

AGRICULTURA DE PRECISÃO SOB A PERSPECTIVA DE SEUS DIVERSOS ATORES

Leandro Maria Gimenez¹

José Paulo Molin²

INTRODUÇÃO

Com o objetivo de promover o manejo adequado dos fertilizantes e aumentar a eficiência do uso dos nutrientes pelas culturas, sob a ótica da variabilidade espacial dos nutrientes no campo, o IPNI Brasil organizou o Simpósio “Agricultura de Precisão como Ferramenta para Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes”. O evento foi considerado um marco, merecendo destaque o elevado nível dos palestrantes brasileiros e estrangeiros e o rico ambiente para debate e interação entre os participantes – técnicos, consultores, agricultores, pesquisadores e provedores de equipamentos e serviços. Devido à importância do tema, é pertinente relembrar os pontos de destaque do evento.

A programação do simpósio foi estabelecida de forma a considerar a multidisciplinaridade do tema, relacionando os princípios gerais do manejo de nutrientes 4C aos princípios da Agricultura de Precisão (AP), como uma reflexão mais ampla sobre as causas da variabilidade espacial, sua identificação e manejo.

A PRESENÇA DE VARIABILIDADE ESPACIAL NO CAMPO E ALGUNS CONCEITOS ESSENCIAIS

Com base em uma larga experiência em sistemas de produção de grãos na região dos Campos Gerais do Paraná, Dr. Fabricio Povh, que integra o quadro de pesquisadores da Fundação ABC, abordou a temática das causas da variabilidade espacial no campo. Demonstrou que a ocorrência da variabilidade espacial no vigor e produtividade das culturas pode ocorrer por diversas causas. Alguns agentes apresentam elevada variabilidade temporal, como é o caso das pragas e doenças dispersas pelo vento e cuja presença é condicionada por diferentes fatores, como as condições meteorológicas (precipitação, ventos, temperatura). Os danos causados às culturas pelas pragas de solo, por exemplo, podem ser maiores em função das condições de precipitação na safra. Esta multiplicidade de fatores torna desafiadora a interpretação da variabilidade, e um erro frequente no manejo é tentar corrigir os efeitos sem reconhecer as causas.

Dentre os diversos fatores que causam variabilidade existem aqueles relacionados ao tipo de solo, o que representa, portanto, uma fonte de variabilidade presente desde o plantio das culturas e cujo efeito pode ser visualizado safra após safra. Outro tipo de causa

de variabilidade é aquela oriunda das próprias práticas adotadas durante a safra, como, exemplo, a adoção de datas distintas de semeadura ou práticas de manejo em um mesmo talhão. Em um ranqueamento dos fatores causadores de variabilidade, levantado após anos de pesquisa, foram apontados fatores relacionados a posição no relevo, variabilidade espacial das características físicas do solo, presença de doenças e pragas de solo e fatores químicos do solo.

Com base nesse panorama, o pesquisador ressaltou a utilização dos mapas de produtividade como fonte de informação para a reposição de nutrientes e o uso de sensores de vigor da cultura para a coleta de dados visando a aplicação da adubação nitrogenada nas culturas de trigo e milho, o que exige o desenvolvimento de modelos locais, mas que permite expressiva economia de fertilizantes, sem restringir a produtividade. O uso de sensores de condutividade elétrica aparente do solo (CEa) associado aos mapas de produtividade também foram abordados como ferramentas para caracterizar a variabilidade e recomendar populações distintas de plantas, permitindo reduzir os problemas de acamamento e fitossanitários na cultura de trigo.

Para contextualizar a situação atual da fertilidade do solo no Brasil, o pesquisador da Embrapa Solos, Dr. Vinicius Benites, fez uma abordagem na qual demonstrou a nítida evolução dos teores de nutrientes no solo em função do tempo de cultivo e a grande diversidade de sistemas presente no país. Ressaltou a importância de se conhecer os solos sob cultivo, para estabelecer práticas mais eficientes, e os esforços que estão sendo desenvolvidos para a criação de uma plataforma na qual as informações dos levantamentos de solo realizados no país possam ser disponibilizadas de modo mais acessível.

Um exemplo da utilidade do mapeamento dos tipos de solo é o fato de que, sendo os solos brasileiros muito intemperizados, raramente apresentam caráter eutrófico, requerendo correções via calagem. Foi evidenciada, ainda, a importância de se considerar a condição da fertilidade ao longo do perfil do solo para a obtenção de elevadas produtividades. O pesquisador demonstrou, por outro lado, que a maior parte das amostragens de solo para a caracterização da variabilidade espacial do teor de nutrientes é realizada apenas na camada superficial, a qual, na maior parte das vezes, devido aos cultivos sucessivos, possui teores adequados de nutrientes, e que, portanto, a falta de avaliação do perfil pode restringir maiores avanços.

Abreviações: AP = agricultura de precisão; CEa = condutividade elétrica aparente; VANTs = veículos aéreos não tripulados.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; email: imgimenez@usp.br

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado, Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP; email: jpmolin@usp.br

A aplicação do conceito de nutrientes 4C foi abordada por Dr. Eros Francisco, Diretor Adjunto do IPNI, demonstrando a associação entre fonte, época, dose e local adequados para a aplicação dos nutrientes e como este manejo está associado à AP. Mostrou a importância de se considerar não apenas o local de aplicação dos nutrientes, mas também os demais fatores, enfatizando que o apelo por maior capacidade operacional pode impactar a eficiência da operação.

A VARIABILIDADE ESPACIAL E SUA CARACTERIZAÇÃO

As estratégias de amostragem para o diagnóstico da variabilidade espacial dos nutrientes no solo foi o tema abordado pelo Dr. Lucas Rios do Amaral, da Unicamp. O tema suscitou importante debate durante o evento. A densidade amostral é, sabidamente, um ponto de discussão frequente entre os prestadores de serviços e seus clientes. Foi demonstrado que a densidade amostral adequada é definida em função da variabilidade do parâmetro que se deseja caracterizar, e que o espaçamento entre as amostras deve ser menor do que o tamanho das “manchas” que se deseja delimitar (Figura 1). Este fato, entretanto, na maior parte das vezes é negligenciado, dado o alto custo das análises. Neste caso, as prescrições realizadas passam a ser pouco adequadas, pois quantidades inadequadas de fertilizantes podem ser aplicadas. Estratégias alternativas foram demonstradas para contornar esta limitação, como o caso da amostragem com densidade oscilando em função da variabilidade presente na região que se deseja caracterizar, utilizando-se informações auxiliares nesta definição. As amostragens direcionadas em função de planos de informação obtidos por outros sensores, como, por exemplo, os de condutividade elétrica aparente do solo e os de vigor de plantas, constituem também uma possibilidade. Caso existam mapas de produtividade disponíveis, é possível identificar se a causa do maior ou menor desempenho da lavoura está relacionada ao teor de nutrientes. Outro aspecto ressaltado foi a ferramenta utilizada para a coleta de solo. Existem amostradores com características distintas, e alguns podem causar problemas, como a contaminação da amostra pela mistura de camadas, coleta de volume oscilando em profundidade pelo desgaste desuniforme, no caso do uso de brocas, ou coleta de volume insuficiente de solo. Além dos parâmetros de solo, a amostragem também pode ser realizada para o monitoramento de pragas, devendo-se, neste caso, considerar as limitações de tempo disponível, dada a mobilidade dos insetos, o que pode ser contornado em parte por meio de estratégias mais robustas de interpolação.

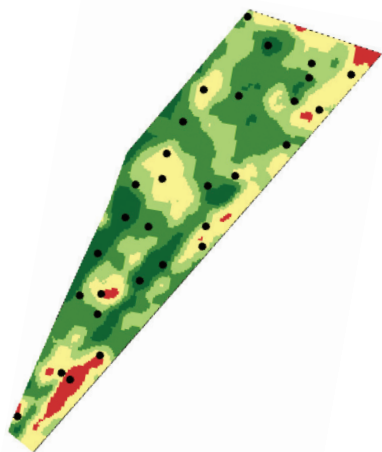


Figura 1. Na amostragem adequada, o espaçamento entre as amostras deve ser menor que a mancha que se quer caracterizar. **Crédito da foto:** Lucas Rios do Amaral.

Dr. Antonio Santi, da Universidade Federal de Santa Maria, apresentou diversos resultados de pesquisa, com alternativas para o manejo da variabilidade espacial dos teores de nutrientes no solo. Com o uso adequado das amostragens e aplicações localizadas de nutrientes é possível reduzir a variabilidade espacial e elevar a produtividade. O professor demonstrou que a produtividade oscila em função de diversos fatores. A falta de qualidade nas operações mecanizadas foi ressaltada, assim como os equívocos de manejo, como, por exemplo, as práticas que elevam a eficiência operacional, mas ocasionam perdas de solo. Grande destaque foi dado à utilização das plantas de cobertura do solo e dos adubos verdes como estratégia para melhoria dos ambientes de produção mais restritivos, que usualmente apresentam menores teores de matéria orgânica.

O uso do sensoriamento remoto como ferramenta para o levantamento e a gestão da variabilidade espacial foi abordado pelo Dr. Francelino Rodrigues, do International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), que apresentou exemplos de uso em larga escala de sensores e plataformas para manejo da aplicação de nitrogênio e manejo da irrigação. Em sua contextualização, demonstrou que estão disponíveis plataformas como veículos aéreos não tripulados (VANTS), imagens de satélites com resoluções radiométrica, espacial e temporal, adequadas ao uso em escala de talhão, e sensores ativos para uso embarcado em máquinas ou manual (Figura 2). Tais equipamentos, quando integrados em um sistema de monitoramento, permitem identificar condições de estresse e a variabilidade do vigor das plantas.

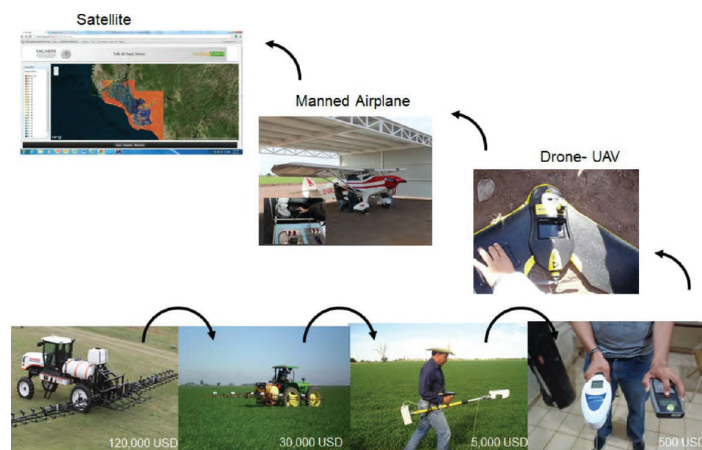


Figura 2. Novas tecnologias para diferentes usos e escalas. **Crédito da foto:** Francelino Rodrigues.

O desenvolvimento de modelos incorporando data de semeadura, variáveis climáticas e informações sobre vigor das plantas obtidas pelos sensores, permitem a recomendação de doses mais adequadas e em taxa variável para a aplicação de fertilizante nitrogenado, e vem sendo utilizados em regiões produtoras de trigo no México. Como exemplo, foi demonstrado um agendamento de irrigação em ambiente no qual o recurso não pode ser disponibilizado continuamente para todos os irrigantes. Neste caso, um aplicativo foi desenvolvido para fazer a interface com o usuário. A fonte de informações necessárias para a estimativa do percentual de cobertura vegetal, que permite o cálculo da demanda de água, pode variar desde fotografias obtidas pelo próprio usuário com um smartphone até imagens de índices de vegetação ou termais obtidas por VANTS ou satélites. O sistema, desenvolvido na Índia, faz a previsão, para o agricultor, das necessidades de irrigação para milho e trigo com antecedência de uma semana, levando em consideração os dados meteorológicos estimados.

Outro tema abordado foi a identificação remota de doenças através da análise de imagens de alta resolução obtidas por câmeras portada por VANTs, considerada uma ferramenta relevante, tanto para agricultores como para empresas de melhoramento genético de plantas, que buscam alternativas para fenotipagem mais eficiente e que permitam considerar as variáveis do ambiente. Para este tipo de aplicação estão disponíveis sensores hiperespectrais, que permitem obter imagens para comprimentos de onda ou bandas muito estreitas. A título de comparação, estas câmeras podem fornecer centenas de bandas, ao passo que as câmeras utilizadas mais comumente na atualidade fornecem 3 ou 4. Com o uso desse tipo de informação é possível separar parâmetros de interesse, mas para isso são requeridos sofisticados processos de análise de dados, que tem evoluído rapidamente.

Descortinam-se, portanto, avanços efetivos através do uso do sensoriamento remoto, que, entretanto, dependem de etapas de calibração. A criação de conglomerados de empresas fornecedoras de tecnologias, centros de pesquisa e usuários tem sido o caminho para a utilização do sensoriamento remoto, de modo a oferecer soluções efetivas e práticas que possam ser utilizadas em campo.

Dr. Telmo Amado, da Universidade Federal de Santa Maria, apresentou os resultados de longa duração do manejo da fertilidade do solo, obtidos em grande parte através do projeto Aquarius. O monitoramento da fertilidade do solo em detalhe é essencial, mas não o suficiente para obter alta produtividade.

Após anos da prática de aplicação de fertilizantes em taxa variável há redução na variabilidade e elevação dos teores de nutrientes, entretanto, para evoluir é necessário traçar estratégias que incorporem outros fatores. Ressaltou-se a importância de identificar regiões com potencial produtivo distinto, para atuar com manejo diferenciado. Para isso, podem ser utilizadas ferramentas de AP, como os sensores, para medida da condutividade elétrica, e os mapas de produtividade.

Os fatores que condicionam o baixo potencial de produção podem ser manejáveis, como é o caso dos teores inadequados de nutrientes e a presença de acidez em subsuperfície, principalmente em regiões sujeitas a veranicos. Em alguns casos, entretanto, a estratégia pode ser a de ajustar os investimentos em fertilizantes, pois há outros fatores que não se pode manejar e que limitam a produção.

A busca por sistemas de produção conservacionistas, como a semeadura em contorno, o controle de enxurradas e a busca pelo tráfego controlado também foram ressaltados, assim como o manejo das culturas de cobertura, visando atenuar as restrições presentes nos ambientes de produção em um mesmo talhão.

O USO EFETIVO DAS INFORMAÇÕES SOBRE VARIABILIDADE ESPACIAL

As fontes de informação sobre variabilidade espacial a serem utilizadas dependem dos objetivos finais e da sua disponibilidade, visando qualidade e custo compatível. Para a definição dos objetivos finais é necessário realizar o diagnóstico dos problemas e a identificação das possíveis soluções. Uma das demandas identificadas é a capacitação de recursos humanos, de agentes capazes de assimilar o conceito, compreender o potencial e as limitações das ferramentas e colocá-las em prática, respeitando os preceitos da ciência agrônoma. Muitos dos profissionais recém-formados não tiveram contato com os conceitos e as ferramentas da AP.

Em função da contínua entrada de novas tecnologias de insumos no sistema de produção, é por vezes impossível separar os efeitos e as contribuições das mesmas, o que torna desafiador

aos profissionais em atuação e aos iniciantes tomar as melhores decisões. Em se tratando do manejo da variabilidade espacial, é fundamental reconhecer primeiramente a sua ocorrência no campo. Mapas de produtividade permitem a quantificação econômica do efeito da variabilidade. Na falta desses mapas, podem ser utilizados os mapas de vigor das plantas. Caso haja variabilidade espacial, é necessário identificar as suas causas, para poder atuar de modo assertivo.

Os parâmetros que tendem a apresentar baixa variabilidade temporal e que sabidamente apresentam variabilidade espacial, como aqueles relacionados ao tipo de solo, e que podem ter efeito preponderante sobre a produtividade, como a disponibilidade hídrica, podem ser investigados. A abordagem de unidade de manejo permite esta análise de modo mais efetivo e alinhado à boa prática da ciência agrônoma.

Uma vez identificadas as causas da variabilidade é possível definir as estratégias de manejo, como o uso de nutrientes, populações de plantas e produtos fitossanitários em taxa variável, bem como estratégias mais adequadas para elevar a capacidade de suporte dos ambientes mais restritivos e aproveitar aquela dos mais produtivos. Este processo de identificar efeito e causa de forma localizada possibilita avançar nas recomendações agrônomicas, pois permite identificar quais as combinações de fatores que condicionam o melhor desempenho. É isto que permite afirmar que o bom manejo da variabilidade espacial pode, inclusive, aumentá-la, caso isto seja mais sustentável econômica e tecnicamente.

Nos próximos anos, muito será discutido sobre a experimentação na fazenda. O uso da eletrônica embarcada nas máquinas agrícolas permitirá a execução de experimentos em número muito maior, assegurando sua qualidade. Há muitos pesquisadores dedicados ao estabelecimento de protocolos e métodos para esta nova fase da agricultura. Com o domínio desta fase, será factível atingir os benefícios previstos pela chamada digitalização da agricultura. Fica evidenciado, neste caso, que haverá a necessidade crescente de formação de profissionais para uso intensivo de dados. O elevado nível de automação presente nas máquinas agrícolas as transforma em coletoras de dados detalhados das lavouras. O avanço das tecnologias da informação pode trazer benefícios no uso dessas e de outras fontes de dados, desde que nos preparemos para isso.

Para armazenamento e análise dos dados coletados pelas máquinas ou disponibilizados por outras fontes, como mapas de teores de nutrientes, imagens de satélite e diversos outros, é necessário o uso de programas computacionais – os softwares. Existe uma diversidade de opções que variam em função da aplicação, tamanho e nível de detalhes desejados. O usuário pode ser um pequeno, médio ou um grande produtor do agronegócio. Esse tema foi abordado pelo Dr. Mark Spekken, consultor na área de AP e desenvolvedor de softwares da empresa SOMO.

A utilização de informações espaciais pode ter diversos objetivos e, portanto, as ferramentas de software podem variar de simples visualizadores de informações a sistemas complexos, capazes de incorporar volume e diversidade de dados. Em uma situação ideal, os softwares seriam capazes de realizar análises complexas e produzir mapas com recomendações ao toque de um botão. São necessários, no entanto, realizar diversas etapas, desde a coleta de dados, passando pela integração e a análise das informações, unindo áreas do conhecimento, como agronomia, geodésia, tecnologia da informação e geoestatística. Em cada uma dessas áreas há aspectos que levam à necessidade de interpretação, como no caso da fertilidade do solo, na qual se deseja criar mapas de prescrição

em função das análises de solo. As próprias recomendações de doses são baseadas em determinados métodos de análises que se alteram regionalmente. Além disso, em função do tipo de solo, o fornecimento do mesmo nutriente pode ser mais ou menos eficiente em função da fonte e do momento de aplicação. Todos esses pontos são levados em consideração pelos bons profissionais, mas difíceis de se automatizar em softwares.

A geração de mapas por meio de interpolação requer conhecimentos sobre estatística espacial. Bons softwares podem indicar a impossibilidade de estratégias probabilísticas, sugerindo ao usuário as estratégias determinísticas e indicando a incerteza associada. Nada garante, entretanto, que a aplicação seja realizada com qualidade pelos equipamentos em campo, ainda que os mapas de prescrição sejam perfeitos, e aparentemente não há software que consiga, para alguns tipos de equipamento, indicar como o produto foi depositado.

Outro ponto, que a cada dia ganha relevância, é a necessidade de realizar o processamento para reduzir o volume de dados ao mínimo necessário. Com a capacidade de se coletar dados georreferenciados a cada operação agrícola chega-se facilmente a milhares de pontos por hectare em cada passada da máquina. Outra fonte de informação, como imagens de câmeras presentes em VANTs, pode chegar facilmente acima de gigabytes por hectare. Unir todo este volume de dados e processá-los requer uma capacidade computacional enorme, e os usuários e fornecedores de soluções terão que contornar este problema em breve.

Nenhum software substituirá os bons profissionais. É certo que para operações simples, de sistematização e processamento para remoção de erros e geração de mapas, os softwares são cada vez mais essenciais, sobretudo em grandes escalas. Porém, a tomada de decisão será mais efetiva por meio de profissionais capazes de utilizar os pontos positivos dessas ferramentas, para auxiliar na solução dos problemas mais complexos.

INCORPORAÇÃO DE TECNOLOGIAS, TENDÊNCIAS E O PAPEL DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Como componente fundamental para a utilização das ferramentas e facilitador da aplicação dos conceitos de AP, as empresas fornecedoras de tecnologias e serviços apresentaram a sua visão, com a apresentação de algumas de suas soluções. A Yara demonstrou a preocupação com a qualidade dos fertilizantes utilizados e com a ocorrência de segregação, prejudicando o fornecimento dos nutrientes. Como exemplos de engajamento no uso das tecnologias de informação, foram apresentados aplicativos para smartphones, que permitem desde a identificação de sintomas de deficiência de nutrientes até o conhecimento da compatibilidade de misturas de produtos, além do equipamento N-Sensor, para determinação da dose de aplicação de nitrogênio em função do vigor das plantas.

As tendências da AP nos EUA foram apresentadas pelo Engenheiro Agrônomo Quentin Rund, Secretário Executivo da Sociedade Internacional de Agricultura de Precisão, que participa ativamente na organização dos dois eventos técnico científicos mais importantes relacionados ao tema naquele país: o InfoAg, que é mais dedicado a usuários e prestadores de serviços, e o ICPA, mais voltado à comunidade acadêmica. Em uma análise objetiva, demonstrou que os dispositivos eletrônicos interconectados pela rede (IoT) são uma tendência clara, e que também há temas recorrentes, como o desenvolvimento de equipamentos para sensoriamento remoto e os desafios na análise de dados, cada dia mais volumosos e oriundos de mais fontes.

O mercado da AP nos EUA passa pelo processo de globalização, com a inserção de empresas oriundas de outros países, assim como a entrada de profissionais novos e das mulheres nos negócios envolvendo AP. Ficou claro o modelo de negócios vigente, no qual há elevado nível de especialização no fornecimento de serviços e a busca por parcerias complementares. Muita importância foi dada ao relacionamento e à confiança entre agricultores e prestadores de serviços e ficou evidenciado que a discussão quanto à posse e uso dos dados é um tema sensível.

A oferta de serviços de amostragem e monitoramento de lavouras através de dispositivos móveis conectados foi apresentada pela empresa SGS Unigeo, que trouxe algumas soluções interessantes para reduzir os erros e incertezas nos procedimentos de amostragem, como é o caso do uso de imagens de satélite para direcionar os pontos amostrais, o uso de instrumentos de coleta adequados e os processos de auditoria de qualidade dos resultados de análises laboratoriais.

Com o objetivo de elevar a eficiência no uso dos nutrientes, a empresa Jacto se posicionou como fornecedora de equipamentos para aplicação de fertilizantes e corretivos. Foi apresentado um novo equipamento que apresenta diversas inovações para a aplicação de fertilizantes por meio de mecanismos centrífugos. É possível, por exemplo, realizar o controle de seções, evitando a sobreposição ou a aplicação na bordadura dos talhões. Além do equipamento, há um sistema de calibração eficiente que possui extenso banco de dados de testes com produtos de características físicas distintas.

O QUE VEM SENDO REALIZADO EM CAMPO

Os usuários e prestadores de serviço que estão na linha de frente para operacionalizar as práticas de AP trouxeram diversas contribuições ao evento. O Engenheiro Agrônomo Pedro Magalhães, da Associação Brasileira de Prestadores de Serviço em Agricultura de Precisão, demonstrou a pujança e os avanços no setor de prestação de serviços, mas também apresentou as principais dificuldades enfrentadas, desde questões mais simples, como os instrumentos disponíveis para a amostragem de solos, passando pelas limitações oriundas da sazonalidade do serviço, até aquelas mais complexas, como a necessidade de parâmetros locais de fertilidade para calibração das recomendações de fertilizantes e as limitações dos equipamentos de aplicação de fertilizantes, bem como do suporte ao uso desses.

O Engenheiro Agrônomo Leonardo Kami, da Farmer's Consultoria, traçou um panorama da AP em uma região de grande relevância na produção de grãos no Paraná, na qual grandes cooperativas dominam o processo. Comentou que há um procedimento padrão na amostragem de solo e aplicação em taxa variável. As amostras são coletadas em malha com densidade que oscila em função do custo da amostragem e que usualmente é realizada em apenas uma profundidade. A oferta desse tipo de trabalho é muitas vezes associada à compra de insumos de determinadas empresas e o agricultor recebe os chamados "books" de mapas de fertilidade que podem ser aplicados pela própria cooperativa. Considerando este tipo de prática muito restrita, ele passou a ofertar serviços, visando compreender as causas da variabilidade para então estabelecer as unidades de manejo. Ressaltou a importância da proximidade entre agricultores e funcionários para entender o histórico do manejo das áreas. Também demonstrou a importância dos mapas de produtividade na interpretação de outros planos de informação, e como seu uso associado a amostragens de solo estratificadas (Figura 3) e visitas a campo permite identificar a maior parte dos fatores restritivos. Os VANTs vem sendo utilizados para análises qualitativas, identificando manchas na lavoura durante a safra. Em

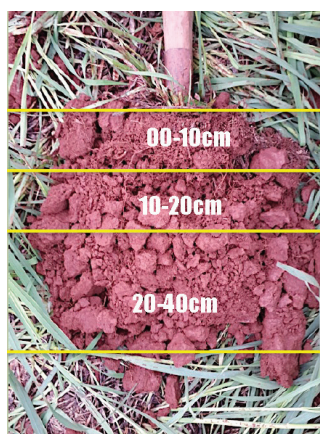


Figura 3. Amostragem de solo estratificada.
Crédito da foto: Leonardo Kami.

muitas áreas, estas manchas estão relacionadas à compactação do solo e à presença de nematoides. Outras estratégias, como maior controle da qualidade das operações mecanizadas e adoção efetiva do sistema plantio direto, vem sendo adotadas. Por fim, comentou que AP não é brinde, e que para sua utilização efetiva é necessária a presença em campo para identificar os causadores das manchas que aparecem nos mapas.

O Engenheiro Agrônomo Rodrigo Trevisan, consultor na área de AP, trouxe sua experiência à frente do Grupo Terra Santa, que cultiva área superior a 170.000 ha entre milho, soja e algodão, anualmente. Demonstrou que, nesta escala, o aspecto capacidade operacional tende a ser muito valorizado, quando comparado à qualidade da realização das operações. Com base nesse aspecto e nas limitações de recursos humanos, demonstrou a importância em se estabelecer estratégias que permitam priorizar a correção de problemas através das ferramentas de AP. Isso vem sendo realizado, considerando a capacidade de operacionalizar as aplicações em taxa variável com qualidade e os impactos causados pelos diversos fatores limitantes às culturas. Com isso, são obtidas economias expressivas de insumos e elevação da produtividade por meio da amostragem adequada ao tipo de variabilidade presente. Especial importância é dada à prática da correção da acidez.

Outros exemplos apresentados foram a aplicação localizada de nematicidas, em função da identificação por meio de imagens e inspeção a campo das regiões com maior e menor incidência do patógeno (Figura 4); o uso de população de milho em taxa variável e a aplicação de nitrogênio em cobertura no algodão (Figura 5), com dose definida com auxílio de sensores ativos. Com o uso das ferramentas de AP, diversos experimentos vem sendo realizados nas condições de cultivo para estabelecer de forma mais adequada quais os insumos e as doses a serem adotadas em função da variabilidade presente.

Como pontos que dificultam a incorporação da AP, foram ressaltados: a necessidade de qualificação das equipes, a priorização do fator operacional em detrimento do tecnicamente adequado; a falta de qualidade das informações; a dificuldade em produzir mapas de produtividade; as limitações dos sistemas para gestão das informações geradas e a falta de índices locais para as recomendações agronômicas.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Em uma abordagem sobre as perspectivas futuras da evolução da AP, o Dr. Molin, da ESALQ, traçou um panorama histórico no Brasil, demonstrando que há mais de 20 anos já houve iniciativas para investigar a variabilidade que está presente nas mais diversas

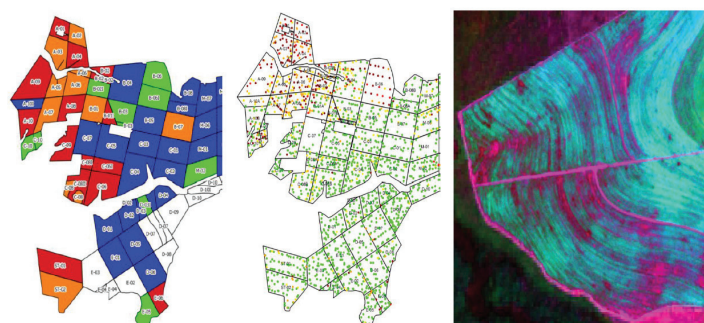


Figura 4. Mapas para monitoramento de nematoides.
Crédito das fotos: Rodrigo Trevisan.



Figura 5. Aplicação de nitrogênio em taxa variável na cultura de algodão.
Crédito da foto: Rodrigo Trevisan.

lavouras, desde as de grãos até as perenes. Ao longo desse período, muito do que ocorreu esteve relacionado à inserção de equipamentos, mas o desafio recorrente é a boa prática agrônômica. Com base em uma pesquisa realizada em boa parte das regiões produtoras do Brasil, demonstrou que a maioria dos agricultores utiliza sistemas para direcionamento de máquinas, principalmente para pulverizadores, e que cerca de 30% dos agricultores utilizam algum tipo de amostragem de solo para caracterizar a variabilidade. Há, portanto, uma boa massa crítica e a AP está consolidada como ferramenta para aumento da produtividade e redução de custos no País, mas ainda há muito espaço a ser conquistado.

EM SÍNTESE

O termo Agricultura de Precisão (AP) foi incorporado há alguns anos no vocabulário dos atores do agronegócio nacional e vem sendo empregado com os mais diversos objetivos, o que torna a compreensão por vezes restrita. O nome vem sendo utilizado para fazer referência a equipamentos e, até mais amplamente, ao manejo de variabilidade espacial. Essencialmente, entretanto, o termo não se aplica a uma ou a outra ferramenta ou equipamento, ele designa uma filosofia de gestão do sistema de produção que faz uso intensivo de informação para a tomada de decisões, na qual a variabilidade espacial tem papel essencial.

O evento demonstrou claramente o potencial enorme de benefícios da AP, que resultam da adoção das melhores práticas para uso eficiente de fertilizantes. Historicamente introduzida através da incorporação de equipamentos, seu uso pode se dar através de uma aplicação mais restrita, pela utilização de uma ou outra ferramenta ou aquisição de serviços específicos, até a incorporação como estratégia de gestão, na qual as pessoas envolvidas no processo de produção têm importância essencial. As diversas contribuições apontam para a necessidade de aproximação dos atores, pois visões restritas tendem a trazer benefícios apenas em curto prazo. Foi evidenciado quão importantes são os equipamentos, softwares, mas sobretudo as pessoas envolvidas no processo.