



AGRICULTURA de PRECISÃO

adoção &
principais obstáculos

POR: RICARDO BRAGA
& PEDRO AGUIAR PINTO

AUTORES /

Ricardo Braga

ESA ELVAS, Instituto Politécnico de Portalegre

ricardo_braga@esaelvas.pt /

Pedro Aguiar Pinto

Instituto Superior de Agronomia /

A agricultura de precisão já se encontra relativamente bem divulgada em Portugal. No entanto, a adopção em contexto empresarial continua a ser escassa ou mesmo nula para determinadas aplicações.

Este artigo pretende rever alguns conceitos dando uma noção do grau de adopção das principais tecnologias e aplicações no nosso país. Faz-se também uma breve análise aos principais obstáculos a uma adopção mais generalizada.

O termo “Agricultura de Precisão” dificilmente será estranho a qualquer empresário do sector agrícola minimamente atento e informado. Poderá não conhecer em rigor todas as suas aplicações e potencialidades, mas certamente que saberá que a agricultura de precisão é um sistema de cultura em que, por intermédio de algumas ferramentas, se procura aumentar o rigor, na maior parte das vezes na sua componente espacial, com que as operações culturais são praticadas. São também comuns as ideias, destas vezes não totalmente correctas, de que a agricultura de precisão envolve sempre tecnologias avançadas e que apenas está ao alcance dos empresários agrícolas mais avançados e/ou de maior dimensão. Poder-se-á definir a agricultura de precisão como um sistema de cultura que visa a gestão da variabilidade temporal e espacial das parcelas com o objectivo de melhorar o rendimento económico da actividade agrícola, quer pelo aumento da produtividade e/ou qualidade quer pela redução dos custos de produção, reduzindo também o seu impacte ambiental e risco associados. Esta definição

é suficientemente abrangente para poder ser classificada como agricultura de precisão *sensu lato* já que se pode incluir nela um largo espectro de actuações, sobretudo se se der maior ênfase à variabilidade temporal.

Por exemplo, de acordo com aquela definição, a monitorização do *stress* hídrico com recurso a sondas de água no solo poderia ser incluída na agricultura de precisão. Neste âmbito, agricultura de precisão seria quase sinónimo de agricultura mais criteriosa, rigorosa, pormenorizada, de base científica.

Na prática, o que diferencia a agricultura de precisão é a preponderante componente de gestão da variabilidade espacial quer da produtividade quer dos recursos. É essa componente que é verdadeiramente nova e diferenciada do que se vem fazendo nas últimas duas décadas no sector. Ou seja, a agricultura de precisão (*sensu stricto*) será um sistema de cultura em que é dada grande ênfase à variabilidade espacial dos recursos, dos factores de produção e da produtividade/qualidade, de forma que a sua gestão garanta melhores indicadores físicos, económicos e ambientais das parcelas e das explorações agrícolas. Na maioria das aplicações, a agricultura de precisão envolve sempre o uso mais ou menos intenso de tecnologias geo-espaciais (GPS – *Global Positioning Systems*, SIG – Sistema de Informação Geográfica, monitores de produtividade, VRT – *Variable Rate Technology*, detecção remota, etc).

De facto, em grandes áreas, poderá torna-se complicada a aplicação da agricultura de precisão sem o recurso aquelas tecnologias que têm como base o GPS. Contudo, casos há em que o bom senso dita que a sua utilização seja economicamente inviável. Por exemplo, aplicação diferenciada de herbicida em que o operador consegue sem grande esforço ou erro fazer a aplicação localizada de forma manual ou em que após a realização de amostras de solo,

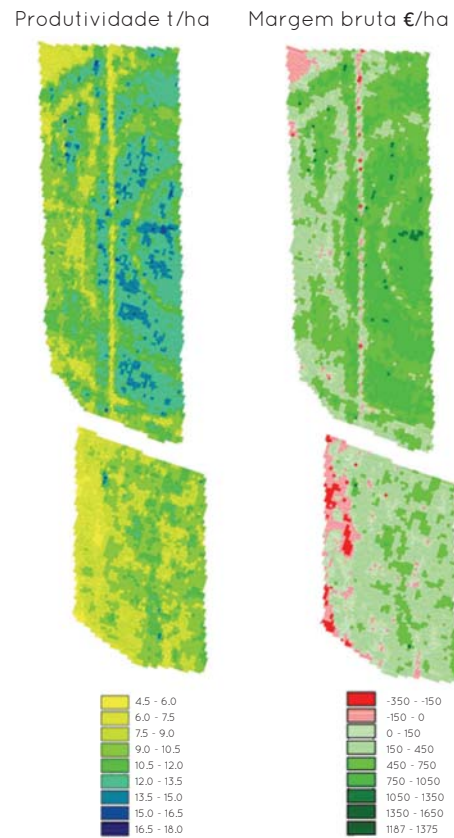


Figura 1
Carta de produtividade (esq.) e carta de margem bruta (dir.) de duas pequenas parcelas de milho (total 10 ha)

o empresário divide a parcela em duas zonas tão geograficamente distintas a a sua gestão diferenciada manual se torna simples.

Apesar de o domínio das tecnologias geo-espaciais ser importante, o fulcro da aplicação da agricultura de precisão é a gestão da informação e do conhecimento agronómico. As tecnologias são (devem ser) encaradas como meras ferramentas de diagnóstico (detecção remota, mapeamento) ou meios de actuação (VRT, GPS), sendo o conhecimento agronómico neste domínio, o elo mais fraco da cadeia.

Estamos perante um caso típico em que a tecnologia está bastante à frente da ciência. Toda a formação e prática agronómica desde a segunda guerra mundial até aos anos oitenta do século passado, foi sempre e, na grande maioria dos casos, continua a ser, sobretudo no domínio das culturas arvenses, orientada para os valores médios das parcelas. Por questões de ordem prática,

sempre se sacrificou a variabilidade dos solos e das culturas em função da média. Ora, a agricultura de precisão, beneficiando do desenvolvimento de algumas ferramentas, permite gerir diferenciadamente as zonas de potencial produtivo diferenciado dentro de uma mesma parcela. A maioria das aplicações em agricultura de precisão envolve grandes volumes de dados que é preciso gerir e converter em informação útil passível de ser utilizada como base no processo de tomada de decisões no dia-a-dia das explorações. De facto, a redução do custo da monitorização do meio ambiente e das próprias plantas (por exemplo, com recurso as estações meteorológicas, fito-sensores, detecção remota), gera muitas vezes um grande volume de dados que em si mesmos pouco valor têm se não forem correctamente interpretados de modo a alimentarem o processo de tomada de decisão. Desta forma, é sempre necessário colocar especial ênfase na gestão

do conhecimento agronómico no sentido de tornar úteis todos os dados disponíveis, evitando o *drowning-in-data* (afogamento em dados).

APLICAÇÕES

As aplicações da agricultura de precisão na actualidade podem classificar-se de diversas formas conforme os aspectos considerados. Quanto ao horizonte temporal, as aplicações podem ser do tipo one-time ou “curto prazo” em contraste com aplicações de “médio-longo prazo” ou em “ciclo”.

As aplicações *one-time* são as que resultam da correcção de factores limitantes da produção numa única campanha. Por exemplo, através da carta de produtividade de uma parcela, detecta-se uma zona com problemas de drenagem com forte impacto na produtividade. Ou detectam-se zonas da parcela com pH abaixo do indicado. Ou mesmo, no caso de *center pivots*, detectam-se faixas concêntricas de menor produtividade resultantes de aspersores deficientes.

Nestas situações, será possível numa única ou em poucas intervenções, eliminar ou controlar o factor limitante de forma a que este deixe de ter impacto significativo na produtividade.

A utilização de cartas de condutividade eléctrica do solo para delimitação dos sectores de rega, a redefinição dos limites das folhas/talhões em função da variabilidade encontrada numa carta de produtividade também podem ser indicados como exemplos de aplicação tipo *one-time*. Nas aplicações em “ciclo”, em que os factores limitantes responsáveis pela variação espacial da produtividade/qualidade são dinâmicos na campanha e entre campanhas (pragas, doenças, NPK, água disponível, etc.), as aplicações sucedem-se num ciclo interminável de medição/estimação (análises de terra, detecção remota, sondas, condutividade eléctrica aparente) – aplicação (VRT *low tech* ou *high tech*) – aferição (cartas de produtividade, cartas de qualidade, carta de margem bruta). Estas constituem, de facto, o tipo de aplicação da agricultura de precisão mais comum. Por exemplo, (a) a aplicação diferenciada de NPK com recurso à tecnologia VRT, tendo por base zonas de gestão/manejo definidas com base numa carta de produtividade (ou, de preferência, várias cartas referentes a vários anos); (b) a variação da densidade de plantas em função do tipo de solo ou do volume de calda em função da dimensão das plantas; (c) a variação espacial da dotação de rega ou intervalos entre regas em função da capacidade de armazenamento do solo com recurso a *center pivot* com tecnologia VRI (*variable rate irrigation*), ou redefinição dos sectores de rega, ou diferenciação da densidade de gotejadores. Dada a dinâmica dos factores limitantes em causa, neste tipo de aplicações, será sempre necessário trabalhar em “ciclo” num processo algo intenso em conhecimento agronómico em resultado aplicações diferenciadas em si e também pelas implicações/interacções nas restantes operações culturais. A ferramenta central neste tipo de aplicações, e que importa maximizar, é a carta de margem bruta da parcela (Fig. 1), obtida com base na carta de produtividade e na conta de cultura de cada zona de gestão. É também importante frisar que as intervenções neste âmbito devem obrigatoriamente ser precedidas de uma correcta análise de investimento. Casos haverá em que, certamente, a variabilidade da produtividade não justificará a gestão diferenciada. Quanto ao grau de intervenção na gestão diferenciada dos factores de produção, as aplicações podem implicar ou não a sua existência. Os exemplos das aplicações em “ciclo” ilustram bem o tipo de aplicações em que o grau de intervenção é elevado. Há, contudo, aplicações em que apesar de se observar variabilidade da cultura, a aplicação poderá não envolver qualquer actuação diferenciada, mas apenas o “tirar partido”

da variabilidade observada. Um exemplo do tipo de aplicação sem intervenção ao nível da gestão dos factores de produção, é a segmentação da vindima (Fig. 2). Nesta aplicação, é obtida entre a floração e o pintor informação multiespectral da vinha, que é utilizada, através das cartas de NDVI, para definir zonas de qualidade de uva diferenciada e desta forma, permitir a constituição de lotes distintos da mesma casta à entrada da adegas.

Desta maneira, é possível dentro de uma mesma parcela, definir por exemplo lotes/zonas para “reserva” e lotes para “entrada de gama”. De forma similar, no olival, é possível definir zonas/lotes para “virgem” e “virgem extra”. Este tipo de aplicação permite uma gestão mais eficiente da “matéria prima” de forma a melhorar a *performance* económica de cada parcela e da exploração agrícola. Apesar de ser possível utilizar as cartas de NDVI para actuar de forma diferenciada ao nível dos factores de produção, na prática aquelas têm sido utilizadas apenas para a segmentação de lotes no próprio ano. Neste tipo de aplicação há uma perspectiva estritamente utilizadora da variabilidade espacial (“tirar partido da variabilidade”), e não tanto a perspectiva de intervenção.

As aplicações em “ciclo” podem também ser agrupadas em duas formas de actuação VRT: em “tempo real” ou “baseada em cartas”. No ciclo medição/estimação – aplicação – aferição referido anteriormente, a componente medição/estimação – aplicação VRT pode ser em simultâneo (“tempo real”) ou não (baseada em cartas). Nas aplicações baseadas em cartas (as mais frequentes), as duas componentes não são efectuadas em simultâneo, sendo necessário o recurso a GPS e cartas, quer do recurso (produtividade, NPK, etc) quer, posteriormente, da recomendação. É esta carta de recomendação, ou carta de prescrição, que é alimentada aos sistemas VRT, e que no campo, em função do posicionamento GPS executa a taxa prescrita na zona definida. Este processo é moroso, caro e algo exigente em conhecimento técnico (envolve GPS, *softwares* SIG, VRT, equipamentos, etc.). Nas aplicações em “tempo real”, com o recurso a sensores de diversos tipos, quer à planta (teor de clorofila ou diferenciação de infestantes/cultura) quer ao solo (condutividade eléctrica aparente), a medição/estimação e a aplicação VRT faz-se em contínuo de forma instantânea (Fig. 3). Este tipo de sistemas, ainda pouco comuns mas a ganhar terreno (por exemplo, na aplicação de N), são considerados o futuro das aplicações VRT já que eliminam as principais dificuldades das aplicações baseadas em cartas. De facto, depois de aferidos, os sistemas em “tempo real” reduzem a necessidade de recurso ao GPS, aos *software* SIG, etc. O operador terá apenas que se limitar a percorrer a parcela e deixar que o sistema determine o estado da cultura e calcule e aplique a taxa de factor de produção indicado. Finalmente, as aplicações em agricultura de precisão, poderão classificar-se de passivas ou activas. Nas aplicações activas, por oposição às passivas, as mais comuns, as próprias plantas, sobretudo em culturas permanentes, munidas de sistemas de comunicação (RFID, por exemplo) podem interagir com máquinas e/ou operadores permitindo obter a simples localização ou mesmo a prescrição (por exemplo, a intensidade de poda com base no historial de produção/vigor).

Outro domínio de aplicação da agricultura de precisão, talvez o mais simples e intuitivo de aplicar, é o dos sistemas de condução assistida ou automática por GPS, conforme o grau de intervenção do operador. Nestes, o objectivo não é diferenciar a taxa de aplicação de factores de produção na parcela nem tão pouco o de tirar partido da variabilidade observada, mas sim o de, com recurso ao GPS, garantir que a taxa ou taxas prescritas são efectivamente aplicadas da forma o mais homogénea possível.

De facto, estes sistemas permitem auxiliar o operador na tarefa de

garantir que as passagens são o mais paralelas possível e desta forma minimizar as sobreposições e falhas, entre outras vantagens (poupança de combustível, semente, adubo, menor cansaço do operador, etc).

SOLUÇÕES

Como referido anteriormente, a agricultura de precisão é um caso típico em que a tecnologia está bastante à frente da ciência. Apesar de a vantagem da agricultura de precisão estar perfeitamente demonstrada, até no âmbito da sustentabilidade dos sistemas de agricultura, nota-se ainda, ao fim de 20 anos de aplicação a nível mundial, alguma falta de metodologias que tirem completo partido dos dados que hoje em dia é possível obter no campo (detecção remota, condutividade eléctrica do solo, cartas de produtividade, etc. etc.). A capacidade que a indústria tem para lançar novidades tecnológicas neste âmbito é bastante superior à capacidade que, por um lado, os empresários agrícolas têm em apreendê-las e integrá-las no seu sistema de produção e, por outro, que os investigadores têm de as trabalharem para desenvolver soluções práticas e agronomicamente úteis.

As soluções comerciais de tecnologia para Agricultura de Precisão na actualidade centram-se sobretudo em dois domínios: os sistemas de condução assistida ou automática por GPS e os sistemas de monitorização do rendimento/monitor de aplicação diferenciada (VRT) i.e. sistemas para aplicações em "ciclo". Nos anos iniciais de aplicação da Agricultura de Precisão, sobretudo nos EUA e Austrália, foram pequenas empresas da área da electrónica que desenvolveram os primeiros sistemas de monitorização da produtividade e controladores VRT. A utilização dessas soluções, necessariamente externas aos equipamentos (ceifeiras, semea-

dores, distribuidores) dos grandes fabricantes, necessitavam sempre de um elevado grau de adaptação e esforço de integração.

Hoje em dia, a maior parte dos grandes fabricantes fornece já soluções perfeitamente integradas (tendo muitas vezes para o efeito adquirido a tecnologia às empresas originais) quer para monitorização de produtividade nas ceifeiras quer para controladores VRT nos equipamentos de distribuição e sementeira, eliminando em grande parte o esforço inicial de adopção da tecnologia (cf. *Greenstar @ deere.com*; *PLM @ newholland.com*; *fieldstar @ agcotechnologies.com*).

Nalguns casos, contudo, as soluções de montagem artesanal, continuando perfeitamente válidas, podem ser interessantes num cenário de adaptação de equipamentos já existentes na exploração ou de soluções de menor investimento. Por outro lado, o *standard* ISOBUS (Fig. 4), que especifica um protocolo de controlo e comunicação entre tractores, máquinas e alfaia veio, também, facilitar bastante a utilização conjunta de equipamentos de fabricantes distintos, sobretudo de sistemas de aplicação diferenciada VRT.

De facto, em vez da necessidade um controlador adicional, que estabelecia a comunicação entre o sistema VRT (ou seja pelo menos duas consolas dentro da cabine do tractor) e o distribuidor de adubo, por exemplo, neste momento, se o distribuidor estiver equipado com a tomada ISOBUS, a comunicação e controlo poderão ser directamente estabelecidos com o sistema VRT.

Fora dos dois domínios de soluções comerciais referidas, existem ainda outras mais específicas, como são os casos da viticultura de precisão, da irrigação de precisão ou do controlo fraccionado da barra de aplicação de produtos fitossanitários. O fabricante Same Deutz-Fahr, por exemplo, comercializa uma má-

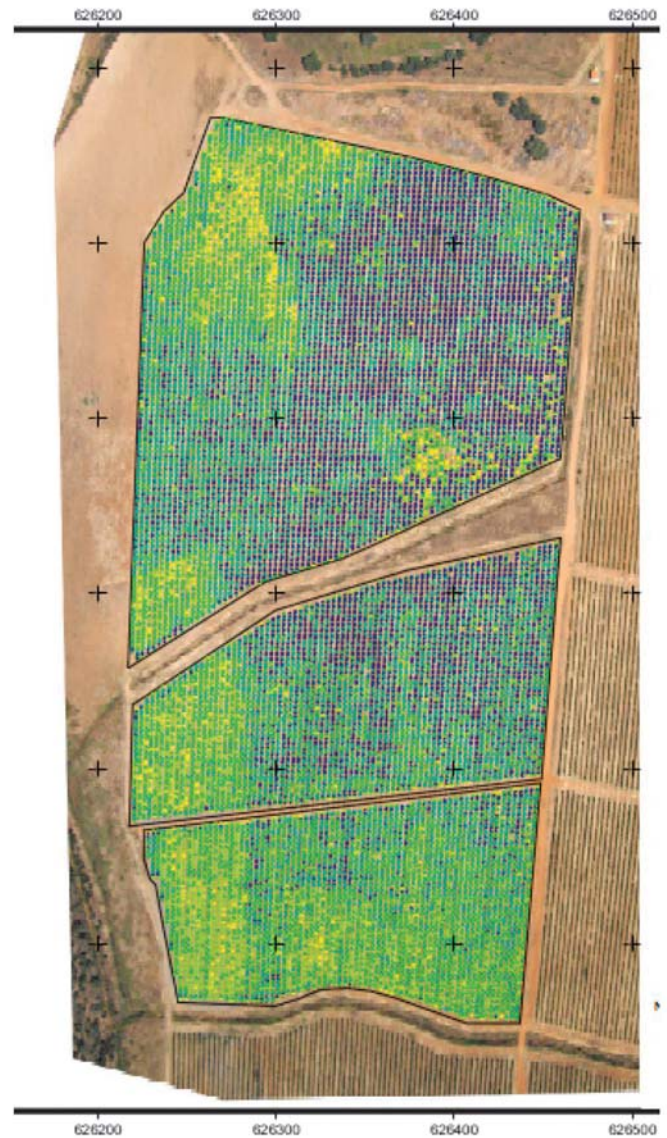


Figura 2

Carta de NDVI evidenciando zonas de qualidade de uva diferenciada utilizadas na segmentação da vindima. (Fonte: [AREA400.COM / ESPORÃO](http://AREA400.COM/ESPORÃO))

quina de desfolha cuja intensidade pode ser controlada em VRT em função do vigor das plantas previamente mapeado e convertido numa carta de recomendação a ser transferido para o controlador (Fig. 5). Outro sistema, da New Holland, para vindimadoras (EnoControl) permite, através de uma carta de NDVI previamente obtida, automatizar o processo segmentação da vindima i.e. de

separar as uvas entre os dois tégões, de acordo com o potencial de qualidade.

Quanto à irrigação de precisão, a Valley anunciou no ano passado uma parceria com uma empresa australiana (farmscan.net.au) para a comercialização em breve de sistemas *center pivot* com capacidade VRI. Finalmente, a Ag-leader disponibiliza um equipamento de controlo (EZ-Boom), que, através do GPS, permite automaticamente desligar secções da barra de aplicação de produtos fitossanitários de forma a minimizar a sobreaplicação sempre que o tractor voltar a percorrer uma zona da parcela já tratada. Além



Figura 3
Distribuidor VRT de N em tempo real.
A taxa de aplicação em (1) é função do teor de clorofila estimado em (2).
(Fonte: Oklahoma State University)

da oferta tecnológica, é também importante referir os restantes actores no “sistema de inovação”. Assim, existem no momento em Portugal entre 5 a 10 empresas com *know-how* na prestação de serviços, nomeadamente no que toca a detecção remota (cartas de NDVI), cartas de condutividade eléctrica, gestão da informação e aplicação de conhecimento agrónomico em SIG, máquinas e equipamentos (ceifeira com monitor de produtividade, semeadores e distribuidores com ISOBUS). Quanto à investigação e desenvolvimento, já decorreram ou estão ainda a decorrer cerca de uma dezena de projectos nas instituições de ensino superior portuguesas, nomeadamente nas áreas de viticultura, olivicultura, culturas arvenses e pastagens, envolvendo

cerca de 15 investigadores. Muitos destes projectos resultaram de parcerias com empresários agrícolas, fundamentalmente nas regiões do Alentejo e Ribatejo.

ADOÇÃO E PRINCIPAIS OBSTÁCULOS

A adopção de sistemas de agricultura de precisão por parte dos empresários agrícolas em Portugal é, na generalidade, ainda escassa. No entanto, verifica-se uma variação da adopção em função da aplicação em causa. No que toca a ceifeiras-debulhadores equipadas com monitor de produtividade, devem existir cerca de uma dezena em funcionamento, incluindo prestadores de serviços. Quanto a aplicações VRT, julgamos não existir qualquer utilização comercial até ao momento, apesar de haver pelo menos um prestador a oferecer essa possibilidade para adubos e sementes.

A viticultura de precisão, e especificamente a segmentação da vindima com recurso a cartas de NDVI, tem sido uma das aplicações mais adoptadas, nomeadamente por cerca de 20 empresários ao longo dos últimos 10 anos.

Alguns daqueles obtiveram

também cartas de condutividade eléctrica do solo com o intuito de caracterizar melhor os *micro-terroirs* da exploração e melhorar a tomada de decisão quanto a sectores de rega e porta-enxertos.

A aplicação de agricultura de precisão com mais elevada taxa de adopção é a condução assistida por GPS (*lightbar* ou barra de luzes) em que se estima que existam em utilização no país, sobretudo no Alentejo, cerca de três centenas destes sistemas. Já os sistemas de condução automática não foram praticamente adoptados pelos empresários agrícolas portugueses.

Estas taxas de adopção contrastam com a de outros países. À escala global, o monitor de produtividade/carta de produtividade é a tecnologia de agricultura de precisão mais adoptada. Nos EUA, por exemplo, cerca de 40% da área de cereais é colhida com ceifeiras equipadas com este tipo de tecnologia. Já no que toca a aplicações VRT, a taxa de adopção baixa para os 10%.

Verifica-se nalguns países (EUA, Brasil, Argentina) que existe uma tendência para que os adoptantes de sistemas de mobilização de conservação (em cereais) sejam também adoptantes de tecnologias de agricultura de precisão (cartas de produtividade), uma vez que ambas procuraram tornar os sistemas de produção mais eficientes pela via da redução de custos e, simultaneamente, redução do impacte ambiental. Em termos comparativos, a taxa de adopção de sistemas de mobilização de conservação nos EUA é de cerca de 50% para produtores de cereais e soja.

Entre os factores que afectam a adopção da agricultura de precisão, e genericamente de qualquer tecnologia, podem enumerar-se:

- Empresário: nível educacional/formação, idade, a capacidade de investimento, conhecimento informático, recursos humanos, aversão ao risco, dimensão, perspicácia;
- Tecnologia: perceptibilidade dos ganhos, facilidade de operacionalização, custo de investimento inicial;
- Outros: existência de prestadores de serviços, suporte competente e eficaz por parte dos fabricantes/vendedores, força do “sistema de inovação”/comunicação.

No caso concreto da agricultura de precisão, os factores mais determinantes da taxa de adopção parecem ser o elevado conhecimento informático necessário, a difícil percepção dos ganhos/elevado risco e a facilidade de utilização/suporte/prestadores de serviços. Os ganhos resultantes de aplicações como a distribuição de nutrientes em VRT dependem de vários factores desconhecidos *a priori*. Este facto conduz a que a percepção dos ganhos seja especialmente difícil para aquela tecnologia, ou seja, torna-se complicada a análise de limiares de rentabilidade. De facto, o ganho financeiro de aplicações VRT vs. aplicações convencionais (taxa fixa) depende sobretudo do grau de variabilidade espacial do nutriente no solo em conjugação com a dimensão da parcela. Deste modo, é impossível a percepção dos ganhos sem algum investimento prévio na avaliação da variabilidade espacial. Ou seja, haverá nesta aplicação um investimento com algum risco (por exemplo, avaliação da variabilidade de determinado nutriente no solo).

Pelo contrário, noutras aplicações, é bastante mais fácil determinar limiares de rentabilidade, como é o caso dos sistemas de condução assistidos por GPS (a tecnologia de agricultura de precisão mais adoptada em Portugal), bastando para esse fim conhecer os custos de operação do tractor e distribuidor e os custos do factor de produção a distribuir. O limiar de rentabilidade de um sistema tipo barra de luzes em culturas de cereais Outono-Inverno com distribuição de fundo e cobertura, determinado em estudos anteriores, é de cerca de 60 ha.



Figura 4
Tomada standard ISOBUS que permite a comunicação e controlo entre equipamentos de diferentes fabricantes.
(Fonte: Farmerjo169 em <http://commons.wikimedia.org>)

A distribuição de nutrientes em VRT implicará a existência de algum conhecimento informático, o que, não existindo prestadores de serviços competentes, pode tornar-se também um obstáculo à sua adopção por parte dos empresários.

No curto-médio prazo, até que surjam empresários agrícolas com forte formação informática/digital, antevê-se assim como crucial o surgimento de prestadores de serviços qualificados nesta área. Na actual conjuntura de preços de factores de produção e produtos, com a antevisão de elevada escassez de alimentos à escala global em meados deste século, a pressão para que os empresários agrícolas produzam de forma economicamente eficiente, com elevados *standards* de qualidade, respeitando ainda o ambiente, é colossal.

Estamos certos, que a agricultura de precisão terá um forte peso na solução deste verdadeiro quebra-cabeças. Assim trabalhem em conjunto os diversos actores do “sistema de inovação”: empresários agrícolas, investigadores, prestadores de serviços, fabricantes/vendedores de equipamento e políticos. ■

Figura 5

Máquina de desfolha cuja intensidade pode ser controlada em VRT em função do vigor das plantas. (Fonte: abolsamia.pt)



BIBLIOGRAFIA

Braga, R. (Ed.). 2009. Viticultura de Precisão. Inovação e tecnologia na formação agrícola. AJAP. 84pp. (disponível em http://agrinov.ajap.pt/manuais/Manual_Viticultura_de_Precisao.pdf)

Coelho J.C. e Silva R.M.(Ed.s). 2009. Agricultura de Precisão. Inovação e tecnologia na formação agrícola. AJAP. 125pp. (disponível em http://agrinov.ajap.pt/manuais/Manual_Agricultura_de_Precisao.pdf)

Regenerar, pelas Pessoas, pelo Futuro!

Olhar pela Natureza Consigo



www.selectis.pt