



Pesquisa e divulgação técnica de informações agrometeorológicas aos associados das cooperativas ABC

Rodrigo Yoiti Tsukahara^{(1) (*)}, Antônio do Nascimento Oliveira⁽¹⁾, Juscelino Izidoro de Oliveira Júnior⁽¹⁾, Edson Giovanni Kochinski⁽¹⁾, José Prestes Neto⁽¹⁾, Abraão da Silva Carneiro⁽¹⁾, Paulo Henrique Fischer⁽¹⁾, Murilo Biassio Rosa⁽¹⁾, Gustavo Bueno da Rosa⁽¹⁾, Alex Petrof da Silva⁽¹⁾, Silvana Gomes Mainardes⁽¹⁾, Aline Copacheski Santos⁽¹⁾

⁽¹⁾Fundação ABC - Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário, Agrometeorologia, Rodovia PR 151, km 288, Caixa Postal 1003, CEP 84.165-97 Castro, PR, Brasil.

^(*)Autor para correspondência: rodrigo@fundacaoabc.org.br

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 10 de junho de 2015

Aceito para publicação em 17 de agosto de 2015

Termos para indexação:

serviços agrometeorológicos,
difusão do conhecimento,
extensão rural.

RESUMO

Este artigo representa a síntese das atividades da Fundação ABC no domínio da agrometeorologia, desde o mecanismo adotado para formulação e comprovação das hipóteses, até a forma de divulgação das informações. O nível organizacional entre a pesquisa, cooperativas e a extensão rural deve ser considerados. A escolha das informações agrometeorológicas foi baseada nas demandas dos assistentes técnicos e agricultores, onde foram enfatizados os desafios e oportunidades. Em escala local, destaca-se positivamente o aumento dos investimentos destinados à pesquisa em agrometeorologia, a ampliação da rede de estações automáticas e a contratação de recursos humanos especializados. A informação agrometeorológica está inserida em todos os processos de tomada de decisão, principalmente em função dos bons resultados dos modelos agrometeorológicos (crescimento de plantas, doenças, insetos pragas e plantas daninhas), acoplados aos modelos numéricos de previsão do tempo. Destacamos ainda as informações via sensoriamento remoto em função das diversas aplicabilidades práticas. A difusão das informações através da internet e de aplicativos se mostrou eficiente. Em escala maior, destacamos como pontos negativos a desorganização do setor privado para apoiar projetos de interesse, a falta de percepção e conhecimento dos assistentes técnicos e a falta de percepção da realidade agropecuária por parte da pesquisa pública.

© 2016 SBAgro. Todos os direitos reservados.

1. Introdução

A Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária foi a primeira fundação de pesquisa privada e sem fins lucrativos do país (23/Outubro/1984), concebida por um grupo de imigrantes holandeses, assistentes técnicos e pesquisadores, mantida pelos agricultores associados das Cooperativas Agro Industriais Arapotí, Batavo e Castrolanda (Cooperativas ABC), situadas nos Campos Gerais

e Norte Pioneiro do Paraná e Sudeste de São Paulo (FABC, 2014).

O contexto histórico associado ao nível organizacional e hierárquico, estabelecido entre a pesquisa, os assistentes técnicos, os agricultores e as Cooperativas ABC, resultou no desenvolvimento de importantes tecnologias como o plantio direto na palha, a rotação de cultivos, o terraceamento agrícola, o manejo da fertilidade dos solos, o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, a agricultura

de precisão, o uso dos sistemas de informações geográficas e o desenvolvimento de um banco de dados agrônomo, ainda nas décadas de 80 e 90.

Na década seguinte, o avanço das metodologias e instrumentação para a pesquisa, da capacidade de processamento das informações, das telecomunicações, das tecnologias integradas de informação, das geotecnologias e da (agro)meteorologia, permitiram a obtenção de informações mais detalhadas sobre o meio físico, fato este que revelou padrões de variabilidade espacial e temporal dos atributos do solo, do ambiente e dos componentes da produção e qualidade.

Diante da possibilidade de investigar as oportunidades e desafios proporcionados pela variabilidade edafoclimática regional, foi estabelecida uma parceria técnica-científica com o Instituto Agrônomo do Paraná e a Financiadora de Estudos e Projetos para início das atividades em Agrometeorologia, cujos aspectos operacionais foram descritos por Caramori et al., (2002).

No período entre 2003 e 2014, considerando os pressupostos para a pesquisa e extensão em agrometeorologia descritos por Sivakumar (2006) e Stigter (2008), porém aplicados ao modelo organizacional das Cooperativas ABC, podemos destacar o avanço do conhecimento agrometeorológico nos diferentes níveis da cadeia de produção (cooperativas e seus gestores, assistência técnica e agricultores, empresas multinacionais e prestadores de serviços), comprovado pelo crescimento relativo (%) dos investimentos em recursos humanos especializados na Fundação ABC (y), representado pela equação $y = 0,0434x$, onde x corresponde aos últimos 12 anos (1 a 12), com $R^2 = 0,66$.

Esta tendência linear positiva, ora vivenciada pela iniciativa privada, mas também observada pelos institutos de pesquisa e universidades, contrasta com a falta de investimentos e a inexistência de parcerias público-privadas para alavancar as pesquisas, o desenvolvimento, a inovação tecnológica, o ensino e a extensão rural. Concomitantemente a esta situação, o setor agropecuário brasileiro apresenta recordes anuais do produto interno bruto, mesmo com os problemas complexos de logística, políticas econômicas, ambientais e eventos meteorológicos adversos.

Feitas as considerações iniciais, o presente artigo tem como objetivo demonstrar algumas experiências da pesquisa privada na geração, adaptação, difusão e operacionalização do conhecimento agrometeorológico, com enfoque nas requisições dos associados das Cooperativas ABC. Pretende-se ainda evidenciar a necessidade de organização das instituições de pesquisa e ensino com a iniciativa privada e a cadeia produtiva, a manutenção e ampliação das redes de estações meteorológicas para fins agropecuários e florestais, a unificação e adequação dos serviços agrometeorológicos e por fim a integração com outras áreas do conhecimento.

2. Caracterização regional e institucional

Abrangência: a região de atuação direta das Cooperativas Agropecuárias e Industriais de Arapoti, Batavo e Castrolanda está localizada entre as coordenadas 47,59 O e 25,81 S e 51,90 O e 23,00 S, correspondente a 82 municípios distribuídos nos Campos Gerais e Norte Pioneiro do Paraná, além do Sudeste de São Paulo, caracterizada por altitudes entre 400 e 1200 metros acima do nível do mar, tipos climáticos Cfa e Cfb segundo Köppen e predomínio dos Argissolos, Neossolos, Latossolos, Cambissolos, Nitossolos e em menor proporcionalidade, Organossolos (BHERING; SANTOS, 2008; BOGNOLA et al., 2002; CARVALHO et al., 2002; POTTER et al., 2002)

Atividades agropecuárias: o sistema de plantio direto está consolidado nos quase 420.000 hectares de áreas agrícolas associadas as Cooperativas ABC, onde cultiva-se soja, milho e feijão no verão e trigo, aveia preta, aveia branca, avevém, cevada e triticale no inverno (Figura 1). Existem ainda outras áreas dedicadas ao cultivo de algodão, batata, pinus e eucalipto, além de atividades pecuárias como aves, suínos, bovinocultura de corte e principalmente de leite, com animais de alta produtividade leiteira (SEAB, 2010).

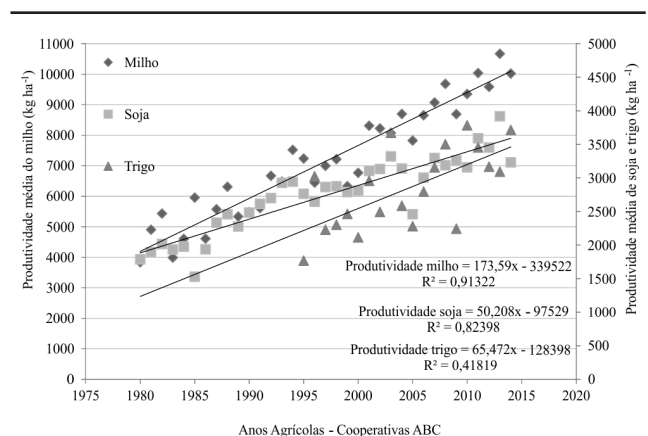


Figura 1. Produtividade média de soja, milho e trigo dos agricultores associados as Cooperativas Agro Industriais de Arapoti, Batavo e Castrolanda, entre 1980 e 2014.

Hierarquia organizacional: as Cooperativas ABC, representadas por seus agricultores, assistentes técnicos e gestores se responsabilizam pelos mecanismos de discussão e encaminhamento das propostas de pesquisa para o Conselho Técnico Científico (agrícola e pecuária), no mínimo 2 vezes ao ano (inverno e verão). Este conselho, acrescido da gerência técnica e pesquisadores da FABC definem as principais linhas de pesquisa e avaliam os impactos técnicos, econômicos e ambientais.

Ao final do período de experimentação ou projeto, os pesquisadores reportam os resultados para os assistentes técnicos (184), cooperativas e posteriormente para os agri-

cultores (3.825). Desta forma, a maioria dos produtos ou processos passam pelo crivo da pesquisa antes de serem fomentados junto aos associados. O plano estratégico de crescimento individual ou integrado das Cooperativas ABC também conta com a participação da equipe técnica da Fundação ABC, com o objetivo de identificar os pontos de atenção ou mesmo as oportunidades de negócio.

Quanto aos direitos e deveres, destacamos a obrigatoriedade da assistência técnica em registrar os insumos, agroquímicos e manejos realizados em todos os talhões sob sua responsabilidade, juntamente com informações complementares como datas, doses, formas de aplicação, alvo, níveis de incidência ou dano, produtividade, análises químicas e físicas do solo dentro do banco de dados agronômico e espacial denominado AgroBanco (PROENÇA, 2003), disponível aos associados via portal na internet.

Pesquisa agropecuária: presidida e mantida pelos agricultores associados das Cooperativas ABC, através de uma contribuição anual obrigatória (1/3 do valor da saca de soja por hectare), a Fundação ABC se responsabiliza pela pesquisa e experimentação com enfoque nos insumos, agroquímicos, processos e algoritmos, fundamentada nos princípios da imparcialidade, da melhor técnica e dos aspectos econômicos e ambientais.

Para tanto, seus associados dispõem de 13 setores de pesquisa, 13 laboratórios e 5 campos experimentais (343 hectares), onde no ano agrícola de 2014 foram conduzidas 51.568 parcelas e 13.998 tratamentos. Deste total, o setor de agrometeorologia foi responsável pela condução de 3.484 parcelas e 564 tratamentos, distribuídos entre a experimentação agrícola (19), estudos observacionais (1), projetos interinstitucionais (9) e desenvolvimento de sistemas de apoio a decisão (FABC, 2014). As principais linhas de pesquisa são: climatologia agrícola, modelos agrometeorológicos (crescimento de plantas, doenças e insetos, água no solo, componentes de produção e qualidade), instrumentação agrometeorológica, sistemas de suporte à decisão, sensoriamento remoto, monitoramento hidrológico e ambiental.

Recursos humanos: entre 2003 e 2012 as pesquisas em agrometeorologia foram realizadas com 1 pesquisador, 1 técnico agrícola, 1 auxiliar administrativo e bolsistas de graduação em meteorologia, informática, engenharia da computação e agronomia. A partir de 2013 houve um aporte financeiro significativo, o qual resultou na adição de mais 4 pesquisadores, 2 programadores web, 1 administrador de dados, 1 web designer, 1 técnico para manutenção das estações meteorológicas e 1 auxiliar de campo. Em 2014 estes funcionários participaram de 19 cursos de aperfeiçoamento profissional, 8 congressos

científicos e 36 reuniões sobre desenvolvimento de sistemas.

Transferência do conhecimento: a gestão do conhecimento técnico, econômico, ambiental e até mesmo social está associada as atribuições do assistente técnico e do agricultor. Desta forma, os pesquisadores da Fundação ABC realizam a transferência do conhecimento em diferentes formatos, mas com maior detalhamento para os assistentes técnicos e cooperativas e de forma mais resumida e direta para os agricultores. As apresentações dos resultados da pesquisa de verão e inverno iniciam em maio e janeiro respectivamente, juntamente com as reuniões para planejamento e programação da safra.

Após o início das épocas preferenciais de semeadura, ocorrem os encontros técnicos de atualização, os dias de campo para demonstração das tecnologias, o envio de revistas, circulares técnicas, manuais de campo e de alertas através de mensagens curtas de texto, rádio e aplicativos para dispositivos móveis. Todas estas informações também ficam disponibilizadas na intranet para os associados. Entretanto, a comunicação pessoal verbal entre o pesquisador e o associado continua sendo uma das formas mais frequentes de consultas ou busca de informações.

Especificamente sobre as informações agrometeorológicas, em 2014 aproximadamente 2.000 pessoas receberam informações presencialmente na forma de palestras (41), dias de campo (3) e treinamentos (10). Durante estes eventos, os agricultores e assistentes técnicos emitem suas opiniões verbalmente ou através de questionários de avaliação, onde os mesmos devem escrever suas críticas, sugestões, relatos sobre casos de uso, entre outros, corroborando com o desenvolvimento das técnicas, metodologias, processos ou algoritmos.

Estações meteorológicas: a rede da Fundação ABC é composta por 46 estações automáticas de superfície, instaladas de acordo com as normas da ASAE (2004) e Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2010), distribuídas nos municípios que possuem pelo menos 5% da área total de soja cultivada pelas Cooperativas ABC. Outros critérios adotados para posicionamento das estações foram a presença de sinal de dados superior a -80 dB, propriedade de agricultores associados, diferença máxima vertical associada a distância mínima horizontal através dos modelos digitais de elevação.

A plataforma de coleta de dados, alimentada por uma bateria de 6V conectada a um controlador de carga e painel solar, realiza leituras de acordo com a Tabela 1, registra informações em intervalos de 15 minutos e transmite em intervalos de 60 minutos (modem GPRS) para o servidor específico na Fundação ABC. A manutenção dos sensores é realizada pelo técnico em estações meteorológicas e pe-

Tabela 1. Variáveis meteorológicas, unidades de medida, altura de instalação dos sensores, intervalos de amostragem, faixa de leitura, resolução e acurácia dos sensores que compõem as estações agrometeorológicas automáticas da Fundação ABC.

Variáveis	Unidade	Altura instalação (m)	Intervalo de amostragem (s)	Estatísticas registradas	Faixa de leitura	Resolução	Acurácia fabricante
Radiação solar	W m ⁻²	1,8 m	≤ 10	média	0 to 1500 W m ⁻²	5 W m ⁻²	± 3 % até ± 5 %
Temperatura do ar	°C	1,7 m	≤ 60	média, máximo e mínimo	-50 a 100°C	0,1 °C	± 0,1 K
Pressão atmosférica	mbar	1,7 m	≤ 60	média, máximo e mínimo	0 a 1103 mbar	0,25 mbar	± 0,1 %
Umidade relativa	%	1,7 m	≤ 60	média, máximo e mínimo	0 a 100%	1 %	± 0,8 %
Velocidade do vento	m s ⁻¹	2,0 m	≤ 10	média, máximo e mínimo	0,5 a 40 m s ⁻¹	0,5 m s ⁻¹	± 2 %
Direção do vento	deg	2,0 m	≤ 10	vetor unitário, média e máximo	0 a 360°	0,25 °	± 3 até ± 5°
Temperatura do solo	°C	- 0,10 m	≤ 60	média, máximo e mínimo	-30 a 99°C	0,5 °C	± 0,5 °C
Precipitação	mm h ⁻¹	1,7 m	≤ 60	total e máximo	0 a 12 mm min ⁻¹	0,254 mm	-
Molhamento foliar	h	0,5 m	≤ 60	total	0 a 1 h	0,0834 h	-

los agricultores associados, em intervalos de 20 ou 30 dias. Existem ainda outras 16 estações meteorológicas automáticas de propriedade do Instituto Nacional de Meteorologia e do Instituto Tecnológico Simepar.

3. Tecnologia da informação

3.1 Infraestrutura: a tecnologia da informação pode ser considerada o alicerce do modelo operacional de uma empresa. Ela fornece recursos de hardware e software necessários ao funcionamento das aplicações, com o objetivo de suportar o desenvolvimento e crescimento contínuo dos negócios da organização (VERAS, 2011).

No contexto agrometeorológico, os servidores para o processamento dos dados e armazenamento das informações, roteadores de rede, *nobreaks*, estações de trabalho, *links* de internet, *softwares* para gerenciamento dos servidores e monitoramento da qualidade de uso da rede, balanceadores de *link* de internet e as estações meteorológicas são os principais recursos de infraestrutura que necessitam de integração, resultando frequentemente em complexos sistemas computacionais, com significativo

consumo de espaço em disco, processamento e rede.

O diagrama organizacional simplificado da infraestrutura da Fundação ABC segue representado pela Figura 2. O servidor *Meteoro* possui rotinas automatizadas para: i) aquisição dos registros meteorológicos observados, ii) análise de inconsistência sobre estes registros e posterior correção, preenchimento de falhas no banco de dados, iii) sumarização dos registros meteorológicos de 15 minutos para intervalos horários e diários e iv) aquisição dos dados de previsão de tempo. O servidor *GeoServer* possui as rotinas automatizadas para interpolação, geração e publicação de informações meteorológicas, agrônômicas e geofísicas.

Por fim, o servidor *JBOSS* disponibiliza uma interface para a web, de forma a habilitar o acesso aos serviços pelas diferentes aplicações e possibilitar o consumo de todas as informações contidas no banco de dados. O balanceador de carga *PGSQL* é o responsável por controlar o acesso a banco, otimizando os ciclos de gravação e leitura para que as aplicações não tenham sua performance degradada em detrimento de outros processos, seguindo o conceito sobre o desenvolvimento de processos distribuídos, descritos por Cabri et al., (2000).

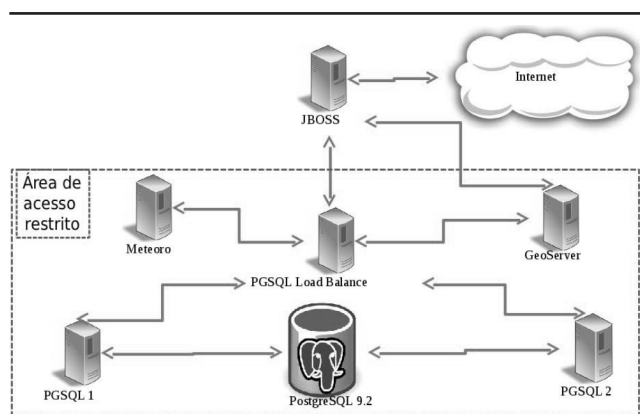


Figura 2. Diagrama simplificado da infraestrutura agrometeorológica na Fundação ABC, Castro-PR.

3.2 Banco de dados meteorológico: o banco de dados foi projetado para armazenar o valor (*dado_observado*) de uma variável meteorológica (*variavel*) observada por uma estação meteorológica automática (*estacao*), instalada em uma área padronizada de monitoramento (*area_monitorada*), viabilizando a rastreabilidade das informações pertinentes a cada registro armazenado ou sensor utilizado, através do relacionamento demonstrado pela Figura 3.

Outro aspecto interessante foi o particionamento da tabela de dados (*dado_observado*) por variável, onde cada sub tabela de variável foi reparticionada por ano. Esta granularidade possibilitou a realização das leituras dos registros com significativa velocidade, mas com perda de desempenho no processo de gravação no banco de dados. Desta forma, as rotinas para aquisição de dados meteorológicos

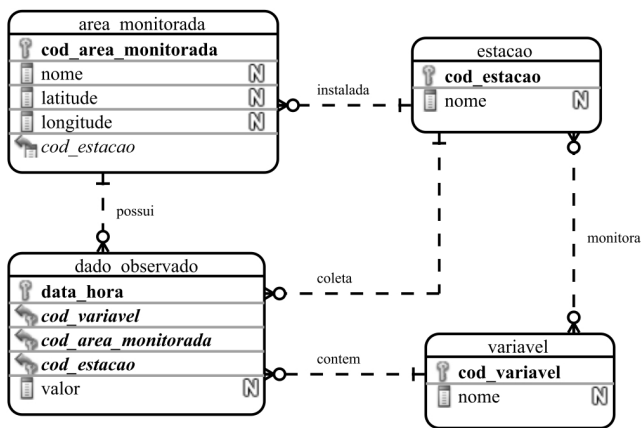


Figura 3. Diagrama entidade relacionamento da base de dados agrometeorológica.

lógicos e correção de dados meteorológicos foram direcionadas para leitura na tabela dado_observado e a gravação diretamente na partição do ano de cada variável meteorológica registrada.

Validação e correção de registros meteorológicos:

os principais motivos para a ausência de registros meteorológicos ou ocorrência de falhas de leituras observadas em estações automáticas estão relacionados aos problemas eletroeletrônicos, falta de calibração, falta de manutenção, qualidade da telemetria ou a intervenção de agentes externos (BABA, 2012). A correção das falhas ou preenchimento dos registros meteorológicos ausentes em cada série tem poral se faz necessária, pois tais inconsistências prejudicam o processo de simulação, alteram o erro da estimativa e prejudicam os processos de tomada de decisão.

Uma vez identificadas as inconsistências nos registros meteorológicos, vários são os relatos de métodos climatológicos estatísticos (VIRGENS FILHO et al., 2013) e geoestatísticos (BOTELHO et al., 2005; NOGUEIRA e AMARAL, 2009; SOUZA et al., 2011; VIOLA et al., 2010), além de métodos baseados em inteligência artificial para estimativa das falhas ou preenchimento dos registros ausentes (TSUKAHARA et al., 2010; VENTURA, 2012).

Apesar das diferentes formas de classificação dos registros meteorológicos, a maioria continua em fase de análise. Atualmente, a Fundação ABC possui uma rotina operacional proposta inicialmente por Baba (2012), Figura 4, posteriormente implementada em linguagem R (a programação vetORIZADA resultou em excelente desempenho, consumindo 5 minutos para corrigir aproximadamente 570.240 registros), com alteração e adição das regras de validação, implementação de outros interpoladores geoestatísticos e métodos estatísticos, resumidos em 8 regras principais:

i) Procedimento de alocação dos registros meteorológicos sobre a linha do tempo, composta por intervalos

de 0,25 hora. Os registros transmitidos fora deste padrão, por conta do monitoramento de eventos extremos, são integrados ao registro posterior;

ii) Comparação entre a faixa de leitura dos sensores utilizados pela rede de estações meteorológicas (Tabela 1) com os registros observados;

iii) Verificação dos limites máximos e mínimos teóricos de cada variável meteorológica;

iv) Validação lógica entre os registros mínimos, médios e máximos;

v) Verificação dos limites máximos e mínimos de oscilação de cada variável meteorológica dentro de um intervalo de 0,25 horas, através da análise individual de cada estação meteorológica;

vi) Estimativa dos registros ausentes e falhos dentro de um intervalo inferior a 1 hora através de modelos lineares simples ou múltiplos;

vii) Estimativa dos registros ausentes e falhos com intervalo superior a 1 hora através do método geoestatístico, composto pelo interpolador denominado inverso ponderado da distância (IDW). Este processo estima valores através dos registros observados nas 4 estações meteorológicas mais próximas, dentro de um raio de abrangência máximo.

viii) Reanálise da série temporal considerando também os registros estimados pelos métodos anteriores. Caso um determinado registro não obedeça as regras, o mesmo segue para a avaliação do meteorologista. O histórico de cada registro meteorológico é preservado. Após estas regras os registros ficam disponíveis no banco de dados para os próximos processamentos.

Linguagens de programação:

entre as diversas linguagens de programação utilizadas para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento ou gerenciamento agrometeorológico e agrônomo, integrados aos sistemas de informação geográfica, podemos destacar o uso de: i) PHP em sistemas legados, ii) R para análise de dados e processamento de modelos de simulação, iii) Java para o desenvolvimento de serviços web, iv) JavaScript para o desenvolvimento de aplicações web, v) Python para tratamento e processamento das informações espaciais, vi) Shell Script (Bash) para automação de processos sobre arquivos e vi)

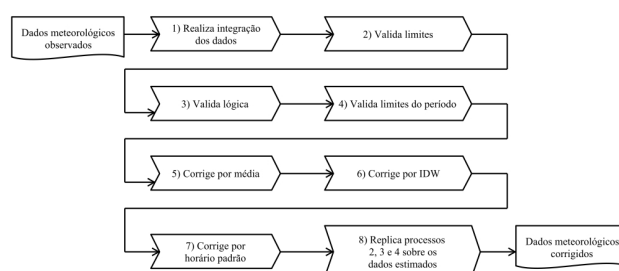


Figura 4. Diagrama de fluxo dos processos de validação e correção de dados meteorológicos.

Perl para extração de relatórios sobre arquivos de históricos diversos.

A linguagem *Python* foi utilizada para a manipulação e geração de mapas, devido a possibilidade de integração com a biblioteca GDAL (Geospatial Data Abstraction Library – Biblioteca de Abstração de Dados Geoespaciais), que trabalha com diversos formatos de arquivos *raster* e provê funções para a manipulação dos arquivos.

Para a simulação do crescimento de plantas, doenças, insetos praga, entre outros, foi adotada a linguagem R devido ao processamento sequencial e vetorizado, o tempo de execução satisfatório e a possibilidade de utilizar o módulo PL/R para rodar os scripts R dentro do PostgreSQL, de acordo com a arquitetura sugerida por Fernandes et al., (2011).

Sistemas de apoio à decisão: desde o início das atividades de pesquisa e extensão, a Fundação ABC desenvolve sistemas informatizados com foco nas Cooperativas ABC, seus assistentes técnicos e agricultores, com destaque para: o sistema de custo de produção (1988), sistema de custo de máquinas e operações agrícolas (1990), sistema integrado de adubação (1992), receituário agrônomo (1993), banco de dados agrônomo AgroBanco (1993), sistema de laudo e vistoria técnica (1994), sistema para avaliação de milho silagem (1995), sistema de legalização ambiental (1999), sistema de monitoramento agrometeorológico (2002), sistema de avaliação de risco climático com ênfase em doenças em plantas (TSUKAHARA et al., 2003), sistema de monitoramento de doenças e pragas (2005) e sistema AgroDetecta (2012).

Entre estes desenvolvimentos, apenas o sistema de monitoramento agrometeorológico do Grupo ABC (smaABC), descrito por Tsukahara et al., (2008) e Silva et al., (2014) está aberto ao usuário não associado. Durante o ano de 2014, foram registrados quase 240 mil acessos (66% de agricultores e 17% de assistentes técnicos), com 76 % de retorno dos visitantes e tempo médio de permanência no sistema de 2,5 minutos, sem contar os acessos via aplicativo smaABC para dispositivos móveis.

As 10 principais informações agrometeorológicas requeridas pelos associados e ordenadas de acordo com o planejamento das operações agrícolas no campo foram: climatologia (risco de eventos climáticos adversos), previsão climática (comparação de modelos de previsão da temperatura da superfície do mar na região do Niño 3.4), monitoramento (soma térmica, doenças em plantas, insetos-praga e armadilhas automáticas, registros meteorológicos em tempo real, imagens de satélite e radar meteorológico), previsão de tempo (meteogramas dos modelos regionais ETA 5km e 15km e os mapas do modelo BRAMS 5km).

Arquitetura conceitual do smaABC: segundo Bass (2003), a arquitetura de um sistema consiste na definição de seus componentes, as propriedades externamente visíveis destes elementos e o relacionamento entre os mesmos, enfatizando a separação dos interesses.

Seguindo este conceito, o sistema de monitoramento agrometeorológico do Grupo ABC foi desenvolvido em 5 módulos principais (Figura 5), sendo: i) o módulo de interface com o meio externo (MIME), responsável pela normatização das informações provenientes de diferentes fontes, escalas temporais e espaciais, ii) o sistema de gerenciamento do banco de dados, iii) agendador, dotado de rotinas de ativação e monitoramento de todos os processos de simulação, iv) módulo funcional (MF), composto pelos modelos matemáticos em linguagem R e v) módulo de resultados (MR), que proporciona o relacionamento entre os resultados dos modelos e a interação com o usuário da informação agrometeorológica (FARIA et al., 2009).

4. Informações agrometeorológicas operacionais

Com o objetivo de contribuir com as discussões sobre a informação agrometeorológica disponível operacionalmente no Brasil, a sua origem, os algoritmos utilizados e a forma de transferência deste conhecimento, faremos a argumentação apenas sobre alguns produtos oferecidos aos associados, suas principais diferenças com os demais serviços disponíveis e as oportunidades existentes para novos desenvolvimentos.

Os critérios adotados foram a importância da informação agrometeorológica na visão da Fundação ABC e o número de acessos dos agricultores e assistentes técnicos locais. As informações foram ordenadas de acordo com a execução das operações agrícolas no campo. Outras informações agrometeorológicas operacionais podem ser visualizadas no portal do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC.

Previsão climática: desde 2003 as informações sobre o estado atual e futuro das condições oceano-atmosféricas, em diferentes escalas espaciais e temporais são operacionalmente reunidas, organizadas e discutidas em intervalos de 30 dias, para posterior difusão junto aos agricultores, assistentes técnicos, cooperativas e para a própria pesquisa para fins de planejamento da próxima safra (destaque para a comparação dos modelos estatísticos e dinâmicos de previsão da temperatura da superfície do mar na região do Niño 3.4).

Juntamente com os constantes treinamentos, segue para todos os associados uma lista atualizada com os principais relatos de campo observados em safras com índice de oscilação sul positivo, negativo e neutro. Estes relatos incluem questões relacionadas ao período de semeado-

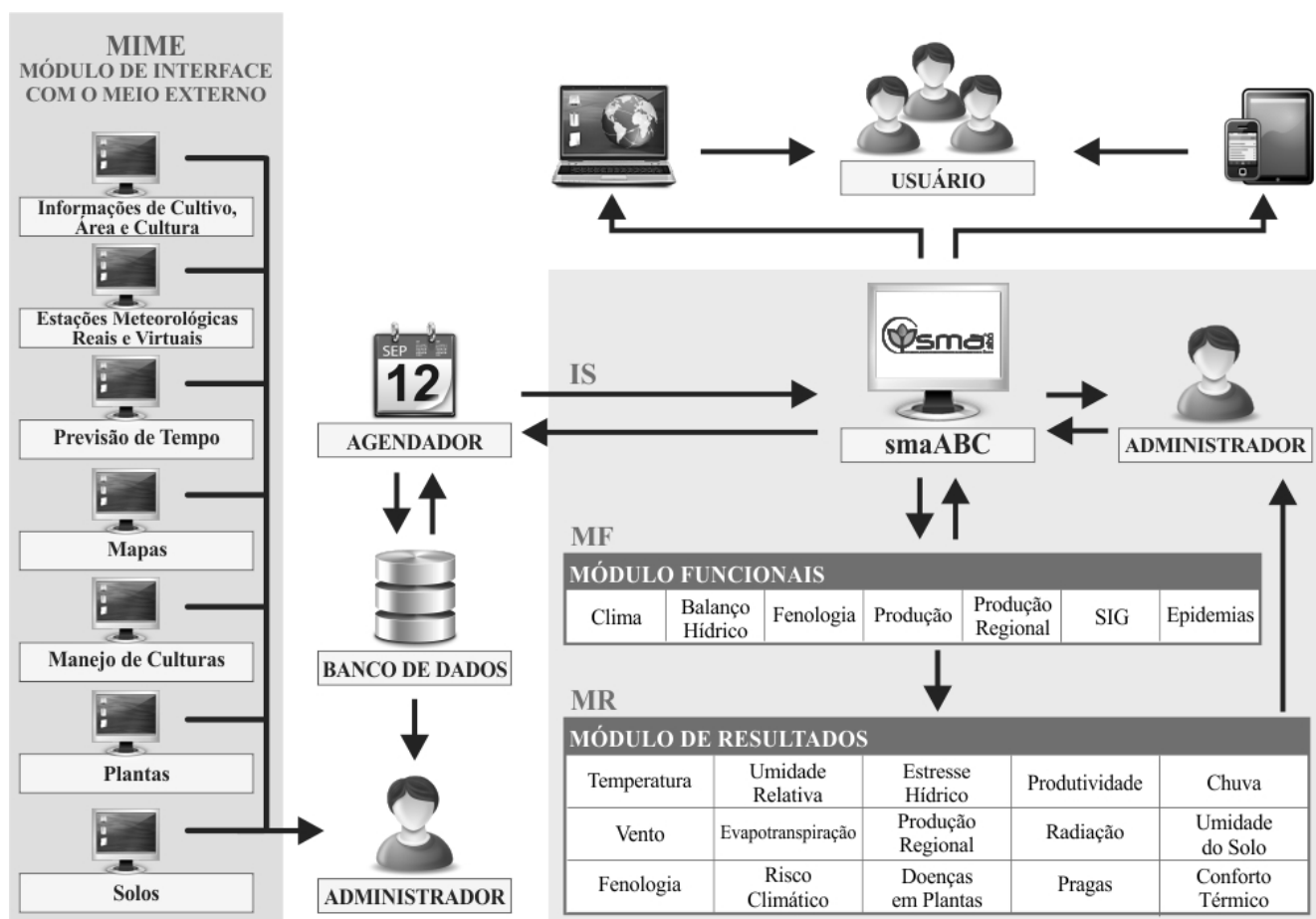


Figura 5. Arquitetura conceitual do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC.

ra, arranjo espacial de plantas, duração do ciclo de cultivo, resposta ao nitrogênio total aplicado, acamamento de plantas, ocorrência de doenças e pragas, disseminação e fluxo de plantas daninhas, uso da irrigação, produtividade dos cultivares, qualidade de grãos, entre outros, relatados pelos próprios agricultores e seus assistentes.

Uma oportunidade interessante esta relacionada à geração de cenários futuros com projeção semestral, baseados na semelhança do índice de oscilação sul dos últimos meses com os anos anteriores, ou através de modelos regionais de previsão do tempo descritos por Viera et al., (2009). Nestes casos, seria possível utilizar os registros meteorológicos para a simulação de modelos de fenologia, água no solo, doenças, pragas e produtividade (FIALHO; TSUKAHARA, 2011), auxiliando a tomada de decisão de cada nível da cadeia de produção agropecuária. As questões sobre as mudanças do clima também foram analisadas por Virgens Filho et al., (2011), mas com interesse apenas das Cooperativas ABC.

Quanto as fontes da informação relativa aos prognósticos climáticos, citamos o International Research for Climate Prediction (IRI), o European Center for Medium-Range Weather Forecasts (WRMF), o National Centers for Environmental Prediction (NCEP), o Centro de Previsão de

Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que fornece o prognóstico em escala mensal, com projeção para 3 meses, mas somente para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Risco de eventos climáticos adversos: a partir dos registros observados nas estações agroclimatológicas convencionais do Instituto Agronômico do Paraná, Caramori et al., (2003) foi desenvolvido um sistema para determinação das épocas de semeadura de trigo, baseado em informações fitotécnicas de alguns cultivares e no risco climático de excesso de chuva, geada, temperatura máxima, mínima e de veranicos para um local de interesse. Os resultados foram disponibilizados pela Fundação ABC aos seus associados, sendo esta uma das informações mais acessadas para fins de planejamento de semeadura.

Entretanto, existem oportunidades de melhoria relatadas pelos mesmos, como a possibilidade de: i) alterar a duração do ciclo vegetativo, reprodutivo e da maturação fisiológica de outros cultivares de trigo, ii) estimar a data de semeadura com menor risco climático de acordo com a definição do usuário sobre qual o principal evento adverso limitante para a produção e qual o limite máximo aceitável

pelo mesmo, iii) escolher um determinado ano pretérito para simular o risco médio final em função das diferentes épocas de semeadura, ou utilizar séries histórica menores e mais recentes em função dos extremos meteorológicos, iv) incluir o risco de doenças de espiga do trigo como um novo evento climático adverso a ser considerado para indicação da janela de semeadura.

Distribuição espacial de regiões homogêneas: considerando os registros pluviométricos de 29 localidades gerenciadas pela SUDERHSA e outras 3 estações agroclimatológicas do Instituto Agrônomo do Paraná, contidas dentro da região de abrangência das Cooperativas ABC, associadas as classes de solo predominantes, Gonçalves (2004) identificou a variabilidade regional e temporal do déficit hídrico durante a fase de maior sensibilidade hídrica da cultura do milho.

Apesar da característica não operacional, esta metodologia permitiu a divisão de toda a rede de experimentação da Fundação ABC (714 no ano agrícola 2014) em 3 macrorregiões climaticamente homogêneas, resultando na redução dos custos da pesquisa e na melhor representatividade regional de cada experimento de campo.

Dias trabalháveis: a partir de dados empíricos levantados pelo setor de Mecanização Agrícola, foram determinados os números de dias não trabalháveis para a operação agrícola de pulverização de agroquímicos ou aplicação de fertilizante em cobertura, em função do volume observado de precipitação, com atenção ao índice de resistência a penetração de diferentes tipos de solo. A partir da definição da condição “dia não trabalhável”, foram analisadas as séries históricas de precipitação, disponibilizadas pela antiga Superintendência do Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), para definição da quantidade de dias não trabalháveis dentro de cada decêndio.

Apesar de não estar classificada entre as 10 mais acessadas por produtores e assistentes técnicos, a Fundação ABC acredita que esta informação pode auxiliar o dimensionamento de máquinas agrícolas dentro de uma propriedade ou região, considerando a área cultivada, o rendimento de máquinas e o intervalo preferencial de semeadura. Posteriormente esta informação pode fazer parte da rotina diária de simulação, fornecendo ora a condição atual para determinada operação agrícola, ora a previsibilidade para os próximos dias. Outras abordagens técnicas podem auxiliar na melhoria destas estimativas, a partir da melhor definição dos parâmetros físico-hídricos do solo para as operações de semeadura e colheita.

Previsão do tempo: para fins de planejamento operacional para os próximos 14 dias, a Fundação ABC em parce-

ria com outras instituições como o INMET e o CPTEC/INPE disponibiliza diariamente, em caráter operacional, previsões do tempo na forma de meteogramas e mapas para toda a área de interesse das Cooperativas ABC, geradas a partir dos resultados das simulações numéricas providas pelos modelos regionais ETA, BRAMS e MRF, com resoluções espaciais de 5 km e 15 km, 5 km e 63 km, respectivamente.

Além de servirem como previsores de eventos meteorológicos como frentes frias, linhas de instabilidade, tempestades severas, veranicos e eventos de friagens, que influenciam diretamente as atividades no campo, os resultados dos modelos de previsão do tempo possuem aplicabilidades diversas na agricultura, desde que as suas limitações sejam corretamente informadas aos agricultores e assistentes técnicos. Operacionalmente desde 2008 a Fundação ABC aplica os resultados da previsão do tempo em diversos modelos agrometeorológicos (TSUKAHARA; MARQUARDT; GUIA, 2008).

Entretanto, o refinamento da condição atual para assimilação pelos modelos numéricos de previsão do tempo, através do uso de registros observados em estações meteorológicas locais, continua em fase de avaliação. Da mesma forma, a implementação das rotinas para a análise da consistência entre os registros observados na rede de estações meteorológicas e as previsões geradas para cada ponto de grade no servidor Meteoro ainda não foram finalizadas. Por outro lado, os relatos positivos provenientes de inúmeros agricultores e assistentes técnicos, assim como o grande número de visualizações da previsão do tempo através do sistema smaABC, demonstram um alto grau de satisfação sobre o uso de modelos numéricos para a tomada de decisão.

Adicionalmente, a FABC faz uso de informações provenientes de radares meteorológicos para fins de monitoramento em tempo quase-real das condições de tempo severo sobre a região do Grupo ABC, com o objetivo de auxiliar os agricultores sobre o planejamento em curtíssimo prazo da pulverização de fungicidas e principalmente de herbicidas. A título de informação, existem diversos agroquímicos cuja eficiência é proporcional a quantidade de horas sem chuva após a pulverização (no mínimo 2 horas).

Simulação do crescimento: entre os métodos existentes, o uso do conceito de graus-dia talvez seja o mais aplicado nas diferentes rotinas de simulação de crescimento de determinado microrganismo, inseto ou plantas, em função da disponibilidade das informações e da facilidade de cálculo. Através do reaproveitamento da rede de experimentação agrícola da Fitotecnia e suas observações de campo (emergência, estande, estádios fenológicos, maturação fisiológica, produtividade, qualidade, incidência e severidade de doenças em plantas, insetos-praga e plan-

tas daninhas), somadas as informações da rede de estações meteorológicas, foi possível estimar as temperaturas basais por diferentes métodos e as respectivas constantes térmicas para a região das Cooperativas ABC.

Com os dados experimentais das safras seguintes, avaliou-se o erro da estimativa no uso de modelos lineares para representar o crescimento de plantas cultivadas (VIRGENS FILHO et al., 1997, PRESTES et al., 2013, KOCHINSKI et al., 2015), determinar o ponto de silagem ou corte de espécies forrageiras, estimar o fluxo anual de esporulação de algumas doenças em plantas (NICOLINE; TSUKAHARA, 2009) e o pico populacional de insetos-praga (CIVIDANES; CARVALHO, 2000). Novos estudos estão em desenvolvimento com enfoque no fluxo de emergência e no período de controle de plantas daninhas por herbicidas em função da temperatura do solo ou da superfície, conforme relatos de Machado et al., 2014.

Os principais pontos de atenção estão relacionados à representatividade dos modelos de soma térmica frente a adversidades bióticas ou abióticas durante o ciclo de crescimento, a grande variabilidade genética dos cultivares, patógenos e pragas e logicamente a escassez de informações meteorológicas em escala local. Na questão do crescimento de plantas, a Fundação ABC implementou em caráter operacional os modelos para cultivares de soja (TOLEDO et al., 2010), mas as comparações com métodos lineares ainda não foram realizadas.

Dada as dificuldades encontradas para a representação matemática ou computacional dos ciclos de desenvolvimentos dos diferentes organismos de interesse da agrometeorologia, a Fundação ABC tem trabalhado com a simulação de estádios específicos de crescimento como: i) a duração do período de duplo anel e espiguetas terminal para fins de adubação nitrogenada ou uso de reguladores de crescimento em trigo, ii) a duração do período de extrusão e queda das anteras do trigo ou emissão de flores em cultivares de soja e feijão para fins de épocas de semeadura e risco de chuvas, para integração com os modelos de doenças em plantas, iii) o momento de maturação fisiológica dos cultivos em geral para cálculo das perdas por respiração.

Por fim, podemos citar ainda a grande demanda por informações relacionadas as perdas de produtividade em função da redução da área foliar causada por insetos-praga ou danos por geadas, ou mesmo em função das variáveis agrometeorológicas (ARAUJO et al., 2011).

Doenças em plantas: a saturação do vapor de água na atmosfera, a duração do período de molhamento foliar, a precipitação pluvial, a temperatura do ar e do solo assim como a sua amplitude, a radiação solar e a velocidade do vento são variáveis catalisadoras da ocorrência de uma grande quantidade de doenças em plantas, desde que

constatada a presença do inóculo e do hospedeiro.

Diante desta estreita relação entre patógeno e ambiente, Tsukahara (2004) analisou as informações fitopatológicas coletadas sistematicamente no tempo, relacionou com os resultados de alguns modelos epidemiológicos e obteve boas respostas a nível regional. Após esta iniciativa, uma grande quantidade de ensaios foram conduzidos nos campos experimentais e em áreas demonstrativas de agricultores associados ao longo dos últimos anos, juntamente com o setor de Fitopatologia e o Sistema de Informações de Doenças e Pragas, com o objetivo de entender e quantificar o potencial de dano e a dinâmica de alguns fitopatossistemas, para fins de modelagem e operacionalização de informações relativas aos principais fitopatossistemas.

Outras linhas de pesquisa foram desdobradas, com destaque para a epidemiologia em plantas (TSUKAHARA; HIKISHIMA; CANTERI, 2007), a aplicação dos modelos de risco em sistemas de informação geográfica (TSUKAHARA et al., 2003), o uso das redes neurais artificiais para a estimativa do molhamento foliar (MATHIAS, 2006), a interação entre o crescimento de plantas e doenças (FERNANDES et al., 2011), o foco em doenças esporádicas ou de difícil controle como a giberela (FERNANDES et al., 2012), a brusone do trigo (FERNANDES, 2010), o mofo-branco na soja e feijão (TSUKAHARA; PRESTES NETO; KOCHINSKI, 2014), a requeima da batata (TSUKAHARA et al., 2015a), a influência do ambiente sobre o período residual dos fungicidas, a implementação dos modelos em linguagem R (OLIVEIRA et al., 2013), além do monitoramento sistemático e regionalizado de esporos para envio de alertas fitossanitários para os associados via celular.

Entre as principais dificuldades enfrentadas podemos eleger: i) a resistência de alguns assistentes técnicos em função da elevada taxa de infecção de algumas doenças, ii) a facilidade do controle químico preventivo frente a operacionalidade dos pulverizadores, ao baixo custo do fungicida em relação ao valor das commodities agrícolas e ao nível de conforto do agricultor, iii) a variabilidade espacial da umidade relativa do ar, iv) a manutenção dos sensores de molhamento foliar, v) as estimativas do molhamento foliar, vi) a escala do monitoramento agrometeorológico regional frente as condições microclimáticas locais, vii) o acoplamento dos resultados dos modelos de previsão de tempo aos modelos epidemiológicos, viii) ao tempo de coleta e identificação dos esporos presentes nos coletores.

Insetos praga: o uso de inseticidas de amplo espectro tem causado grande desequilíbrio entre as espécies de insetos-praga e seus respectivos inimigos naturais, que quando somados a problemática da pressão de seleção sobre indivíduos da mesma espécie em função da utilização de ingredientes ativos semelhantes pulverizados de forma sequencial, resultam em perdas significativas da eficiência

dos inseticidas, dos eventos genéticos e suas proteínas e da produtividade de grãos e cereais.

Juntamente com o setor de Entomologia, 24 armadilhas automáticas compostas por 4 câmeras individuais de 2 MP de resolução, do tipo delta, iscadas com feromônios de atração para a *Helicoverpa* spp. e *Spodoptera frugiperda* foram instaladas na região de atuação das Cooperativas ABC em função das regiões climaticamente homogêneas, para quantificação do número de mariposas ao longo das safras. Com posterior identificação em laboratório, o número de mariposas fotografadas no piso-cola foram relacionadas com os registros meteorológicos para estimativa dos picos populacionais de *S. frugiperda*, conforme Tsukahara et al., (2015b).

Apesar deste produto estar operacional, ainda existem desafios como a identificação de mariposas em função do reconhecimento de imagens (MAYO; WATSON, 2007), a relação entre o pico de mariposas e o nível de dano no campo, a padronização das normas de instalação (altura, direção da abertura, distância do cultivo) e a modelagem da dinâmica das espécies pragas com os inimigos naturais ou parasitas, assim como a influência do ambiente sobre os mesmos.

Tecnologia de aplicação: entre as fontes de nitrogênio disponíveis para uso na agricultura, a uréia pode ser considerada a mais utilizada devido ao menor preço relativo por quilograma de nitrogênio perante as demais fontes. Entretanto, quando aplicada na superfície, a uréia sofre ação da urease presente no solo e na palhada, resultando no processo de volatilização ou perda de nitrogênio na forma de $N-NH_3$, podendo chegar até a $6,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de nitrogênio entre o 3º e 6º dias após a aplicação (PRESTES NETO et al., 2015).

Assim como a estimativa de dias trabalháveis no tempo pretérito ou futuro, a indicação de condições favoráveis ou desfavoráveis (umidade do ar e do solo, temperatura do ar e do solo, distribuição, intensidade e previsão da precipitação) para a aplicação de adubos aplicados a lanço tem sido uma das novas linhas de pesquisa da Agrometeorologia em parceria com o setor de Solos e Nutrição de Plantas.

Sobre o risco de deriva por agroquímicos, a Fundação ABC utiliza em seus campos experimentais o envio de mensagens curtas de texto para alertar seus operadores sobre as condições atmosféricas atuais para a pulverização, baseado em limites de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Os agricultores que possuem estações meteorológicas em suas propriedades também recebem estes alertas de deriva, mas sem o respeito efetivo em relação a esta informação, dado a existência de algumas tecnologias com a indução de ar, uso de adjuvantes, combinações de pontas e volumes de calda e principalmente

em função da pequena janela de pulverização nos meses mais chuvosos.

Conforto térmico: mesmo sendo a bacia leiteira mais produtiva do Brasil, poucos foram os estudos em ambiência animal na região das Cooperativas ABC. Parte desta problemática estava na própria afirmação dos pecuaristas de que as condições climáticas locais (Cfb) não apresentavam impedimentos na produção, frente aos volumes recordes de leite produzidos anualmente.

Entretanto, estudos realizados por Tsukahara et al. (2013) demonstraram que mesmo nas localidades com maior altitude, o índice de temperatura e umidade (ITU) igual ou acima de 72 no período de janeiro a fevereiro dos últimos 4 anos foi igual a 734 horas. Estes resultados justificaram a disponibilização operacional do ITU tanto para fins de monitoramento quanto para previsão, com o intuito de auxiliar o pecuarista na movimentação dos animais, ou para definir o uso de alguns condicionantes fisiológicos.

Por outro lado, o uso de diferentes estruturas e orientações prediais para o confinamento dos animais, a automação dos processos de resfriamento ou mesmo a resposta diferenciada de cada genética animal frente a determinada condição do ambiente, a representatividade desta metodologia proposta por Rosenberg (1983) ficou restrita a informar as condições regionalizadas, cabendo ao pecuarista comparar a efetividade deste modelo frente a produção leiteira. Outros estudos com ênfase nas mudanças do clima e a produção leiteira foram publicados por Klosowski et al. (2012) e Oliveira et al. (2012).

Sensoriamento remoto: é considerado uma das melhores tecnologias para coleta sistemática de dados ambientais para o levantamento e monitoramento da atividade agrícola, sendo realizado através da detecção e quantificação da energia eletromagnética emitida e ou refletida pelo alvo, sem que ocorra contato físico entre o mesmo e o coletor. Atualmente, essas informações podem ser obtidas através do uso de sensores portáteis, aeronaves não tripuladas ou até mesmo por meio de sensores orbitais, instalados em satélites ambientais, que conseguem monitorar extensas áreas num intervalo curto de tempo, com significativa qualidade e precisão, tendo em vista o grande número de satélites disponíveis somado ao avanço tecnológico.

Desde 2014, a FABC vem reunindo esforços para a extração de informações livres de nuvens e sombras de nuvens a respeito da biofísica da vegetação nas imagens do satélite Landsat 8 (LS8), cedidas pela United States Geological Survey, e do satélite MODIS com resolução temporal de 16 dias e 8 dias, respectivamente. Toda a parte de aquisição e pré processamento das imagens são realizadas internamen-

te, através de rotinas desenvolvidas em linguagem *Python* utilizando a biblioteca *GDAL* e *Shell Script*, sendo posteriormente gerados diferentes índices de vegetação, com a finalidade de realçar a relação destas informações com alguns parâmetros da vegetação ou cultivo.

Após a obtenção dos índices de vegetação, os mesmos são armazenados em banco de dados para posterior integração com o *AgroBanco* e consulta dos associados. As principais aplicações desenvolvidas se referem a: i) mapeamento da área plantada, ii) evolução de épocas de semeadura, iii) estimativa da emergência, máximo desenvolvimento vegetativo e maturação fisiológica, iv) monitoramento do vigor da cultura, v) estimativa da dose complementar de nitrogênio em cobertura, v) estimativa do rendimento agrícola, vi) detecção de áreas afetadas por geadas e veranicos, vii) determinação de unidades de manejo com base nas séries temporais dos índices de vegetação, viii) dessecação em taxa variada de espécies de cobertura do solo, ix) integração das imagens de alta resolução espacial por *VANT* ao sistema de informação geográfica, x) manejo da irrigação pelo balanço de energia (PAIVA et al., 2011).

Outros produtos operacionais com utilização de imagens de alta resolução temporal estão em fase de desenvolvimento. Entre as principais dificuldades encontradas, destaca-se o processo de *download*, armazenamento e processamento das imagens multiespectrais do *LS8* e *MODIS/TERRA*, bem como, a remoção dos pixels contaminados por nuvens e sombras de nuvens.

Irrigação: em função das características edafoclimáticas regionais, menos de 3% da área total cultivada pelos agricultores associados possui algum tipo de irrigação. Destes, a maioria optou por sistemas de irrigação por aspersão via pivô central ou deslocamento lateral para produção de sementes ou auto-propelidos para produção de batata. Para os produtores de frutíferas, o sistema de irrigação localizada por gotejamento foi a opção adotada. Entretanto, observa-se um grande interesse dos agricultores pelo método em sub-superfície.

Em função da grande variabilidade espacial dos solos, da dificuldade de montar alguns tipos de delineamento estatísticos dentro dos campos experimentais e da curiosidade dos agricultores pelo uso de sensores ou metodologias para automação da irrigação, a maioria dos estudos vem sendo realizados em áreas comerciais dos próprios agricultores, onde diferentes sensores são instalados, acompanhados durante a safra e finalmente avaliados segundo alguns critérios como o erro das estimativas, o custo dos equipamentos, a forma de instalação e sua mobilidade, a integração com os serviços de irrigação comercialmente existentes, assistência técnica pós venda, entre outros.

Alguns resultados destes estudos de campo foram descritos por Kochinski et al., (2012), onde na média de cinco

cultivos, o uso de sensores baseados na reflectometria no domínio da frequência resultou numa economia de 22,87 mm de água, com redução de duas lâminas de irrigação e acréscimo de 433 kg ha⁻¹ em produtividade (0,63 kg m⁻³) quando comparado ao manejo de um irrigante com grande vivência no manejo da irrigação.

Operacionalmente, são disponibilizadas informações sobre o potencial de água no solo observados na rede de estações meteorológicas, balanço hídrico e a previsão da evapotranspiração através do modelo regional *ETA*. Outras informações como a estimativa da evapotranspiração através do balanço de energia (PAIVA et al., 2011), manuais técnicos dos sensores e as avaliações sobre cada equipamento e fabricante também ficam disponibilizadas para os associados.

Componentes de produção e qualidade: o escalonamento da semeadura de verão pode ser considerada uma prática habitual entre os agricultores locais. Entretanto, a seleção pela precocidade nos programas de melhoramento genético associado ao uso intensivo da terra tem resultado no estrangulamento da janela de colheita, principalmente em anos sobre influência da fase positiva do *El Niño*.

Nestas condições de atraso na colheita e incidência de chuvas, as perdas de produtividade de soja podem chegar a 27% em 38 dias (TSUKAHARA et al., 2012), as perdas de milho em 14% em 21 dias (KOCHINSKI et al., 2011) e as perdas de trigo em 20% aos 41 dias de atraso. Nos demais experimentos de campo conduzidos entre 2009 e 2014, foram observadas perdas qualitativas significativas como o menor vigor e germinação das sementes de soja, a maior porcentagem de grãos ardidos e micotoxinas no milho (*zearalenona*) e o decréscimo do peso hectolitro e teor de alfa amilase no trigo.

Estas perdas foram relacionadas com algumas variáveis agrometeorológicas (dias após a maturação fisiológica, precipitação pluvial, graus dias acumulados e radiação solar) e suas tendências representadas por modelos lineares e não lineares. Diante de tal constatação, torna-se possível o uso de modelos agrometeorológicos para monitoramento e predição das condições ambientais desfavoráveis para a manutenção da produtividade ou qualidade de grãos e cereais, como ferramenta essencial para a logística de colheita dos agricultores e recepção das cooperativas.

Conservação da água, do solo e do ambiente: a erosão hídrica pode ser considerada a principal causadora das perdas de solo, do transporte de nutrientes e sedimentos. Entretanto, mesmo com os constantes avanços da instrumentação agro-hidro-meteorológica, das metodologias de pesquisa em parâmetros físico-hídricos do solo (KOCHINSKI et al., 2013), das medidas de superfície em alta resolução espaço-temporal, das tecnologias automa-

tizadas embarcadas em tratores e implementos agrícolas e da capacidade de processamento computacional, ainda observa-se a necessidade de integração deste conhecimento e sua aplicação em sistemas para dimensionamento dos projetos de irrigação, de terraceamento agrícola ou para mitigação de problemas ambientais como a contaminação por agroquímicos e nutrientes do solo.

A Fundação ABC tem direcionado esforços para a integração destas linhas de pesquisa, com certa dificuldade na definição de parcerias técnico-científicas. Fica assim registrada a oportunidade de atuação da Agrometeorologia neste contexto ambiental de monitoramento e previsão, que quando associados as pesquisas em eventos meteorológicos extremos, podem resultar em significativa contribuição científica para toda a cadeia agrícola de produção e a sociedade civil.

5. Considerações finais

Uma vez ilustradas as experiências da pesquisa privada na geração, adaptação, difusão e operacionalização do conhecimento agrometeorológico, com enfoque na assistência técnica e nos agricultores associados, a Fundação ABC realça a necessidade de:

- i) Caracterizar a agricultura local, regional e nacional, de forma a fazer com que a pesquisa pública compreenda a realidade do agricultor, suas limitações e oportunidades;
- ii) Integrar o conhecimento agrometeorológico com outras áreas da ciência (destaque para entomologia, plantas daninhas, fitopatologia, melhoramento genético, fitotecnia, conservação de solos, economia rural, forragens, nutrição animal, sensoriamento remoto, ecologia, hidrologia, planejamento, tecnologia da informação), com outros setores da economia (meio ambiente, floresta, energia) e entre instituições de ensino, pesquisa, extensão e prestadores de serviços;
- iii) Destacar os benefícios econômicos, técnicos e ambientais, independente da escala de produção, mas também evidenciar as principais limitações de cada tecnologia;
- iv) Treinar constantemente os gestores, os assistentes técnicos e os agricultores de acordo com a sua inserção no contexto econômico, ambiental e social, pois estes fatores impactarão sobre o comprometimento com as tecnologias propostas;
- v) Definir estratégias globais, regionais e locais adotadas para a difusão do conhecimento, assim como o monitoramento de alguns indicadores de uso destas tecnologias;
- vi) Imparcialidade e impessoalidade dos pesquisadores e idoneidade de suas respectivas instituições;
- vii) Integrar a pesquisa pública com cada componente da cadeia de produção;

viii) Priorizar as parcerias público-privadas para manutenção e operação das redes de estações meteorológicas e para estabelecimento de redes específicas de coleta de informações para os setores da agricultura, pecuária e floresta.

Uma vez atendidas todas estas necessidades, FREIRE (1996) ainda destaca que a transferência do conhecimento ou aplicabilidade de determinada tecnologia não depende exclusivamente da pesquisa ou pesquisador, assim como a aprendizagem não é algo apenas do agricultor, do assistente técnico ou do prestador de serviços, mas sim da complementação entre cada atividade desenvolvida dentro da cadeia de produção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação ABC pelo pioneirismo e visão institucional, aos agricultores associados às Cooperativas ABC pelas contribuições que resultaram em nosso crescimento profissional, aos assistentes técnicos das Cooperativas ABC pela confiança e credibilidade, ao Instituto Agrônomo do Paraná pelo apoio técnico, à FINEP pela cessão de recursos financeiros para o desenvolvimento de projetos institucionais e à Sociedade Brasileira de Agrometeorologia pelo convite e possibilidade de demonstrar um pouco do nosso trabalho.

Referências

- ARAUJO, M. A.; SOUZA, J. L. M.; TSUKAHARA, R. Y. Modelos agrometeorológicos na estimativa da produtividade da cultura da soja na região de Ponta Grossa, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum*. Agronomy (Online), v. 33, p. 23-31, 2011.
- ASAE. Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations. ASAE Standard EP505. *American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, MI., 2004.
- BABA, R. K. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. *Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) - Universidade Estadual de Ponta Grossa*, Ponta Grossa - PR, Dissertação de Mestrado. 89f., 2012.
- BASS, L.; PAUL, C.; KAZMAN, R. *Software Architecture in Practice*. Addison-Wesley Professional, 2.ed., 2003.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. Mapa de solos Estado do Paraná: legenda atualizada. *Embrapa Solos*: Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Colombo, PR, 74 p. 1 mapa escala 1: 600.000; formato A0. Mapa de Solos do Estado do Paraná, escala 1:600.000. Edição atualizada de acordo com o Sistema de Classificação de Solos, 2.ed, 2008.
- BOGNOLA, I. A.; POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P. ; FASOLO, P. J. ; BHERING, S. B. ; MARTORANO, L. G. Caracterização dos Solos do Município de Carambéi, PR. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Solos)*, v. 8, p. 1-74, 2002.
- BOTELHO, M. F.; SILVA, C. R.; SCHOENINGER, E. R.; CENTENO, J. A. S. Comparação dos resultados de interpoladores “Vizinho mais próximo” e “Inverso de uma distância” no cálculo de volume a partir de dados do laser scanner. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, 16-21. Abr, 2005.

- CABRI, G.; LEONARDI, L. e ZAMBNELLI, F. "Mobile-Agent Coordination Models for Internet Applications". **IEEE Computer**, v.33, n.2, p. 939, 2000.
- CARAMORI, P.H. Diagnóstico da agrometeorologia operacional no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Brasil, v. 10, n. 2, p. 363-371, 2002.
- CARAMORI, P. H.; GONCALVES, S. L.; PUGSLEY, L.; FARIA, R. T. Sistema de Redução de Riscos Climáticos para a Cultura de Trigo. In: **XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2003, Santa Maria**. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2003.
- CARVALHO, A. P.; FASOLO, P. J.; BOGNOLA, I. A.; POTTER, R. O.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G. Caracterização dos Solos do Município de Tibagi, PR. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Solos)**, v. 14, p. 1-81, 2002.
- CIVIDANES, F. J.; CARVALHO, D. R. Uso de Graus-dia para a Previsão de Ocorrência de Ninfas e Adultos de *Piezodorus guildinii* (West.) (Heteroptera: Pentatomidae) em Soja. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 29, n. 2, p.269-275, 2000.
- FABC, Fundação ABC Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário - **Relatório Anual, 2014**. Castro, 2014. 120 p. Disponível em: <http://www.fundacaoabc.org.br/docs/relatorio_anual/2014.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2015.
- FARIA, R. T.; TSUKAHARA, R. Y.; SILVA, F. F. SMA, An agrometeorological system for crop monitoring. In: **Joint International Agricultural Conference**, 2009, Wageningen. Book of abstracts. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.152-152, 2009.
- FERNANDES, J. M. C. An Overview of Wheat Blast in South America. In: **First International Workshop on Wheat Blast: A Potential Global Threat to Wheat Production**, 2010, Passo Fundo. Proceedings of the First International Workshop on Wheat Blast: A Potential Global Threat to Wheat Production. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010.
- FERNANDES, J. M. C.; LAZZARETTI, A.; PAVAN, W.; TSUKAHARA, R. Y. Information architecture for crop growth simulation model applications. In: **International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment**, Skiathos. Proceedings, v. 1. p.251-258, 2011.
- FERNANDES, J. M. C.; LAZZARETTI, A.; PAVAN, W.; TSUKAHARA, R. Y.; CUNHA, G. R. da; PASINATO, A.; DEL PONTE, E.; SPOLTI, P.; RADIN, B.; MATZENAUER, R.; PANDOLFO, C.; FARIA, R. T. de; CARAMORI, P. H. Assessing impact of climate variability/change on yield and Fusarium head blight of wheat in Brazil. In: **4th International Symposium on Fusarium Head Blight**, Nanjing. Proceedings of the 4th International, 2012.
- FIALHO, W. M.; TSUKAHARA, R. Y. Relação entre a precipitação e o índice de oscilação sul (IOS) com a produtividade de soja em Ponta Grossa - PR. In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari** - ES. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: **Paz e Terra**, 25. ed., 1996.
- GONÇALVES, S. L. Riscos de deficiência hídrica e épocas de semeadura de milho (*Zea Mays* L.) na região dos Campos Gerais do Paraná. Maringá, 87 p. **Tese (Doutorado em Agronomia - UEM - Universidade Estadual de Maringá)**, 2004.
- FILHO, J. S. V.; LEITE, M. L.; RODRIGUES, J. D. Estudo preliminar de uma metodologia baseada no conceito de graus-dia, para previsão das fases fenológicas de culturas agrícolas. **Phyton**, p. 101-108, 1997.
- KOCHINSKI, E. G.; TSUKAHARA, R. Y.; FIALHO, W. M. Efeito do atraso na colheita sobre os componentes de produção de milho. In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari** ES. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011.
- KOCHINSKI, E. G.; TSUKAHARA, R. Y.; PRESTES NETO, J. Manejo da irrigação na cultura do trigo através de sensor dielétrico de potencial de água no solo. In: **X Congresso Latino-americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012**, Londrina. Anais. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2012.
- KOCHINSKI, E. G.; TSUKAHARA, R. Y.; PRESTES NETO, J.; SCHIEBELBEIN, L. M.; OLIVEIRA, A. N. Propriedades físico-hídricas e disponibilidades de água para as plantas, em diferentes métodos de preparo do solo. In: **XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Belém-PA. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2013.
- KOCHINSKI, E. G.; TSUKAHARA, R. Y.; PRESTES NETO, J.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA JUNIOR, J. I.; RODRIGUES, O. Identificação da maturação fisiológica do trigo baseado na soma térmica. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 19., 2015, Lavras, MG. Anais. Lavras: Sbagro, 2015.
- MACHADO, E.C.R. et al. Initial growth and development of southern sandbur based on thermal units. **Planta daninha** [online], vol.32, n.2, p. 335-343. ISSN 0100-8358., 2014.
- MATHIAS, I. M. Aplicação de Redes Neurais Artificiais na Análise de Dados de Molhamento Foliar por Orvalho. Botucatu: UNESP. **Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrômicas/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"**, 2006.
- MAYO, M.; WATSON, A. T. Automatic species identification of live moths. **Knowledge-Based Systems**, v. 20, n. 2, p. 195-202, 2007.
- NICOLINI, F.; TSUKAHARA, R. Y. Critérios baseados em sistemas de aviso: Modelo baseado em unidades de calor. In: **Erlei de Melo Reis. (Org.) Critérios indicadores do momento para aplicação de fungicidas visando ao controle de doenças em soja e trigo**. 1ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, v. 1, p. 1147., 2009.
- NOGUEIRA, J. D. L.; AMARAL, R. F. Comparação entre os métodos de interpolação (Krigagem e Topo to Raster) na elaboração da batimetria na área da folha Touros - RN. **Anais XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p.4117-4123, 2009.
- OLIVEIRA, T. M. M.; KLOSOWSKI, E. S.; BUSNELLO, A.; TSUTSUMI, C. Y.; CARAMORI, P. H.; VIRGENS FILHO, J. S. da; TSUKAHARA, R. Y.; SANGALI, C. P. Impacto das mudanças climáticas globais sobre o declínio da produção de leite no município de Cascavel-PR. In: **XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 2012, Cuiabá - MT. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2012. v. 1. p. 31.
- OLIVEIRA, J. I.; ROSA, M. B.; TSUKAHARA, R. Y.; PETROF, A.; BUENO, G.; MAINARDES, S. G.; OLIVEIRA, A. N.; BOITO, B. L. L. Integração da linguagem R em Sistemas de Monitoramento Agrometeorológico visando a simulação. In: **IX Congresso Brasileiro de AgroInformática**, 2013, Cuiabá - MT. Anais do IX Congresso Brasileiro de AgroInformática, 2013.
- PAIVA, C. M.; TSUKAHARA, R. Y.; FRANCA, G. B.; NICACIO, R. M. Estimativa da evapotranspiração via sensoriamento remoto para fins de manejo de irrigação. In: **XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2011, Curitiba - PR. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.
- POTTER, R. O.; CARVALHO, A. P.; FASOLO, P. J.; BOGNOLA, I. A.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G. Caracterização dos Solos do Município de Pirai do Sul, PR. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Solos)**, v. 12, p. 1-58, 2002.
- PRESTES NETO, J.; TSUKAHARA, R. Y.; KOCHINSKI, E. G.; OLIVEIRA, A. N. Caracterização da temperatura basal inferior do milho para a região dos campos gerais no Paraná e sul de São Paulo. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 18., 2013, Belém, PA. Anais. Belém: Sbagro, 2013.
- PRESTES NETO, J.; TSUKAHARA, R. Y.; KOCHINSKI, E. G.; BARTH, G.; SUYAMA, J. T. Efeito da umidade do solo e do intervalo entre a aplicação da ureia e precipitação sobre a volatilização do nitrogênio e a produtividade do trigo. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 19., 2015, Lavras, MG. Anais. Lavras: Sbagro, 2015.
- PROENÇA, C. A. AgroBanco - Banco de dados agrônomo das Cooperativas ABC. In: **IV Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e a Agroindústria**, Porto Seguro. Anais do IV Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e a Agroindústria, 2003.
- ROSENBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. Microclimate - The biological environment. New York: **John Wiley & Sons, Inc.**, 495p., 1983.
- SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Estado do Paraná - Departamento de Economia Rural. **Caracterização da bovinocultura de leite no Estado do Paraná, 2010**. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cultura3.pdf>>. Acesso em: 21 mai., 2015.

SIVAKUMAR, M. V. K. Dissemination and communication of agrometeorological information - global perspectives. **Meteorological Applications**, Geneva, Switzerland, v. 13, s.1, p. 21-30. Dec 2006.

SILVA et al., Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC – smaABC, **Congresso Brasileiro de Agro Informática**, nº 48, Cuiabá, MT, 2014.

SOUZA, J. L. L.; GOMES T. S.; DIAS, R. S.; OLIVEIRA, G. M. A.; SANTOS, R. L. Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão/ Bahia. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba-PR, Brasil, 2011.

STIGTER, K. Coping with climate risk in agricultural needs farmer oriented research and extension policies. **Scientia Agricola**, Brasil, v. 65, p. 108-115. 2008.

VERAS, M. Virtualização: componente central do Datacenter. Rio de Janeiro: **Brasport**,. 364p. ISBN 978-85-7452-467-2, 2011.

TOLEDO, N. T.; MULLER, A. G.; BERTO, J. L.; MALLMANN, C. E. S. Ajuste do modelo fototérmico de estimativa do desenvolvimento e do índice de área foliar de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 288-295, 2010.

TSUKAHARA, R. Y.; CANTERI, M. G.; CARAMORI, P. H.; CLEMENTE, M. A. Monitoramento Agrometeorológico para avaliação da infecção e desenvolvimento de doenças fitopatológicas nos Campos Gerais do Paraná através do programa Arc Epidemic. In: **XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 2003, Santa Maria. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, v. 1. p. 641642, 2003.

TSUKAHARA, R. Y. Sistema de suporte à tomada de decisão para o manejo fitossanitário nos Campos Gerais do Paraná, 2004. **Dissertação. 113p. (Mestrado em Agronomia)**, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

TSUKAHARA, R. Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, GIOVANETTI, M. Relações entre o clima e o progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas microrregiões do Estado do Paraná. **Semina**, v. 29, p. 47/152, 2007.

TSUKAHARA, R.; DA GUIA; C. V. F.; KOCHINSKI, E. G.; MARQUARDT, F. A. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico do Grupo ABC – smaABC, **Circular Técnica**, nº 48, Castro, Paraná, Fev., 2008(a).

TSUKAHARA, R. Y.; MARQUARDT, F.; GUIA, C. V. F. Utilização de dados observacionais e de previsão de tempo (Modelo ETA40) para o monitoramento e previsão de doenças foliares na cultura da soja. In: XV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2008, São Paulo. **ANAIS XV Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2008(b).

TSUKAHARA, R.; JENSEN, T.; CARAMORI, P. H. Utilização de Redes Neurais Artificiais para Preenchimento de Falhas em Séries Horárias de Dados Meteorológicos. **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Belém, PA, 2010.

TSUKAHARA, R. Y.; KOCHINSKI, E. G.; PRESTES NETO, J. Efeito do momento de colheita sobre os componentes de produção e qualidade da soja. In: **X Congresso Latino-americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012**, Londrina. Anais. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2012.

TSUKAHARA, R. Y.; OLIVEIRA, A. N.; PRESTES NETO, J.; KOCHINSKI, E. G. Aplicação do índice de temperatura e umidade na bacia leiteira dos campos gerais do Paraná e sul de São Paulo. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 18., 2013, Belém, PA. Anais. Belém: Sbagro, 2013.

TSUKAHARA, R. Y.; PRESTES NETO, J.; KOCHINSKI, E. G. Manejo integrado de mofo branco: estudo observacional e resultados preliminares. In: **47º Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, 2014, Londrina PR. Anais do 47º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2014.

TSUKAHARA, R. Y.; KOCHINSKI, E. G.; PRESTES NETO, J.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA JUNIOR, J. I.; CARNEIRO, A. S. Modelo Prophy para controle da *Phytophthora infestans* na batata. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 19., 2015, Lavras, MG. Anais. Lavras: Sbagro, 2015(a).

TSUKAHARA, R. Y.; PRESTES NETO, J.; KOCHINSKI, E. G.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA JUNIOR, J. I.; RUTHES, E.; GALLO, P.; MICHELI, A. Estimativa do pico populacional de mariposas de *Spodoptera frugiperda* coletadas em armadilhas automáticas através de variáveis agrometeorológicas. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 19, 2015, Lavras, MG. Anais. Lavras: Sbagro, 2015(b).

USGS, **USGS Global Visualization Viewer-Landsat 8**, 2015. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php> Acesso em: 20 mai. 2015.

VENTURA, T. M. Preenchimento de falhas de dados micrometeorológicos utilizando técnicas de inteligência artificial. **Dissertação (Dissertação em Física Ambiental) - UFMT**, 2012.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; NETO, D. D.; CHOU, S. C.; MARTIN, T. N. Previsões meteorológicas do Modelo Eta para subsidiar o uso de modelos de previsão agrícola no Centro-Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.2, p.412-420., 2009.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M.; ÁVILA, L. F. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, p.970-978, 2010.

VIRGENS FILHO, J. S. V.; FELIX, R. P.; LEITE, M. L.; TSUKAHARA, R. Y. PGECLIMA_R: Gerador estocástico para simulação de cenários climáticos brasileiros. I Desenvolvimento do Gerenciador do Banco de Dados Climáticos. In: **XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 2011, Vitória-ES. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, v. 1, 2011.

VIRGENS FILHO, J. S.; OLIVEIRA, R. B.; LEITE, M. L.; TSUKAHARA, R. Y. Desempenho dos modelos CLIGEN, LARS-WG e PGECLIMA_R na simulação de series diárias de temperatura máxima do ar para localidades do estado do Paraná. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 538-547, 2013.

WALTRICK, P. C. Erosividade de chuvas no Paraná: atualização, influência do “el niño” e “la niña. e estimativa para cenários climáticos futuros. **Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba**, 2010.

WMO, World Meteorological Organization. **Guide to the global observing system**. n. 488, Genebra, Suíça. 2010. 188 p. Disponível em: <https://googledrive.com/host/0BwdvoC9AeWjURlFWdC1qSzRNdkE/wmo_488-2013_es.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2015.

REFERENCIAÇÃO

TSUKAHARA, R. Y.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. I.; KOCHINSKI, E. G.; PRESTES NETO, J.; CARNEIRO, A. S.; FISCHER, P. H.; ROSA, M. B.; ROSA, G.B.; SILVA, A. P.; MAINARDES, S. G.; SANTOS, A. C. Pesquisa e divulgação técnica de informações agrometeorológicas aos associados das Cooperativas ABC. **Agrometeoros**, PassoFundo, v.24, n.1, p.71-85, 2016.

Research and technical dissemination of agrometeorological information to associates ABC cooperatives

Rodrigo Yoiti Tsukahara^{(1) (*)}, Antônio do Nascimento Oliveira⁽¹⁾, Juscelino Izidoro de Oliveira Júnior⁽¹⁾, Edson Giovanni Kochinski⁽¹⁾, José Prestes Neto⁽¹⁾, Abraão da Silva Carneiro⁽¹⁾, Paulo Henrique Fischer⁽¹⁾, Murilo Biassio Rosa⁽¹⁾, Gustavo Bueno da Rosa⁽¹⁾, Alex Petrof da Silva⁽¹⁾, Silvana Gomes Mainardes⁽¹⁾, Aline Copacheski Santos⁽¹⁾

⁽¹⁾Fundação ABC - Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário, Agrometeorologia, Rodovia PR 151, km 288, Caixa Postal 1003, CEP 84.165-97 Castro, PR, Brazil.

^(*)Corresponding author: rodrigo@fundacaoabc.org.br

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 June 2015

Accepted 17 August 2015

Index terms:

agrometeorological services, dissemination of knowledge, rural extension.

ABSTRACT

This article is a compilation of the activities of the ABC Foundation in the agrometeorology, since the mechanism adopted for the formulation and verification of hypotheses, even the form of disclosure. The organizational level between research, cooperatives and rural extension should be considered. The choose of agrometeorological information was based on the demands of the technical assistants and farmers, where they emphasized the challenges and opportunities. On a local scale, stands out positively increased investments for research in agrometeorology, expanding the network of automatic weather stations and the hiring of specialized human resources. The agrometeorological information is inserted in all decision-making processes, mainly due to the good performance of agrometeorological models (plant growth, diseases, pests and weeds), coupled to numerical weather prediction models. We also highlight the information by remote sensing on the basis of several practical applicability. The spread of information over the Internet and application proved to be efficient. On a larger scale, we highlight as negatives the disorganization of the private sector to support projects of interest, lack of awareness and knowledge of the technical assistants and the lack of perception of agricultural reality by the public research.

© 2016 SBAGro. All rights reserved.

CITATION

TSUKAHARA, R. Y.; OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. I.; KOCHINSKI, E. G.; PRESTES NETO, J.; CARNEIRO, A. S.; FISCHER, P. H.; ROSA, M. B.; ROSA, G.B.; SILVA, A. P.; MAINARDES, S. G.; SANTOS, A. C. Pesquisa e divulgação técnica de informações agrometeorológicas aos associados das Cooperativas ABC. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.24, n.1, p.71-85, 2016.