

# ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS PARA INTERVENÇÃO EM ÁREAS DE PRODUÇÃO DE MILHO UTILIZANDO CONCEITOS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO.

EVANDRO CHARTUNI MANTOVANI<sup>1</sup>; MARCOS JOAQUIM MATOSO<sup>2</sup>; ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA<sup>3</sup>; GISELA DE AVELLAR<sup>4</sup>

Escrito para apresentação no  
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

**RESUMO:** O sistema de mapeamento georreferenciado da produtividade do milho vem possibilitando uma análise mais criteriosa da variabilidade espacial da produtividade nos campos de produção. Apesar desta tecnologia ter sido destacada no Brasil, como um dos principais avanços da agricultura de precisão é considerado apenas, a primeira etapa do ciclo de agricultura de precisão. A transformação dos dados colhidos em informações, caracteriza a segunda etapa, onde os resultados são apresentados em mapas georreferenciados, com recomendações para serem realizadas nas áreas de produção. A intervenção nos locais de produção é caracterizada como a terceira etapa do ciclo. Entretanto, esta terceira fase ainda não ocorreu totalmente, pela falta de equipamentos no mercado brasileiro para a sua implementação e também, pela falta de critérios mais eficientes na definição de parâmetros de classificação dos níveis de produtividade. Os objetivos deste trabalho foram para: 1) definir metodologia para estabelecimento dos padrões de produção, nos mapas de produtividade de milho; 2) estabelecer os critérios para definição das classes de produtividade, em função da análise econômica dos dados de produtividade visando estabelecer o mapa de lucratividade; 3) estabelecer uma metodologia para facilitar a análise “in loco”, visando intervenção diferenciada nas áreas instáveis e de baixa produtividade. A vantagem desta metodologia proposta é a de identificação e análise para o local de intervenção e ao mesmo tempo, de acompanhamento da modificação ocorrida na área em estudo, através do mapa de tendências da produtividade e lucratividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura de precisão, variabilidade espacial e temporal, sistema de produção de milho

## **Establishing Criteria for Intervention in corn production areas using precision farming concept.**

**ABSTRACT:** Mapping corn yield is being considered a powerful tool to measure spatial variability in the production areas. Even though this technology is being showed as one of the most important advances in Precision Farming, mapping is considered just the first step of this technique. The change of data into information characterizes the second step, where the results are presented by maps with the recommendations of specific intervention on the production areas. The actual intervention on production areas is the third step of the cycle. The objectives of this paper are: 1) To define methodology to establish classes of production tendencies on yield maps; 2) To establish criterion to define productivity classes as function of data economic analysis in order to establish profitability map; 3) To establish a methodology to make easier analysis in the field.

This proposal methodology will be to identify and to analyze the intervention areas and at same time to monitor the modifications occurred on the production area, by the two maps: tendency and profitability. This will provide the farmer a chance to analyze year by year a specific factor or adopted technology, for the comparison of maps will give an efficient management by accepting or rejecting the proposed intervention.

**KEYWORDS:** Precision Agriculture, spatial and temporal variability, corn production system

1- Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas-MG, 0XX31- 3779.1105, evandro@cnpms.embrapa.br

2- Engenheiro Agrônomo, Pesquisador III, Embrapa Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas-MG

3- Engenheiro Agrônomo, Pesquisador III, Embrapa Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas-MG

4- Geógrafa, Assistente de Pesquisa, Embrapa Milho e Sorgo, EMBRAPA, Sete Lagoas-MG

**INTRODUÇÃO:** O sistema de mapeamento georreferenciado da produtividade do milho vem possibilitando uma análise mais criteriosa da variabilidade espacial da produtividade nos campos de produção. Apesar desta tecnologia ter sido destacada no Brasil como um dos principais avanços da agricultura de precisão é considerado, apenas, a primeira etapa do ciclo de agricultura de precisão. A transformação dos dados colhidos em informações caracteriza a segunda etapa, onde os resultados são apresentados em mapas georreferenciados, com recomendações para serem realizadas nas áreas de produção. A intervenção nos locais de baixa produtividade é caracterizada como a terceira etapa do ciclo, que pode ser desde uma formulação de fertilizante, uma mudança de um cultivar mais adaptada, ou mesmo uma atividade visando melhorar as condições físicas do solo, para reduzir a sua compactação. As recomendações de taxa de aplicação de fertilizantes são pouco precisas e na maioria são baseadas em uma meta de produtividade para um mapa específico de solo (Larscheid et al, 1997), ignorando a variabilidade dentro de cada unidade de mapa e assumindo dados climáticos médios. Larscheid et al (1997) comentam que decisões de gerenciamento de uma propriedade agrícola podem ser divididas em 3 tipos: a primeira, decisões de longo prazo, considerando adotar na fazenda, estratégias como rotação de cultura; a segunda, decisões intermediárias que tem a ver com a próxima época de plantio e a terceira, decisões de curto período, considerando a safra em curso, durante o período de crescimento. Sendo assim, este trabalho, após 3 anos de consecutivos de mapas de produtividade e análise dos dados, teve como objetivos: 1) definir metodologia para estabelecimento dos padrões de produção, a partir dos mapas de produtividade de milho; 2) estabelecer os critérios para definição das classes de produtividade, em função da análise econômica da área de produção visando estabelecer o mapa de lucratividade; 3) estabelecer uma metodologia para facilitar a análise “in loco”, visando intervenção diferenciada nas áreas de baixa produtividade.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Este trabalho de pesquisa teve início em 1999, em uma área de 38 hectares, com Latossolo Vermelho Escuro(Led), textura argilosa, irrigada por um sistema pivo central, localizado na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, latitude sul 19º 28', longitude Greenwich oeste 44º 15' e elevação de 732m acima do nível do mar. A área foi cultivada nos 5 anos anteriores ao experimento, com feijão e milho, em sistema de rotação, sendo a metade da área com sistema convencional de cultivo e a outra metade, com sistema de plantio direto. Com a implantação do experimento 100% da área foi plantada com milho.

O milho foi plantado nos 3 anos consecutivos em um sistema de plantio direto e todas as operações de campo, como cultivo de plantas daninhas, controle de pragas e doenças e aplicação de Nitrogênio foram realizadas, no tempo certo e de acordo com as recomendações vigentes. A colheita mecânica do milho foi realizada por uma colhedora automotriz, equipada com um sistema de mapeamento da produtividade, georreferenciada. Para definição dos padrões de produtividade, alto, médio e baixa, foram estabelecidos os critérios para a fase de análise dos dados utilizando o Modelo Estágio 4, da metodologia desenvolvida por Larscheid et al (1997). Em uma outra análise, a indicação de um mapa de tendências da variabilidade espacial permite mostrar áreas de produtividade estabilizadas (Larscheid. et al. 1997). A análise econômica dos dados foi realizada, utilizando-se a metodologia desenvolvida por Mattoso (1990), onde todos os custos envolvidos no processo de utilização da técnica de agricultura de precisão foram levantados, em um sistema de produção irrigado, sob plantio direto. O critério utilizado para classificação dos níveis de produtividade, para confeccionar o mapa de lucratividade foi feito de acordo com os resultados da planilha de custos, apresentada por Mattoso (1990), onde os fatores limitantes foram considerados erradicados, de forma que a produtividade de uma determinada área tenha chegado aos seus limites naturais e as modificações adicionais não poderão ser controladas pelo agricultor. Para propiciar a utilização de diferentes culturas (milho e soja), em diferentes anos, os dados foram padronizados, subtraindo do valor original, em cada ano e em cada cultura, a produção média dividindo-se o resultado pelo desvio padrão. Dessa forma foi possível construir o mapa de tendências e o estabelecimento das áreas de alta, de média e de baixa produtividade, definidas da seguinte forma: média, o valor necessário para produzir o equivalente ao custo de produção; alta, todo valor acima da produtividade média, que é o lucro da produção; e baixo, é o valor abaixo da média, que indica prejuízo ao agricultor. Dessa forma, o potencial de lucro pode ser classificado em diferentes classes, identificando fatores isolados que limitam a produção e o potencial de retorno econômico pode ser quantificado.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos são apresentados em mapas de produtividade na Figura 1, que indicam a variabilidade espacial e temporal, dos anos 99/00, 00/01 e 01/02. Estes mapas permitiram a identificação de áreas com variabilidade espacial bem definidas, onde a produtividade atingiu índices de 3 até 12 t/ha.

A utilização do monitor de colheita com Sistema de Posicionamento Global(GPS) permite visualizar a variabilidade espacial e temporal, possibilitando estabelecer padrões produtivos de cada área e que pode ser visualizado em um outro mapa, denominado mapa de tendências, como mostra a Figura 2

Este mapa de tendências possibilita uma análise “in loco”, mais detalhada, das áreas estáveis, instáveis e ou de baixa produtividade, com o trabalho de especialistas, de forma a permitir um gerenciamento mais adequado, dos fatores que podem estar interferindo para manutenção da estabilidade de um determinado nível de produtividade, como por exemplo Alta e Média, ou reduzindo, para os níveis de Baixa produtividade. A partir deste ponto é que inicia a parte de análise para intervenção e definição da estratégia técnica para a próxima safra. Para tanto, o acompanhamento da safra naquele ano tem um papel fundamental, para tentar eliminar as variáveis que podem ser corrigidas em tempo real, como por exemplo, deficiências de Nitrogênio e micronutriente, ataque de pragas, doenças, plantas daninhas ou até mesmo, deficiência hídrica, quando em sistema de produção irrigado.

A vantagem desta metodologia proposta, para análise de intervenção, é que a modificação ocorrida na área em estudo, poderá ser acompanhada posteriormente, após a colheita, com o mapa de produtividade e conhecer o custo desta intervenção, através da análise econômica.

Desta forma, com os valores adicionais ou decréscimos de produtividade, nas áreas em estudo, pode-se aceitar ou não a intervenção proposta. Este modelo tem a sensibilidade e indica com precisão, qualquer modificação na área de produção e ajuda ao agricultor na tomada de decisão. É importante ressaltar, que com esta metodologia, o agricultor poderá analisar ano a ano, qualquer fator ou tecnologia que pretende adotar, pois a união dos mapas de tendências de produtividade, com o de lucratividade, permitirá a ele, como grande gerente de sua propriedade, aceitar ou rejeitar qualquer intervenção proposta.

A classificação da produtividade no mapa de lucratividade, levou-se em consideração os resultados do ponto de equilíbrio(=Produtividade Média) para produção de milho naquela área, como mostra a Figura 1. A Produtividade Baixa (PB) é classificada como sendo igual ou menor que o valor do ponto de equilíbrio. Na realidade, este foi o valor de produtividade considerado para análise de intervenção da área, uma vez que nesta faixa de produção, o produtor está com o custo/benefício equilibrado (ou seja sem lucro ou prejuízo). Houve necessidade de quantificar esta faixa de produção (PB menor ou igual ponto de equilíbrio), para ser avaliada posteriormente, tendo sido adotada a seguinte nomenclatura: Produtividade Baixa = < ponto de equilíbrio. De posse dos 2 tipos de mapas, produtividade e lucratividade, a primeira e segunda etapa do ciclo de agricultura de precisão são realizadas, para se conhecer as classes de produção: de alta, média e baixa produtividade ou lucratividade ou prejuízo e que servem de referência para estabelecer os limites economicamente viáveis de intervenção (3a etapa) ou manutenção dos níveis de produção.

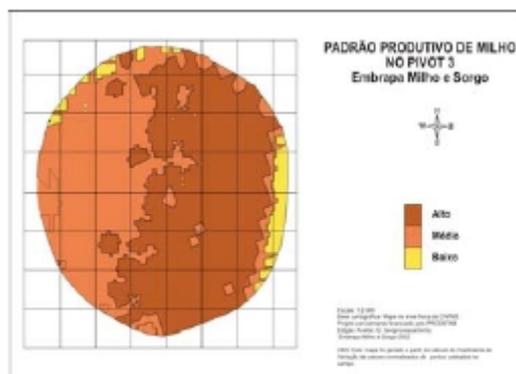


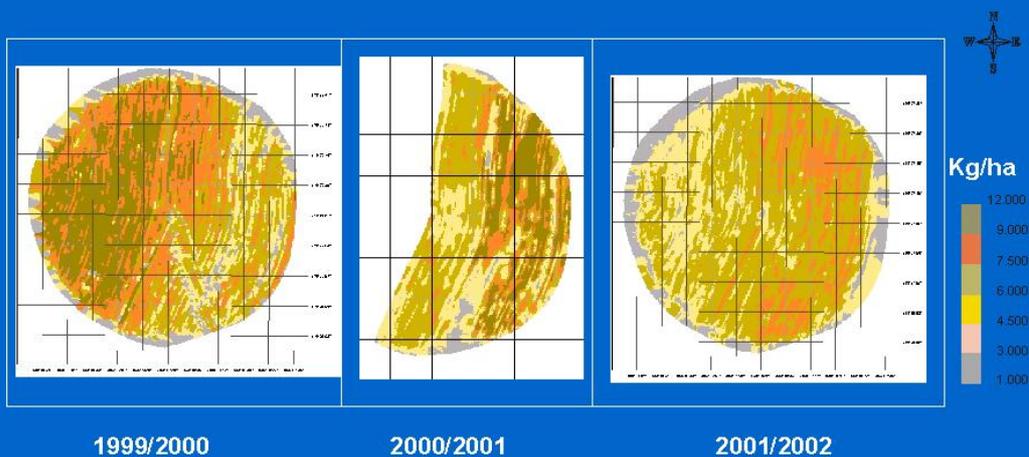
Tabela 1. Resultado operacional, receitas, ponto de equilíbrio e taxas de retorno Figura 2. Mapa de Tendências de produtividade de milho, com 3 anos de . Embrapa Milho e Sorgo, Projeto PRODETAB 030-01/99. Sete Lagoas, MG, 2003.

## Análise Econômica da Intervenção

### Sistema de Produção de Milho –Área Experimental de 38 hectares

|   |                 |
|---|-----------------|
| Produtividade (Kg/ha)                         | <b>6 686</b>    |
| Preço (R\$/Kg)                                | <b>0.17</b>     |
| Receita Total (R\$)                           | <b>1.111</b>    |
| Margem Bruta (R\$)                            | <b>260.17</b>   |
| Margem Líquida (R\$)                          | <b>0.00</b>     |
| Ponto de Equilíbrio s/ Custo Variável (Kg/ha) | <b>5.125</b>    |
| Ponto de Equilíbrio s/ Custo Total (Kg/ha)    | <b>6 686.33</b> |
| Taxa de Retorno s/ Custo Variável             | <b>1.30</b>     |
| Taxa de Retorno s/ Custo Total                | <b>1.00</b>     |

### Mapas Georreferenciados da Produtividade de Milho



1999/2000

2000/2001

2001/2002

Cultura do Milho-

Embrapa Milho e Sorgo-2003

10

Figura 1. Mapas georreferenciados da produtividade de Milho com base nos dados dos anos 1999 a 2001. Embrapa Milho e Sorgo, Projeto PRODETAB 030-01/99. Sete Lagoas, MG, 2002.

**CONCLUSÕES:** A metodologia proposta para a análise in loco da variabilidade espaço-temporal do sistema de produção de milho, utilizando conceitos de agricultura de precisão para intervenção diferenciada nas áreas de baixa produtividade mostrou ser muito eficiente e pode ser indicada para auxiliar o agricultor na tomada de decisão.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 1997. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2a. ed. Rio de Janeiro, 212 pages.
2. Gomide, R. L., Mattoso, M. J.; Queiroz, D. M. e Mantovani, E. C. Economic Analysis of a Precision Agriculture System Under Brazilian Irrigated Field Conditions, Paper No. 001015, 2000 ASAE Annual International Meeting, Milwaukee, Wisconsin, July 9-12, 2000
3. Larscheid, G. , Blackmore, B.S. and Moore, M. Management Decision Based on Yield Maps. Presented on 1st European Conference on Precision Agriculture. September 8-10, 1997 Warwick University, Warwick, UK Sponsered by The SCI Agriculture and Environment Group. <http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/epf/>
4. Mattoso, M.J. Subprojeto Custos de Produção da Cultura do Milho no Brasil, in Projeto Sistemas de Produção da Agropecuária Brasileira. SEA, Embrapa Sede. Brasília, DF. 1999-2002.
5. Mattoso, M. J. and L.C.S Washington. 1989. Modelo para estimativa de custos de produção de culturas irrigadas: caso do milho irrigado por pivô central. Circular Técnica No. 1, Janeiro, Embrapa, Centro Nac. de Pesquisa de Agricultura Irrigada, CNPAI, Parnaíba, PI. Pages 22.
6. Swinton, S.W. and Lowenberg-Deboer, J. Site-Specific Guidelines.- Profitability of Site-Specific Farming. SSMG-3. [www.ppi-far.org/ssmg.4p](http://www.ppi-far.org/ssmg.4p).

**AGRADECIMENTOS:** PRODETAB 030-01/99  
AGCO do Brasil