

TENDÊNCIAS DA AGRICULTURA DE PRECISÃO NO BRASIL

JOSÉ PAULO MOLIN¹

Uma visão ampla

O termo agricultura de precisão é ainda recente no nosso meio e tem gerado muito mal-entendido por parte dos milhões de potenciais usuários brasileiros. Há quem o associe a algum pacote de soluções mágicas que chegam até nós via satélite para resolver todos os problemas da agricultura, a partir da sua adoção. Esse conceito persistirá enquanto houver desinformação.

Quando surgiu, a tônica era de que a partir da constatação inconteste da presença de desuniformidade nas lavouras, seria possível atuar fazendo com que as manchas fossem abolidas e se permitisse que as produtividades dos talhões fossem uniformizadas. Visões otimistas ou desorientadas previam que a aplicação de insumos em taxas variadas seria praticável para cada metro quadrado da lavoura. Em reportagens era descrita a simplicidade eletrônica de todo o processo e num toque de automação o agricultor removeria da sua colhedora um módulo de memória com os dados de colheita e inseriria esses dados em algum controlador de máquina acoplada ao trator no qual estivesse instalado um GPS e com isso ele poderia imediatamente executar a operação de adubação ou semeadura em taxa variada. Talvez cheguemos a esse estágio em um futuro quando a modelagem do complexo processo de produção vegetal para a obtenção de alimentos e fibras seja mais bem dominado. Por ora a pesquisa debate-se com a necessidade de identificar o complexo de fatores de produção espacialmente dominantes e limitantes em cada sistema de produção.

Passou-se a entender um pouco melhor a variabilidade existente nas lavouras, especialmente no centro-sul do Brasil, onde são disponíveis mais dados. Também, por conta desses primeiros dados, observa-se que para tornar o desafio ainda mais interessante, as correlações entre produtividade e fatores de produção individuais, que até então são considerados os mais prováveis, são baixas.

Por outro lado, é fácil concluir-se que a agricultura hoje praticada tem decisões, recomendações e intervenções simplificadas e válidas para grandes extensões de áreas a partir de diagnósticos médios, extensivos a essas áreas. Pequenos agricultores têm maior domínio da variabilidade presente nas suas lavouras, em função do maior contato, embora apenas visual dos detalhes da lavoura. No entanto, nas grandes lavouras, o controle no mesmo nível de detalhamento apresenta limitações de ordem prática. Na medida em que as propriedades cresceram de tamanho esse detalhamento foi sendo relegado a um segundo plano em detrimento da escala de produção viabilizada pela mecanização. Por isso, pode-se inferir que a agricultura hoje praticada é embasada em

¹ Professor, Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. Av. Pádua Dias, 11, C.P. 09, Depto. Engenharia Rural, EALQ/USP, 13418-900, Piracicaba, SP, (19) 34294165, e-mail: jpmolin@esalq.usp.br

valores médios, com excessiva simplificação, especialmente na escala em que os diagnósticos, recomendações e intervenções são conduzidos. Faz-se a amostragem de solo e o resultado de uma amostragem composta (“média”) é estabelecida para todo um talhão ou mesmo para uma propriedade inteira, resultando em recomendações padrão que freqüentemente se estendem por extensas áreas em uma dada região. Na colheita diz-se que a propriedade resultou em certa produção, sem fazer-se referência às bruscas variações presentes dentro e entre os talhões.

A agricultura assim praticada (pela “média”) deixa de considerar aspectos muito importantes. Atualmente, com acesso aos mapas de produtividade, é possível se observar informações, via de regra, surpreendentes. As lavouras, em geral, apresentam manchas com produtividades extremamente variadas, levando a crer que o que se pratica na atualidade é uma simplificação estritamente de ordem prática, por falta de recursos técnicos para maior detalhamento escalar das informações.

A agricultura de precisão, que inicialmente era tida como um conjunto de ferramentas para o tratamento localizado da lavoura, mais recentemente tem merecido uma definição mais sistêmica. É acima de tudo, uma nova forma de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola. É um elenco de tecnologias e procedimentos utilizados para que as lavouras e os sistemas de produção sejam otimizados, tendo como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores nela envolvidos (SWINTON & LOWENBERG-DEBOER, 1998).

Nesse sentido, a agricultura de precisão está alicerçada em um conjunto de recursos que permitem que se faça em áreas extensas o que os pequenos agricultores sempre fizeram, que é o tratamento dos detalhes considerando as diferenças existentes dentro de um talhão, agregando todo o conhecimento acumulado pelas ciências agrárias até hoje. A idéia fundamental é de que o agricultor possa identificar as regiões de altas e de baixas produtividades dos talhões e possa administrar essas diferenças com os mesmos critérios agronômicos já dominados, porém com grau de detalhamento maior, portanto em escala compatível. Para que isso seja possível é necessário um certo grau de automatização, que depende de algumas tecnologias recentes apenas adaptadas para o meio agrícola como é o caso dos sistemas de posicionamento por satélites, sistemas de informação geográfica, da informática e de muitos dos sensores e controladores utilizados nas máquinas agrícolas.

Como esse sistema de gerenciamento prescinde de muita informação, já se utiliza o termo “tecnologia da informação” como algo ainda mais amplo, já que a agricultura de precisão é o agente gerador de bases de dados de elevado valor gerencial, pouco conhecidas e compreendidas até então. Embora seu desenvolvimento e adoção tenham iniciado com as culturas de cereais em geral, o conceito tem se estendido a inúmeras culturas, sem exceção. A questão é apenas como monitorar a variabilidade e com que freqüência.

Sob o aspecto operacional, as estratégias de adoção de técnicas de agricultura de precisão no gerenciamento das lavouras apresentam inúmeras variações, mas é essencial a visão de que existem apenas duas grandes opções. Uma delas está focada no gerenciamento da adubação das culturas com base em amostragem criteriosa do solo 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. A outra estratégia envolve o gerenciamento integrado de entradas e saídas, ou seja, envolve o conceito do gerenciamento localizado da reposição de insumos com base na sua extração, medida a partir da produtividade de cada porção dos talhões. Isso implica em se medir continuamente as produtividades e espacializá-las na forma de mapas de produtividade.

A primeira estratégia é a que vem dominando o mercado brasileiro, o que é relativamente obvio pelo seu grau de simplicidade comparado com as demandas da segunda. No entanto a evolução natural com maior domínio das técnicas, maior contingente de profissionais especializados e de produtos adaptados ao nosso meio e com custo compatível, levará à expansão da estratégia que considera o sistema completo, onde os desafios são mais amplos.

A infra-estrutura para AP

No segmento relacionado às soluções, tem-se observado, num primeiro momento, um empenho muito grande de indústrias de máquinas agrícolas, fornecedores de sistemas eletrônicos e hidráulicos e de programas computacionais de toda ordem. Infelizmente, a visão de mercado, via de regra imediatista e segmentada, tem gerado produtos que não atendem a demanda do agricultor. Por outro lado, a falta de definições de direção do mercado com relação ao nível tecnológico a se adotar e fragilidade em alguns parâmetros de recomendação, especialmente ligados à inconsistência da variabilidade espacial e temporal nas lavouras e baixas correlações entre possíveis causas e efeito, têm levado muitos empreendimentos a serem revistos ou mesmo encerrados.

Na década passada, nos EUA e Europa foram vários os exemplos de empresas constituídas para atuar no desenvolvimento e comercialização de soluções e tecnologia relacionadas a programas computacionais para sistemas de informação geográfica dedicados à agricultura, sensores de vários princípios de funcionamento para a detecção direta de indicadores de solo, cultura ou presenças de componentes indesejados na lavoura. Também surgiram vários equipamentos dedicados ou genéricos para a automatização da regulação de máquinas aplicadoras de insumos em geral, sempre visando permitir ao agricultor o tratamento localizado das lavouras. Muitos desses produtos e suas empresas não resistiram ao desafio da inovação e não encontraram espaço para sobreviverem no mercado. As projeções eram otimistas demais e muitas das soluções não estavam adequadas ao momento e ao domínio que se tem da complexidade que é um sistema de produção agrícola com interações ainda não inteiramente dominadas. Com isso, alguns dos aspectos de ordem prática, planejados pelos proponentes de equipamentos e soluções, não se efetivaram. Porém esse é um fenômeno típico na fronteira da inovação tecnológica e alguns empreendedores se estabeleceram e estão prosperando.

Mais recentemente esse mesmo fato começou a ser observado também no Brasil, inclusive com algumas iniciativas de desenvolvimento de produtos nacionais, mas que passarão pelas mesmas provações que outros já passaram no exterior. Já são observadas iniciativas de desenvolvimento e adaptação de produtos relacionados a controladores, sensores e sistemas de informação geográfica, bem como serviços de monitoramento com recursos de sensoriamento remoto e vistas a campo.

Ainda, com relação ao desenvolvimento tecnológico em curso no exterior, outros produtos surgiram visando facilitar a vida do usuário e melhorar a qualidade das operações e um exemplo clássico e que resultou em grande aceitação de mercado, foram os sistemas de orientação para aplicação em faixas paralelas orientados por DGPS, aqui no Brasil conhecidos como “barra de luz”. Mais recentemente surgiram os sistemas automatizados de esterçamento de veículos, também orientados por DGPS, com boa aceitação no mercado já no seu primeiro ano, especialmente nos EUA. Esses dois casos, e para o Brasil, especialmente o primeiro, com bastante aceitação em aplicações de pulverização e mais recentemente para calcário e fertilizantes a lanço, demonstra que o usuário tende a selecionar o que lhe atende e representa solução para problemas imediatos. O mercado brasileiro de sistemas de orientação para faixas paralelas tem crescido e já é destaque mundial. Com relação aos sistemas de esterçamento automático, também se vislumbra o surgimento de mercado brasileiro, considerando que a especificação desses sistemas, dependendo da forma de correção diferencial de GPS, é de acurácia da ordem de 5 a 10 cm. Acredita-se que haverá espaço especialmente para aplicações como pulverização e semeadura direta em áreas extensas e com semeadoras de grande porte, onde os marcadores de linhas têm mais dificuldades para a marcação de linhas sobre palhada. Outras aplicações ainda poderão surgir na operação de colheita de cereais. Também há um potencial grande de sua aplicação na cultura de cana-de-açúcar, tanto na operação de sulcação como na colheita mecanizada, para evitar tráfego sobre soqueiras. Esse recurso, adaptado aos tratores, pulverizadores autopropelidos e colhedoras, oferece o conforto da direção automatizada e que libera o operador da responsabilidade de dirigir, permitindo que se concentre nos demais controles.

Algumas considerações devem ser feitas com relação aos sistemas de localização. Hoje somente é disponível o GPS (Global Positioning System) que é de propriedade do governo americano. No entanto outros sistemas estão sendo trabalhados, como o GLONASS da ex-União Soviética, hoje nas mãos da Rússia. Esse sistema está sendo implementado com o lançamento de novos satélites para recompor a constelação que já chegou a ter 25 satélites e hoje está com 11 satélites ativos². A União Européia anunciou e já está implementando o seu sistema próprio de posicionamento denominado de GALILEO e que deverá estar operante em 2008.

Para aplicações em agricultura de precisão, STAFFORD (1996) já sugeria para as condições da época que a acurácia do posicionamento deveria ser da ordem de 30,0 m para aplicação variada de fertilizantes e de 10,0 m para mapeamento da produtividade, 1,0 m para aplicação variada de herbicidas e 0,1 m para evitar sobreposições em pulverização e para semeadura, tendo em vista a resolução dos próprios equipamentos envolvidos. Com a desativação do ruído denominado de disponibilidade seletiva, do sistema GPS, em maio de 2000, os erros em receptores sem correção diferencial baixaram significativamente e estão na ordem de alguns metros. Isso causou uma mudança marcante no mercado e no meio agrícola brasileiro os receptores de GPS de baixo custo passaram a ser largamente utilizados.

Com relação a métodos de correção diferencial, no Brasil estão disponíveis a correção pós-processada de aplicação limitada em agricultura, correção em tempo real via rádio com torre local, correção com rede de abrangência continental e sinal via satélite de comunicação. Recentemente tem sido disponibilizados sistemas de correção

² <http://www.glonass-center.ru/frame.html>

autônomos que consistem de algoritmos internos que utilizam a posição dos satélites da constelação para produzir uma correção própria.

Outras fontes de sinal de correção têm surgido recentemente. Tanto os Estados Unidos quanto a Comunidade Européia estão desenvolvendo seus sistemas de correção diferencial, ambos utilizando sistema semelhante às redes de abrangência continental e sinal via satélite de comunicação de empresas privadas. O WAAS ou “Wide Area Augmentation System” dos Estados Unidos e o EGNOS ou “European Geostationary Navigation Overlay Service” já disponibilizam sinal público. O WAAS é composto de 25 estações terrestres e está sendo implementado prioritariamente para a aviação civil³. O sistema EGNOS teve sua implementação iniciada em 1998 e já está plenamente operante. Além de contemplar os usuários do sistema GPS, também trabalha com o sistema GLONASS⁴. Tanto o sinal WAAS como EGNOS são sintonizáveis no Brasil, no entanto a questão que se coloca é quanto à validade deles como correção diferencial para nós se estão sendo gerados em outros continentes com estações de referência que visam atender aquelas áreas. Especialmente para a utilização de sistemas de esterçamento automático, é necessário um sinal de correção diferencial de alta qualidade e já surgiram no mercado produtos diferenciados, tanto por correção via satélite a partir de empresas privadas, como por estação local via rádio com RTK (“real-time kinematic”).

Todos esses produtos, incluindo os monitores de produtividade, controladores de taxa variada, receptores de GPS, etc, em nosso meio têm um custo adicional por serem importados. Este tem sido um dos entraves da adoção dessas tecnologias, por se tratar de valores, por vezes irrealistas, em função da baixa escala de produção e de comercialização no país, bem como de custos agregados associados às longas distâncias que, por sua vez, são associadas à instalação e assistência técnica desses equipamentos. Custo tem sido um dos grandes entraves e, em alguns dos segmentos, a falta de parâmetros para balizar o benefício, tem sido o outro limitador da adoção.

Abordando os monitores de produtividade, é importante se destacar que já existem boas soluções para cereais em geral, onde houve um empenho maior da pesquisa e das indústrias devido às extensas áreas que ocupam. Hoje já há soluções em várias outras culturas como o algodão, tubérculos, frutíferas em geral, feno, tomate industrial e tantos outros. Mais recentemente têm surgido no Brasil trabalhos com esse enfoque e com viabilidade para aplicação comercial contemplando culturas tropicais de grande importância para a economia nacional como a cana e o café (SARTORI et al., 2002; PAGNANO e MAGALHÃES, 2001).

Sem dúvida, a melhor informação do resultado de uma lavoura é a colheita. Da forma como a agricultura é gerenciada atualmente, essa informação se resume a um número representado pela média do talhão ou da fazenda. Na agricultura de precisão essa informação é o mapa de produtividade de cada pequena porção da lavoura. É uma imagem que representa a variabilidade espacial da produção. Para se gerar os mapas de produtividade, no caso de grãos, é necessária a instalação de alguns dispositivos especiais na colhedora ou a aquisição de uma colhedora já equipada pela fábrica. A configuração básica de um sistema inclui um sensor de fluxo de grãos e um sensor de umidade da massa de grãos, ambos geralmente instalados no elevador de grãos limpos da máquina, um sensor de velocidade da máquina, um interruptor ou sensor de

³ <http://gps.faa.gov/Programs/WAAS/waas.htm>

⁴ <http://www.esa.int/EGNOS>

plataforma, GPS e o monitor com sistema para armazenamento de dados, instalado na cabine.

Várias outras ferramentas estão sendo propostas e testadas, visando sempre identificar a variabilidade espacial da produtividade ou dos fatores presumivelmente associados a ela em um talhão, como as fotografias aéreas, as imagens de satélite, a videografia, a amostragem de solo em grade, a mensuração da condutividade elétrica do solo, etc. Todas essas técnicas merecem a devida atenção e fazem parte do sistema que ainda carece de muito desenvolvimento tecnológico para que seja considerado compreensivo e efetivo.

A técnica que tem se tornado bastante popular e que se soma às informações da cultura é a geração do mapa individual para cada indicador da fertilidade do solo. Para isso é necessário um certo investimento na coleta de amostras, cada uma localizada via GPS. Outras informações podem ser registradas, como por exemplo, a localização de focos de infestação de doenças, pragas ou invasoras.

Até então a ênfase é dada à coleta de dados para um bom diagnóstico, que é a fase seguinte. Nessa, a interpretação e explicação para os fatos passa a ser a tarefa mais complexa. Na prática, deve-se identificar os fatores que podem causar as baixas produtividades onde elas se manifestarem. É a aplicação dos conceitos agrônômicos vigentes, porém diferenciados para cada pequena porção da lavoura com base em diagnósticos também localizados.

Numa seqüência lógica considera-se o segmento que permite a aplicação dos insumos na dose correta em cada local. De nada serviria o diagnóstico dos problemas localizados se não houvesse como fazer o tratamento também localizado. Já existem veículos de aplicação de fertilizantes capazes de carregar um ou vários produtos separados para a composição da aplicação localizada da devida mistura. Em alguns países essa tarefa normalmente é feita por prestadores de serviços ou cooperativas que se especializaram nessa tarefa. Também são disponíveis equipamentos para variar a densidade de semeadura automaticamente. A aplicação localizada de defensivos agrícolas com dosagens variadas e circuito de injeção direta do princípio ativo no fluxo de água ou diretamente nos bicos, também já é disponível. Nesse contexto já são oferecidos produtos e serviços ao agricultor brasileiro, o que implica na necessidade de adaptação às nossas particularidades, avaliação do seu desempenho e aceitação pelo mercado.

Empresas locais já demonstram estar dando importância ao desenvolvimento de controladores e atuadores para regulagem de vazão de sólidos e de líquidos, com ou sem o gerenciamento automático via mapas de aplicação. Um segmento que tem merecido a atenção é o da aplicação de calcário. Já existem soluções no mercado e outras virão para a aplicação de calcário em taxa variada, governada automaticamente por mapa de aplicação ou pelo próprio operador, fazendo variar a vazão do produto com base em definições de unidades de gerenciamento diferenciado previamente demarcadas ou por navegação.

O papel da assistência técnica e do usuário

É reconhecido que a tarefa de coletar e gerenciar muitos e bons dados que permitam gerar informações úteis é considerada uma das mais desafiadoras dentro do processo de adoção de agricultura de precisão. Porém, ainda mais desafiador é chegar a

um diagnóstico correto para a tomada de decisão e intervenções. As correlações entre efeito e as possíveis causas da variabilidade espacial em uma lavoura têm sido exaustivamente estudadas por muitos pesquisadores e os valores, via de regra, são baixos e, por vezes, conflitantes. Basicamente, o que é necessário é a definição do quadro que expressa o grau de importância de cada fator para uma dada condição (talhão, ambiente, cultura) como mostrado na Figura 1. No entanto, muitas das prováveis causas são do tipo que não permitem intervenções e sim exigem a convivência.

Causas da variabilidade e grau de dificuldade para a sua intervenção

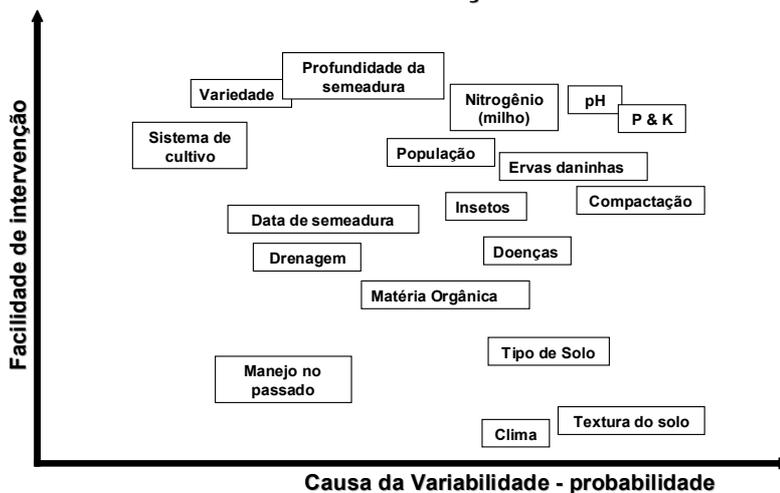


Figura 1. Exemplo de um caso de análise de fatores envolvidos na variabilidade espacial de uma lavoura com seus diferentes graus de probabilidade e de facilidade de correção e que devem ser definidos para cada caso (Molin, 2003).

O processo de definição da relação de causas e efeito exige empenho e conhecimento e poucos usuários têm habilidade para conduzir um gerenciamento de informações com esse nível de detalhamento. Dai a importância e necessidade de se atentar para a formação de pessoal capacitado, que tenha o perfil adequado para atender essa nova demanda.

De um lado estão os fornecedores de soluções e de outro estão os seus usuários e entre os dois há uma grande interface, porque muitos dos usuários são, de fato, prestadores de serviços e esta parece ser uma das peculiaridades da agricultura de precisão. É difícil se 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.

A presença da assistência técnica privada na agricultura brasileira está em expansão. O profissional que atua em contato direto com o agricultor, oferecendo o seu conhecimento, tem uma gama enorme de tarefas e de conhecimentos a dominar e que não cessam de crescer e de se tornarem ainda mais complexas. A inclusão de mais essa área do conhecimento, com nuances totalmente fora da sua rotina, devem acarretar

dificuldades e necessidade de investimento, tanto de conhecimento quanto de equipamentos. Uma solução para esse profissional poder atuar e oferecer serviços de agricultura de precisão é associar-se a outro profissional especializado no tema e que lhe auxiliará na tarefa de levar esses benefícios ao seu cliente. Este outro profissional, para se viabilizar no mercado tem que desenvolver parceria com vários assistentes técnicos e assim atuando de forma ágil e à distância, permitir praticar custos compatíveis. Esse modelo (Figura 2) exige do profissional especialista uma infraestrutura de análise de dados e de comunicação, enquanto que dos assistentes técnicos é necessário conhecimento mínimo para interação e alguns recursos de coleta de dados em campo, especialmente de amostragem e de comunicação.

A complexidade com que o usuário ou consultor irá conduzir a adoção das técnicas de tratamento localizado vai depender de uma abordagem ampla do contexto em que está inserido. A sofisticação é aliada da acurácia, porém incorpora custo. Na medida em que o agricultor passa a gerenciar a propriedade não mais como única, isolando cada talhão e os considerando como unidades gerenciais, o nível de desuniformidade entre essas unidades se destaca. Isso leva ao tratamento individualizado de cada talhão. Esse pode ser o início do processo de gerenciamento por unidades diferenciadas. O que falta é definir essas unidades dentro de cada talhão. Assumindo que as diferenças existem e que as conhecendo pode-se melhorar as técnicas de gerenciamento da lavoura, deve-se lançar mão de ferramentas que permitam defini-las e identificá-las como unidades. Para isso podem ser utilizados os mapas de produtividade, as fotos aéreas ou videografia, a amostragem de solo em grade, o mapeamento da condutividade elétrica do solo, o levantamento pedológico detalhado e outras técnicas mais recentes ou associações entre estas técnicas.

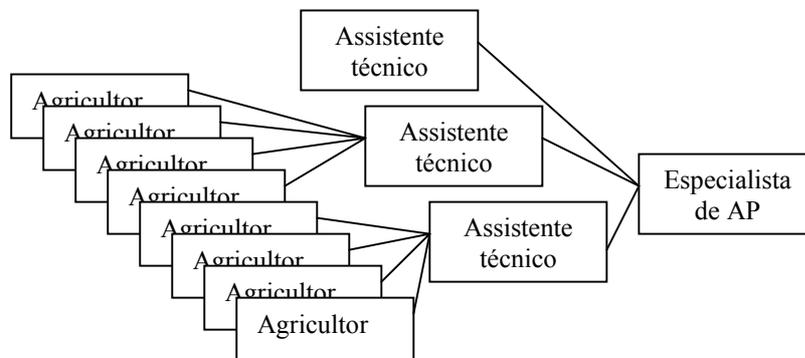


Figura 2. Estrutura organizacional de uma rede de serviços de assistência técnica que atenda o agricultor em suas demandas de agricultura de precisão com agilidade e custos compatíveis (Molin, 2003).

A partir da definição das unidades de gerenciamento diferenciado passa-se a criar subdivisões virtuais nos talhões que são as bordas dessas unidades. Desse ponto para frente as táticas de gerenciamento devem ser mudadas e todos os princípios da agricultura de precisão podem ser aplicados, porém sem o nível de sofisticação exigido na estratégia de aplicação de insumos em taxa variada a partir de mapas de recomendação, por exemplo, especialmente no que concerne a equipamentos. A própria delimitação e

demarcação dessas unidades de gerenciamento pode ser feita com tecnologias apropriadas. Em função das dificuldades ligadas ao alto custo de investimento bem como ausência de boas correlações que expliquem as causas das variabilidades locais, a tendência da adoção das unidades de gerenciamento diferenciado parece ser um estágio intermediário para aqueles que pretendem evoluir gradualmente na adoção de técnicas de tratamentos localizados.

Para a inserção de um usuário no ambiente da agricultura de precisão é necessário investimento em informação. A implantação de projetos nesse sentido deve sempre ser gradual e com a consciência de que ainda tem-se pouco domínio dos conceitos de variabilidade espacial da produção e de suas causas. Essa deve ser a tônica de qualquer iniciativa na atual fase do desenvolvimento da tecnologia no Brasil.

Nesse sentido, é importante destacar que os usuários de países mais desenvolvidos têm ao seu dispor estruturas e recursos para aplicação imediata nas suas atividades relacionadas à agricultura de precisão. Exemplos são os levantamentos pedológicos na forma de mapas, as redes de dados climatológicos, o sinal público de GPS diferencial, etc.

Ao potencial usuários das técnicas de tratamentos localizados, o aspecto econômico envolvido perturba. Americanos e europeus têm alertado para o fato de que em grãos em geral, como culturas de baixo valor agregado, a rentabilidade das práticas de agricultura de precisão é menos evidente que em culturas mais nobres e que a mensuração da relação entre custo e benefício é bastante complexa e intuitiva. Porém, para a agricultura brasileira, que em geral ainda carece de ajustes tecnológicos, o gerenciamento que leve em consideração as grandes desuniformidades existentes dentro dos talhões pode oferecer vantagens bem maiores que aquelas oferecidas aos agricultores de países com agricultura tecnologicamente mais evoluída, e que estão bem mais próximos dos seus respectivos limites.

Considerações finais

Para que a adoção dessas técnicas venha a acontecer numa marcha que gere volume, tanto de negócios quanto de experiências para todos, deve haver esforço concentrado em duas grandes frentes. Por um lado a pesquisa, com recursos públicos e privados, deve acelerar o processo do entendimento dos fenômenos associados à variabilidade existente nos campos e as formas de intervir ou conviver positivamente com essa variabilidade. A outra frente, também de primeira importância, deve atacar a redução do custo de adoção para minimizar a demanda reprimida que se frustra com os valores dos equipamentos hoje disponíveis. Sabe-se que os preços praticados são decorrentes de falta de escala de produção e de nacionalização. Na medida em que a tecnologia evolui e as técnicas se adaptam à realidade, a marcha de inserção dos usuários aumenta naturalmente. Em um futuro não tão distante acredita-se que será uma realidade como já o é o plantio direto que nos anos 80 parecia ser algo para poucos e totalmente desfocado da nossa realidade.

Analisando-se os princípios envolvidos pode-se afirmar que a agricultura de precisão é tão óbvia que deva ser passageira como área de discussão e será naturalmente incorporada e deixará de existir, confundindo-se com nossas atividades de rotina no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MOLIN, J.P. Agricultura de Precisão: situação atual e perspectivas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (Org.). Milho: Estratégias de Manejo para Alta Produtividade. Piracicaba, 2003, p. 89-98.
- PAGNANO, N.B., and MAGALHÃES, P. S. G. 2001. Sugarcane yield measurement. p.839-3. In: Blackmore, S. and Grenier, G. (ed.) 3th European Conference on Precision Agriculture, June, 18-20, 2001. Montpellier: AgroMontpellier-ENITAdBordeaux,.
- SARTORI, S., FAVA, J.F.M., DOMINGUES, E.L., RIBEIRO FILHO, A.C., SHIRAI SI. L.E. 2002. Mapping the spatial variability of coffee yield with mechanical harvester. Proceedings of the World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources, p.196-205. ASAE, St. Joseph.
- STAFFORD, J.V. Essential technology for precision agriculture. In: International Conference, 3th., Minneapolis. Proceedings. 1996. p.595-604.
- SWINTON, S. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. Evaluating the profitability of site-specific farming, Journal of Production Agriculture, Madison, v. 11, n.4, p. 439-446, 1998.