

Melhorias

Agricultura de precisão aprimora gerenciamento

José Paulo Molin*

Algumas práticas de agricultura de precisão (AP) já vêm sendo adotadas, em grande escala, em diferentes regiões do Brasil, particularmente nos casos de algumas culturas. As simplificações implementadas a partir da mecanização – que permitiram a expansão das áreas agrícolas – levaram ao esquecimento de alguns conceitos fundamentais em relação aos detalhes na condução das lavouras. Pode-se inferir que a agricultura de hoje, por conveniência, é praticada “pela média”. Faz-se a

PAULO SOARES USP/ESALQ



Amostragem de solo monitorada por GPS; Piracicaba, SP

amostragem de solo e um resultado vale para todo talhão ou até para a propriedade inteira e a colheita é expressa por um número que representa a média da produtividade da lavoura. Portanto, o que vem sendo praticada é uma simplificação estritamente de ordem prática, por falta de recursos técnicos para maior detalhamento. A proposta da agricultura de precisão é permitir que se faça o maior detalhamento possível das lavouras, evitando-se omissões dos altos e baixos de produtividade e de demanda de insumos que nelas ocorrem.

Técnicas mais aprimoradas de gerenciamento, mesmo sem muita sofisticação, já são uma exigência imposta pelo próprio mercado. As lavouras não são uniformes como se assume na hora de tomar as decisões. Isso é o bastante para questionar o que é praticado no presente, sendo que a AP tem como maior ênfase o fato de considerar a variabilidade espacial das lavouras. A partir da premissa de que a produção nessas lavouras não é uniforme no espaço e no tempo e de que o substrato de produção representado pelo solo também tem elevada variabilidade espacial, é fundamental um gerenciamento que incorpore esses fatores, visando à otimização do sistema. A agricultura de precisão dos tempos modernos é marcada por fatos como os primeiros trabalhos com mapas de produtividade a partir da colhedora, realizados em 1984, na Europa. Nos Estados Unidos, no final dos anos 1980, já havia grupos de pesquisadores, predominantemente da área de solos, que estudavam e propunham o tratamento diferenciado das manchas dentro de cada talhão, o que começou a se viabilizar com a disponibilização do sinal de GPS por parte do governo norte-americano.

No Brasil, as primeiras ações relacionadas à AP aconteceram entre 1995 e 1997. Os passos iniciais na indústria foram marcados pela geração de mapas de produtividade, a partir dos monitores, equipando algumas colhedoras importadas.

Na pesquisa, também os primeiros movimentos foram relacionados à geração de mapas de produtividade, em especial na USP ESALQ. Na seqüência, usuários e empresas da área de fertilizantes deslancharam o processo, que acabou se concentrando na técnica de amostragem de solo em grade para recomendação e aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variadas, dentro de um mesmo talhão. A interpretação da variabilidade presente nas lavouras e evidenciada nos mapas de produtividade implica numa relação entre causas e efeitos. Essa é a tarefa mais complexa, em que devem ser identificados os fatores que podem causar as baixas produtividades, onde elas se manifestarem.

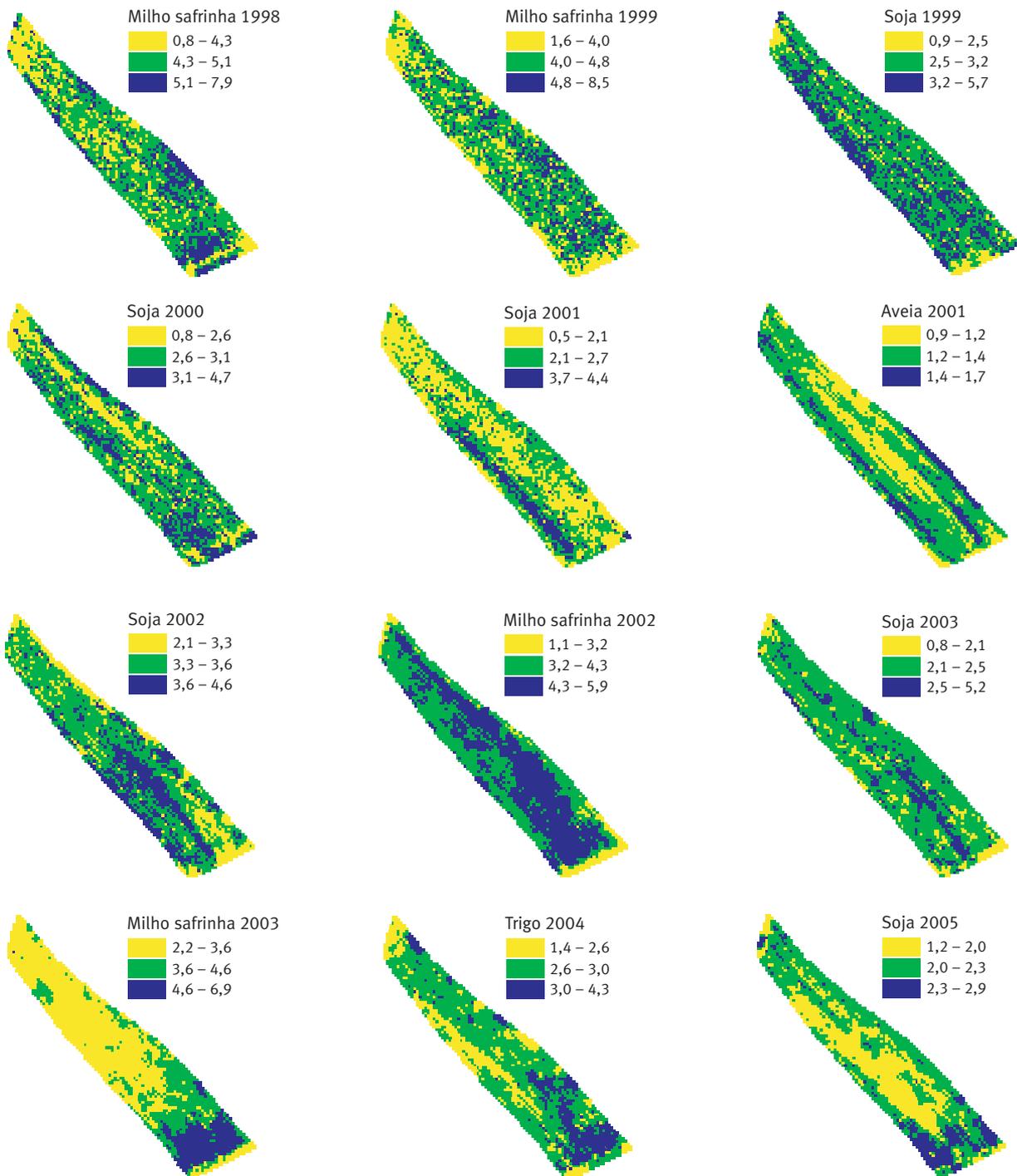
Nesse sentido, a cultura da soja tem suas peculiaridades. Uma das grandes promessas para o futuro são os sensores óticos multiespectrais em diferentes tipos de plataformas. O objetivo dessa técnica é determinar índices que indiquem condições de vigor contrastando com estresse, que pode se relacionar com a produtividade das culturas, o que significa que é possível estimá-la de forma espacializada e gerar uma informação que substitui os mapas de produtividade. A geração da informação ainda durante o ciclo da cultura parece ser uma vantagem, se comparada com o mapa de produtividade, que é obtido a *posteriori*. Porém, na fase em que as plantas já definiram a sua capacidade produtiva, para que ela seja identificada via refletância pelos sensores óticos, já não há mais tempo hábil para intervenções que signifiquem mudança significativa de curso. Já o nível de incerteza dessas estimativas é a grande limitação. Esses índices são relativamente eficientes na detecção e estimativa de massa vegetal, o que para a soja não é obrigatoriamente um indicador de produtividade. Dessa forma, a correlação obtida entre refletância e produtividade tem sido invariavelmente baixa (Araújo et al., 2004).

Por sua vez, os mapas de produtividade têm um grande potencial na definição de regiões da lavoura com maiores e menores produtividades históricas. No entanto, esse é um tema que merece uma análise mais detalhada. Por exemplo, observações feitas em trabalhos de investigação em andamento na região do Vale do Paranapanema, SP, em um talhão de 22 ha, com rotação de soja no verão seguida de milho safrinha, trigo ou aveia no inverno, demonstram que as culturas apresentam visualmente grande variação na distribuição espacial da produtividade, ao longo das safras (Figura 1).

Uma análise a partir de parâmetros estatísticos (Camargo et al., 2004) também confirma que as causas são as mais variadas e, como nessa área não tem sido feita nenhuma intervenção localizada, em termos de aplicação de insumos em taxa variada, observa-se que o fator aleatório de maior influência é relacionado à variabilidade temporal do clima, ao longo das safras. No entanto, observa-se também certa consistência temporal, que demonstra que há uma região de maior produtividade na região sul do talhão, mais destacada pelos mapas de milho e trigo individualmente, e pelo mapa de soja apenas na safra de 2005, o que indica que a soja não é um bom indicador para se detectar variabilidade espacial. Sendo isso verdade, é mais difícil se manejar a variabilidade espacial da soja do que a das demais culturas anuais.

A questão que invariavelmente surge por parte dos usuários é como operacionalizar e inserir essa técnica, se as incertezas ainda são tão grandes. As estratégias de adoção de técnicas de AP no gerenciamento das lavouras para a soja apresentam inúmeras variações, mas é essencial a visão de que existem apenas duas grandes opções. A mais completa contempla o gerenciamento integrado de entradas e de saídas, o que envolve o conceito do gerenciamento localizado da reposição de insumos com base na

FIGURA 1 | COLEÇÃO DE 12 MAPAS DE PRODUTIVIDADE (EM t/ha) DE UM TALHÃO DE 22 ha LOCALIZADO EM CAMPOS NOVOS PAULISTA (VALE DO PARANAPANEMA, SP), ENVOLVENDO SOJA NO VERÃO, MILHO SAFRINHA, TRIGO E AVEIA NO INVERNO



Fonte: Elaborada pelo autor (Molin, 2005)

sua extração, medida a partir da produtividade de cada porção dos talhões, a partir de mapas de produtividade obtidos com monitores equipando colhedoras ou, quem sabe, com imagens e sensores óticos.

No entanto, a opção mais adotada no momento está focada no gerenciamento da adubação das culturas, com base em amostragem criteriosa do solo, com ou sem o auxílio de imagens para alocação das amostras, por exemplo, e que caracterize a variabilidade espacial dos componentes da sua fertilidade química. Essa estratégia está embasada no conceito da economia ou racionalização de insumos, porém com poucos recursos de conferência do efeito das intervenções na produtividade das culturas, justamente pela ausência dos mapas de produtividade. Com relação à economia de insumos, é importante lembrar que ela será tanto maior quanto mais desequilibrado e desuniforme estiver o sistema. Em ambos os casos, são necessários equipamentos especializados para a aplicação, prioritariamente de sólidos, em taxa variada para cada porção do talhão, como função da recomendação que, por sua vez, foi feita com base nos teores encontrados no solo, a partir de amostragem em grade ou em zonas, ou ainda com a incorporação de outras informações como, por exemplo, a extração de nutrientes do ciclo anterior.

Esses equipamentos são máquinas capazes de fazer a aplicação de produtos em taxa variada e, para tanto, é necessário que exista um controle externo do mecanismo dosador. Os controladores para aplicação em taxa variada são concebidos para funcionamento a partir de um mapa que, por sua vez, consiste na modelagem da demanda, a partir apenas da amostragem do solo. Para a produção dessas informações, evidentemente houve um investimento que deve ser valorizado ao máximo.

Muitos usuários estão iniciando em AP pelo caminho da aplicação em taxa

variada, especialmente de calcário e, mais recentemente, de fósforo e potássio, optando, por desconhecimento, por uma solução simplificada, erroneamente denominada de “zonas de manejo”. O conceito de “zonas de manejo” ou, mais apropriadamente, unidades de gerenciamento, subentende que todos os tratamentos sejam feitos uniformemente dentro de cada unidade e, portanto, que seja uma definição e demarcação de longa duração. Dessa forma, a aplicação de insumos por zonas definidas individualmente para cada insumo, com base em teores obtidos a partir de amostragem em grade, não pode ser confundida com unidades de gerenciamento. Uma denominação mais apropriada talvez seja unidades de aplicação ou “zonas de aplicação”.

O mapa de “zonas de aplicação” é definido por patamares de doses obtidos após uma simplificação, feita via de regra desenhando-se manualmente as divisas dos setores do talhão sobre o mapa de taxa variada plena. Isso faz com que o agricultor viabilize a aplicação de fertilizantes, até mesmo sem um controlador. Para tanto, é necessário demarcar as divisas dos setores previamente, com uma grade ou qualquer outro implemento que risque o solo, e posteriormente entrar com a máquina aplicadora, com suas regulagens pré-estabelecidas, atendendo à especificação do mapa. Essa estratégia, embora pareça simples e de baixo custo, causa um retrocesso significativo na qualidade da intervenção em taxa variada. Apesar de todo o trabalho para a obtenção da recomendação já ter sido executado, o agricultor — numa forma de evitar a aquisição do controlador — aceita produzir um mapa em que será aplicada uma dose constante em cada setor.

Já no caso da aplicação em taxa variada plena, a dose oscila quase que continuamente, embora no mapa apareça apenas um número limitado de cores. Essas cores não têm significado real para

o mapa digital e nem para o controlador. Para eles, o que interessa é o valor de dose de produto de cada coordenada. As coordenadas, por sua vez, são compostas por uma malha de pequenas células, normalmente de 100 a 400 metros quadrados, definidas no momento da geração do mapa. É evidente que há uma série de itens por trás da simplicidade aqui descrita, o que reforça a necessidade de pessoal capacitado, que tenha o perfil adequado para atender a essa demanda. De um lado estão os fornecedores de soluções, e de outro estão os seus usuários. Nesse meio, há uma grande interface, porque muitos dos usuários são de fato prestadores de serviços, e essa parece ser uma das peculiaridades da AP. É difícil conceber que essas técnicas serão dominadas pelo usuário final e de forma generalizada, e é nesse meio que surge a necessidade de profissionais autônomos ou associados, para levar ao agricultor o que já é disponível e fazer com que isso lhe proporcione maior rentabilidade. 

**José Paulo Molin é professor no Departamento de Engenharia Rural da USP ESALQ (jpmolin@esalq.usp.br).*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J. C.; VETTORAZZI, C. A.; MOLIN, J. P. Determinação de zonas de manejo e estimativa da produtividade de culturas de grãos por meio de videografia aérea digital multiespectral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ USP, 2004. p. 1-18.
- CAMARGO, W. P.; SOUZA, A. B. M.; NAGUMO, G. K.; MOLIN, J. P. Análise temporal da variabilidade espacial de mapas de produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ USP, 2004. p. 1-9.