

ISSN 1516-8840

Dezembro, 2011

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Clima Temperado

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documento 336

Geotecnologias para Suporte à Agricultura de Precisão em Agroecossistemas de Terras Baixas

José Maria Filippini Alba

Lúcia Elena Coelho da Cruz

Giovani Theisen

José Maria Barbat Parfitt

Jamir Luis Silva da Silva

Henrique Levien

Daiane Hellnvig Zarnott

Embrapa Clima Temperado

Pelotas, RS

2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221
Home Page: www.cpact.embrapa.br
e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio
Suíta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das
Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro
Editoração eletrônica: Fernando Jackson e Juliane Nachtigall (estagiária)
Fotos da capa: Lirio José Reichert

1ª edição

1ª impressão (2011): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

Geotecnologias para Suporte à Agricultura de Precisão em Agroecossistemas de Terras
Baixas / José Maria Filippini Alba et. al. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado,
2011.

22 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 1516-8840, 336)

1. Geoprocessamento. 2. Agricultura de precisão. 3. Terras Baixas. 4. Brasil –
Rio Grande do Sul. I. Filippini Alba, José Maria. II. Série.

CDD 526

© Embrapa 2010

Autores

José Maria Filippini Alba

Bacharel em Química, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, jose.filippini@cpact.embrapa.br.

Lúcia Elena Coelho da Cruz

Engenheira agrônoma, D.Sc., UFPel, Pelotas, RS, luciaecruz@yahoo.com.br

Giovani Theisen

Engenheiro agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, giovani.theisen@cpact.embrapa.br.

José Maria Barbat Parfitt

Engenheiro agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, jose.parfitt@cpact.embrapa.br,

Jamir Luis Silva da Silva

Engenheiro agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, jamir.silva@cpact.embrapa.br.

Henrique Levien

Técnico agrícola, Acadêmico de Engenharia Agrícola, UFPel, Pelotas, RS, henriquelevien@hotmail.com

Daiane Hellnvig Zarnott

Tecnóloga em Gestão Ambiental, IFSul, Pelotas, RS, daiahzar@gmail.com

Apresentação

No último trimestre de 2009, a Embrapa lançou o projeto “Agricultura de Precisão para a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos do Agronegócio Brasileiro”, também conhecido por “Agricultura de Precisão 2” (AP2), que substituiu o projeto anterior, em contexto mais restrito e com ênfase aos sistemas produtivos de grãos. O atual projeto representa um grande desafio, pois integra uma rede de mais de 100 pesquisadores, 20 centros da Embrapa, 15 unidades piloto, além de várias universidades e empresas de extensão. As unidades piloto são as principais áreas direcionadas para experimentação e monitoramento, envolvendo grãos, frutas, pastagens e florestas.

A agricultura de precisão surgiu na década de 90, principalmente como alternativa para o cultivo de grãos, envolvendo o uso de instrumentação em campo para aprimorar a aplicação de fertilizantes e pesticidas, realizar amostragem e preparo do solo, aperfeiçoar o processo de colheita e avaliar a produtividade. Nesse contexto são utilizados receptores de posicionamento guiados por satélites; sensores para avaliar as características do solo, das plantas e a produtividade; maquinário específico para aplicação à taxa variável, piloto automático, entre outros. Assim, são necessários investimentos significativos que inviabilizam o uso da agricultura de precisão para pequenas lavouras. Nesse contexto, as geotecnologias se apresentam como alternativa

para redução de custos, viabilizando o uso da técnica no contexto de pequenas propriedades e da agricultura familiar.

Neste documento apresenta-se a aplicação de geotecnologias nas unidades piloto do projeto para a cultura de arroz irrigado, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado. Considerou-se o uso de imagens orbitais de baixo custo, manuseio de GPS, modelos digitais de elevação e processamento dos dados segundo malha regular, sendo disponibilizados resultados preliminares relacionados ao primeiro ano de atuação.

Clênio Nailto Pillon
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução	09
Descrição das áreas piloto do projeto e das atividades realizadas	11
Unidade Piloto AR1	12
Unidade Piloto AR2	14
Resultados preliminares e discussão	15
Considerações finais	18
Referências	21

8 Geotecnologias para Suporte à Agricultura de Precisão em Agroecossistemas de Terras Baixas

Geotecnologias para Suporte à Agricultura de Precisão em Agroecossistemas de Terras Baixas

José Maria Filippini Alba

Lúcia Elena Coelho da Cruz

Giovani Theisen

José Maria Barbat Parfitt

Jamir Luis Silva da Silva

Henrique Levien

Daiane Hellnvig Zarn

Na década de 1990 a Agricultura de Precisão (AP) surgiu como uma ferramenta de apoio ao cultivo, principalmente de culturas de grãos, envolvendo o uso de instrumentação em campo para melhorar a aplicação de fertilizantes e pesticidas (WERNER et al., 2007), realizar amostragem e preparo do solo (MACHADO et al., 2004), aperfeiçoar o processo de colheita e avaliar a produtividade (FARACO et al., 2008).

Nesse contexto são utilizados sistemas de navegação global orientados por satélites (SNGS) para posicionamento em campo; sensores para avaliar as características do solo, das plantas ou a produtividade; equipamento específico para amostragem ou aplicação a taxa variável, piloto automático, dentre outros. Segundo Tschiedel e Ferreira (2002) a AP tende a se tornar cada vez mais comum nas propriedades rurais do Brasil, pois permite o conhecimento da variabilidade nos diferentes setores da

propriedade fornecendo maior eficiência na tomada de decisões. Acosta et al. (2010) tiveram custo de adubação 38% maior, aumento de produtividade de 3% e pequena rentabilidade para uma área cultivada com arroz irrigado utilizando AP, ao comparar com uma área vizinha sob procedimentos convencionais, no primeiro ano de intervenção.

As geotecnologias podem ser definidas como *softwares*, instrumentos ou processos que envolvem o uso de aplicações de sensoriamento remoto, modelagem com sistemas de informação geográfica, geoestatística e os SNGS, que derivam na análise da variabilidade espacial e temporal da informação, assim como na integração de vários níveis temáticos.

Os SNGS representam um ponto de encontro entre a AP e as geotecnologias, cujo aperfeiçoamento gerou um avanço significativo, entretanto diferenciado de ambas as disciplinas. A AP envolve equipamentos agrícolas específicos, existindo duas grandes tendências: uma que desenvolve equipamentos de pequeno porte, de uso manual, orientados para trabalho de pesquisa e outra visando sensores acoplados em máquinas de grande porte, direcionadas à agricultura empresarial, como piloto automático, medidores de produtividade ou sensores óticos que contribuem para aplicações a taxa variável. Sem dúvida, diversos aplicativos auxiliam os equipamentos, assim, algumas empresas do setor oferecem pacotes tecnológicos, que visam otimizar a utilização de insumos, aumentar a eficiência na aplicação e na colheita e, conseqüentemente, aumentar a produtividade. Porém, o uso dessa tecnologia requer um investimento inicial elevado, dificultando sua utilização por produtores de pequeno porte. Nesse sentido, as geotecnologias representam

procedimentos de baixo custo, que, pela sua versatilidade, viabilizam a aplicação da AP em pequenas propriedades.

A Embrapa lançou no fim de 2009 o projeto “Agricultura de Precisão para a Sustentabilidade de Sistemas Produtivos do Agronegócio Brasileiro” (AP2), que substituiu o projeto anterior sobre o tema, direcionado para grãos. O projeto AP2 representa um grande desafio, integrando uma rede de mais de 100 pesquisadores, 20 centros da Embrapa, 15 Unidades Piloto (UP), universidades e empresas parceiras. As UPs são as principais áreas direcionadas para experimentação, envolvendo grãos, frutas, pastagens e florestas.

Neste documento são apresentadas as atividades realizadas durante o primeiro ano do projeto e se discute a aplicação de geotecnologias relacionadas às atividades de pesquisa desenvolvidas nas UPs do projeto AP2, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, envolvendo o uso de imagens orbitais de baixo custo, manuseio de GPS para efetivar modelos digitais de elevação e processamento dos dados segundo malha regular, sendo disponibilizados resultados preliminares obtidos pela equipe do arroz irrigado.

Descrição das áreas piloto do projeto e das atividades realizadas

Para suporte ao projeto, foram escolhidas duas áreas pilotos, localizadas na ETB, uma não sistematizada (AR1) e a outra sistematizada (AR2), para efeitos de comparação (Figura 1).

Figura 1. Localização dos campos experimentais da Estação Experimental Terras Baixas (ETB) em Pelotas - RS (imagem superior) e detalhe das UPs de arroz irrigado do projeto AP2 (AR1 e AR2 na imagem inferior). Fonte: Google



Earth Pro, 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/download-earth.html>>. Acesso em: 11 mai. 2011. .

Unidade Piloto AR1

Trata-se da área piloto original do projeto (área total = 10,5 hectares), inserida no sistema de plantio da ETB, isto é, três anos de arroz, dois anos de pousio. A visualização da área e comparação das condições sem vegetação e com cultivo de arroz (Figura 2) sugerem certa variabilidade espacial. Em 2009, foi plantado arroz irrigado em sistema convencional. Em 2010, o solo foi nivelado e modificou-se a rede de drenagem, com introdução de baixa carga de gado no inverno. Em setembro de 2010 foi realizado levantamento a campo com estação

total, que permitiu elaborar um modelo digital de elevação com precisão centimétrica, segundo uma grade de 30 m x 30 m; em novembro do mesmo ano, antes do plantio, foram coletadas três amostras de solos na porção central da área, localizadas a 17,5 m de distância uma da outra. Foi repetido o plantio de arroz nesta ocasião, sendo que, para efeitos comparativos, considerou-se um quadrado de 25 metros de lado no centro da área com plantio direto e o restante no sistema convencional. A produtividade foi avaliada de maneira manual, em abril de 2011, segundo doze pontos aleatoriamente espalhados, demarcados com receptor Garmin GPSmap 76CSx. A parte aérea das plantas foi retirada, considerando uma quadrícula de madeira de 0,5 m de lado, sendo guardada em sacos plásticos, processada e pesada, para determinar matéria seca da parte aérea.



Figura 2. Visualização da unidade piloto AR1 para arroz irrigado no contexto dos campos experimentais da ETB em 3/05/2005 (esq.) e 19/03/2011 (dir.)
Fonte: Google Earth Pro, 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/download-earth.html>>. Acesso em: 11 mai. 2011.

Unidade Piloto AR2

Trata-se de uma área sistematizada (área total = 7,4 ha), o que corresponde ao processo de nivelamento do terreno de maneira a transformar a superfície em um plano, prática que facilita o manejo da lavoura, principalmente quanto à uniformidade da irrigação no sistema de arroz irrigado. Em 2008, foram analisados diversos parâmetros físicos e químicos do solo em área de aproximadamente 1 ha (PARFITT, 2009). Em 2010, reiterou-se a amostragem superficial de solos em malha regular na mesma área no contexto do projeto AP2, coincidindo com o estudo anterior, em malha regular com passo de 10 m, retirada em duplicata, com pá e com anel metálico, isto é, sem conservar a estrutura do solo e mantendo-a intacta, respectivamente. A demarcação foi realizada com Estação Total Sokkia SET 610. Paralelamente foram amostradas, aleatoriamente, dez duplicatas afastadas 5m do ponto de coleta determinado pela malha, visando avaliar a variabilidade espacial em curta distância e possíveis erros metodológicos relativos a amostragem. As amostras foram processadas e guardadas em local apropriado para realizar as determinações físicas e químicas: granulometria, densidade, teor de fósforo, teor de nitrogênio, teor de potássio e matéria orgânica. O plantio de arroz cobriu parte da área em novembro de 2010 (Figura 3), sendo avaliada a matéria seca segundo a malha mencionada anteriormente (regular com passo de 10 m). A observação das imagens sugere menor variabilidade espacial, fato explicado em função do processo de sistematização.



Figura 3. Visualização da área piloto AR2 para arroz irrigado no contexto dos campos experimentais da ETB em 3/05/2005 (esq.) e 19/03/2011 (dir.)
Fonte: Google Earth Pro, 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/download-earth.html>>. Acesso em: 11 mai. 2011.

Resultados preliminares e discussão

Segundo os dados de campo para AR1, não existe correlação entre a matéria seca aérea de arroz (MSAA) e a altitude do terreno (Figura 4), pois locais com altitude aproximada apresentam teor diferenciado de matéria seca. A produtividade de MSAA variou no intervalo de 1.904 a 8.628 kg/ha, com média de 5.305 kg/ha e desvio padrão de 1.858 kg/ha, sugerindo variabilidade espacial significativa.

Na AR2 houve também significativa variabilidade espacial para a produtividade de MSAA, que variou no intervalo de 824 a 14.476 kg/ha, com média de 6.479 kg/ha, superior à de AR1, e desvio padrão de 2.932 kg/ha. Ao se observar a distribuição espacial da produtividade de MSAA (Figura 5),

inicialmente não existe dependência com a altitude; porém, ao se considerar médias em função das colunas, observa-se uma clara linearidade (Figura 6). A correspondência se reitera quando as médias são organizadas pelas linhas, o que sugere um fator adicional afetando a produtividade, além da altitude (drenagem, fornecimento hídrico ou textura, por exemplo).

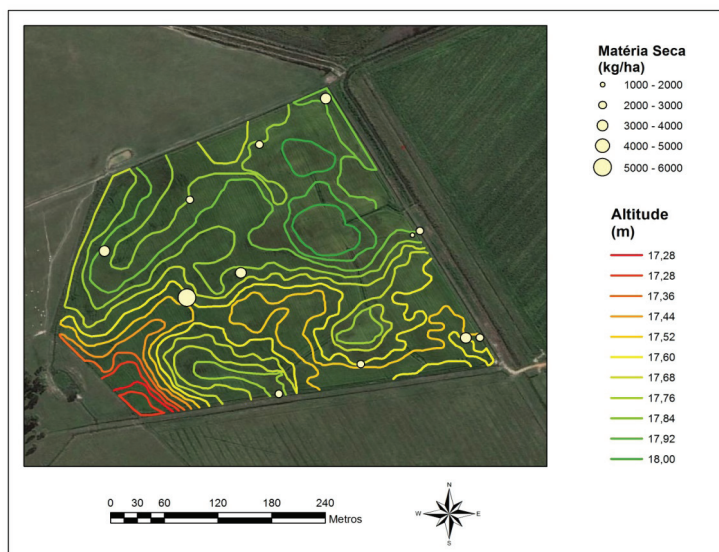


Figura 4. Modelo digital de elevação simulado, considerando dados de campo e os canais de drenagem em AR1, com avaliação de matéria seca aérea de arroz (ETB, Embrapa Clima Temperado, 14 de abril de 2011) sobrepostos à imagem de alta resolução. Fonte: Embrapa Clima Temperado e Google Earth Pro, 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/download-earth.html>>. Acesso em: 11 mai. 2011. .

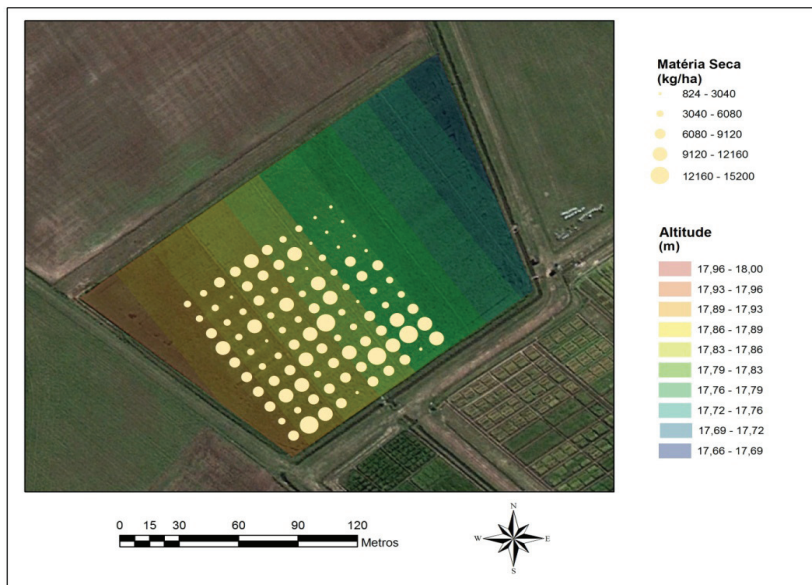


Figura 5. Modelo digital de elevação simulado considerando os canais de drenagem em AR2, com os dados extrapolados de matéria seca aérea de arroz sobrepostos à imagem de alta resolução. Fonte: Google (imagem, Google Earth Pro, 2011. Disponível em: <<http://earth.google.com.br/download-earth.html>>. Acesso em: 11 mai. 2011.), Marília Alves Brito Pinto (produtividade de Matéria seca aérea de arroz, MSAA).

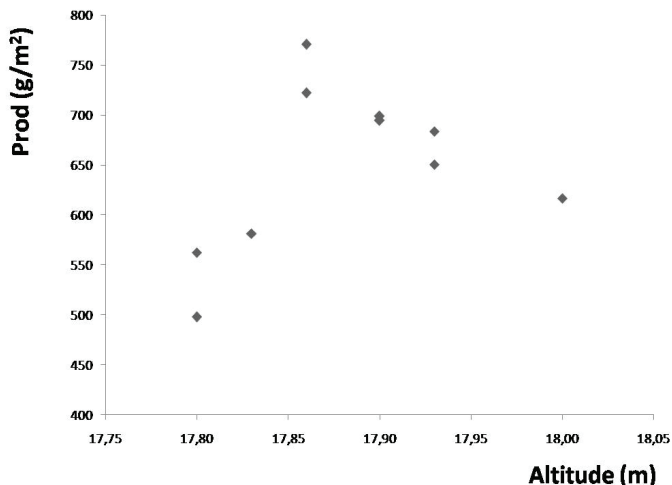


Figura 6. Diagrama de dispersão da altitude (médias por coluna) como função da produtividade (Prod.) na AR2. Capão do Leão, ETB, abril 2011.

Considerações finais

Levando-se em conta os resultados obtidos, realizam-se as considerações à continuação, na tentativa de resolver dúvidas ou questionamentos que surgiram em eventos sobre o assunto (Convenção do Projeto AP2, São Pedro, SP, 12 a 16 de abril de 2010; CONBAP 2010, Riberão Preto, SP, 27 a 29 de setembro de 2010):

(1) A amostragem pode ser efetuada segundo distribuição irregular, no entanto recomenda-se manter densidade de pontos relativamente uniforme em toda a área, tornando-se extremamente importante uma correta avaliação da variabilidade espacial dos dados, pois as informações serão integradas depois de interpoladas.

(2) A combinação de levantamentos de campo com procedimentos de geoprocessamento resulta essencial para o aperfeiçoamento das técnicas de AP e redução de custos.

(3) A utilização da malha regular surge como uma opção operacional, sendo necessário delimitar a mesma no contorno externo da área, de maneira que as operações de campo e passagem de máquinas não prejudiquem sua demarcação.

(4) Existe pouca informação sobre a sistematização das malhas regulares, principalmente quanto à distância entre as amostras e à forma com que essa variável influencia os resultados. Algumas opções de trabalhos orientadores são:

(a) Estudo metodológico de baixa densidade, segundo malha ou transectos (com a desvantagem do custo temporal elevado).

(b) Consulta a fotos aéreas ou imagens orbitais de alta resolução ou mapas de solos para diferenciar possíveis zonas de manejo.

(c) Utilização de equipamentos de avaliação rápida (condutivímetro, medidor de índices de vegetação/NDVI, pHmetro....).

(5) A AP envolve uma densificação de pontos a ser avaliados no interior da lavoura, derivando em incremento de mão de obra ou equipamentos, determinações analíticas e finalmente, em maior rigor no planejamento das ações.

(6) As avaliações de produtividade e rentabilidade não devem ser realizadas com base em apenas um ano de plantio, períodos longos de 4-5 anos são recomendados, de maneira a reduzir a influência do clima e realçar aspectos relativos ao manejo da variabilidade espacial, principal aspecto que caracteriza o estilo de gerenciamento da AP.

(7) Os métodos estatísticos multivariados e a integração de níveis temáticos via sistemas de informação geográfica apresentam potencial para validação e aprimoramento dos resultados alcançados.

Referências

ACOSTA, J.; BUSATO, M.; LONDERO, G.; LEMAINSKI, C.; SANTI, O. Uso de técnicas de agricultura de precisão no manejo de adubação do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 4., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBEA, 2010. 1CD-rom.

FARACO, M. A.; URIBE-OPAZO, M.A.; SILVA, E.A. da; JOHANN, J. A.; BOSSOI, J.A. Seleção de modelos de variabilidade espacial para elaboração de mapas temáticos de atributos físicos do solo e de produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 463 – 476, 2008.

MACHADO, P. L. O. de A.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A. (Ed.). **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 209 p.

PARFITT, J. M. B. **Impacto da sistematização sobre atributos físicos, químicos e biológicos em solos de várzea**. 2009. 92 f. Tese (Doutorado) – UFPel, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Pelotas, 2009.

TSCHIEDEL, M; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 159-163, 2002.

WERNER, V.; SCHOSSER, J. F.; ROZIN, D.; PINHEIRO, E.;
DORNELLES, M. E. Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 658-663, 2007.