

GERAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE MAPAS DE PRODUTIVIDADE PARA AGRICULTURA DE PRECISÃO¹

José P. Molin²

Introdução

A implementação de um sistema de Agricultura de Precisão implica em um ciclo fechado de tarefas. De qualquer maneira, todo o processo deve ter um ponto de partida. Os usuários e pesquisadores têm como uma verdade já consagrada que o mapa de colheita é a informação mais completa para se visualizar a variabilidade espacial das lavouras. Várias outras ferramentas têm sido propostas para se identificar as manchas existentes em um talhão. É assim que as fotografias aéreas, as imagens de satélite, a videografia e outros têm sido testadas. Todas têm seu potencial e muita novidade ainda deve surgir nessa área. Porém, o mapa de produtividade materializa a resposta da cultura.

A tecnologia da medição do fluxo de sólidos em condições estáticas como em armazéns ou indústrias processadoras e embaladoras já está bastante solidificada. No entanto, essa mesma medição em campo e em condições dinâmicas é um desafio recente. No final dos anos 80 é que surgiram as primeiras tentativas de se medir o fluxo de grãos em colhedoras de cereais. Começaram então a ser disponibilizados vários produtos no mercado mundial que se habilitam a gerar dados para a obtenção de mapas de produtividade.

É sabido que esses dados apresentam suas limitações e erros. É sempre necessário um tratamento preliminar dos dados antes de transformá-los em um mapa

¹ Parte das informações aqui apresentadas são oriundas de Projeto financiado parcialmente pela FAPESP, com a participação das empresas New Holland, SLC-John Deere, Omnistar, Satloc, Fundação ABC, Capus da USP de Pirassununga, Fazenda Velha Lagoa e IAC; a menção de nomes ou marcas serve apenas para o melhor esclarecimento do leitor, não constituindo preferências por nenhum produto por parte do autor.

² Eng. Agrícola, PhD, Professor no Depto. de Eng. Rural, ESALQ/USP e Pesquisador do CNPq. Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (019)429-4165, fax: (019)433-0934, e-mail: jpmolin@carpa.ciagri.usp.br

que vá servir para análise e tomada de decisão. Tais erros são intrínsecos ao processo de geração dos dados e às limitações dos sistemas. No entanto não devem ser motivo para descrédito, apenas uma preocupação a mais.

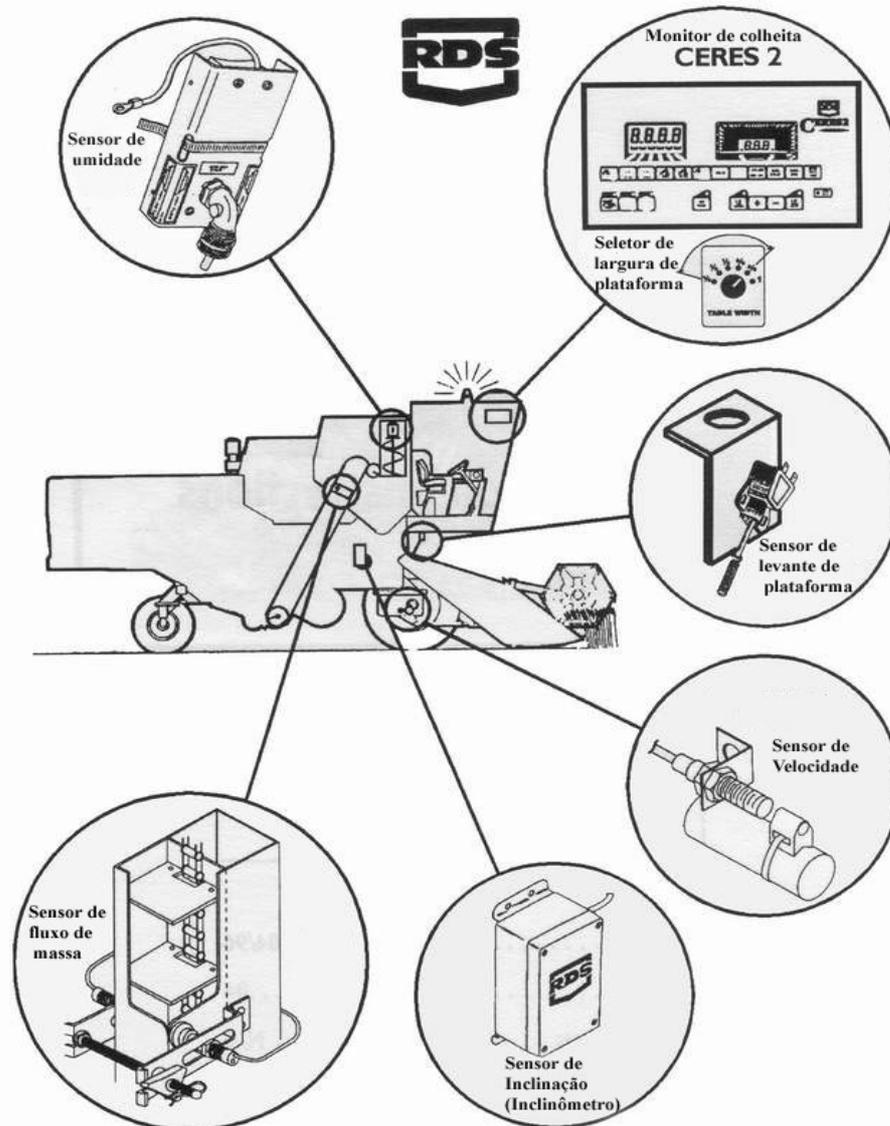
Além disso a colheita representa uma amostragem destrutiva e em alguns casos, tardia. É uma informação que não serve ao agricultor se ele quiser diagnosticar algum problema e tentar saná-lo ou controlá-lo ainda durante o ciclo da cultura. A produtividade também apresenta variabilidade temporal e seu comportamento espacial, via de regra, não se repete com as diferentes culturas. Todavia, os mapas de produtividade contêm informações imprescindíveis e insubstituíveis se o assunto é Agricultura de Precisão.

Monitores de colheita

A pesquisa e a indústria tem dedicado considerável esforço visando o desenvolvimento de sensores de fluxo de grãos para utilização como monitores de colheita. O fato de ter havido maior desenvolvimento na área de monitoramento de grãos em detrimento de outros produtos é perfeitamente compreensível. As extensas áreas de grãos e sua conseqüente importância econômica, além do fato das máquinas envolvidas na colheita de cereais acompanharem um certo padrão básico de conformação, de certa forma facilitaram a generalização de algumas soluções já disponíveis no mercado.

Anteriormente à abordagem dos mapas de colheita propriamente ditos, é importante lembrar que existem outros métodos menos sofisticados de se monitorar a produtividade. A simples pesagem e totalização da produção por talhão é útil para quem quer fazer o gerenciamento por talhão e no entanto ainda não é uma prática tão usual. Uma forma mais sofisticada é a pesagem de cada tanque graneleiro da colhedora. Com alguma forma de acompanhamento e estimativa da área colhida é possível se obter uma boa idéia da variabilidade da lavoura, ao menos entre as faixas colhidas.

O método que permite a geração dos mapas detalhados de produtividade exige uma certa sofisticação para a obtenção dos dados essenciais. Inicialmente assume-se que o mapa de produtividade de um talhão é um conjunto de muitos pontos. Define-se



Distribuição dos componentes de um sistema comercial de monitoramento de colheita (fonte: Manual RDS).

então quais são os dados necessários para um dado ponto. Por ponto entende-se aqui uma pequena porção da lavoura. O dado mais importante é a quantidade de grãos colhidos naquele ponto. É também necessário se conhecer o tamanho da área que o ponto representa e a sua posição. Por último, é importante se saber qual a umidade com que o grão está sendo colhido.

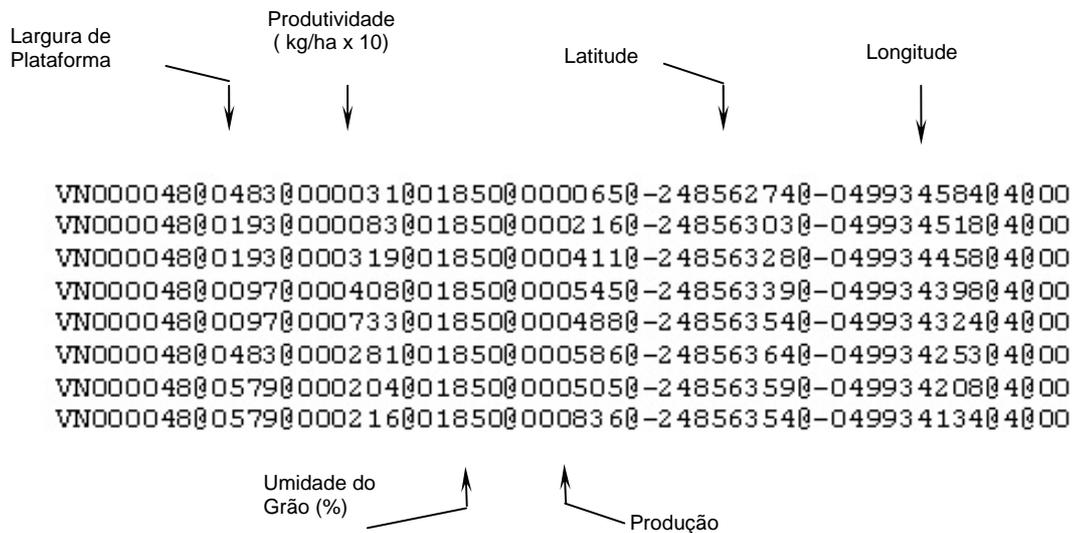
Para se saber qual a quantidade de grãos colhidos é necessário se ter um sensor que os meça. Um bom local para se medir o fluxo dos grãos que estão passando é o elevador de grãos limpos da colhedora.

Assume-se que o ponto que está sendo gerado é a representação de uma pequena área retangular. A largura do retângulo é a largura da plataforma da colhedora e o comprimento é a distância percorrida pela máquina durante um período de tempo pré-determinado, normalmente de um a três segundos.

A posição do ponto é obtida por meio de um receptor de DGPS. Isso dará o posicionamento correto e instantâneo da máquina no universo. O receptor informará a sua latitude e longitude.

A razão para se dar ênfase à umidade dos grãos se deve ao fato de que o mapa de produtividade deve informar a produtividade com base em grão seco. Portanto, é necessário transformar a massa de grãos colhidos a uma umidade qualquer e variável, em umidade padrão. É importante também ressaltar que o mapa de umidade dos grãos no momento da colheita também pode ser um indicador de fontes de variabilidade espacial.

Esse conjunto de operações é executado por sensores instalados em locais apropriados na colhedora. Os pontos (dados) são coletados com intervalos de tempo definidos e, como mencionado anteriormente, bastante pequenos. Portanto haverá uma quantidade bastante grande desses pontos para representar um talhão. Normalmente, com os equipamentos hoje disponíveis no mercado e com as configurações usuais, se obtém de 500 a 1300 pontos por hectare. Isso significa dizer que cada ponto representa a produção de uma área que pode variar de algo entre 8 e 25 m². Essa definição é dada no equipamento antes de se iniciar a colheita. Os dados são instantaneamente armazenados em algum dispositivo de memória, normalmente disquete, cartão PCMCIA ou módulo de memória. Para isso é necessário um sistema de coleta e armazenamento de dados, que nada mais é do que um computador especializado.



Exemplo de informações constantes em um arquivo de dados de colheita obtido no campo.

Na maioria dos sistemas essa informação é armazenada na forma de texto e cada ponto corresponde a uma linha. Nessa linha haverão informações tipo latitude, longitude, produtividade, umidade e outras que possam ser necessárias ou de interesse. A configuração desse arquivo é particular para cada fabricante ou fornecedor.

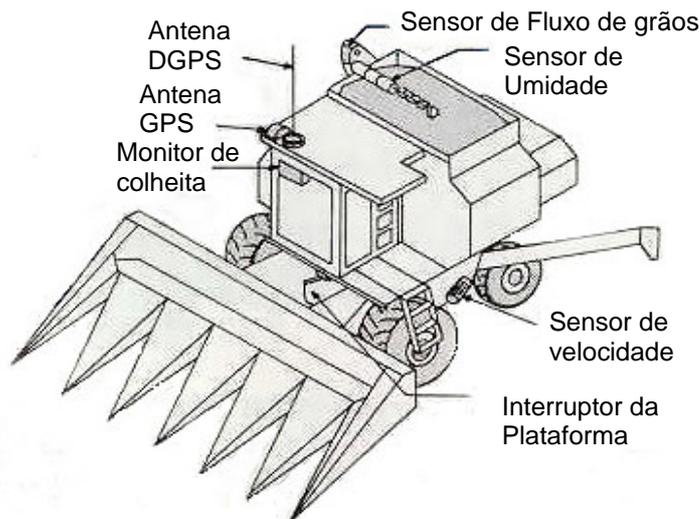
Ao mesmo tempo, a informação pode ser visualizada em algum dispositivo tipo tela ou display digital que fica na cabine da máquina. Esse equipamento é o que corretamente se denomina de monitor.

Outro dispositivo importante e bastante simples é o interruptor de plataforma. Ele governa a aquisição de dados do sistema. O equipamento é ligado e assim deve ficar ao longo do dia. No entanto, não poderá ficar armazenando dados quando a máquina não estiver colhendo. Para isso o interruptor de plataforma liga quando a plataforma for abaixada e desliga sempre que o operador a suspender para manobras de cabeceira, desvios, deslocamentos sem corte, etc.

Os Sensores

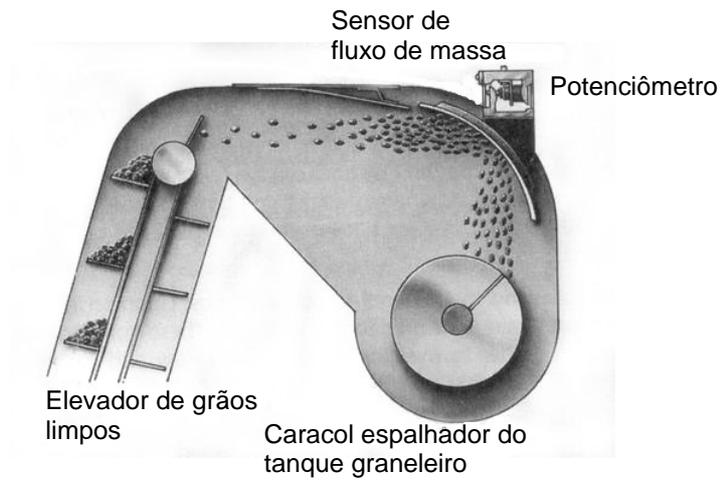
O conjunto responsável pela obtenção dos dados para a geração de mapas de produtividade compreende uma série de sensores e outros dispositivos. Inicialmente serão detalhados os sensores de fluxo de grãos. Esses sensores medem o fluxo de massa diretamente ou a concentração instantânea de sólidos, juntamente com a velocidade do fluxo desses sólidos para obter o fluxo de grãos, indiretamente.

Comercialmente são utilizados alguns dos diferentes princípios disponíveis para se fazer a medição do fluxo de grãos. Um dos métodos utiliza uma placa de impacto posicionada na cabeceira superior do elevador de grãos limpos da colhedora. Dessa forma, a força centrífuga provocada nos grãos pelo elevador, gera um impacto

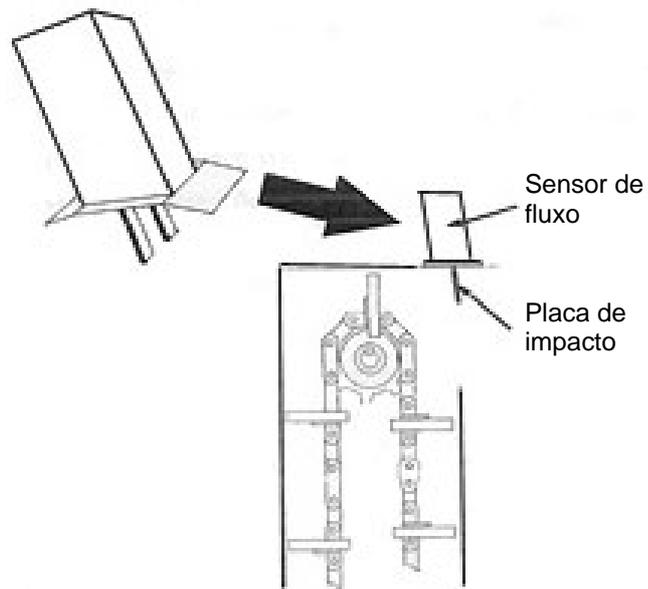


Componentes básicos de um sistema de monitoramento de colheita instalado numa colhedora de grãos (adaptado de MORGAN e FESS 1997)

proporcional à massa de grãos que está passando. Para medir essa força existem dois princípios comercialmente em uso. Um potenciômetro mede o deslocamento da placa ou uma célula de carga mede a força de impacto ou o torque aplicado à placa. Esse sistema é muito sensível à velocidade do elevador. Quanto maior a velocidade, maior é a força com que os grãos são impulsionados. Para isso os sistemas comerciais utilizam um sensor auxiliar para monitorar a rotação da árvore de acionamento do elevador.

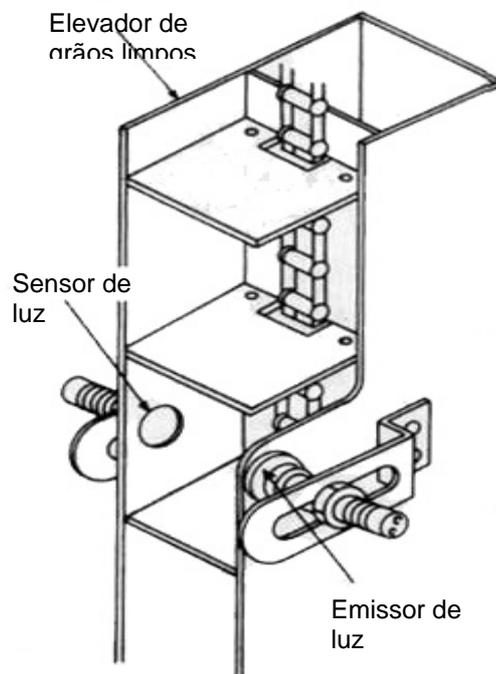


Sensor de fluxo de grãos com placa de impacto e potenciômetro, utilizado pela John Deere (Fonte: MORGAN e ESS 1997).



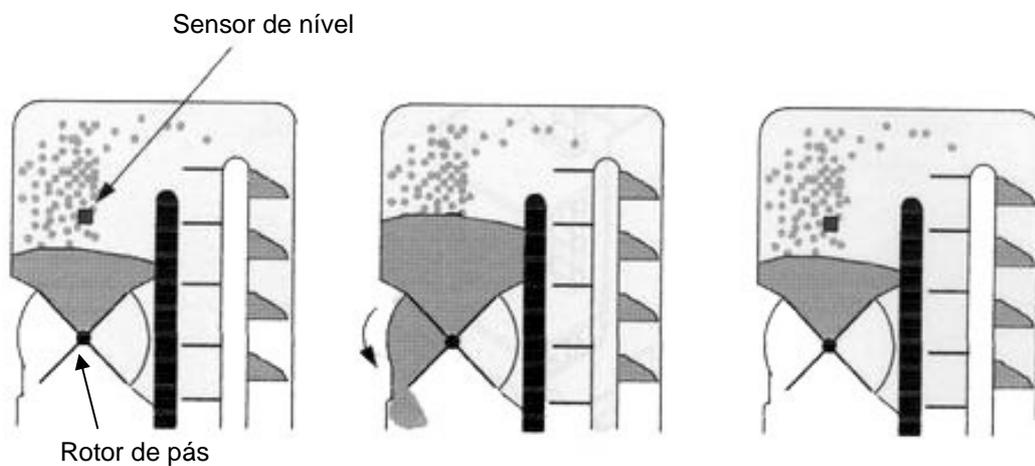
Sensor de fluxo de grãos de placa de impacto da Micro Track com medição do torque na placa (Fonte: Moore, 1997)

Outro método mede o volume de grãos nas taliscas do elevador da colhedora. Para tanto utiliza um emissor de luz infravermelha, cujo fecho é cortado sempre que passarem ou as taliscas vazias ou as taliscas mais grãos. As taliscas vazias, ou seja, o elevador sem grãos, correspondem à tara do sistema. O sistema mede o tempo de corte de luz gerando o dado de volume e com a informação da densidade dos grãos dada pelo usuário, calcula a massa de grãos que está passando e, portanto, a vazão. Esse método é bastante sensível à variação na densidade dos grãos. O fabricante disponibiliza um medidor para que o usuário monitore freqüentemente a densidade dos grãos e atualize esse valor no sistema. Outro fator que afeta o valor lido é a declividade do terreno, especialmente a inclinação lateral da máquina. Com o acréscimo no ângulo de inclinação a acomodação dos grãos sobre as taliscas vai gerar um corte de luz maior e que precisa ser ajustado. O equipamento dispõe de um sensor de inclinação que é instalado na parte inferior da colhedora. Esse sensor mede o ângulo de inclinação da máquina e informa ao sistema que utiliza essa informação para corrigir a leitura do tempo de corte da luz infravermelha.



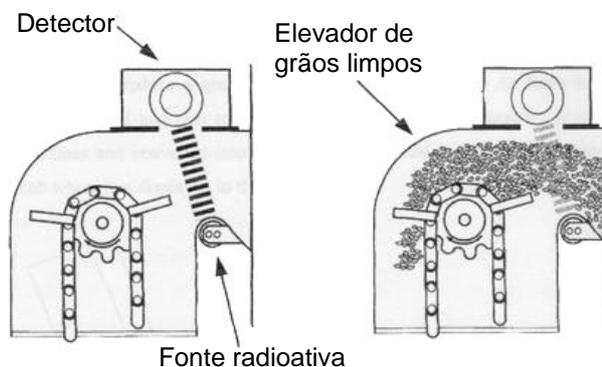
Sensor de fluxo de grãos volumétrico RDS, com luz infravermelha (fonte: Manual RDS)

Um método, também volumétrico como o anterior, utiliza uma roda de pás na saída do elevador. Essa roda de pás armazena grãos acima dela. Um sensor ótico avisa o sistema e a roda de pás passa a girar para descarregar os grãos acumulados. A vazão é calculada com base no volume conhecido de cada compartimento de pás e com a informação da densidade dos grãos, como no sistema anterior. Quando acionada, a roda de pás gira a uma rotação constante e é calibrada para trabalhar aproximadamente 30% do tempo, o que lhe garante que não irá entupir por excesso de grãos.



Sistema de medição do fluxo de grãos volumétrico com rotor de pás, utilizado pela Claydon (Fonte: Moore, 1997)

Outro equipamento que está no mercado utiliza um emissor de raios gama colocado na cabeceira do elevador de grãos limpos. A massa de grãos passando, vai bloquear parte dessa emissão. Oposto ao emissor é montado um detector que mede o nível de raios gama ainda existente naquela região. A diferença entre o que foi emitido e o que foi recebido é a quantidade bloqueada e que vai permitir o cálculo da vazão de grãos. Esse tipo de sensor tem limitação de legislações em alguns países que fiscalizam e até proíbem o uso de elementos radiativos em certas aplicações e ambientes.



Sensor de produtividade da AGCO, utilizando fonte radioativa (Fonte: Moore, 1997)

O sensor de umidade dos equipamentos de mercado utiliza o princípio da capacitância, da mesma forma que muitos dos determinadores de umidade disponíveis para laboratórios. A diferença básica é que este deve fazer leitura contínua enquanto a massa de grãos está passando. A maioria dos equipamentos utiliza um sensor que deve ser instalado após a saída do elevador, no caracol espalhador que fica dentro do tanque graneleiro da máquina. Outros instalam o sensor em algum ponto do elevador de grãos limpos, abrindo um desvio para que uma pequena porção da massa de grãos passe por dentro do mesmo e retorne ao elevador.

O sensor de velocidade é um dispositivo adicional, especialmente para os equipamentos de fabricantes independentes ou para máquinas que ainda não têm o sinal de velocidade integrado ao sistema. Existem diferentes métodos de se obter a velocidade nos monitores de colheita. Podem ser utilizados sensores de impulso magnético instalados em uma das semi-árvores motrizes, antes da redução final do rodado dianteiro ou mesmo numa das rodas traseiras. Outra opção são os radares. Também é possível a obtenção da velocidade diretamente do sinal de DGPS se o receptor é de boa acurácia.

Todos os conjuntos comerciais oferecem também um programa computacional de mapa. Esse programas, que não podem ser confundidos com um Sistema de Informação Geográfica – SIG, têm a capacidade de visualização do mapa,

gerenciamento do banco de dados de colheita e exportação dos dados. Alguns exportam imagens e cumprem outras funções mais nobres. Alguns deles podem produzir mapas de aplicação de insumos e mesmo gerenciamento de aplicação. No que diz respeito ao mapa de colheita, esses programas permitem algum tipo de tratamento dos dados para melhorar a qualidade da informação que será visualizada no mapa.

Marca comercial ou fabricante	Tipo de sensor de fluxo
Ag Leader	Placa de impacto com célula de carga
Fildstar, AGCO	Radiativo
AFS, Case IH	Placa de impacto com célula de carga
GreenStar, John Deere	Placa de impacto com potenciômetro
Quantimeter 2, Class	Luz infravermelha
Micro-Trak	Placa de impacto com célula de carga
Claydon Yieldometer	Roda de pás

Alguns dos monitores de colheita de mercado e seus respectivos sistemas de mensuração do fluxo de grãos

Equipamentos disponíveis no mercado

O primeiro monitor de colheita surgiu no mercado em 1991, na Europa. Um artigo de uma revista americana de 1996 apresentava uma lista de 9 conjuntos de equipamentos de mercado, alguns deles associados a empresas que produzem as colhedoras e outros independentes.

Esse número até diminuiu de lá para cá e os produtos se especializaram mais. Uma característica importante é a presença de dois grupos distintos. O primeiro deles é aquele formado pelos equipamentos das empresas fabricantes das colhedoras. Normalmente são equipamentos para modelos específicos de máquinas e não são disponibilizados ao público para a instalação em máquinas de outras marcas, por exemplo. O outro grupo é de fabricantes de equipamentos próprios para a instalação em qualquer marca e modelo de colhedora. Vários desses equipamentos já são

disponíveis no Brasil via fabricante da colhedora ou mesmo representante comercial dos fabricantes dos próprios monitores.

Outras culturas

Na área de grãos, a tecnologia da geração de mapas de produtividade já está num estágio relativamente avançado. Porém algumas empresas já tiveram avanços significativos em monitores de colheita para outras culturas. Já existem produtos comerciais para o mapeamento da produtividade de algodão. Eles utilizam sensores óticos infravermelhos localizados no tubo de transporte pneumático. Esse sensor mede a interrupção do fecho de luz pelas fibras que estão sendo sopradas para a cesta da máquina.

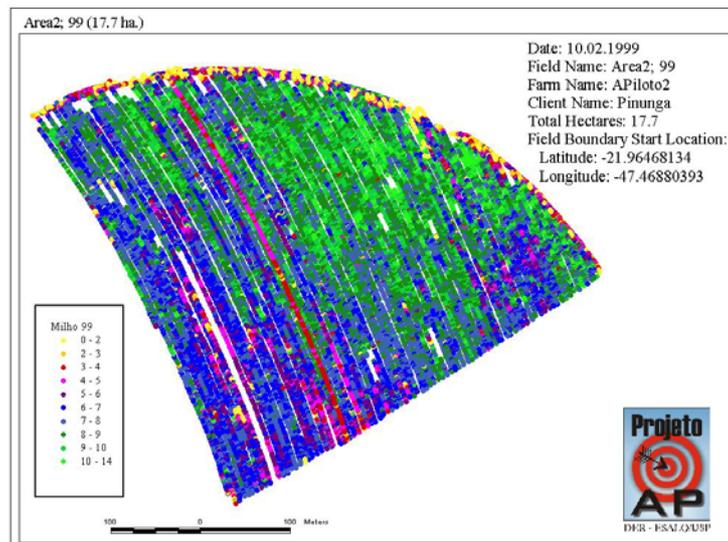
Uma técnica que tem aplicação ampla é a da pesagem. Uma carreta ou caçamba apoiada em células de carga permite o monitoramento da produtividade de diferentes culturas, dependendo apenas de adequação e ajustes operacionais. Esse princípio tem sido proposto em várias aplicações e algumas soluções comerciais já são disponíveis. Mais recentemente, têm sido apresentados resultados animadores na geração de mapas de produtividade de pistacho e outras frutas. Num princípio semelhante, com uma enfardadora de feno de fardos cilíndricos apoiada em células de carga, já foram gerados mapas de produtividade de feno e recentemente uma empresa anunciou uma solução comercial para essa área.

A geração de mapas de produtividade para amendoim também já tem sido anunciada comercialmente. Da mesma forma, na colheita mecanizada de batata, é possível a instrumentação da esteira de limpeza e descarga para a pesagem dinâmica do fluxo de produto e determinação da vazão. Usando o mesmo princípio, vem sendo gerados mapas de produtividade de beterraba açucareira, tomate industrial e legumes em geral.

Uma das culturas que ainda se recente da falta de um sistema apropriado para geração de mapas de produtividade é a cana-de-açúcar. No entanto, é sabido que algumas empresas e instituições de pesquisa vêm trabalhando intensamente nesse sentido.

Os mapas

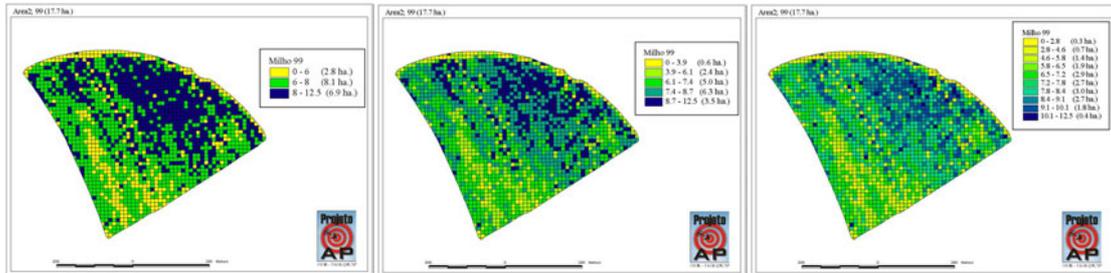
Como já foi mencionado, de maneira simplificada, o mapa de produtividade é um conjunto de pontos. Aqueles pontos delimitados por uma área de alguns metros quadrados composta pela largura da plataforma e a distância percorrida entre duas leituras. A montagem do mapa nada mais é do que a plotagem de cada um daqueles pontos num sistema cartesiano, onde o eixo “x” é a longitude e o eixo “y” é a latitude. Basta que se escalone os pontos em diferentes cores ou tons para diferentes valores de produtividade, obtidos naquela tabela de dados gerados no campo.



Mapa de produtividade de pontos; cada ponto plotado representa uma leitura do monitor

Essa é uma das formas de se visualizar o mapa. Outra forma bastante comum é a representação do mapa por linhas de “iso-produtividade”, ou seja, isolinhas que delimitam regiões com produtividades dentro de um mesmo intervalo. Para se obter esse mapa é apenas necessário se manipular alguma função específica do software de mapa. Por trás de tudo isso existe um método de interpolação entre os pontos e de atenuação das pequenas variações locais e isso é assunto para a geoestatística. O que interessa é que ambos os mapas, de pontos ou de isolinhas, devem mostrar as

mesmas tendências. As regiões de altas ou de baixas produtividades, se existirem, devem ficar evidentes.



O mapa de produtividade pode ser mostrado com número diferente intervalos, bem como com diferentes critérios de tamanho de intervalo; nesse caso os mesmos dados estão sendo mostrados com 3, 5 e 10 intervalos

É importante frisar que a visualização do mapa é algo bastante flexível e pode mostra aquilo que se queira ver. A manipulação de alguns parâmetros de construção é de extrema importância para uma boa visualização. Se forem atribuídos intervalos de produtividades sem muito critério pode-se esconder informações importantes de manchas da lavoura. Todos os programas de visualização de mapas permitem alguma forma de manipulação desse parâmetro. Outra característica que merece bastante atenção é o número de intervalos. Uma quantidade muito grande de escalonamentos com o argumento de que se queira maior detalhamento, pode comprometer o objetivo maior que é a caracterização das manchas. O número de intervalos não maior do que 6 (entre 3 e 5) parece ser uma boa medida. A escolha das cores, tons e contrastes também é muito importante para a boa visualização do mapa e dos seus altos e baixos.

Existe um considerável número de erros sistemáticos introduzidos num mapa de colheita. Alguns desses erros são eliminados por alguns dos softwares de mapas e outros não o são. Pode-se enumerá-los como erros de:

- suavização;
- largura incorreta da plataforma;
- ajuste do interruptor de plataforma;
- tempo de enchimento da colhedora;

- posicionamento incorreto;
- calibração de volume;
- outros.

Os erros de suavização são oriundos da redução dos limites locais de máxima e mínima variação dos dados. Quando um mapa de colheita é produzido com o propósito de suporte à tomada de decisão para fins de gerenciamento da variabilidade, uma certa quantidade de suavização é requerida.

Largura incorreta de plataforma é um misto de deficiência dos sistemas e de limitações dos operadores. Os softwares de colheita gravam a massa colhida em cada ponto. A tonelagem é medida pelo sensor de produção e a área é calculada através da largura da plataforma multiplicada pela distância percorrida, que por sua vez, é derivada da velocidade, medida pelo sensor de velocidade. Em algumas situações a largura de colheita pode ser menor que a largura da plataforma, como em arremates do talhão, por exemplo. Nestes casos, alguns monitores de colheita têm opções de frações da plataforma para que a área seja corretamente medida. Se o operador utiliza este recurso indevidamente, ou mesmo não o utiliza, resulta em uma fonte de erros. Alguns sistemas automatizados para a determinação da largura de corte efetiva vem sendo desenvolvidos e testados, mas nenhum deles está em fase comercial. Esse tipo de erro é caracterizado por faixas com baixa produtividade, ao longo do talhão.

A falta de uma correta ajustagem do interruptor que liga a coleta de dados quando a plataforma está abaixada ou desliga quando esta é levantada, também é uma fonte de erros. A correta regulagem deste sensor é importante, principalmente, em manobras de cabeceira, quando a plataforma deve ser levantada e a coleta de dados interrompida para que a área que não pertence ao talhão não seja contabilizada na contagem total de área. A consequência deste erro são áreas nas cabeceiras com produtividade zero e uma redução na produtividade média do talhão.

O tempo de enchimento da colhedora também é uma fonte de distorções no mapa, especialmente nas cabeceiras do talhão. O tempo gasto para que a máquina atinja seu ritmo normal de fluxo de material gera falhas caracterizadas por baixa produtividade nas cabeceiras do talhão ou onde a colhedora fizer manobras.



Quando a colhedora entra no talhão há um tempo gasto para o início da passagem de grãos pelo elevador, esse é denominado de tempo de retardo; o tempo de enchimento é aquele gasto para que o fluxo se normalize, não considerada aí a variabilidade local.

É importante salientar que esse tempo de enchimento é diferente daquele tempo de retardo que os sistemas comerciais já consideram. O tempo de retardo é o tempo gasto entre o início do corte pela plataforma e a chegada dos grãos ao elevador. Esse tempo é facilmente calculado e inserido no sistema para uma dada colhedora.

Considerando que o sinal do DGPS não é infalível e que cada receptor tem suas limitações em termos de acurácia, deve-se considerar também erros esporádicos de posição. Há também um erro sistemático causado pela posição da antena na colhedora, que normalmente é localizada no teto da cabine e não sobre a barra de corte.

Erros de calibração do volume ocorrem quando se utiliza sensores volumétricos para medir o fluxo de grãos que passa pela colhedora em direção ao tanque graneleiro. Este volume é convertido em massa utilizando-se a densidade do grão. Alguns trabalhos mostram que a densidade do grão deve ser medida pelo menos 5 ou 6 vezes por dia.

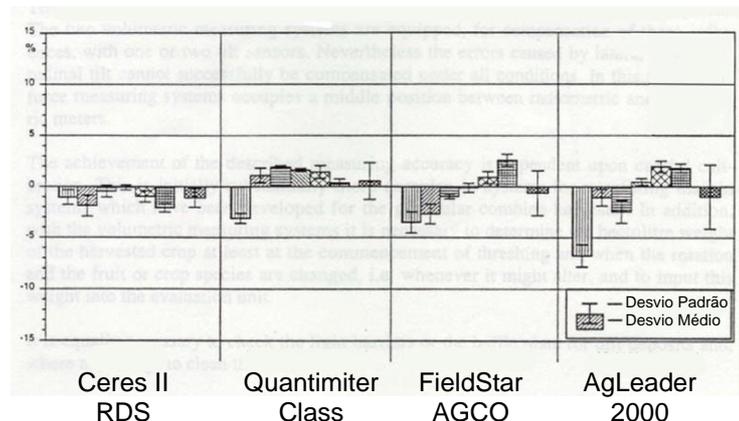
Ainda podem ocorrer outras pequenas fontes de erro como na mensuração da velocidade da máquina, erros oriundos da retilha de grãos, das perdas de colheita, etc. Essas são limitações que começam a ser abordadas e devem ser motivo de preocupação numa próxima geração dos monitores de colheita.

De qualquer maneira, os monitores que estão no mercado já atingiram um bom nível de acurácia. Em termos de totalização de produto colhido quando comparada com o resultado da balança, os fabricantes atribuem valores de erros da ordem de 2% a 4%. Existem trabalhos que já mediram o nível de acurácia ponto-a-ponto de alguns dos sistemas comerciais e os resultados induzem a uma boa confiabilidade, desde que haja bastante cuidado na calibragem do equipamento.



Uma maneira de se fazer a calibração no campo é pesar a quantidade colhida em cada descarga da colhedora e confrontar o resultado com aquele lido no monitor.

A calibração é um processo que depende de cada equipamento. Basicamente, num processo de calibragem é necessário se transformar o número gerado pelo sensor de fluxo em um valor equivalente ao que a balança demonstra. Se o sensor tem boa linearidade e está ajustado para a máquina e o produto que está sendo colhido, a calibração será um processo de ajuste entre o que de fato está sendo colhido (peso da balança) e o que o monitor está mostrando. Normalmente uma seqüência de pesagem de dois ou três tanques graneleiros cheios é suficiente para se calibrar a máquina para um novo produto. É uma boa providência se repetir a calibração sempre que se mudar de talhão, variedade, época de plantio, etc.



Erro médio relativo e desvio padrão dependendo da quantidade de fluxo passando pelo sensor, simulando a colheita em condições controladas em laboratório (Fonte: adaptado de Kormann et al., 1998)

Comentários finais

A correta geração e interpretação de dados referentes à variabilidade espacial das lavouras é a etapa mais dispendiosa e mais importante do processo de implantação da agricultura de precisão. Os mapas de colheita compreendem uma etapa demorada que faz parte do processo de aprendizagem para o agricultor e para os que o cercam nessa tarefa.

A qualidade das informações contidas nos mapas de produtividade é função de uma correta instalação e freqüente calibração do equipamento. Mesmo assim alguns erros são freqüentemente encontrados e devem ser trabalhados para que se minimizem seus efeitos.

Nos projetos em curso vários mapas de produtividade já foram obtidos, fazendo uso de várias configurações de colhedoras e de equipamentos para monitoramento de colheita. A correta interpretação das informações contidas nesses mapas só é mais efetiva após a interação com as demais informações relacionadas à variabilidade e essa é a etapa relacionada à busca dos responsáveis pela variabilidade. Somente então será possível uma intervenção criteriosa com vistas à utilização de operações localizadas. A partir de então o ciclo da agricultura de precisão estará completo.

Bibliografia citada

KORMAN, G., DEMMEL, M., AUERNHAMMER, H. *Testing stand yield measurements in combine harvesters*. ASAE paper n. 983102, Orlando, 1998.

MOORE, M. *An investigation into the accuracy of yield maps and their subsequent use in crop management*, Silsoe College Thesis, 1997.

MORGAN, M., ESS, D. *The Precision Farming Guide for Agricultorists*. Deere & Company, Moline, USA, 1997, 117p.

RDS. *Ceres 2 Installation Instructions*. RDS Technology Ltd., Inglaterra.