 24 Unidades da Federação.

Para fazer jus ao Seguro Agrícola, ao Proagro Mais e à subvenção federal ao prêmio do seguro rural, o produtor deve observar as recomendações desse pacote tecnológico. Além disso, alguns agentes financeiros já estão condicionando a concessão do crédito rural à aplicação das recomendações do ZARC.

### 3. Resultados e discussões

O planejamento e implantação do Zoneamento Agrí-

cola de Risco Climático como instrumento fundamental da política agrícola demandou um sistema articulado de informações e dados básicos sobre tempo e clima como o Agritempo. Para o acompanhamento sistemático do efeito do clima nas culturas agrícolas, é necessário o acesso ágil e eficaz, em escala nacional, regional, estadual e municipal, dos parâmetros climáticos que influenciam o desenvolvimento e produtividade das lavouras, tais como precipitação pluviométrica, temperatura, deficit hídrico, ocorrências de geadas e granizos, disponibilidade de água no solo, evapotranspiração real e potencial, estiagem agrícola e veranicos.

A disponibilização do Agritempo via internet (desde 2003) promoveu o fortalecimento do setor de agrometeorologia, por intermédio da oferta de produtos meteorológicos específicos para o setor agrícola. Além disso, a disponibilidade de dados e produtos agrometeorológicos on-line, estimulou o mercado de prestação de serviços em agrometeorologia, as atividades de seguro rural (reduzindo riscos e perdas), as ações de planejamento rural bem como ações de transferência de tecnologia para a agricultura.

O estudo realizado por Bambini (2011) mostra que a implantação do Agritempo permitiu a formação de uma plataforma integrada por uma rede de estações meteorológicas, por uma rede de Tecnologias da Informação e Comunicação e por uma rede institucional formada por cerca de 40 parceiros que compartilharam dados e experiências visando ao fortalecimento da base de dados do sistema. Esta rede tridimensional é descrita de forma detalhada em



Bambini (2011).

Outro fundamento no qual o Agritempo é baseado, é a possibilidade de melhoramentos contínuos. Exemplificando, buscou-se levantar - junto aos representantes dos usuários - as necessidades de melhoria e refinamentos do sistema para o desenvolvimento da versão 2.0 do Agritemp. Assim, a nova versão do sistema desenvolvida utilizando-se de plataforma computacional mais adaptada ao contexto da Web 2.0 e aos conceitos de computação móvel, com a incorporação de novas funcionalidades de visualização e de ferramentas de WebGIS.

O WebGIS foi uma das principais funcionalidades incorporadas à nova versão. Ela permite ao usuário: acessar e definir um mapa; publicar e salvar mapa (apenas para acesso restrito com usuário e senha); gerar um arquivo em PDF para impressão; obter os dados numéricos por ponto localizado no mapa; localizar determinado ponto no mapa (por nome, sigla, etc.), desde que uma camada georreferenciada, como as de microrregiões e de regiões, tenha sido utilizada para construir a camada e medir o comprimento ou área de locais no mapa.

Além de simplificar a tarefa de desenvolvimento das funcionalidades WebGIS do Agritempo, a adoção dos formatos de arquivo Shape e Geotiff, amplamente conhecidos e utilizados para dados geoespaciais, torna possível aos usuários do sistema ampliarem a forma de uso dos produtos georreferenciados do Agritempo. Estes formatos podem ser processados também por outros SIGs, o que facilita uma análise mais detalhada de seus valores quando estes são confrontados, por exemplo, com os limites geográficos dos locais de interesse dos usuários em um sistema local de informação geográfica. De forma mais avançada, essas informações podem ser utilizadas por outros sistemas a fim de complementar a dados de outras fontes e até mesmo servir de entrada para sistemas de automação e de tomada de decisão que necessitem de informação agrometeorológica na escala ofertada pelo sistema Agritempo.

Em abril de 2015 foi lançado um aplicativo móvel do Agritempo, validado por representantes de diversos públicos-alvo da tecnologia em um evento presencial. O aplicativo será disponibilizado nas versões Android e iOS.

A análise do levantamento quantitativo dos acessos à versão 1.0 do sistema Agritempo mostrou que os produtos agrometeorológicos mais consultados foram: mapas de monitoramento e previsão de fenômenos climáticos e edáficos, pesquisas de dados de estações meteorológicas, mapas de séries históricas e boletins agroclimáticos regionais. E ainda que: 88% dos usuários são do Brasil, 5% dos EUA, 1% de Portugal, 1% do Canadá e 5% de outros países. Como, recentemente, o sistema incorporou a localização de acessos no Brasil, foi também possível identificar e ranquear os acessos por estados da Federação. Tomando por base essas informações, foram desenvolvidas versões do website em

inglês e espanhol, buscando atender também aos usuários internacionais. Além disso, o monitoramento dos acessos geolocalizados no Brasil permitirá identificar localidades/regiões que necessitam de ações de difusão e capacitação tecnológica para uso do Agritempo.

Um aspecto importante evidenciado neste trabalho, foi a necessidade de integração do Agritempo a iniciativas promovidas pelos setores meteorológicos estaduais com a integração de sistemas e/o desenvolvimento de ferramentas para atender a necessidades regionais específicas. Tal fato virá a permitir a elaboração de boletins agrometeorológicos condizentes com as realidades e regiões e dará mais suporte ao desenvolvimento de políticas públicas que englobem tanto as esferas federais quanto as estaduais.

Durante os anos de 2014 e 2015, foram promovidas 5 ações regionais de capacitação tecnológica de multiplicadores sobre o sistema Agritempo 2.0, associadas a um plano de comunicação mercadológica envolvendo divulgações em diferentes mídias (impressa, radiofônica, digital) e em eventos da área agrícola. Estas ações evidenciaram a necessidade de programas de capacitação tecnológica relativa ao sistema, para que os usuários possam usar plenamente as capacidades do Agritempo.

Do ponto de vista técnico-científico, funcionalidades como o SPI e métodos de cálculo do balanço hídrico, devem ser refinadas com a inclusão de temperatura do ponto de orvalho como forma de implementar sistemas de alerta fitossanitários. Entretanto, é necessário ressaltar que antes de refinar ou implementar qualquer ação, a mesma será avaliada sob a ótica da relação custo/benefício, na qual custos não envolvem só recursos financeiros, mas também outras variáveis como tempo de aquisição, tratamento e processamento de informações e os benefícios serão focados na efetividade e acurácia dos resultados.

#### 4. Conclusões

O presente estudo apresentou uma análise geral sobre o sistema Agritempo, desde sua concepção até sua atual versão, divulgada oficialmente em 2014.

O sistema é uma plataforma web baseada em uma rede de estações e sensores meteorológicos e em uma rede de TIC. Vale ressaltar que, em torno do sistema Agritempo, desenvolveu-se uma rede inter-organizacional formada por cerca de 40 parceiros que se formou para compartilhar dados e experiências visando ao fortalecimento da base de dados do sistema. A rede tridimensional formada pelo Agritempo (sensores, TICs e organizações) constitui-se em uma importante inovação tecnológica de produto caracterizada por oferecer um sistema de monitoramento meteorológico via web com cobertura para o território nacional, que disponibiliza gratuitamente uma ampla gama de produtos agrometeorológicos relacionados a tempo e clima.

O Agritempo, desde o início, foi marcado por estratégias inovadoras. Em sua concepção, a proposta foi inovar na divulgação de dados agrometeorológicos, atingindo o maior número de pessoas possíveis, com informações seguras, reais e gratuitas. Na versão Agritempo 1.0, uma das principais inovações se refere à automação de tarefas, permitindo um sistema totalmente automático e independente de ação humana. Isto proporcionou maior rapidez e precisão e oferece mais qualidade à própria base de dados uma vez que o sistema efetua automaticamente alguns testes para qualificar as variáveis coletadas.

A gratuidade dos dados e informações disponibilizadas configura-se como uma inovação de mercado tendo em vista que algumas instituições do setor meteorológico disponibilizam dados mediante pagamento. A customização dos produtos meteorológicos para agricultura é outra novidade, tendo em vista que antes de 2002 havia poucos websites que ofereciam produtos específicos para este público (como mapas de previsão e monitoramento do tempo como informações relativas a risco de geadas por cultura, deficiência hídrica, necessidade de irrigação, condições de colheita, entre outras), e atualmente poucos o fazem gratuitamente.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todas as instituições parceiras que investiram recursos, compartilharam dados, informações e conhecimentos para o desenvolvimento, implementação e manutenção das versões e dos produtos agrometeorológicos do sistema Agritempo.

## Referências

- AGRITEMPO - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico 2.0. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>> Acesso em: 19 jan.2015.
- ADAMS, R.M.; HURD, B.H.; LENHART, S.; LEARY, N. Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. **Climate Research**, v.11, p.19-30, dez., 1998.
- ASSAD, E.D.; MARIN, F.R.; PINTO, H.S.; ZULLO JÚNIOR, J. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do Brasil: base teórica, pesquisa e desenvolvimento. **Informe Agropecuário**, v.10, p.1-10, 2008.
- BAMBINI, M. D. **Inovação tecnológica e organizacional em agrometeorologia: estudo da dinâmica da rede mobilizada pelo sistema Agritempo**. 2011. 217 p. Mestrado Universidade Estadual de Campinas.
- BAMBINI, M. D.; VAZ, G. J.; ROMANI, L. A. S.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BERTELLINI, M.; SATO, C. Y. **Avaliação de percepção de usuários do Sistema Agritempo 2.0: metodologia e resultados obtidos**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2014. 13 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado técnico, 116).
- BARADEL, R. R.; ROMANI, L. A. S. **Agritempo: manual do usuário**. Campinas, 2007. 42 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 73).
- CAMARGO, A. P. ; MARIN, F. R. ; SENTELHAS, P. C. ; PICINI, A. G. . Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 251-257, 1999.
- DA CUNHA, G. R., ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.377-385, 2001.
- FAGERIA, N.K. **Maximizing Crop Yields**. NewYork: Marcel Dekker, 1992.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Climate change and plant diseases. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 98-107, 2008.
- HAYES, M. J. , SVOBODA, M. D. , WILHITE, D. A., VANYARKHO, O. V. Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** v.80, p. 429-438, 1999.
- HEY, T. TANSLEY,S. TOLLE , K. Jim Gray on eScience:A Transformed Scientific Method. In: HEY,T. TANSLEY,S. TOLLE , K **The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery**. United States of America: Microsoft Corporation p. xvii-xxxii, 2009.
- HOOGENBOOM, G., HAMMER, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. **Agric. For. Meteorol.** V. 103, p.137-157, 2000.
- HOLZKÄMPER, A.; CALANCA, P.; FUHRER, J. Analyzing climate effects on agriculture in time and space. **Procedia Environmental Sciences**, v.3, n., p. 58-62, 2011.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Clima**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>> Acesso em: 20.jul.2015
- KASSAM A.H.; VAN VELTHUIZEN H.T.; FISCHER G.W.; SHAH M.M. Agro-ecological land resources assessment for agricultural development planning - A case study of Kenya - Resources data base and land productivity - Technical Annex 3, in **World Soil Resources Reports**, FAO. p. 78, 1991.
- OPENGEО. **Geoexplorer**. Disponível em: <<http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/geoexplorer/>>, Acesso em: 28 mai. 2015.
- OSGEO Project. **Geoserver**. Disponível em: <<http://geoserver.org/>>, Acesso em: 28 mai. 2015.
- PASSOW, M. J. 2010. TRMM — Tropical rainfall measuring mission: Bringing remote sensing of precipitation into your classroom. TRMM: Trazendo o sensoriamento remoto de precipitação para sua sala de aula. **Terra e Didática**, 6(1):03-08. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>> Acesso em: 23.jan.2015
- PEBESMA, E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. **Computers & Geosciences** 30 (7), 683-691
- PEBESMA, E.J. AND C.G. WESSELING, 1998. Gstat, a program for geostatistical modelling, prediction and simulation. **Computers & Geosciences** 24 (1), 17-31.
- PETR, J. **Weather and Yield**. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 1991.
- ROSSETTI, L.A. (2001) Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia** v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), 2001. pp.386-399
- SENTELHAS, P.C. , MONTEIRO, J. E. B. DE A. Agrometeorologia dos Cultivos: Informações para uma Agricultura Sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2009. pp. 3-12.
- SMITH, J.B. AND S.S. LENHART. Climate change adaptation policy options. **Climate Research**, v. 6, n.2, p.193-201, 1996.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev.**, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J. R. The Water Balance. **Publications in Climatology** VIII(1). Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Climatology, 1955. pp. 1-104.

WARRICK, R.A, R.M. GIFFORD, M.L. PARRY. CO2, climatic change and agriculture. In: [Bolin, B., B.R. Döös, J. Jager, and R.A. Warrick (eds.)] **The Greenhouse Effect, Climatic Change and Ecosystems**. New York, NY, USA: John Wiley and Sons, 1986. p. 393–473.

WEISS, A.; Van Crowder, L.; BERNARDI, M. Communicating agrometeorological information to farming communities. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 103, p.185–196, 2000.

ZULLO JUNIOR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.D. Impact assessment study of climate change on agricultural zoning. **Meteorological Applications**, v.13,n.1S, p.69-80, 2006.

#### REFERENCIAÇÃO

ROMANI, L.A.S.; BANBINI, M.D.; COLTRI, P.P.; LUCHIARI Jr., A.; KOENIGKAN, L.V.; OTAVIAN, A.F.; EVANGELISTA, S.R.M. ZULLO Jr., H.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.D. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agritempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.24, n.1, p.29-40, 2016.



# Agrometeorological monitoring system - Agritempo: networked innovation supporting public policies and agricultural decision making

Luciana Alvim Santos Romani <sup>(1)(\*)</sup>, Martha Delphino Bambini<sup>1</sup>, Priscila Pereira Coltri<sup>(1)</sup>, Ariovaldo Luchiari Junior <sup>1</sup>, Luciano Vieira Koenigkan<sup>1</sup>, Adriano Franzoni Otavian<sup>1</sup>, Silvio Roberto Medeiros Evangelista<sup>1</sup>, Jurandir Zullo Jr.<sup>(2)</sup>, Hilton Silveira Pinto<sup>(2)</sup>, Eduardo Delgado Assad<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Informática Agropecuária, Rua André Tosello, 209 - Cidade Universitária - Barão Geraldo - Caixa Postal 6041, CEP 13083-886 Campinas, SP, Brazil.

<sup>(2)</sup>Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas (CEPAGRI/UNI-CAMP), Rua André Tosello, 209 - Cidade Universitária - Barão Geraldo, CEP 13083-886 Campinas, SP, Brazil.

<sup>(\*)</sup>Corresponding author: luciana.romani@embrapa.br

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received 21 July 2015

Accepted 17 August 2015

### Index terms:

agrometeorology,  
weather forecasting,  
climate risk analysis,  
ZARC,  
agrometeorological  
monitoring system,  
Agritempo.

---

## ABSTRACT

In tropical countries, over 80% of the variability of agricultural production can be explained by the weather, what makes Agriculture the economic activity more dependent on the weather. In this sense, the continued use of information related to the behavior of meteorological variables to support management decision-making processes on rural properties can minimize the risks and ensure the stability of crop productivity levels. This paper describes the experience of Embrapa Agriculture Informatics, Decentralized Research Unit of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) and of the Center for Weather and Climate Research Applied to Agriculture (CEPAGRI) of the State University of Campinas (Unicamp) in the development of the web platform Agrometeorological Monitoring System (Agritempo), including the generation of new versions of the system and its new features.

© 2016 SBAGro. All rights reserved.

---

## CITATION

ROMANI, L.A.S.; BANBINI, M.D.; COLTRI, P.P.; LUCHIARI Jr., A.; KOENIGKAN, L.V.; OTAVIAN, A.F.; EVANGELISTA, S.R.M. ZULLO Jr., H.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.D. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico - Agritempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.24, n.1, p.29-40, 2016.