

Conceitos e Considerações Práticas do Sistema de Geração de Mapas de Produtividade na Cultura de Grãos





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-5111

Setembro, 2004

Documentos 126

Conceitos e Considerações Práticas do Sistema de Geração de Mapas de Produtividade na Cultura de Grãos

Luciano Shozo Shiratsuchi

Planaltina, DF
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Hozana Alvares de Oliveira*

Capa: *Jussara Flores de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

1ª edição

1ª impressão (2004): tiragem 100 exemplares

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Cerrados.

S558c Shiratsuchi, Luciano Shozo.

Conceitos e considerações práticas do sistema de geração de mapas de produtividade na cultura de grãos / Luciano Shozo Shiratsuchi. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

27 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 126)

1. Mapeamento de produtividade. 2. Colheita de grãos. I. Título.
II. Série.

338.16 - CDD 21

© Embrapa 2004

Autor

Luciano Shozo Shiratsuchi

Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados

shozo@cpac.embrapa.br

Apresentação

A Agricultura de Precisão vem alcançando maior importância no Bioma Cerrado, devido à economicidade de insumos aplicados nas lavouras de grãos, à otimização dos recursos e à diminuição do impacto ambiental.

Estima-se que já existe em torno de um milhão de hectares com aplicação localizada de insumos em lavouras comerciais no Brasil, aproximadamente, 20% da área de plantio direto no Bioma Cerrado, demonstrando que essa prática está sendo, cada vez mais, incorporada pelos produtores. Porém, muitas ferramentas adotadas na Agricultura de Precisão ainda são desconhecidas por muitos produtores e técnicos. Entre elas, encontra-se o sistema de mapeamento da produtividade de grãos por colhedoras automotrizes.

Nesta publicação, apresenta-se o sistema de mapeamento da produtividade, enfocando equipamentos utilizados e aspectos práticos para a sua adoção, peça-chave na Agricultura de Precisão, com o objetivo de auxiliar produtores e técnicos.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução	9
Características dos Sensores Instalados nas Colhedoras	11
Sensores de produtividade	11
Sensor de umidade	13
Sensor de velocidade	13
Sensor de velocidade do elevador de grãos limpos	14
Interruptor de coleta de dados	14
Monitor e coletor de dados	14
Sistema de Coleta de Dados	15
Sistema de mapeamento da produtividade – Sensor de impacto	15
Erros mais freqüentes na coleta de dados	18
Inexistência de sensores de umidade	18
Configuração da largura da plataforma	19
Altura da plataforma de colheita	19
Gravação de dados no início e final das passadas de colheita	20
Calibração do Sistema	22
Demais erros resultantes da operacionalização de colheita	23
Considerações Finais	25
Referências Bibliográficas	25
Abstract	27

Conceitos e Considerações Práticas do Sistema de Geração de Mapas de Produtividade na Cultura de Grãos

Luciano Shozo Shiratsuchi

Introdução

No Brasil, o gerenciamento da variabilidade espacial dos fatores que interferem na produtividade ou Agricultura de Precisão (AP) ainda é muito pontual. É comum a adoção de algumas ferramentas em etapas isoladas do sistema produtivo, porém, muitos produtores não praticam ainda o manejo localizado de culturas e insumos.

Essa nova filosofia de trabalho ou esse novo sistema de produção não é simplesmente a compra de máquinas de última geração, implementos sofisticados, eletrônica embarcada ou monitores e equipamentos de armazenagem de dados feitos para pessoas treinadas trabalharem, mas sim a aplicação do conhecimento agrônomo na fazenda de modo detalhado, considerando a variabilidade espacial dos fatores que interferem na produtividade, possibilitando o gerenciamento localizado.

Apesar de os conceitos da AP serem exercitados por dois pesquisadores da Universidade de Illinois nos Estados Unidos, desde 1929 ([GOERING, 1993](#)) esta nova filosofia de trabalho começou a ser estudada no Brasil em meados de 1997 com os trabalhos pioneiros do Prof. Dr. Luis Antônio Balastreire na USP/ESALQ em Piracicaba. Portanto, pode-se considerar que é uma abordagem nova e que ainda necessita de pesquisas básicas nas mais diversas áreas da ciência para a sua plena adoção.

Em outros países a AP já vem sendo praticada com maior intensidade, embora não haja estatísticas seguras dessa prática. Todavia, pode-se estimar seu potencial ou possibilidade de adoção pela venda de alguns equipamentos ou serviços, tais como, colhedoras instrumentadas, guia de máquinas com GPS (*Light Bar* ou Barra de luzes) e prestação de serviços.

No Brasil existem cerca de 83 colhedoras monitoradas. A Argentina possui aproximadamente 370 unidades equipadas com monitores de produtividade, ou seja, quatro vezes mais. Já os Estados Unidos possuem 25.000 unidades (Tabela 1) e 18% da área total monitorada. Segundo [Lems et al. \(2004\)](#) estimava-se que em 2000, 30% da área de soja e de milho já seria colhida com monitores de produtividade nos EUA.

Tabela 1. Monitores de produtividade em colhedoras e porcentagem da área monitorada.

País	Safrá 1999/2000	
	Monitores de produtividade	Área monitorada (%)
Estados Unidos	25.000	18
Grã-Bretanha	350	—
Alemanha	500	—
Austrália	800	—
África do Sul	15	—
Argentina	370	2
Brasil	83	—
Uruguai	15	—
Chile	4	—

Fonte: [Bragachini \(2004\)](#).

A aquisição de algum ferramental utilizado na AP é sinal de que o produtor vislumbra o potencial que o gerenciamento localizado pode trazer tanto em economia de recursos quanto em aumento de produtividade e lucro.

Até o momento, o que vem sendo prática convencional na agricultura é o sistema de mapeamento da produtividade de grãos com sensores e monitores. Desse modo, diversos trabalhos de pesquisa já validaram esse sistema criado

pela indústria, resultando erros de medições em torno de 3% em comparação com pesagens do grão colhido em balança ([LEMS et al., 2004](#)).

Ao adotar a AP na propriedade, o mapeamento da produtividade é essencial para aferir práticas de manejo localizado nos insumos (adubos, corretivos, herbicidas, inseticidas). Entretanto, não se justifica a intervenção no sistema com aplicação a taxas variáveis de qualquer insumo se não for possível aferir o resultado por meio de mapas de produtividade das culturas.

Portanto, se há interesse em adotar gradualmente ferramentas utilizadas na AP que seja usada a mais embasada tecnicamente, ou seja, o mapeamento de produtividade. Para isto, o produtor tem de adquirir máquinas já equipadas ou optar por pacotes de instalação *a posteriori*.

A credibilidade das informações coletadas com esses sensores é grande, mas existe diferença entre a coleta de dados e a confecção de mapas de produtividade confiáveis. O fato de os dados coletados serem fidedignos, não significa que os mapas de produtividade gerados por algum sistema também o sejam, pois existem vários aspectos tanto na parte operacional (durante a aquisição de dados no campo), quanto na análise dos dados antes da geração final dos mapas de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi apresentar o sistema de mapeamento de produtividade, enfocando equipamentos utilizados e aspectos práticos para a sua adoção, peça-chave na agricultura de precisão.

Características dos Sensores Instalados nas Colhedoras

Sensores de produtividade

Esses sensores são responsáveis pela mensuração da quantidade de material colhido pela máquina. Normalmente, ficam instalados no elevador de grãos limpos ([Figura 1](#)) e podem ser do tipo volumétrico, radiométrico ou de placa de impacto.

O volumétrico mede a quantidade de grãos que passa pelo sensor. É composto de emissor e do receptor de raios infravermelhos instalados no elevador de grãos limpos. A radiação de energia é captada pelo fotossensor e convertida em sinais elétricos ([Figura 1](#)). Medidas feitas pelo fotossensor servem para estimar a taxa de fluxo do volume de grãos do elevador de canecas.

O sensor radiométrico possui uma fonte radioativa de Americium 241 instalada na saída do elevador de grãos limpos, com um receptor instalado no lado oposto à fonte (Figura 2). Esse sensor mede a radiação absorvida pela massa de grãos, sendo esta proporcional à quantidade de grãos.

Os sensores de placa de impacto podem ser divididos em duas subclasses: aqueles que medem força com potenciômetro; e outros que medem forças com célula de carga (Figura 3). Ambos são instalados no topo do elevador de grãos limpos e medem a força com que a massa de grãos é aremossada contra a placa. Tal força é proporcional à quantidade de produtos que são colhidos pela máquina.

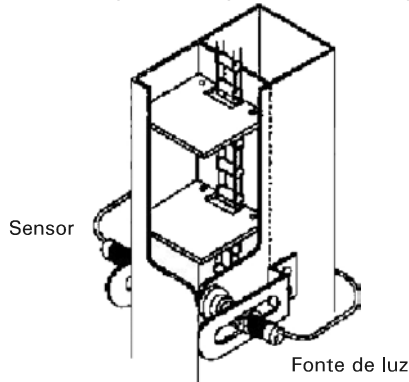


Figura 1. Sensor volumétrico baseado na emissão e no recebimento de luz por um fotossensor.

Fonte: Moore (1998).

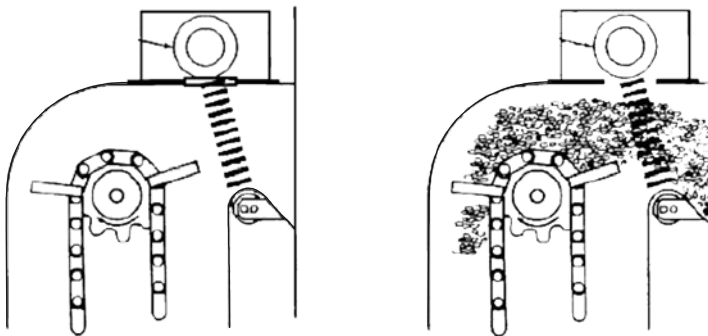


Figura 2. Sensor radiométrico de produtividade.

Fonte: Moore (1998).



Figura 3. Sensor integrado com placa de impacto de produtividade.

Fonte: [Moore \(1998\)](#).

Sensor de umidade

Mede a umidade da massa de grão para que seja feita a correção para a umidade-padrão de venda dos grãos. É instalado na saída do caracol espalhador no tanque graneleiro ([Figura 4](#)) ou no elevador de grãos limpos, numa rota alternativa para os grãos como o da *AgLeader*. O sensor de capacitância é o mais comumente usado para medir a umidade do grão. Quanto maior o teor de água do grão maior é a constante dielétrica. A medição da umidade pontual ocorre durante o deslocamento da máquina na colheita, sendo que os dados são registrados e georreferenciados dentro de um intervalo de tempo definido.

Sensor de velocidade

Responsável pela medição da velocidade de deslocamento da máquina que, juntamente com a largura da plataforma, fornece a área colhida. Em alguns monitores esse sensor já faz parte da máquina e em outros é um sensor à parte, instalado na árvore de saída do câmbio para a redução final da colhedora. Existem três tipos diferentes no mercado:

- a) Sensores magnéticos: localizados no eixo da roda motriz. Registram os giros do eixo da roda que está diretamente relacionada com a velocidade.
- b) Radar: montado na estrutura da colhedora. Emite microondas ao solo que são refletidas com outra frequência e captadas pelo sensor de velocidade.
- c) Ultrassom: semelhante ao radar, porém emite ondas de alta frequência.

Sensor de velocidade do elevador de grãos limpos

Este sensor está presente apenas nos monitores que utilizam sensores de produtividade tipo placa de impacto e monitoram a velocidade do elevador de grãos para que correções no sinal da produtividade sejam feitas.

Interruptor de coleta de dados

Interrompe a coleta de dados quando a plataforma é levantada, impedindo que áreas de manobra e percursos da colhedora sejam somados à área de produção (Figura 4).

Monitor e coletor de dados

É o aparelho que recebe os sinais de todos os sensores associados ao sinal de localização fornecido pelo GPS, gravando-os para posterior utilização (Figura 4).

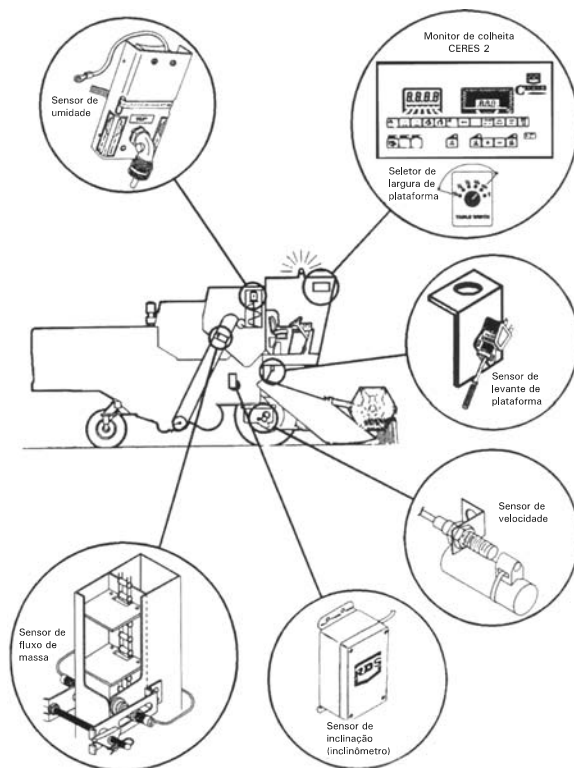


Figura 4. Exemplos de sensores acoplados a colhedoras.

Fonte: Adaptado do [RDS Technology Ltd. \(2004\)](#).

Sistema de Coleta de Dados

A coleta de dados de produtividade é obtida pelo conjunto de sensores citados anteriormente conjugados com um GPS para o georreferenciamento das medições. À medida que a máquina se desloca na área, os sensores fazem as leituras, e o GPS grava o posicionamento dessas leituras no cartão de memória do monitor de produtividade (Figura 5).

Como os sensores de impacto são os mais utilizados pela maioria das empresas de máquinas agrícolas, ele será enfatizado neste documento.

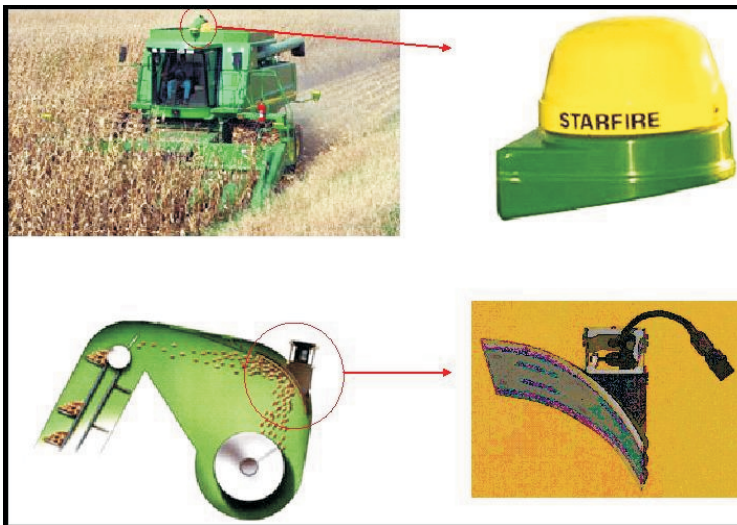


Figura 5. Funcionamento dos sensores de produtividade.

Fonte: [John Deere \(2004\)](#).

Sistema de mapeamento da produtividade – Sensor de impacto

A medição da produtividade de modo indireto pelo sensor é resultante do impacto da massa de grãos ao anteparo do sensor, ou seja, quanto maior o impacto ou deslocamento da placa, maior a produtividade no local colhido. Simultaneamente, o GPS registra o posicionamento da colhedora e outros sensores registram a velocidade da máquina e do elevador de grãos limpos, altura da plataforma e umidade dos grãos.

Todos esses dados georreferenciados, coletados pelos sensores, são armazenados dentro de um determinado intervalo de tempo em cartões de memória, gerando dados pontuais na área agrícola (Figura 6).

Esses dados pontuais são gravados segundo um protocolo que varia de acordo com a marca de monitor com o qual se está trabalhando.

Os monitores *RDS* utilizam o disquete no computador associado ao monitor ou, então, um módulo de memória que necessita de conexão com o computador para que os dados sejam transferidos. Os arquivos gerados por esses monitores são tipo texto ASCII e são fáceis de intercambiar com vários programas de computador.

Diversos monitores utilizam cartões de memória tipo PCMCIA para a gravação dos dados. Os monitores geram arquivos (fsy, txt, shp) que outros programas de sistemas de informação geográfica (SIG) são capazes de identificar.

Os parâmetros mínimos necessários, para se ter um mapeamento adequado da produtividade, são:

- posicionamento geográfico com a utilização do GPS;
- medições de produtividade (kg/ha);
- fluxo de massa seca e úmida;
- umidade dos grãos;
- largura da plataforma.

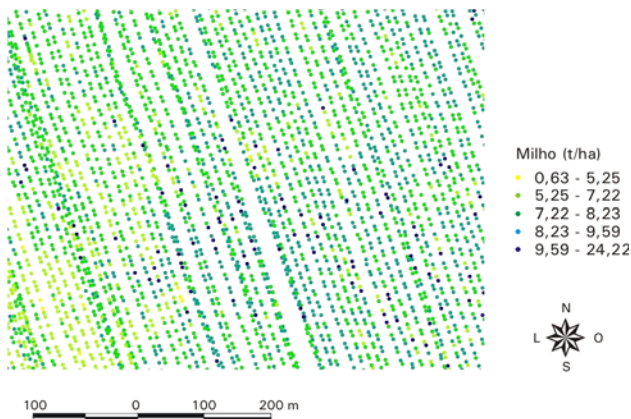


Figura 6. Dados pontuais de produtividade coletados por sensores instalados na colhedora.

Existem sistemas, como o da *AgLeader*, que gravam outras informações importantes e que podem ser utilizados no processo de filtragem de erros antes da geração dos mapas de produtividade interpolados. Como exemplos, podemos citar: número da passada, talhão, distância entre pontos gravados e sinal diferencial do GPS. Além de informações importantes para a filtragem de erros, outros parâmetros importantes para cálculo do rendimento operacional da máquina, tais como: fluxo de massa (t/h) e rendimento operacional (ha/h), também fazem parte do arquivo a seguir especificado.

Exemplo de parâmetros gravados para cada ponto georreferenciado do sistema da *PF Advantage - AgLeader*.

Arquivo original	Tradução
Longitude	Longitude
Latitude	Latitude
Field	Campo
Dataset	Arquivo
Product	Produto colhido
Obj. Id	Identificação do ponto
Track(deg)	Graus da trilha
Swth Wdth(m)	Largura da plataforma
Distance(m)	Distância entre pontos
Duration(hr)	Duração
Elevation(m)	Elevação
Area Count	Registro de dados
Diff Status	Condição do diferencial
Time	Hora
Crop Flow(tonne/hr)	Fluxo de massa
Moisture(%)	Umidade
Yld Mass(Dry)(tonne/ha)	Massa seca
Yld Vol(Dry)(L/há)	Volume seco
Yld Mass(Wet)(tonne/ha)	Massa úmida
Yld Vol(Wet)(L/ha)	Volume úmido
Pass Num	Número da passada
Prod(ha/hr)	Rendimento operacional

Com base nesses dados georreferenciados, mostrados na [Figura 6](#), existem métodos de interpolação que geram mapas de produtividade com intervalos de valores de produtividades diferentes. Para isso, existem diversos programas de computador de SIG que podem ser utilizados para gerar as superfícies de respostas por meio de mapas com cores diferentes ou gradação de cor ([Figura 7](#)).

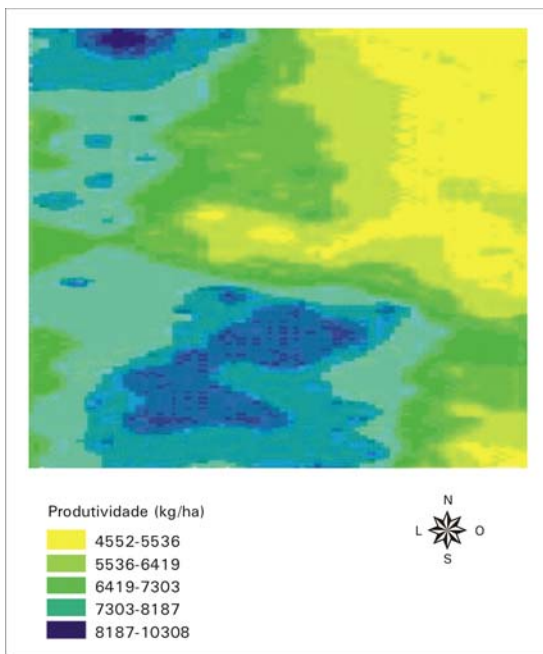


Figura 7. Mapa de produtividade da cultura de milho.

Erros mais freqüentes na coleta de dados

Inexistência de sensores de umidade

A umidade dos grãos varia ao longo do dia em função de fatores tais como: localização no relevo, maturidade da planta, infestação de plantas daninhas. Considerando o sensor de produtividade de placa de impacto, grãos mais úmidos serão registrados no monitor como mais pesado. Portanto, é essencial medir a umidade dos grãos e realizar correção da produtividade para determinado nível de umidade, evitando erros na coleta de dados como os ilustrados na [Figura 8](#).

Se a umidade dos grãos não fosse medida, seria impossível explicar o que poderia ter ocorrido para que existisse esse contraste de produtividade observado na [Figura 8](#), partindo do pressuposto que ela sempre foi manejada uniformemente.

Já existem pacotes tecnológicos comerciais para equipar as colhedoras com esse tipo de sensor de umidade e algumas empresas já vendem suas máquinas, equipadas de fábrica, com esse sensor.

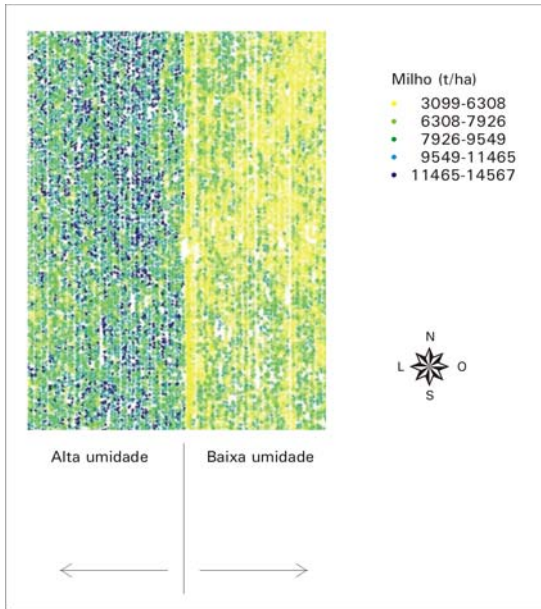


Figura 8. Erro em virtude da diferença de umidade durante a colheita traduzindo em diferentes produtividades.

Configuração da largura da plataforma

A configuração da largura da plataforma de colheita no monitor de produtividade é muito importante para definir a quantidade de grãos que entra na colhedora em função da largura da plataforma e da velocidade de deslocamento. Se for definido no *software* interno do monitor que toda plataforma está colhendo grãos e o operador colher a metade dela, o sistema registrará que a produtividade caiu pela metade ([BLACKMORE, 2003](#)).

Portanto, em arremates de área ou colheita parcial, deve ser informado ao sistema a largura da faixa de colheita por meio da configuração do monitor para que não sejam acumulados erros sistemáticos durante a colheita.

Altura da plataforma de colheita

Os sensores de altura da plataforma cessam a gravação dos dados automaticamente se a colhedora estiver com a plataforma levantada a certa altura selecionada no monitor da máquina pelo operador. Portanto, se a plataforma estiver abaixo dessa altura, o monitor inicia a gravação dos dados dos sensores de produtividade.

Um erro comum é o esquecimento, por parte do operador, de levantar a plataforma ou interromper o processo de gravação no final das passadas e durante as manobras, pois, nessa situação, o monitor está gravando pontos de baixa produtividade, sendo que não se está colhendo grãos ou o operador está manobrando a máquina com a plataforma abaixada.

Uma recomendação de como identificar erros nos mapas, resultantes de dados brutos, sem processamento de remoção de erros, é a verificação de uma tendência de baixa produtividade nas bordaduras dos talhões mapeados que podem ser causados por problemas nas manobras ou tempo de enchimento (Figura 9).

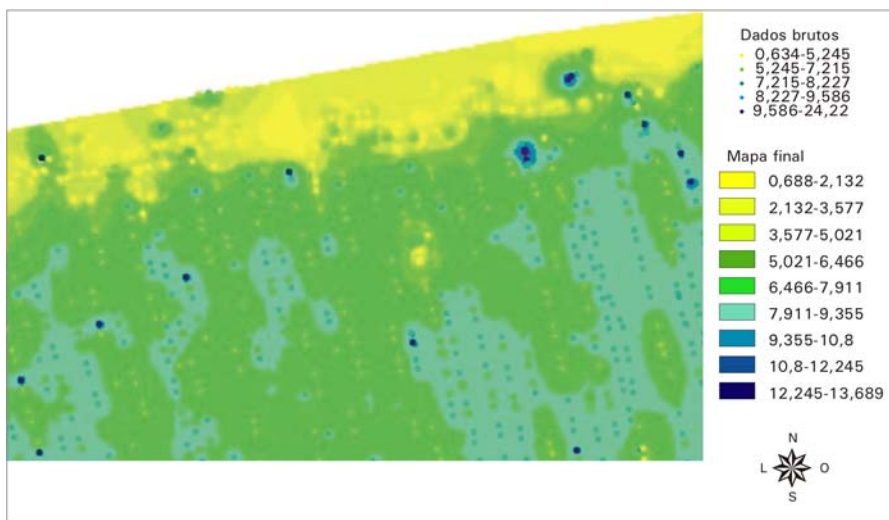


Figura 9. Mapa apresentando baixas produtividades na bordadura devidas a erros operacionais no sistema de gravação de dados.

Gravação de dados no Início e final das passadas de colheita

Ao entrar no talhão e iniciar a colheita, o elevador de grãos limpos estará vazio e, ao longo de alguns metros, o sensor estará gravando dados incorretos de baixas produtividades devido à não-estabilização da entrada de um fluxo de grão normal e não em virtude da produtividade real da área agrícola resultante de menor impacto na placa do sensor. Se esse tipo de dado for utilizado para geração de mapas de produtividade, esse erro estará presente no mapa

resultante, embutindo um erro a todo início de colheita depois do descarregamento do graneleiro (Figuras 10 e 11). O mesmo ocorre no final das passadas de modo inverso.

No exemplo, pode ser percebido que, nos primeiros metros depois do início da colheita em determinada faixa, geralmente, são registrados valores mais baixos de produtividade e, aproximadamente, a partir de 20 m colhidos, o fluxo se estabiliza e o erro de tempo de enchimento do elevador de grãos limpos é eliminado. Menegatti e Molin (2003) concluíram que, para diversos sistemas estudados de marcas diferentes, o fluxo se estabilizava aos 13,53 m a 44 m após o início da passada.

Thylen e Murphy (1996) sugerem que os primeiros 40 segundos de dados gravados do início de cada passada, depois do descarregamento do elevador de grãos limpos, devem ser excluídos. Nolan et al. (1996) constataram que esse tempo pode variar de 10 a 40 segundos.

Esse tipo de erro é suavizado pelos métodos de interpolação de valores utilizados para a geração dos mapas. Esses métodos estão presentes em softwares comerciais, porém, o acúmulo de erros sistemáticos pode comprometer a confiabilidade do mapa.

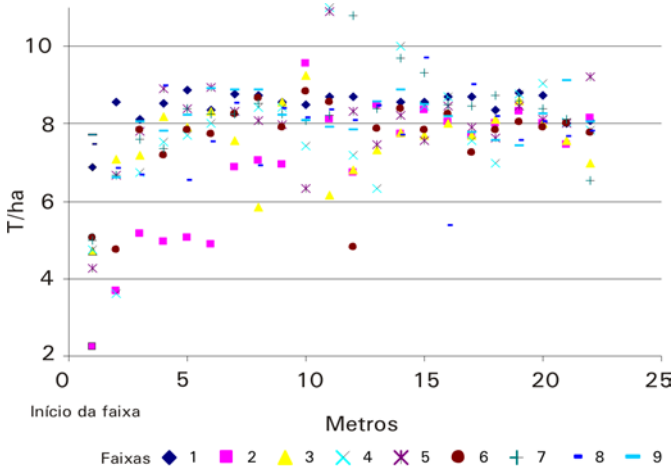


Figura 10. Enchimento do elevador de grãos limpos em função da distância percorrida.

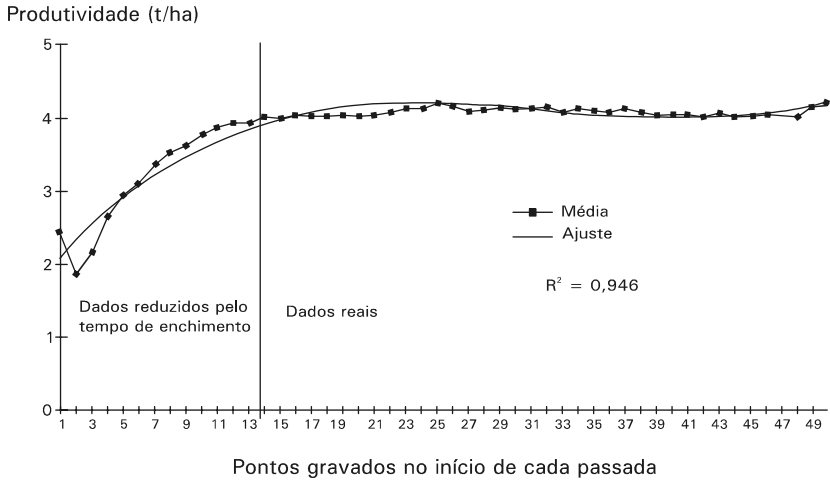


Figura 11. Enchimento do elevador de grãos limpos em função da distância percorrida.

Calibração do Sistema

Outra etapa muito importante, senão a mais importante, é a calibração do sistema de mapeamento. É recomendado pelos fabricantes que essa seja realizada com freqüência. Para isto, são necessários os seguintes instrumentos: balança convencional de pesagem de alta precisão, trena, um termômetro e medidor de umidade de grãos. A não-calibração do sistema pode imbutir erros sistemáticos na coleta dos dados.

Os passos para a calibração são simples e não demandam muito tempo durante a colheita. É um pouco mais demorada na primeira vez, porém, depois da primeira calibração, é suficiente, apenas, aferir com pesagens esporádicas. Se os erros passarem de 5%, recalibrar. Os erros ficam normalmente entre 1% e 4%.

Resumidamente, a calibração segue as seguintes etapas na seqüência:

- Colhe-se uma passada de aproximadamente 100 m;
- Mede-se com trena essa distância;
- Percorre-se esse espaço para aferir a distância do monitor que foi selecionada para 100 m. O ideal de se medir a distância na área de produção é que a patinagem aproxima-se da condição de colheita da área;

- Mede-se a vibração – coloca-se a máquina em processo de trilha, mas sem realizar a colheita, para que se possa selecionar, no monitor, a vibração normal, ou seja, produtividade nula, pois não está entrando grão no sistema;
- Mede-se a temperatura no sensor de umidade – mede-se essa temperatura para a aferição do sensor de umidade já que, se a temperatura muda, a umidade do grão será corrigida;
- Mede-se a umidade dos grãos – efetuar essa medida com equipamento de alta precisão para a aferição com o monitor;
- Calibra-se a altura de corte – para que a gravação de dados cesse quando o operador levantar a plataforma;
- Seleciona-se a largura da plataforma de colheita;
- Mede-se o peso de cinco graneleiros com balanças para aferição com o monitor – durante esse processo, alguns passos devem ser seguidos: (a) as pesagens devem estar entre 2300 e 7000 kg; (b) manter a velocidade que deve ser constante durante a colheita; (c) escolher uma área com a produtividade mais uniforme; (d) colher com a plataforma cheia.

Demais erros resultantes da operacionalização de colheita

A velocidade de colheita também pode interferir na qualidade de coleta de dados tanto pelo excesso quanto pela baixa velocidade, pois interfere no tempo de enchimento e na retrilha de grãos. Quando a velocidade é excessiva, pode ocorrer grande retrilha de grãos originando dados não confiáveis, já que, na retrilha, os grãos colhidos em outras localizações geográficas podem ser arremessados no sensor e serem gravados como produtividade em outro ponto devido à defasagem de tempo. Se a velocidade for muito baixa, o arremesso dos grãos na placa de impacto pode ser muito inconstante originando dados com grande variação nas medições.

Outro detalhe importante durante o mapeamento da produtividade em escala comercial é a manutenção e a limpeza da fiação, dos sensores e de órgãos ativos com a finalidade de permitir o funcionamento ideal do sistema. Já foram relatados casos de rompimento de cabos por roedores, acúmulo de sujeira na placa de impacto ([Figura 12](#)), embuchamento e quebra dos órgãos ativos que conduzem o grão ao sensor de umidade. Plantas daninhas, grãos oleosos e poeira podem acentuar o acúmulo de sujeira nas placas de impacto. Portanto, a manutenção dessas partes da máquina pelo operador deve ser constante.

Muito importante no processo de geração de mapas de produtividade é o operador, pois ele será o responsável pela qualidade dos dados gravados no monitor. O treinamento do operador é parte essencial no processo, visto que ele é responsável pela seleção dos parâmetros no monitor, tais como: cultura a ser colhida que influencia diretamente as medições de produtividade, pois as curvas de calibração impacto x peso são definidas em função da densidade do grão, largura da plataforma, número de linhas a serem colhidas e gravação periódica dos dados.

Existem outros erros em mapas de produtividade oriundos de problemas operacionais que não são consequência da operacionalização da colheita. Nesses casos, é necessário que o processamento dos dados seja feito por profissionais devidamente treinados para que se obtenha, no final, um mapa de produtividade de maior confiabilidade. Um exemplo disso é quando há perda de dados parciais durante a colheita. Essa colheita, associada com outras máquinas não instrumentadas com GPS, dificulta a colheita monitorada sobre terraços. Esses tipos de erro exigem melhor tratamento e análise dos dados por meio de técnicas geoestatísticas para a geração de mapas confiáveis. Outro erro comum são valores irreais de produtividade, gravados no arquivo, em virtude de problemas no sensor que são retirados dos arquivos por técnicos devidamente qualificados.



Figura 12. Acúmulo de sujeira na placa de impacto oriunda da colheita de soja.

Foto: Edegar J. Corazza

Considerações Finais

Fica evidente que o mapeamento da produtividade já é uma realidade, mas é importante ressaltar que erros durante a coleta de dados existem e podem ser minimizados e até mesmo retirados antes da geração dos mapas de produtividade. Muitos desses erros podem ser evitados por um simples treinamento do operador.

A tecnologia envolvida no mapeamento de produtividade é bastante sofisticada. Portanto, a decisão de qual técnica adotar, quando do início da implantação do sistema, deve ser muito bem planejada, principalmente porque há grandes incompatibilidades entre monitores de produtividade e ferramentas de análise de variabilidade espacial.

A escolha errada de equipamentos pode levar todo o planejamento ao fracasso ou, no mínimo, causar elevação nos custos. Nesse sentido, o agricultor, disposto a adotar esse novo sistema de gerenciamento da propriedade, deve ser encorajado a buscar apoio de especialistas desde o início da implantação do sistema de Agricultura de Precisão.

Referências Bibliográficas

BLACKMORE, S. **The role of yield maps in precision farming**. 2003. 162 p. Thesis (Ph.D.) – Cranfield University, Silsoe, 2003.

BRAGACHINI, M. **Nivel de adopción actual y potencial in el mundo y en Argentina**. Disponível em: <<http://www.agriculturadeprecision.org>> Acesso em: 20 Set. 2004.

GOERING, C. E. **Recycling a concept**. St. Joseph: Agricultural Engineering, 1993. 25 p.

JOHN DEERE. Ag management solutions products for your precision farming needs. Disponível em: <<http://www.deere.com/en-us/ag/servicessupport/mas/>> . Acesso em: 15 fev. 2004.

LEMS, J.; CLAY, D. E; HUMBURG, D.; DOERGE, T. A.; CHRSTIPHERSON, S.; REESE, C. L. **Yield monitors: Basic steps to ensure system accuracy and performance**. Disponível em: <<http://www.ppi-far.org/ssmg>> . Acesso em: 28 Set. 2004.

MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Metodologia para identificação e caracterização de erros em mapas de produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 367-374, 2003.

MOORE, M. R. **An investigation of the accuracy of yield maps and their subsequence use in crop management**. 1998. 379 p. Thesis (Ph.D.) - Cranfield University, Silsoe, 1998.

NOLAN, S. C.; HAVERLAND, G. W.; GODDARD, T. W.; GREEN, M.; PENNY, D. C. Building a yield map from geo-referenced harvest measurement. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 3., 1996, Minneapolis. **Proceedings...** Madison: ASA; CSSA;SSSA, 1996. p. 885-892.

RDS TECHNOLOGY LTD. **Precision farming**: Ceres yield monitoring/mapping module. Disponível em: <<http://rdstechnology.ltd.uk>>. Acesso em: 10 jan. 2004.

THYLEN, L.; MURPHY, D. P. L. The control of error in momentary yield data from combine harvesters. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 64, n. 4, p. 271-278, 1996.

Concepts and Pratical Guidelines for Crop Yield Map Generation

Abstract – *Precision Agriculture adoption is increasing on savannas region in the central plain areas in Brazil, principally because fertilizers and others pesticides were saved reducing the cost of grain production in the agricultural areas. But environmental pollution with these products are also become a problem. It was estimated that the area with variable rate tax of fertilizers in brazilian agricultural areas is about one million hectare, this is quarter of no till system broadcast area in the Savannas Region. But Precision Agriculture tools are unknown by a lot of farmers and technicians and one of these tools that make possible Precision Agriculture adoption is the yield map generation with monitors. This guideline aims farmers and agricultural technicians helping them with technical and practical information regarding sensors involved, yield map generation, calibration and practical implications about the yield map generation with monitors.*

Index terms: precision farming, yield monitoring, harvest monitor