

SISTEMA PARA MAPEAMENTO DA ALTURA DE PLANTAS DE ALGODÃO: UMA NOVA ABORDAGEM.

LEONARDO R. QUEIROS¹, LUCIANO S. SHIRATSUCHI², PAULO G. MAGALHÃES³

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Esse trabalho objetivou implementar melhorias num sistema para mapeamento automático da altura de plantas de algodão desenvolvido no ano de 2004 na Fazenda GBC em Correntina, Bahia (QUEIROS; SHIRATSUCHI; VINHAL, 2005). Dentre as principais modificações para o Sistema Coletor PGR (Plant Growth Regulator) destacam-se: (i) eliminação de recargas periódicas das baterias dos *palmtops* com alimentação contínua direto da bateria do autopropelido; suporte a cartões de memória SD aumentando a capacidade de armazenamento; cálculo e envio da média das leituras feitas pelos sensores enquanto aguardavam uma posição geográfica do GPS. Já para o Sistema AESP (Análise Espacial) as principais modificações foram: (i) migração do AESP modo texto para o modo gráfico estreitando a interação homem-máquina; (ii) durante essa migração o AESP foi remodelado para permitir maior eficiência na inclusão de novos métodos de análise espacial ou simulação; (iii) independente do método utilizado para a confecção dos mapas, adotou-se o de clusterização K-means como suporte na definição do intervalo de classes; (iv) a capacidade de simulação para outras variáveis de observação, como produtividade de milho, condutividade elétrica do solo, etc.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, k-means, sensores.

COTTON HEIGHT MAPPING SYSTEM: A NEW APPROACH

ABSTRACT: This work aimed to implement improvements in an automatic cotton height mapping system that was developed in 2004 at the farm GBC in Correntina, Bahia (QUEIROS; SHIRATSUCHI; VINHAL, 2005). The relevant modifications for the PGR Collector System (Plant Growth Regulator) were: (i) elimination of periodical batteries recharge of the palmtops with direct connection to self-propelled batteries; support to SD memory cards increasing the storage capacity; calculating and sending the lectures average made by the sensors while the system waits for a geographic position sending by GPS receiver. For the system named AESP (Spatial Analysis) the modifications were: (i) AESP migration from text mode to graphic user interface improving the man-machine interaction; (ii) during this migration, AESP was remodelled in order to allow more efficiency in the inclusion of new methods of spatial analysis or simulation; (iii) For all the methods used to generate the variable maps, it was used K-means clustering algorithm as a support for classes intervals; (iv) the ability to process other variables, like corn yield, soil electrical conductivity and others.

KEYWORDS: precision agriculture, k-means algorithm, sensors.

INTRODUÇÃO: A aplicação de fitorreguladores como atitude de manejo para controlar o crescimento vegetativo excessivo das plantas de algodão, com a finalidade de aumentar a produtividade e facilitar a colheita mecanizada, tem-se tornado uma prática comum pelos cotonicultores (LAMAS; ATHAYDE; BANZATTO, 2000). Para definir a época e dose para a

¹ Eng^o da Computação, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, rqlleonardo@gmail.com

² Eng^o Agrônomo, MSc., Pesquisador em Agricultura de Precisão, Embrapa Cerrados, shozo@cpac.embrapa.br

³ Eng^o Agrícola, Prof. Dr., Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas graziano@agr.unicamp.br

aplicação de fitorreguladores, os técnicos agrícolas empiricamente se baseiam na altura média das plantas de algodão e da taxa de crescimento pela distância dos internódios superiores dentro de uma área agrícola e isso implica em erros devido à variabilidade de altura/crescimento inerente das plantas de algodão (SHIRATSUCHI; QUEIROS; VINHAL, 2005). Este manejo de modo médio normalmente ocasiona superdosagem em plantas baixas e subdosagem em regiões dos talhões onde as plantas estão mais altas e vigorosas. Em 2004 foi idealizado e desenvolvido um sistema protótipo com a finalidade de automatizar o processo de coleta de alturas por sensores ultra-sônicos (QUEIROS; SHIRATSUCHI; VINHAL, 2005). O sistema proposto teve a finalidade de mapear a altura de plantas e minimizar os erros de aplicação em comparação com os critérios atualmente adotados pelos produtores. Num primeiro ensaio em lavoura comercial foi gerado e validado o primeiro mapa de altura de plantas a partir da coleta automatizada com a utilização de sensores ultra-som. Este sistema intitulado HSII vem sendo utilizado por alguns produtores no Centro Oeste brasileiro conveniados com a pesquisa e que já começaram a sentir os benefícios oriundos deste ferramental. O objetivo deste trabalho foi descrever algumas das melhorias implementadas na parte de software e hardware desse sistema em função de opiniões de técnicos e produtores.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema desenvolvido é composto pelo Sistema Coletor PGR para fazer a coleta das alturas das plantas de algodão e pelo Sistema AESP para permitir a interpolação, simulação e criação dos mapas de alturas de plantas amostradas pelo PGR. A idéia principal do sistema é acoplar sensores ultra-sônicos num pulverizador autopropelido terrestre de maneira que, toda vez que ele entrar nos talhões agrícolas para alguma pulverização, os sensores estarão coletando alturas das plantas de algodão e associando-as com coordenadas geográficas. O georreferenciamento das alturas permite confeccionar mapas da altura de plantas, dando condições para o agricultor definir melhores atitudes de manejo na aplicação de fitorreguladores. As alterações no PGR procederam-se de maneira a dar maior autonomia ao *palmtop* em termos de alimentação elétrica e maior tempo de armazenagem com o suporte a cartões de memória SD. Vale ressaltar, que o tamanho do buffer para armazenar as sentenças com as alturas medidas pelos sensores para cada coordenada geográfica adquirida pelo GPS não foi alterado, entretanto ao invés de enviar todas as sentenças do buffer para o *palmtop* apenas uma sentença com a média das alturas é enviado de forma a evitar a sobreposição de alturas com coordenadas iguais no mapa de alturas. Foi feita uma remodelagem para o AESP e procedeu-se com a migração modo texto para modo interface gráfica além da inclusão de novos métodos de interpolação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para o PGR as melhorias que se destacaram foram: (i) eliminação de recargas periódicas das baterias dos *palmtops* com alimentação contínua direto da bateria do autopropelido (ii) suporte a cartões de memória SD aumentando a capacidade de armazenamento e isto implica que o técnico responsável pelo sincronismo e gravação dos dados para um computador pessoal tenha uma flexibilidade de tempo maior para realizar esta operação; (iii) cálculo e envio da média das leituras feitas pelos sensores para cada posição geográfica adquirida pelo GPS, pois na prática constatou-se que o GPS demorava até 1,7 s para a liberação de uma coordenada (sentença NMEA GLL), dessa forma poderia haver até 17 leituras dos sensores associadas a uma mesma coordenada e isso implica na sobreposição desses pontos no mapas e menor eficiência no processamento para a confecção dos mesmos. Para o Sistema AESP as principais melhorias foram: (i) migração de modo texto para o modo de interface gráfica com o usuário (as interfaces para o modo gráfico foram desenvolvidas baseadas no pacote Swing da linguagem de programação JAVA); (ii) durante essa migração o AESP foi remodelado para permitir maior eficiência na inclusão de novos métodos de análise ou simulação utilizando recursos da Programação Orientada a Objetos inerentes da linguagem de programação JAVA; (iii) independente do método de simulação e interpolação para a confecção dos mapas, adotou-se o método de clusterização K-means como suporte na definição do intervalo de classes; (iv) adequação do software para permitir a simulação para outras variáveis de entrada diferentes da altura de plantas de algodão, como produtividade de milho, condutividade elétrica do solo, entre outras. A reestruturação do sistema AESP pode ser observado no Diagrama de Casos de Uso (Figura 1) e sua migração para o modo gráfico (Figura 2) permitiram a inserção de novos métodos de simulação/interpolação e uma interface mais amigável para o usuário respectivamente.

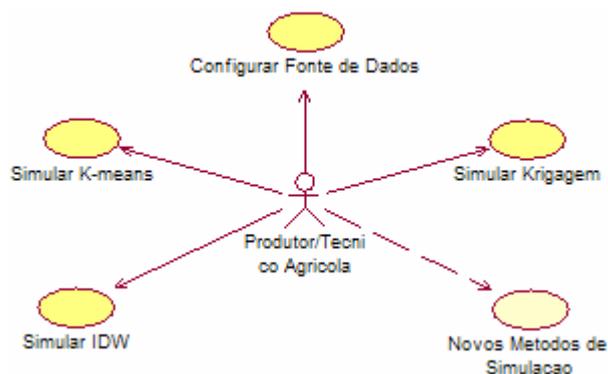


Figura 1: Diagrama de Casos de Uso do sistema SAESP.

Nas Figuras 2 e 3 foram ilustradas as combinações dos métodos de interpolação Inverso da Distância (IDW) com o método de clusterização K-means com quatro e dez clusters para a confecção dos mapas e definição de classes de altura de plantas de algodão e produtividade de milho. Se o método de interpolação escolhido para a confecção dos mapas fosse a Krigagem, seria necessário da mesma forma, configurar o número de clusters do k-means correspondente à quantidade de classes requerida. Dessa forma independente do método de simulação escolhido os dados da simulação foram agrupados pelo k-means onde os dados de cada cluster ou classe podem ser representados por uma cor diferente no mapa gerado. Na parte inferior de cada mapa, o software gera uma tabela com a estatística descritiva para cada cluster ou agrupamento (Tabela 1).

Tabela 1: Estatística descritiva para cada cluster ou zona de manejo.

CLUSTERS	MED	MAX	MIN	DESV	P+ (%>=MED)	TOT_PTOS
C0	17,13	28,21	0	7,86	57,81	5.057
C1	52.13	57.67	44.79	3.48	53.99	2.319
...
CN	65.35	87.5	57.68	5.91	43.11	2.233

Os parâmetros da Tabela 1 ajudam a compreender melhor o perfil de cada cluster ou classe e são descritos como se segue:

- CLUSTERS - corresponde ao rótulo de cada cluster;
- MED - corresponde ao valor do centróide de cada cluster e esse valor é calculado pela média aritmética simples de todos os elementos que pertencem a cada cluster;
- MAX - corresponde ao máximo valor encontrado nos elementos de cada cluster;
- MIN - corresponde ao mínimo valor encontrado nos elementos de cada cluster;
- P+ - é o percentual de elementos dentro do cluster com valores maiores ou iguais ao centróide.
- TOT_PTOS - corresponde ao total de pontos pertencentes a cada cluster.

Vale ressaltar que a reestruturação do AESP permitiu a análise espacial e simulação de outras variáveis relativas à produção de outras culturas e não somente das alturas de plantas de algodão coletadas pelo PGR. Têm-se observado bons resultados tanto para definição de zonas para a aplicação de fitorreguladores no algodão como em outras aplicações como separar zonas semelhantes de produtividade de milho.

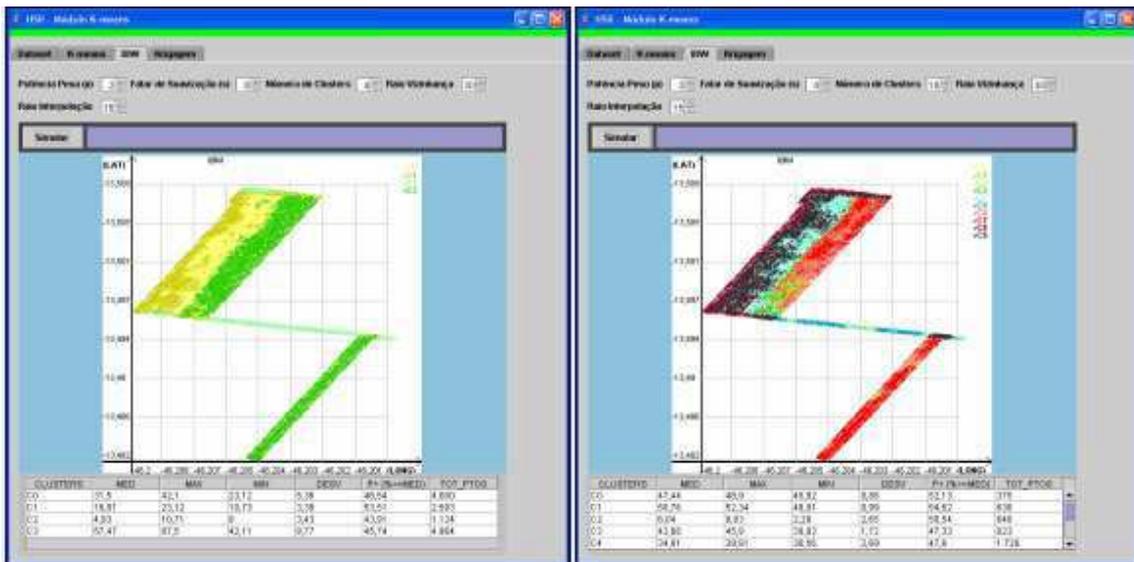


Figura 2. Mapas de alturas de plantas de algodão, interpolados pelo Inverso da Distância e agrupados por K-means para 4 e 10 classes no AESP.

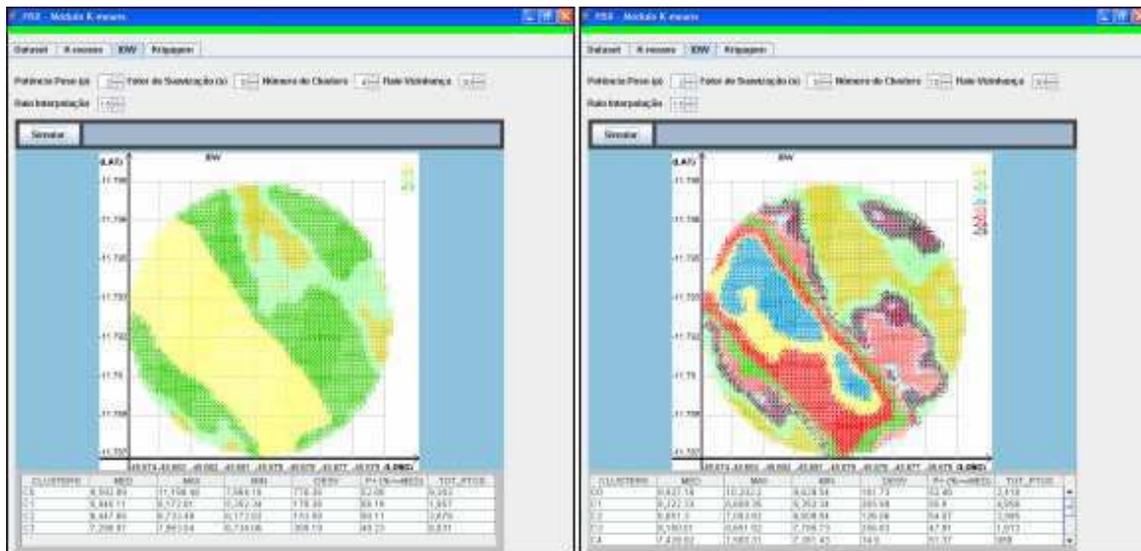


Figura 3. Mapas de produtividade de milho, interpolados pelo Inverso da Distância e agrupados por K-means para 4 e 10 classes no AESP.

CONCLUSÕES: As melhorias implementadas no sistema possibilitaram maior autonomia no processo da coleta de alturas e maior eficiência no processamento para a confecção dos mapas. A utilização do k-means como suporte à definição de mapas de altura de plantas de algodão é uma proposta diferencial do AESP em relação à outros softwares comerciais.

REFERÊNCIAS:

LAMAS, F. M.; ATHAYDE, M. L. F.; BANZATTO, D. A. Reações do algodoeiro cnpta ita 90 ao cloreto de mepiquat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 507-516, Março 2000.
 QUEIROS, L. R.; SHIRATSUCHI, L. S.; VINHAL, C. D. N. Desenvolvimento de um sistema protótipo para o mapeamento da altura de plantas de algodão: 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, p.1- 4,2005.
 SHIRATSUCHI, L. S.; QUEIROS, L. R.; VINHAL, C. D. N. Mapeamento da altura de plantas de algodão utilizando sensor ultrassom: 3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão, p.1- 4, 2005.