

Programa Agricultura de Precisão

# Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos



Este curso tem  
**17 horas**

## **Ficha técnica**

**2015. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO**

### **INFORMAÇÕES E CONTATO**

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural de Goiás - SENAR/AR-GO  
Rua 87, nº 662, Ed. Faeg, 1º Andar: Setor Sul, Goiânia/GO, CEP: 74.093-300  
(62) 3412-2700 / 3412-2701  
E-mail: [senar@senargo.org.br](mailto:senar@senargo.org.br)  
<http://www.senargo.org.br/>  
<http://ead.senargo.org.br/>

### **PROGRAMA AGRICULTURA DE PRECISÃO**

#### **PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO**

José Mário Schreiner

#### **TITULARES DO CONSELHO ADMINISTRATIVO**

Daniel Klüppel Carrara, Alair Luiz dos Santos, Osvaldo Moreira Guimarães e  
Tiago Freitas de Mendonça.

#### **SUPLENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO**

Bartolomeu Braz Pereira, Silvano José da Silva, Eleandro Borges da Silva,  
Bruno Heuser Higino da Costa e Tiago de Castro Raynaud de Faria.

#### **SUPERINTENDENTE**

Eurípedes Bassamurfo da Costa

#### **GESTORA**

Rosilene Jaber Alves

#### **COORDENAÇÃO**

Fernando Couto de Araújo

#### **IEA - INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS S/S**

Conteudistas: Renato Adriane Alves Ruas e Juliana Lourenço Nunes Guimarães

#### **TRATAMENTO DE LINGUAGEM E REVISÃO**

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

#### **DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO**

IEA: Instituto de Estudos Avançados S/S

# Introdução ao curso

Olá, seja bem-vindo ao Curso Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos!



Fonte: John Deere <<http://blog.machinefinder.com>>.

A Agricultura de Precisão é composta por uma série de técnicas que podem ser empregadas em todas as etapas do processo produtivo de grãos. Mesmo com tantas técnicas disponíveis, ainda assim alguns pesquisadores apontam que é somente a partir da colheita que se podem realizar trabalhos com alto nível tecnológico. O que você acha disso?

De fato, as máquinas colhedoras fabricadas atualmente possuem modernos dispositivos capazes de elaborar mapas de produtividade em tempo real, que permitem realizar estudos mais

detalhados sobre a variabilidade espacial e temporal da área. Quando **analisados em conjunto** com mapas de fertilidade, pragas, doenças ou plantas daninhas, essa tecnologia proporciona uma precisa interpretação da produtividade em cada subárea de cultivo.

Conjunto
Neste caso, considera-se a sobreposição e comparação dos mapas.

Os mapas de produtividade elaborados em tempo real, em geral, são finalizados após os dados serem armazenados no monitor de colheita durante o deslocamento da colhedora, e processados por softwares específicos.

Para a coleta desses dados, a colhedora deve ser equipada com sensores devidamente regulados e calibrados, visando realizar o monitoramento de todos os mecanismos que a compõem. Mas por que isso é importante?

Regulagem	A regulagem dos sensores antecede a calibração e busca deixá-los em perfeitas condições de uso.
Calibração	Já a calibração visa ajustar sensores de modo que eles realizem a leitura do fenômeno analisado apresentando um valor o mais próximo possível do real.

As colhedoras de grãos são máquinas complexas e que funcionam com grande sincronia entre suas partes constituintes. Dentre os mecanismos da colhedora, destacam-se os de:

- corte;
- alimentação;
- trilha;
- separação;
- limpeza.

Todos esses mecanismos devem operar em perfeita sincronia para proporcionar a boa **trilhagem** dos grãos e reduzir as perdas, que é um dos grandes desafios da colheita mecanizada.

### Trilhagem

Ato de separar os grãos com o trilho.

Em função da alta mecanização, os cuidados com a segurança relacionados às colhedoras devem ser uma tarefa contínua e de responsabilidade de todos os profissionais envolvidos na operação. É fundamental realizar treinamentos e atualizar os conhecimentos dos participantes do processo constantemente, sobretudo quando você estiver utilizando novas tecnologias.

Uma propriedade que busca um bom padrão de qualidade tanto nos seus produtos quanto nos serviços deve seguir normas regulamentadoras específicas, por exemplo, a Norma Regulamentadora 31 (NR 31), que estabelece critérios de segurança no meio rural.

Pois bem, a partir de agora, você vai começar a construir conhecimentos sobre os seguintes conteúdos:

- Ferramentas de Agricultura de Precisão, existentes no mercado de máquinas agrícolas, que equipam as colhedoras de grãos.
- Eficiência das colhedoras de campo e como elas podem reduzir perdas durante a colheita.
- Informações de segurança e normas sobre a correta utilização desses equipamentos.

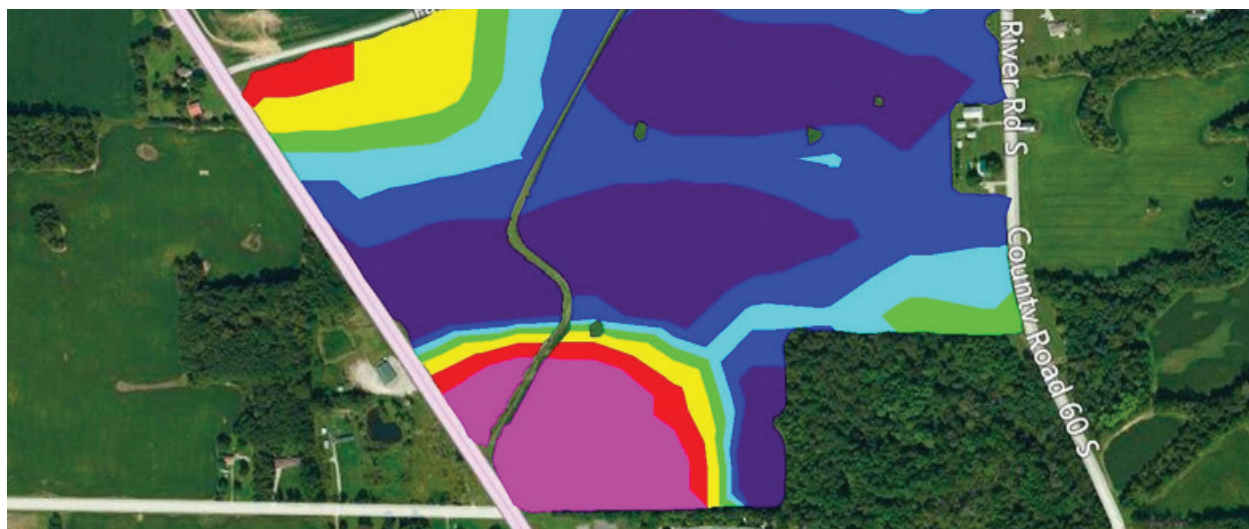
Programa Agricultura de Precisão

# Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos

» Módulo 1: Mapas de variabilidade na  
colheita de grãos

# Módulo 1

## » Mapas de variabilidade na colheita de grãos



Fonte: Farm Works Office <[www.farmworks.com](http://www.farmworks.com)>.

A Agricultura de Precisão é um processo cíclico de levantamento de informações sobre a área cultivada, interpretação e análise dos dados e tomada de decisão técnica, visando realizar os tratos de acordo com as variabilidades existentes.

O conhecimento das variabilidades espaciais e temporais é essencial para a tomada de decisão mais acertada, a otimização no uso dos insumos e o aumento da eficiência produtiva.

Um dos mapas de variabilidade mais importantes dentro da agricultura de precisão é o mapa de produtividade, elaborado na colheita, pois ele determina o rendimento final da cultura e, dessa forma, indica as áreas com baixa produtividade que devem ser manejadas adequadamente nas safras seguintes.

Atenção! Sempre que finalizar a leitura do conteúdo de um módulo, você deve retornar ao Ambiente de Estudos para realizar a atividade de aprendizagem.

Siga em frente e faça bom proveito!

# Aula 1

## A importância do mapa de produtividade

O avanço no desenvolvimento de máquinas agrícolas possibilitou os seguintes avanços:

- o cultivo de grandes áreas;
- o aumento da eficiência produtiva;
- uma maior segurança e bem estar para o trabalhador.

Grandes avanços podem ser observados desde o tempo em que as colheitas eram feitas manualmente, passando pelo surgimento das primeiras colhedoras, até o desenvolvimento das colhedoras atuais (com maior eficiência, maior conforto e com várias tecnologias embarcadas).

É com essas tecnologias que gerenciamos hoje todos os passos da colheita. Mas como isso é feito?

### Formas de gerenciar a colheita

Por meio de:

- sistema de orientação via satélite;
- piloto automático; e
- sensores de colheita.

A operação de colheita tornou-se mais fácil, pois, além do maior conforto proporcionado ao trabalhador, através de sensores e controladores é possível visualizar as passadas da máquina e através dos dados gerados pelos sensores instalados na máquina podem-se acompanhar as informações da colheita.

Isto proporciona benefícios tais como:

- maior bem estar para o operador;
- melhor aproveitamento da máquina;
- melhor avaliação das etapas da colheita;



- possibilidade de corrigir eventuais falhas que possam ter ocorrido ainda durante a mesma operação.

Portanto, espera-se que ao final desta aula você possa reconhecer a importância dos mapas de produtividade para a análise da produção de grãos.

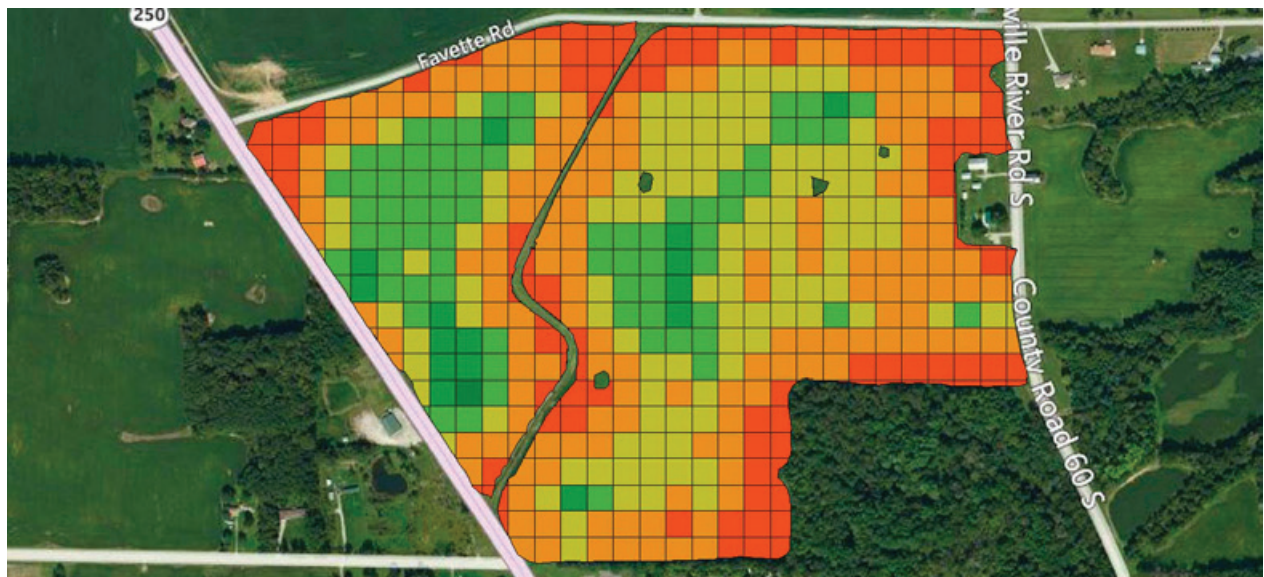
## Tópico 1

### Conceito de mapa de produtividade

O mapa de produtividade de um talhão é um conjunto de muitos pontos no decorrer da área, sendo cada ponto representado por uma porção da lavoura. Este ponto produz informações detalhadas da produtividade do **talhão**, e dá parâmetros para diagnosticar e corrigir as causas de baixas produtividades em algumas de suas áreas.

Talhão
Terreno cultivado ou próprio para cultura.

Esses parâmetros são expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$  ou  $\text{t ha}^{-1}$  e são gerados pela localização na área determinada pelo receptor GPS. Além disso, têm-se também as informações disponibilizadas pelos sensores instalados nas colhedoras, por exemplo, os sensores de produtividade e de umidade, que são gravadas e apresentadas na forma de mapas. Como se pode ver, o mapa da produtividade é a informação mais completa para se visualizar a variabilidade espacial das lavouras.



Fonte: Farm Works Office <[www.farmworks.com](http://www.farmworks.com)>.

Várias outras ferramentas têm sido propostas para se identificar as manchas existentes em um talhão. Dentre elas, as fotografias aéreas, as imagens de satélite e a videografia. Todas têm seu potencial e podem acrescentar informações para análise e tomada de decisão mais acertada mas, ainda assim, o mapa de produtividade materializa a resposta da cultura com a melhor exatidão possível, se comparado às tecnologias existentes de mensuração da produtividade.

Os dados gerados durante a colheita não poderão ser utilizados para análise e tomada de decisão tentando corrigir um problema ainda no atual ciclo da cultura. Porém, contêm informações imprescindíveis para interpretação e tomada de decisões futuras, visando melhorar o desempenho das próximas culturas na mesma área, utilizando as técnicas de agricultura de precisão.

## Tópico 2

### Importância dos mapas de produtividade

Os mapas de produtividade são de grande importância porque mostram qual abordagem seria mais correta para definir a recomendação de adubação do ciclo seguinte, além de informar também a variabilidade das lavouras. Esta abordagem leva em consideração a produtividade da cultura anterior para fazer a reposição dos nutrientes extraídos.

Isso significa que a amostragem **georreferenciada** não é suficiente. É necessária uma estratégia que possibilite a construção de um consistente conjunto de dados, na qual a solução mais acertada deverá considerar também a variabilidade da produtividade da lavoura, além do conteúdo de nutrientes no solo. Para entender como esta análise funciona, acompanhe os possíveis motivos que justificam a baixa produtividade no talhão. Eles podem ser divididos entre aqueles que **persistem** de um ano para o outro, ou seja, se perpetuam se não forem corrigidos, e aqueles que são pontuais, ou seja, **não persistem** de um ano para outro.

#### Georreferenciada

Determinação das coordenadas do ponto de coleta de amostras, através do sistema de localização por satélites

Persistentes (se repetem quando não corrigidos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• solo com baixa fertilidade;</li> <li>• baixo teor de matéria orgânica;</li> <li>• baixa capacidade de retenção de água (o que demanda um manejo específico a médio prazo, podendo impactar na produtividade das próximas lavouras).</li> </ul>
Não persistentes (pontuais)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• um erro de densidade de semeadura;</li> <li>• falta de sobreposição na distribuição de fertilizantes;</li> <li>• ataque localizado de lagartas desfolhadoras (fator que compromete apenas a produção de um ciclo da cultura).</li> </ul>

Lembrando que a identificação dos fatores responsáveis por limitar a produtividade em determinadas áreas e a investigação para se determinar uma forma de manejo ideal são alguns dos principais desafios dos mapas de produtividade.

Um maior conhecimento da área é adquirido no decorrer do tempo, a partir de análises de safras seguidas. É isso que aumenta o nível de informações geradas para tomada de decisão do produtor ao longo dos anos.

É preciso atenção especial para identificar os fatores limitantes da produção, bem como a viabilidade da correção para os próximos ciclos. Portanto, a análise do mapa de variabilidade espacial da produtividade torna-se uma importante ferramenta para a análise de dados e planejamento da próxima safra.

### **Saiba Mais**

É importante interpretar e analisar o mapa de variabilidade temporal da produtividade, ou seja, do comportamento da produtividade no decorrer dos anos em determinada área, pois fornece informações auxiliares para a interpretação dos dados de forma geral.

## Recapitulando

O mapa de produtividade de uma área cultivada tem grande importância no sistema de agricultura de precisão, pois determina de forma detalhada a condição final da lavoura, expressa pela produtividade ao longo da área. Sua amostragem é feita de forma automática por colhedoras equipadas, em uma quantidade de pontos infinitamente maior do que em outros sistemas de amostragem, tornando os dados bastante confiáveis para análise e tomada de decisões. A análise dos mapas de variabilidade espacial e temporal da produtividade de uma área torna-se o ponto de partida para planejamento do próximo cultivo, pois através dela podem-se identificar áreas de baixa produtividade, o que demandará análises posteriores e um estudo dos fatores responsáveis por esta limitação. Desta forma, analisando o mapa de produtividade em conjunto com outros mapas de variabilidade, aumenta-se o nível de conhecimento da área deixando a tomada de decisão mais acertada.

## Aula 2

### Formas de coleta de dados para elaboração do mapa de produtividade

Na aula anterior, você viu como a elaboração de mapas de produtividade de uma lavoura é uma prática básica no sistema de agricultura de precisão. A partir do mapa gerado, é possível analisar as informações e realizar o planejamento das próximas safras. Em colhedoras de grãos equipadas, a coleta dos dados de produtividade é feita de forma automatizada, porém é preciso ficar atento, pois ainda assim podem ocorrer alguns erros de leitura intrínsecos à operação.

Desta forma, alguns cuidados devem ser tomados na coleta e no tratamento dos dados, para gerar mapas de alta confiabilidade.

Dessa forma, espera-se que ao final desta aula você esteja apto a:

- definir métodos de determinação do número de amostras necessário à coleta de dados; e
- identificar procedimentos técnicos necessários à coleta de dados confiáveis.

# Tópico 1

## Formas de medição

As colhedoras equipadas com tecnologia para a agricultura de precisão podem realizar a pesagem dos grãos colhidos de diversas formas, a depender do tipo de equipamento utilizado, conforme veremos a seguir:

Sensor de velocidade do fluxo da massa	Sistema baseado na medição da velocidade do fluxo da massa de grãos que atravessa um tubo de dimensões conhecidas. Neste caso, mede-se a velocidade do fluxo por meio de micro-ondas, e calcula-se a densidade média da massa de grãos. Esse sistema tem a vantagem de não interferir na velocidade do fluxo da massa, e ter bom tempo de resposta. Porém, pode ser acometido por variações na inclinação da colhedora durante o deslocamento no campo – portanto, é preciso um sensor de inclinação para corrigir esse erro.
Sensor de placa de impacto	Outro sistema utilizado pelas empresas para a medição da produtividade nas colhedoras é a placa de impacto. Ela intercepta a quantidade do fluxo de grãos e, quanto maior o impacto ou deslocamento da placa, maior é a produtividade no local colhido. A placa deve passar por constantes limpezas a fim evitar acúmulo de sujeira e consequentemente erros na coleta de informações.
Sensor de unidade	Para que o mapa de produtividade represente a produtividade com base no peso dos grãos no estado seco, é necessário medir a umidade em que estão sendo colhidos. Para tanto, utiliza-se um sensor de umidade, normalmente localizado entre o meio e a saída do elevador.



Todas as informações sobre colheita e umidade, entre outras, são monitoradas pelo operador através de um monitor na cabine de comando. O monitor é ligado a um computador de bordo que coordena as informações captadas pelos sensores.

Fonte: <<http://www.agleader.com/products/yield-monitoring/>>.

## Saiba Mais

Essas informações organizadas podem ser armazenadas em cartões de memória ou, ainda, transmitidas por redes de comunicação sem fio. Muitas fazendas hoje já dispõem destas redes, que transmitem dados em tempo real, de forma que o produtor acompanhe o andamento e os dados da colheita por meio de computador, celular ou qualquer aparelho com acesso à internet.

## Tópico 2

### Mapa de produtividade e amostragem

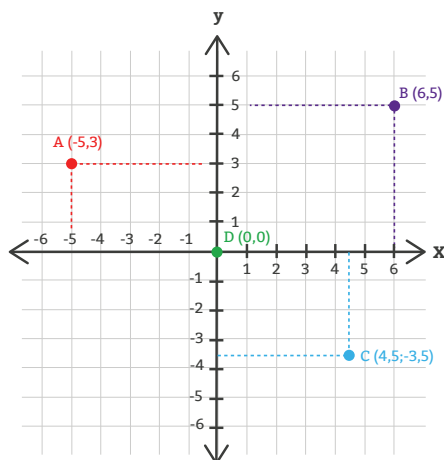
Como visto na aula anterior, o mapa de produtividade de um talhão é elaborado através de um conjunto de muitos pontos em que cada ponto representa uma amostra da lavoura.

A área de cada amostra é definida pela largura da plataforma da colhedora e pelo comprimento da distância percorrida pela máquina durante um período de tempo predeterminado, entre uma medição e outra (normalmente de um a três segundos).

Em uma área de 1 hectare podem ser coletadas até mil amostras ou mais, dependendo da frequência das medições. A posição do ponto é obtida por meio de um receptor de GPS que dá os posicionamentos corretos da latitude e da longitude da máquina. Os dados do mapa são ins-

tantaneamente armazenados ou transmitidos, e a forma dos arquivos gerados é particular para cada fabricante.

A montagem do mapa reflete o gráfico que contém cada um dos pontos amostrais num plano **cartesiano**, em que o eixo "x" é a longitude, e o eixo "y" é a latitude.



Fonte: Wikimedia Commons

## Cartesiano

Chama-se Sistema de Coordenadas no Plano Cartesiano, ou simplesmente Plano Cartesiano, a um esquema reticulado baseado nas retas x e y utilizado para especificar pontos num determinado espaço.



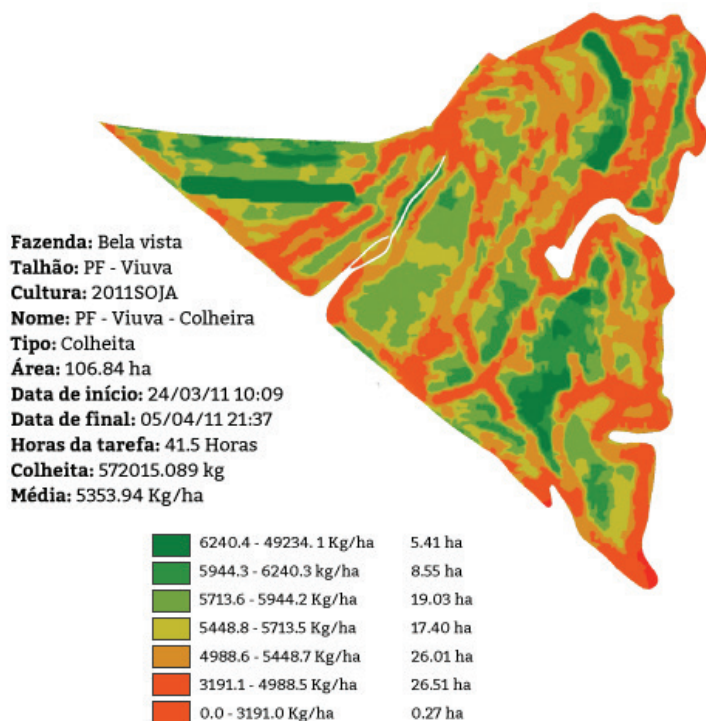
**Fazenda:** Bela vista  
**Talhão:** PF - Viuva  
**Cultura:** 2011SOJA  
**Nome:** PF - Viuva - Colheira  
**Tipo:** Colheita  
**Área:** 106.84 ha  
**Data de início:** 24/03/11 10:09  
**Data de final:** 05/04/11 21:37  
**Horas da tarefa:** 41.5 Horas  
**Colheita:** 572015.089 kg  
**Média:** 5353.94 Kg/ha

6240.4 - 49234.1 Kg/ha
5944.3 - 6240.3 kg/ha
5713.6 - 5944.2 Kg/ha
5448.8 - 5713.5 Kg/ha
4988.6 - 5448.7 Kg/ha
3191.1 - 4988.5 Kg/ha
0.0 - 3191.0 Kg/ha

Para identificar os diferentes valores de produtividade, basta escalonar os pontos em diferentes cores ou tons. Estas cores pontilhadas vão se tornar linhas de "isoprodutividade", ou seja, isolinhas que delimitam regiões com produtividades dentro de um mesmo intervalo de valores, representadas no mapa pela mesma cor.

Fonte: <<http://precisaoap.com.br/?menu=-servicos&id=3#!prettyPhoto>>.





Para obter esse tipo de mapa é necessário manipular algumas funções específicas do software que acompanha o monitor ou a colhedora. O software executa um método de interpolação entre os pontos, e de atenuação das pequenas variações locais.

Fonte: <<http://precisaoap.com.br/?menu=servicos&i-d=3#!prettyPhoto>>.

A elaboração do mapa é feita de forma automática por máquinas devidamente equipadas, o que torna o processo mais rápido, barato e também bastante confiável, devido à quantidade de amostras coletadas na área. Porém, é necessário que os dados coletados sejam devidamente processados a fim de se eliminar certos erros sistemáticos normalmente associados a essa coleta. Confira alguns deles:

- variações na velocidade de deslocamento;
- retardamento no início do fluxo de grãos nas cabeceiras do talhão;
- verificação incorreta da largura de corte;
- falha no funcionamento do interruptor da plataforma de corte;
- falha na determinação do posicionamento pelo GPS;
- grandes variações na umidade dos grãos ao longo da jornada de trabalho;
- falta de treinamento do operador, entre outros.



Alguns dos erros mencionados são inerentes ao processo de coleta de dados durante a colheita. Outros podem ser minimizados ou evitados através de alguns cuidados antes e durante a operação. Desta forma, mais uma vez torna-se necessário que o operador seja capacitado para realizar tal operação.

Uma boa forma de minimizar erros é manter a velocidade de deslocamento constante e dentro dos limites estabelecidos para a operação. Além disso, a colhedora, bem como seus equipamentos e sensores, devem ser regulados e calibrados periodicamente, com base nas funções elementares do equipamento. Veja a seguir quais são essas funções:

- altura de corte da plataforma;
- rotação do molinete;
- identificação da largura de corte;
- velocidade de deslocamento;
- rotação do cilindro de trilha e do ventilador;
- abertura das peneiras etc.

## Tópico 3

### Amostragem e confiabilidade de dados

A densidade amostral na colheita proporciona uma quantidade de amostras muito grande, muito maior do que aquela coletada em sistemas de amostragem de solo, o que proporciona grande confiabilidade aos dados coletados.

Porém, essas informações devem passar por algum tipo de tratamento antes da interpretação do mapa para tomada de decisão. Os limites do sistema e no processamento automático dos dados podem gerar erros, que não devem ser motivo para descrédito, apenas para precaução.

Além disso, a manipulação de alguns parâmetros é bem-vinda para uma melhor visualização e confiabilidade do mapa. Sendo assim, podem-se ter dois cenários:

Cenário 1	Se forem considerados todos os dados brutos na elaboração do mapa, podem-se gerar valores de produtividade incoerentes com a realidade.
Cenário 2	Se forem excluídos valores de intervalos de produtividades sem muito critério podem-se perder informações importantes de manchas da lavoura.

Todos os programas de visualização de mapas permitem alguma forma de manipulação desses parâmetros.

Basicamente, leituras com dados de produtividade nulos ou com valores excessivamente altos são descartados através de um filtro do programa. Os demais dados são analisados através de uma série de comparações entre dados vizinhos para interpolá-los gerando um mapa confiável.

Após o tratamento dos dados brutos obtidos durante a colheita, estes podem ser submetidos a análises estatísticas em softwares específicos para a geração de informações mais confiáveis.

Ferramentas como a **geoestatística** e a interpolação por **krigagem** contribuem para a obtenção de mapas de alta confiabilidade, porém são mais trabalhosas e exigem conhecimentos específicos.

### Geoestatística

Ramo da Estatística Espacial que permite fazer inferências e previsões a partir de amostras.

### Krigagem

Método de aplicação da geoestatística.

## Recapitulando

A coleta de dados de produtividade de uma lavoura é feita de forma automatizada por uma colhedora equipada com determinados equipamentos, tais como sensores de produção, de umidade, de velocidade de deslocamento da máquina e de altura da plataforma de corte; receptor de GPS, monitor de colheita, entre outros.

Os dados gerados são gravados em uma memória externa ou transferidos em tempo real para um computador, podendo ser coletados em intervalos de um a três segundos, gerando boa densidade amostral. Alguns erros na coleta dos dados podem ser gerados durante a colheita, especialmente devido ao fluxo dos grãos no interior da máquina nas cabeceiras dos talhões, à variação na velocidade de deslocamento da máquina, à falta de interrupção de leitura durante as manobras, ao erro na determinação da largura da plataforma, à falta de conhecimento do operador, entre outros. Desta forma, alguns programas de geração de mapas ou softwares específicos devem ser utilizados para corrigir os erros e gerar mapas mais confiáveis para análise e tomada de decisões.

## Aula 3

### Interpretação dos mapas de produtividade

Nas aulas anteriores você estudou que a elaboração de mapas de produtividade confiáveis representa a base do sistema de agricultura de precisão. A interpretação dos resultados e dos fatores que interferem na produtividade, por sua vez, permite o melhor e mais eficiente planejamento dos próximos cultivos. Mas para que isso ocorra, é necessário conhecimento técnico dos profissionais para interpretar os dados dos mapas. Somente assim será possível elaborar as recomendações técnicas e tomar as decisões mais acertadas.

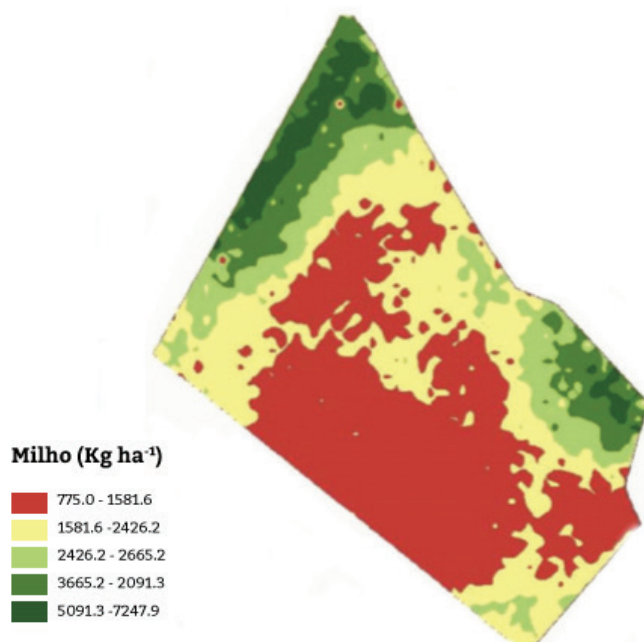
Portanto, ao final desta aula espera-se que você possa:

- visualizar a variabilidade da produtividade de grãos por meio do agrupamento de faixas de produção; e
- relacionar a variabilidade da produtividade com os fatores de produção de grãos.

# Tópico 1

## Características da interpretação

O mapeamento da produtividade não se resume simplesmente à compra de máquinas de última geração, ao uso de implementos sofisticados ou de eletrônica embarcada. Esses elementos precisam ser analisados em conjunto com a aplicação de conhecimentos agrônômicos detalhados nas propriedades rurais, em que se considera a variabilidade espacial dos fatores que interferem na produtividade. Somente assim é possível deixar de trabalhar pelo sistema de médias e aplicar o gerenciamento localizado.

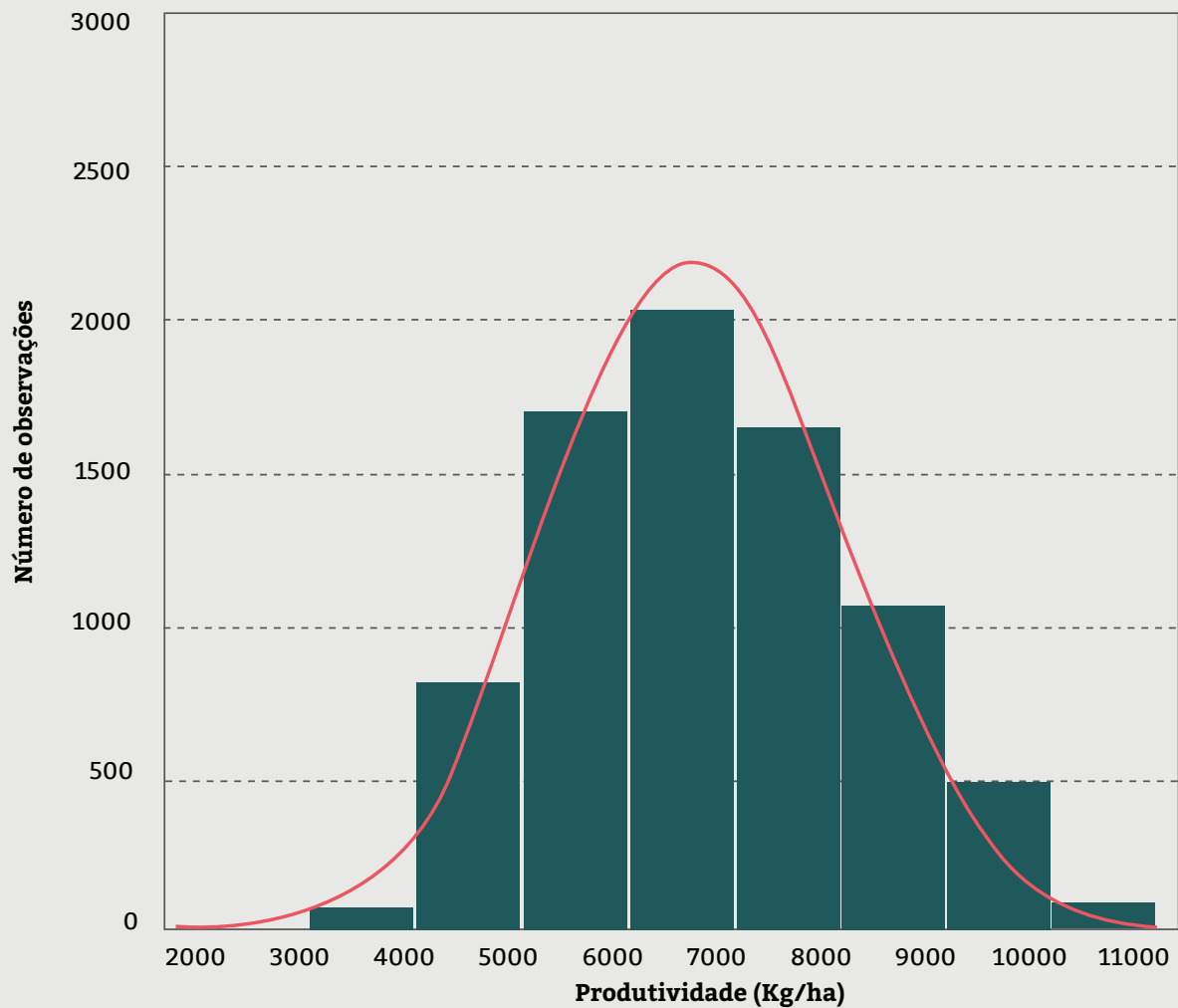


Fonte: Brasil, 2013.

Para obter informações precisas sobre a produção é imprescindível filtrar os dados gerados pelo equipamento, interpolá-los e gerar o mapa de produtividade. O mapa é apresentado na forma de isolinhas, que são faixas de produtividade dentro do mesmo intervalo de valores, representadas no mapa pela mesma cor. De acordo com a legenda que acompanha o mapa, é possível observar os valores de produtividade que cada isolinha e, conseqüentemente, cada área do talhão representam.

Para auxiliar na análise dos mapas de produtividade, os dados podem ser apresentados de outras formas, como em um histograma ou tabela. Acompanhe!

## Histograma



Fonte: Brasil, 2013

No histograma dos valores da produtividade, representa-se, em forma gráfica, o número de amostras observadas dentro de cada nível de produtividade.

## Dados estatísticos da produtividade de milho

Nestas representações gráficas, também podem ser observados alguns dados estatísticos referentes à produtividade da área, tais como produtividades máxima, média e mínima e coeficiente de variação. Desta forma, é possível analisar o nível de variabilidade da produtividade no talhão e a produtividade potencial, dentro das condições edafoclimáticas da área.

Total de pontos	9628
Média	6766,53
Mediana	6671,5
Valor mínimo	3093
Valor máximo	10308
Variância	2031488
Desvio padrão	1452,303
Assimetria	0,222035
Curtose	-0,53353
Coeficiente de variação (%)	21,06
(Shapiro Wilks)	0,0001

Fonte: Brasil, 2013

## Tópico 2

### Como interpretar as isolinhas

As **isolinhas** de baixa produtividade são indicativas de áreas com algum fator limitante para a produção. Estes fatores podem ser:

- de curta persistência na área, impactando somente na produtividade da última safra;
- ou de longa persistência, com potencial de interferência em safras futuras.

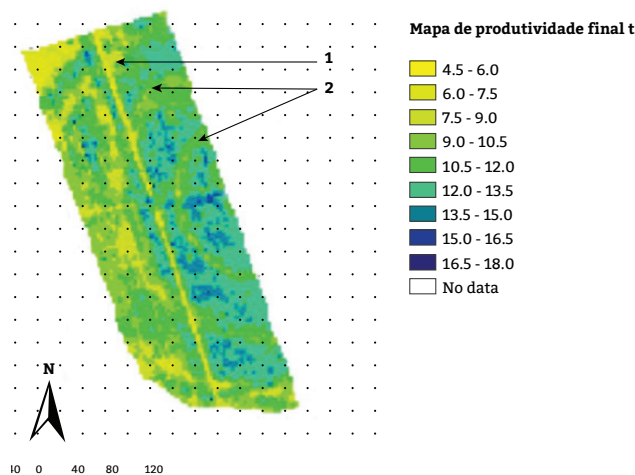
#### Isolinhas

Os mapas de isolinhas são representações de linhas que delimitam regiões do mapa com dados dentro de um mesmo intervalo de valor para cada característica analisada. As isolinhas utilizam métodos de interpolação entre os pontos com atenuação de pequenas variações locais.

Os fatores de menor persistência podem ter-se estabelecido somente na última safra, podendo não se manifestar novamente na mesma área nas safras futuras. Confira alguns exemplos:

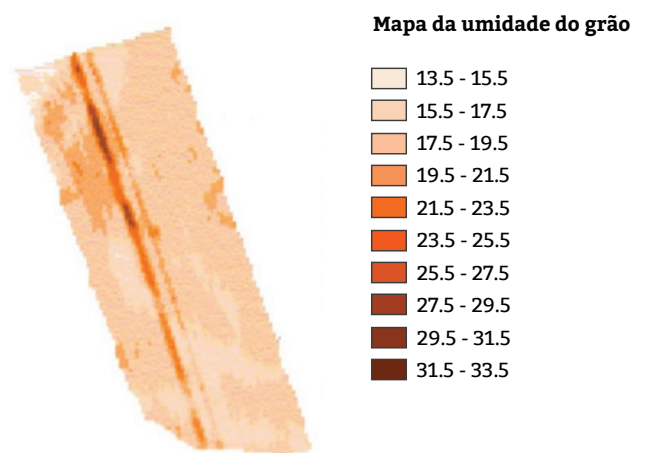
- faixa sem aplicação de fertilizantes;
- área com intoxicação por herbicida;
- área com ocorrência de geada;
- área com ataque de lagartas desfolhadoras;
- área com falhas durante a operação de semeadura entre outros.

Estes problemas podem ser identificados através da ajuda do produtor ou de um funcionário que conheça a realidade do cultivo, durante a interpretação do mapa. Uma vez identificados, é possível realizar um planejamento para a próxima safra de forma a evitar a repetição destes tipos de problemas.



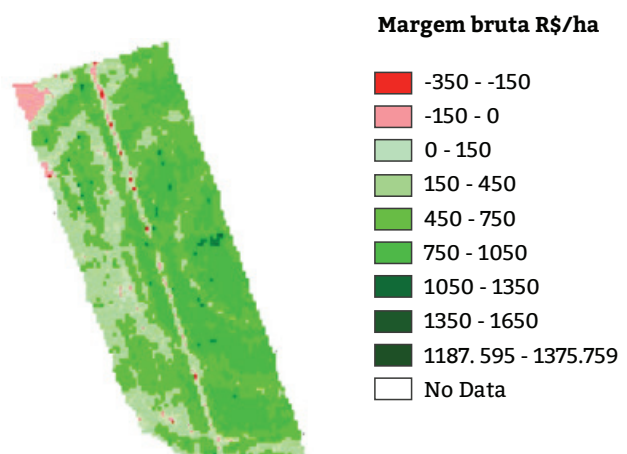
Fonte: Coelho; Silva, 2009.

Para auxiliar na análise do mapa de produtividade, pode-se analisar também o mapa de umidade dos grãos, os quais apresentam diferentes isolinhas devido à variabilidade no desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, proporcionam pontos de colheita diferentes. As isolinhas de baixa produtividade estão correlacionadas com as isolinhas de alta umidade da massa de grãos, reforçando a confiabilidade dos dados de produção.



Fonte: Coelho; Silva, 2009.

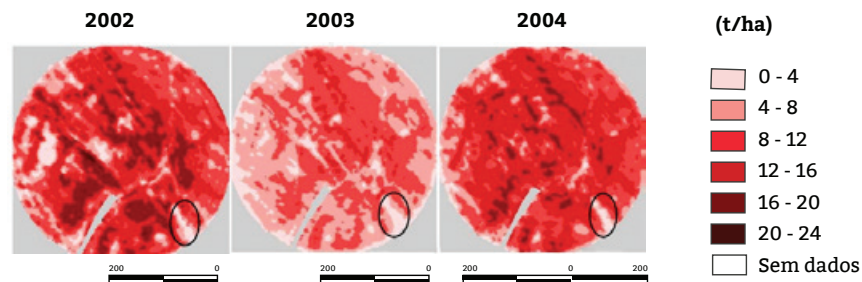
Numa análise mais ampla, é possível gerar um mapa da variabilidade espacial da margem bruta na área cultivada. Isso é possível através da gestão dos custos de produção, levando em consideração as doses de insumos aplicadas em cada local do talhão e do mapa de produtividade. Regiões de baixa produtividade têm relação direta com a margem bruta baixa ou negativa, representando baixa eficiência econômica nestas áreas, e necessidade de melhorar o manejo localizado e aumentar a produtividade para as próximas safras.



Fonte: Coelho; Silva, 2009.



Por outro lado, isolinhas de baixa produtividade que não são justificadas pela interferência de algum fator limitante da produção na safra corrente devem ser analisadas mais detalhadamente. Para tanto, deve-se analisar o mapa de variabilidade temporal da produtividade, e verificar se esta área vem apresentando produtividade baixa em várias safras consecutivas. Se a resposta for sim, pode existir a presença de um fator limitante da produção de longa persistência nesta área, ou seja, um fator que pouco ou nada se altera no decorrer dos anos.



Fonte: Coelho; Silva, 2009

Confira alguns exemplos desse tipo de fator:

- textura do solo;
- baixa capacidade de armazenamento de água;
- presença de mancha de cascalho;
- solo pouco profundo;
- existência de nematoides em reboleiras;
- compactação do solo entre outros.

Neste caso, será necessária uma amostragem de solo com maior densidade na área que apresentou baixa produtividade. Assim, podem-se identificar os fatores responsáveis por tal situação. Neste caso, o mapa de produtividade serve como uma orientação para lidar com áreas-problema, que devem receber determinado manejo para aumentar a produtividade a médio/longo prazo.

### **Saiba Mais**

Em alguns casos, o problema em determinada região do talhão é tão grande e de difícil controle que se torna mais viável deixar de cultivar esta área. A insistência em continuar cultivando esses locais pode gerar sucessivos prejuízos, por exemplo, áreas de cascalho.

Os mapas de produtividade podem ser mais bem utilizados quando analisados juntamente com outros mapas, como os mapas de fertilidade do solo. Assim, é possível analisar de forma integrada os fatores que podem estar mais relacionados com o nível de produtividade da área, de forma a prestar maior atenção e realizar o manejo com mais eficiência. Programas e softwares específicos podem ser utilizados para realizar análises de vários fatores de forma integrada, de maneira precisa e eficiente.

## Recapitulando

Os dados de produtividade da área devem ser tratados para elaboração de um mapa de produtividade confiável. Este mapa é apresentado na forma de isolinhas, em que cada isolinha é representada por uma cor, e compreende determinado intervalo de valores de produtividade.

As áreas identificadas com baixa produtividade podem ter sido afetadas por fatores negativos pouco persistentes na área, prejudicando apenas a safra em questão, ou muito persistentes, afetando a produtividade de consecutivos cultivos, sofrendo pouco ou nenhuma alteração no decorrer do tempo.

Neste último caso é necessária uma amostragem de solo detalhada destas áreas a fim de identificar o problema e traçar estratégias de manejo para aumento da produtividade. Caso o problema não tenha uma solução pode-se, em último caso, deixar de plantar em determinada área. A tomada de decisão é mais confiável quando se analisam diferentes mapas de variabilidade em conjunto com o mapa de produtividade.

## Atividade de aprendizagem

Você chegou ao final do **Módulo 1** do **Curso Agricultura de Precisão na Colheita de Grãos**. A seguir, você realizará algumas atividades relacionadas ao conteúdo estudado neste módulo. Lembre-se que as repostas devem ser registradas no Ambiente de Estudos, onde você também terá um feedback, ou seja, uma explicação para cada questão.

1. Sobre a importância dos mapas de produtividade das lavouras, analise as seguintes afirmações e marque a alternativa correta.
  - a) O mapa de produtividade é um dos principais mapas de variabilidade utilizados na agricultura de precisão, pois determina a condição final da lavoura.
  - b) O mapa de produtividade determina o nível de adubação necessária em cada área do talhão.

- c) O mapa de variabilidade espacial da produtividade pode mostrar áreas com fatores consistentes que limitam a produção.
  - d) As áreas de baixa produtividade no mapa de colheita sempre coincidem com as áreas de baixa fertilidade do solo.
2. Sobre as formas de coleta de dados para elaboração do mapa de produtividade, analise as seguintes afirmações e marque a alternativa correta.
- a) Para a elaboração do mapa de produtividade coleta-se menor número de amostras se comparado com aquelas coletadas para elaboração do mapa de fertilidade do solo.
  - b) Com maior atenção do operador, a coleta de dados de produtividade pode ser realizada sem apresentar erros.
  - c) A gravação dos dados é feita no monitor através de um mapa de colheita, e só pode ser visualizado no próprio monitor ou através de impressão.
  - d) Os dados brutos coletados devem passar por um processamento em programa ou software específico para proporcionarem a elaboração de um mapa de colheita mais confiável.
3. Sobre as formas de interpretação dos mapas de produtividade, marque a afirmativa correta.
- a) As isolinhas de baixa produtividade sempre são relacionadas a um erro de manejo da cultura.
  - b) Problemas de baixa persistência na área podem inviabilizar o cultivo da lavoura em determinada região do talhão em cultivos subsequentes.
  - c) Para se conhecer os problemas muito persistentes que afetam a produtividade, deve-se fazer uma análise detalhada nas áreas de baixa produtividade do mapa de variabilidade temporal.
  - d) A análise de outros mapas de variabilidade não é necessária quando se tem o mapa de produtividade em mãos.