

# Inovação tecnológica em Agricultura de Precisão

Alberto C. de Campos Bernardi<sup>1,3\*</sup>, Edilson Pepino Fragalle<sup>2</sup>,  
Ricardo Y. Inamasu<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Pecuária Sudeste, CP 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil

<sup>2</sup> Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, Brasil

<sup>3</sup> Bolsista do CNPq

\*e-mail: [alberto@cnpse.embrapa.br](mailto:alberto@cnpse.embrapa.br)

**Resumo:** A Agricultura de Precisão é um sistema de manejo integrado de informações e tecnologias fundamentado nos conceitos de que as variabilidades espaciais e temporais influenciam nos rendimentos dos cultivos. As tecnologias de AP têm por objetivo detectar, monitorar e manejar a variabilidade espacial e temporal dos sistemas de produção agropecuários buscando a otimização desses sistemas. No entanto, a adoção da Agricultura de Precisão está ocorrendo nos diversos setores do agronegócio brasileiro em um ritmo inferior ao previsto inicialmente. O objetivo deste projeto componente da Rede Agricultura de Precisão da Embrapa é sistematizar e potencializar o processo de inovação da rede Agricultura de Precisão. Estão sendo estabelecidas as metodologias de avaliação dos impactos e da estimativa da tendência de adoção e um índice de adoção de AP. Haverá a capacitação e transferência de tecnologias e conhecimentos para técnicos e produtores. A equipe do projeto receberá treinamento em conceitos, ferramentas e tecnologias de AP, e para o tratamento geoestatístico dos dados levantados e SIG. Os aspectos relacionados à propriedade intelectual serão observados ao longo de todas as atividades do projeto, bem como das às atividades de avaliação do potencial de inovação das tecnologias. As ações do projeto prevêm ainda a criação de um campo permanente para o fomento e a facilitação de um diálogo entre os setores do agronegócio: privado, público e terceiro setor. Os resultados do projeto deverão impulsionar a difusão da AP nas cadeias produtivas envolvidas e no agronegócio como um todo.

**Palavras-chave:** transferência de tecnologia, proteção intelectual, adoção, impactos, capacitação.

## *Technological innovation in precision agriculture*

**Abstract:** Precision agriculture is an integrated management system of information and technology based on concepts that spatial and temporal variability influence crop yields. PA technologies aim to detect, monitor and manage the spatial and temporal variability of agricultural production systems seeking to optimize these systems. However, the adoption PA precision agriculture is occurring slower than originally planned in many sectors of Brazilian agribusiness. The goal of this component project of the Embrapa's Research Network in Precision Agriculture is to systematize and strengthen the innovation process of Precision Agriculture network. Methodologies for evaluating the impact and estimate the AP adoption trend and rate are being established. Training curses and technologies transfer of knowledge for technicians and producers are being organized. Project staff will be trained in PA concepts, tools and technologies, as geostatistical treatment of data collected and GIS. All aspects related to intellectual property are observed throughout all the project activities, as well as evaluation of the activities of the innovation potential of the technologies. The actions of the project include the creation of a permanent field for the promotion and facilitation of a dialogue between the agribusiness, private, public and third sector. The expected results of project are the dissemination of the AP technologies and thus boost the supply chains involved and agribusiness as a whole.

**Keywords:** technological transfer, intellectual property protection, adoption, impacts, training.



## 1. Introdução

As tecnologias geradas pela Embrapa, prioritariamente, procuram reduzir custos, aumentar a produção ou agregar valor aos produtos. As tecnologias geradas pelo uso da Agricultura de Precisão (AP) têm por objetivo detectar, monitorar e manejar a variabilidade espacial e temporal dos sistemas de produção agropecuários buscando a otimização desses sistemas. Dessa forma também podem contribuir para racionalizar a produção agropecuária e florestal, reduzindo as perdas e o impacto ambiental, aumentando a renda dos produtores rurais, e contribuindo ainda com os sistemas de rastreamento.

No entanto, a adoção da AP está ocorrendo nos diversos setores do agronegócio brasileiro em um ritmo inferior ao previsto inicialmente. Para melhorar a taxa de adoção existe ainda a necessidade de melhorar e de refinar as relações básicas das respostas das culturas aos insumos; desenvolver sistemas de suporte à decisão; identificar e quantificar as causas das variabilidades espaço-temporais; melhorar o conhecimento da variação temporal; desenvolver metodologia para a pesquisa na propriedade agrícola como um todo e para avaliar a qualidade dos produtos; estabelecer de modelos práticos para manejo utilizando AP; desenvolver sensores para detecção em tempo real; avaliar o impacto da AP para os produtores, o agronegócio, o meio ambiente e para o setor governamental.

Há de se considerar que no cenário mundial contemporâneo a ciência, a tecnologia e a inovação são instrumentos fundamentais para o desenvolvimento, o crescimento econômico e a geração de emprego e renda. O crescimento da economia mundial também leva a um forte aumento da concorrência e a necessidade de se intensificar a geração e adoção de tecnologias.

Os avanços tecnológicos e a competição internacional implicam que, sem investimentos em CT&I um país dificilmente alcançará o desenvolvimento que não dependa da exploração de recursos naturais ou humanos. Com intuito de acelerar o desenvolvimento das atividades de inovação pode-se fazer uso de diversos instrumentos de política tecnológica como o

incentivo fiscal às atividades inovativas e o incentivo financeiro. Para isso os formuladores de políticas públicas devem ser subsídios e estar cientes dos benefícios das novas tecnologias da AP ao desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Entre os vários fatores que podem facilitar o papel da pesquisa na formulação de políticas estão: o timing, o reconhecimento do pesquisador ou grupo de pesquisa, o envolvimento dos pesquisadores em fóruns de formulação de políticas, comunicação, percepção e utilidade, bom relacionamento entre pesquisa e formuladores de políticas, viabilidade e legitimidade política.

Observa-se ainda no País, que a pesquisa em AP está em diferentes estágios de execução. As ações para automação de processos, desenvolvimento de sistemas de rastreamento e de tomada de decisão são áreas novas, com conhecimento técnico e infraestrutura em desenvolvimento. Assim, estas linhas deverão ser estimuladas para que efetivamente haja inovação e possam gerar benefícios à sociedade. Por outro lado o desenvolvimento, adaptação e uso de sensores está em franco desenvolvimento. No entanto, tem-se verificado que os técnicos estão utilizando algumas ferramentas para a AP disponíveis no mercado como programas de computador, sensores diversos, amostradores de solo e sensores de colheita, e gerando mapas de atributos do solo e de colheita, muitas vezes desconsiderando a dependência espacial dos atributos analisados para estimar valores em locais não-amostrados, e também sem a devida integração destas informações. A razão para tal fato é que estes profissionais são usuários das ferramentas, porém faltando, na maioria das vezes, os conhecimentos necessários sobre o processo. Por isso, ainda é preciso investir no desenvolvimento do conhecimento, para melhor entender as complexas interações entre múltiplos fatores que afetam o desenvolvimento dos cultivos e o processo de decisão dos produtores. A popularização da AP requer maior envolvimento da pesquisa pública, quer pela sua natureza estratégica, quer pelo processo que orienta a tomada de decisões dos produtores e provedores de serviços.

O objetivo deste projeto componente é sistematizar e potencializar o processo de inovação da Rede AP da Embrapa.

## 2. Material e métodos

A estratégia de comunicação da Rede AP tem sido baseada em várias ações como: elaboração de material de divulgação (portfólio e folderes), matérias na mídia, homepage, cursos e reuniões técnicas. Estas ações têm como foco viabilizar a difusão de conhecimentos e tecnologias de AP, gerados ou não pelo projeto, para o público interno e externo do projeto. O portal da Rede AP tem também a função de apoiar a gestão do projeto no acompanhamento das atividades que estão sendo realizadas e no compartilhamento de informações.

O treinamento em AP está sendo conduzido para ampliar a conscientização da importância da AP para a sustentabilidade da produção. Isso ocorreu inicialmente entre a equipe do projeto e agora serão intensificadas para o público externo em geral. A editoração de publicações, organização de palestras, cursos e dias de campo está sendo utilizada para divulgar as tecnologias de AP. Como as atividades de pesquisa estão ocorrendo em várias áreas de parceiros do setor privado, isso tem permitido o desenvolvimento de conhecimento técnico-científico concomitantemente com sua transferência.

A avaliação do impacto econômico de tecnologias será realizada considerando a agregação de valor aos produtos, o aumento de produtividade, a redução de custos de produção e a ocupação de áreas (ÁVILA, 2001). Serão também realizadas análises de impactos ambientais e sociais destas tecnologias pelos sistemas Ambitec Agro e Ambitec Social (RODRIGUES et al., 2001, 2005) para sistemas de culturas anuais (irrigadas e de sequeiro) e perenes. Estas avaliações qualitativas e quantitativas permitem indicar, além do ganho tecnológico, também os benefícios para a geração de empregos, a educação, a conservação ambiental e geração de recursos ou redução de custos de produção. Serão também conduzidas análise baseada na metodologia proposta por McBratney et al.

(2005) que propõe o cálculo do benefício social do empreendimento agrícola, que considera em sua fórmula o lucro líquido e os impactos ambientais da tecnologia de AP. Posteriormente estas metodologias serão comparadas. Pretende-se comparar a situação usual com uma outra com adoção de tecnologia AP destacando os problemas num contexto de desenvolvimento sustentável, com análises *ex-ante* e *ex-post*. Serão feitas ainda comparações quanto às tendências de adoção entre os diferentes usuários, preferências por fontes de informação, equipamentos e programas computacionais.

Os dados coletados com cujas coordenadas geográficas conhecidas estão sendo armazenados em banco de dados e formato padronizados, que possibilitarão a aplicação de técnicas de análises geoestatísticas para detectar a existência da variabilidade e distribuição espacial das medidas estudadas (VIEIRA et al., 2002).

Os direitos de propriedade intelectual das tecnologias geradas na Rede AP serão garantidos e monitorados ao longo da realização das atividades. Existe iniciativa de para celebração do “Termo de Acordo de Direitos Compartilhados”, que estabelecerá os direitos e deveres das partes sobre a propriedade intelectual dos resultados das pesquisas realizadas em conjunto, de acordo com o aporte de conhecimento técnico-científico e recursos financeiros das partes com as instituições parceiras. Além de providências quanto à garantia do sigilo, também serão realizados os processos necessários para a proteção legal da tecnologia, como a busca de anterioridade, a redação da patente e o acompanhamento dos trâmites do pedido (FIGUEIREDO; MACEDO; PENTEADO, 2008). As novas tecnologias e processos, após os desenvolvimentos necessários e um estudo do mercado serão protegidas via depósitos de patentes no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Serão realizados estudos para identificação e caracterização dos principais nichos de mercado para as tecnologias envolvidas, barreiras de entrada, produtos concorrentes e substitutos, parceiros potenciais e eventuais especificidades (KOTLER, 2000).

A criação de campo permanente para o fomento e a facilitação de diálogo entre os setores do agronegócio ligados à AP está ocorrendo pelo processo de múltiplos atores sociais (*multi-stakeholders*). Para assegurar um público representativo estão sendo organizadas ações junto a representantes do setor produtivo, entidades de produtores, trabalhadores, consumidores e empresários e órgãos consultivos de interlocução entre governo e sociedade, como as Câmaras Setoriais e Temáticas do MAPA, a Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural da Câmara dos Deputados, o Comitê Gestor do Fundo Setorial de Agronegócio, a FINEP, entre outras. Estes processos envolvendo múltiplos atores sociais podem assumir muitas formas, incluindo mesas-redondas, corporações de co-gestão, forças-tarefa, e/ou iniciativas de prestação de serviços sociais, e a participação dos atores sociais envolvidos pode variar de consultas rápidas e compartilhamento de informações até o planejamento integrado e a delegação de autoridade no nível superior (WESTMAN, 1985).

### 3. Resultados e discussão

Portal do projeto (<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2>)

Foi organizado, estruturado e tem sido mantido atualizada a base de informação em um sistema gerenciador de base de dados, com acesso via Internet baseado no PLONE. A página do projeto tem servido para prover meios eletrônicos de acesso dos usuários externos para atualização de dados. Esta atividade está apoiando a execução do projeto, tanto na disseminação das informações geradas, para o público externo, quanto na gestão das atividades e interação entre os membros da equipe. Desse modo, a homepage tem feito a socialização dos conhecimentos gerados a partir deste projeto

de pesquisa, bem como a disponibilização de informações já existentes em publicações e sites referentes à temática Agricultura de Precisão. Para alcançar um grande público, estão sendo implementadas ações de divulgação do site e da Rede AP. Por se tratar de um projeto em rede a criação desta homepage, também trouxe maior facilidade de acompanhamento das atividades que estão sendo realizadas por todos os integrantes, em um espaço de acesso restrito à equipe do projeto. Perante isso, o desenvolvimento da página da web constitui-se como importante veículo de difusão do conhecimento, tornando-o acessível a um grande número de pessoas e auxiliando as ações dos pesquisadores envolvidos no projeto. Levantamento feito pela ferramenta *Google Analytics* desde o lançamento da página (em abril de 2010), indicou que houve 6336 visitas, com 22.314 páginas visualizadas, com uma média de 3,52 páginas/visita. Estas se referem a 4.600 visitantes. Os países de origem e números de acessos foram: Brasil (5.989), Portugal (80), Estados Unidos (47), Argentina (27), Paraguai (24). Destaca-se o aumento nos acessos comparando-se os anos de 2010 e 2011 (Tabela 1). Estes números confirmam as expectativas iniciais sobre o papel da homepage na divulgação da Rede AP.

### Treinamento da equipe da Rede AP

Realizou-se em São Pedro – SP entre os dias 12 a 16/abril/2010 a Convenção da Rede de Agricultura de Precisão, a qual teve como objetivo integrar a rede, ajustar procedimentos e metodologias por meio de atividades técnicas, passando por todas as etapas da Agricultura de Precisão. Houve a participação de 60 membros da Rede AP. O conteúdo programático do evento buscou o nivelamento técnico, a equalização de conceitos, a orientação na implantação das Unidades Piloto

Tabela 1. Informações sobre os acessos à homepage da Rede Agricultura de Precisão.

Ano	Acessos	Visitantes	Páginas visualizadas	Páginas/visita	Tempo médio	Novas visitas
2010	2.263	1.612	9.308	4,11	3:02	70,2
2011	4.073	3.034	13.006	3,19	2:08	72,7
Total	6.336	4.600	22.314	3,52	2:27	71,8

e seu relacionamento com atividades transversais (medidas de condutividade elétrica, imagens aéreas e topografia); apresentação da dimensão e a estrutura do projeto; apresentação dos principais atores da rede e planejamento da agenda de compromissos. Promoveu-se discussão de todas as etapas da AP: aquisição de dados, análise e intervenção com palestras de especialistas convidados. Houve mesa redonda com produtores e treinamento com equipamentos de campo. Os detalhes estão no link: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/eventos/eventos-gerenciais/convencao-da-rede-de-agricultura-de-precisao>

### Reunião técnica no Agrishow 2010 em Ribeirão Preto, SP

Durante o evento promoveu-se o lançamento de mapa de condutividade elétrica. Na ocasião foi realizada uma reunião no centro de imprensa que contou com representantes de cerca de 20 indústrias de máquinas, e que serviu para estreitamento dos contatos. Houve ainda Convite para a rede no estande da Força Tarefa ISOBUS no Agrishow 2011.

### Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão (CONBAP 2010)

No evento houve ampla participação da Rede AP no CONBAP, com 19 trabalhos selecionados, os quais representaram 15% dos trabalhos apresentados (total de 128). Além disso, membros da Rede foram convidados para dois painéis. Todos os trabalhos apresentados podem ser consultados no em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/publicacoes/apresentacoes-da-convencao-da-rede-ap/conbap-2010>

### Workshop em Tecnologias de Informação Geográfica

Realizou-se entre 29/nov a 03/dez/2011 a oficina de Trabalho sobre Tecnologias de Informação Geográfica da Rede de Agricultura de Precisão com 20 participantes. Na ocasião houve treinamento e divulgação dos softwares selecionados para uso na rede: gvSIG e Vésper (geoestatística) e também houve divulgação do repositório de dados Foi um

evento conjunto da Embrapa Instrumentação, Pecuária Sudeste, Informática e Monitoramento por satélite, e contou com facilitadores da GAUSS Geotecnologia e Engenharia, FCAV / UNESP e Embrapa Solos. Detalhes podem ser consultados em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/eventos/eventos-gerenciais/orkshop-sobre-tecnologias-de-informacao-geografica-da-rede-agricultura-de-precisao>

### Participação do Agrishow 2011 em Ribeirão Preto, SP

Durante o evento a Rede AP esteve presente no estande do projeto Isobus e promoveu uma reunião técnica em conjunta com o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão, coordenado pelo MAPA.

### Divulgação na mídia

Várias notícias sobre a atuação da Rede Ap estão sendo vinculadas na mídia e têm auxiliado a promover a imagem da Rede AP. Dentre as iniciativas de divulgação destaca-se a realização de 2 programas de rádio Prosa Rural. Detalhes podem ser vistos em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/noticias>

### Publicações da Rede AP

Estão disponíveis em formato digital que permitem consultas e gravação. Há também link para publicações sobre AP disponíveis na literatura. Detalhes podem ser consultados em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/publicacoes>

## 4. Conclusões

As atividades de inovação da Rede AP têm sido pautadas em:

Fortalecimento e divulgação do conceito de AP como ferramenta gerencial para produtores e provedores de serviços.

Popularização da AP por meio de estímulo do envolvimento da pesquisa com o setor privado.

Fomento e a facilitação do diálogo entre os setores do agronegócio: privado, público e terceiro setor. Gestão da propriedade Intelectual das tecnologias desenvolvidas ao longo do projeto.

### Agradecimentos

A Rede AP agradece a todos os parceiros envolvidos nas atividades e quem podem ser vistos em: <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/parceiros-da-rede-ap>

### Referências

ÁVILA, A. F. D. *Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa: metodologia de referência*. Brasília: Embrapa, SEA, 2001. 66 p.

FIGUEIREDO, L. H. M.; MACEDO, M. F. G.; PENTEADO, M. I. O. *Noções de Propriedade Intelectual - Patenteamento na Embrapa: conceitos e procedimentos*. Brasília: Assessoria de Inovação Tecnológica, 2008. 130 p.

KOTLER, P. *Administração de Marketing*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2000.

McBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T.; BOUMA, J. Future directions of precision agriculture. *Precision Agriculture*, v. 6, n. 7-23, 2005.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, I. *Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec-Social)*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 31 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 35).

RODRIGUES, R. Agricultura e agronomia. *Estudos Avançados*, v. 15, n. 43, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000300022>

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C. REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V. & COSTA, L. M. (Eds.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2, p. 1-45.

WESTMAN, W. E. *Ecology, impact assessment and environmental planning*. Toronto: John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, 1985.