

SISTEMA COMPUTACIONAL PARA ELABORAR O ZONEAMENTO AGRÍCOLA PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA – ZONEXPERT 1.0

**Cristina Pandolfo¹, Emanuela S. Pereira², Alexandre M. Ramos³,
Ângelo M. Massignan⁴, Guilherme X. de Miranda Jr⁵, Vera M. R. Thomé⁶.**

RESUMO

Procurando maximizar a produtividade do Estado, e aproveitando da melhor maneira possível as condições que são oferecidas para as atividades agrícolas integradas às características regionais, utiliza-se o zoneamento agrícola como metodologia que visa, baseado em exigências climáticas, edáficas e/ou sócio-econômicas, designar locais e épocas preferenciais ao plantio/semeadura de culturas nas diversas regiões do Estado. Juntamente com as questões agrícolas, busca-se através da informática, gerar um sistema de informação gerencial aliado à inteligência artificial, na área de sistemas especialistas, que possa utilizar uma base de informações e cruzá-las com regras de produção modeladas à partir do conhecimento humano na área agrônômica, para cada cultura, de maneira eficiente. Dentro deste contexto, este sistema é capaz de fornecer um nível básico de tomada de decisão para o usuário, de forma que ele tenha mais tempo para o maior planejamento de ações, aprimoramento do sistema, podendo agregar diferentes conhecimentos e valores.

Palavras-chave: Zoneamento Agrícola, SIG, Sistema Especialista.

¹ Eng^a Agr^a Mestre em Fitotecnia - A.C. Agrometeorologia, Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos - FINATEC / Ministério da Agricultura e Abastecimento / EPAGRI, CIRAM, Fone (048) 239-8022. 88.034-901 — Florianópolis— SC. Email: pandolfo@sol.climerh.rct-sc.br

² Analista de Sistemas ; FINATEC/Ministério da Agricultura, CIRAM/Epagri, Rodovia Admar Gonzaga, 1.118 - CETRE - Itacorubi - Florianópolis - SC, 88034-901, Fone: (048) 239-8022, Fax (048) 239-8065, E-Mail: manu@climerh.rct-sc.br

³ Analista de Sistemas, Mestre em Ciência da Computação, UNIVALI – Campus IV, Facex, Rua Patrício Antonio Teixeira, s/n, 88160-000, Fone/Fax: (048) 231-4091, E-mail: amr@eps.ufsc.br

⁴ Eng. Agr. Mestre em Agrometeorologia, Epagri - Estação Experimental de Campos Novos - C.P. 116 - Campos Novos - SC, 89.620-000, Fone (049) 544-1655, Fax (049) 544-1748, Campos Novos - SC

⁵ Eng. Agr. M. Sc. Engenharia, Serv. Carlos Romão Vieira, 155 – Lagoa da Conceição - Florianópolis – SC, Fone/Fax: (048) 232-1929, Florianópolis - SC

⁶ Eng^a. Agr^a, M.Sc. Fitotecnia, . CIRAM/Epagri, C.P. 502, Fone (048) 239-8020, Fax (048) 239-8065, 88034-901 - Florianópolis, SC. E-Mail: vthome@epagri.rct-sc.br

INTRODUÇÃO

O zoneamento agrícola é uma metodologia que visa, baseado nas necessidades das culturas, indicar os locais e épocas preferenciais de plantio/semeadura nas diversas regiões do Estado, considerando o potencial de cada região quanto aos critérios utilizados, procurando diminuir o impacto das adversidades climáticas sobre a produção agrícola. Estas necessidades das culturas podem estar relacionadas ao clima, ao solo, socioeconomia e disponibilidade de mão-de-obra.

No Estado de Santa Catarina é o setor primário que gera a maior parte da sua renda e regula a oferta e demanda de empregos. O Estado depende de uma agricultura moderna, e o zoneamento agrícola representa uma ferramenta de grande importância ao processo, onde são necessárias políticas agrícolas que contemplem e valorizem as atividades e culturas agrícolas que estiverem integradas às características regionais, buscando a garantia de uma rentabilidade competitiva e estável.

Entre os principais benefícios do Zoneamento Agrícola estão: melhor aproveitamento dos recursos naturais; aumento da produtividade; redução dos riscos de perdas; etc. Logo, o agricultor só tem a ganhar seguindo suas recomendações evitando riscos desnecessários e otimizando a sua produção.

Os trabalhos com Zoneamento Agrícola no Estado de Santa Catarina iniciaram em 1978 (EMPASC, 1978), onde foram contempladas as culturas de arroz irrigado e sequeiro, batata semente e consumo, cebola, alho, feijão, maçã, mandioca, milho, pêssego, soja, trigo, cevada, videira americana e européia. Seguindo esta linha, em 1980, foram contempladas as culturas de: aveia e centeio, banana, citrus, ervilha, lúpulo, pêra, sorgo sacarino e tulipa (IDE et. al., 1980) e em trabalhos de forma isolada a oliveira, cana-de-açúcar e canola.

Atualmente o zoneamento ganhou maior importância em função da nova dinâmica de normatização do crédito e seguro agrícola implementados por meio da Resolução nº 2.422 de 10/09/97 do Banco Central do Brasil, que restringe o enquadramento no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), à empreendimentos conduzidos na área de abrangência e sob as condições do zoneamento agrícola.

Sendo assim, em 1996 adotou-se nova abordagem para a definição do zoneamento, levando-se em considerações os riscos climáticos. Nesta metodologia foram zoneadas as culturas de milho (THOMÉ et. al., 1997c), feijão (THOMÉ et. al., 1997b), arroz irrigado (THOMÉ et. al., 1997a), trigo (THOMÉ et. al., 1996) e soja.

Dando continuidade ao trabalho, para a safra agrícola 98/99, foram incluídas outras culturas de interesse do Estado além das zoneadas anteriormente, de forma a atender as solicitações da

comunidade catarinense: maçã, pêra, pêssego, uva, quiwi, caqui, banana, citros, cebola, alho, tomate, cenoura, pimentão, batata, repolho e mandioca.

Com o crescente avanço da computação, procura-se aliar as vantagens e as facilidades que novos métodos computacionais oferecem aos usuários, realizando trabalhos rotineiros e automatizando o trabalho do técnico. Fica mais fácil eliminar tarefas redundantes direcionando mais tempo para o profissional aperfeiçoar a sua decisão.

“Sistemas de informações gerenciais (SIG), são processos de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa, bem como proporcionam a sustentação administrativa, para otimizar os resultados esperados” (OLIVEIRA, 1993).

Assim, o usuário, por meio de um SIG, pode fazer uso de um conjunto de informações logicamente organizadas, fundamentais para o processo de tomada de decisão e cumprimento dos objetivos esperados. É de suma importância para o SIG, o apoio de um banco de dados, para o sustento de seus dados e informações, atendendo assim às necessidades da empresa e de vários outros sistemas, que possam querer compartilhar destas informações.

A inteligência artificial é a área da ciência computacional que apresenta como um dos principais objetivos, modelar a inteligência humana através de modelos computacionais transformando-os em inteligentes.

Dentro deste contexto, entram os sistemas especialistas, que podem ser usados para dar suporte ao SIG, fornecendo um nível básico de tomada de decisão ao usuário, a fim de aprimorar o seu trabalho, restando-lhe um maior tempo para a tomada de decisões estratégicas e o planejamento de outras ações. Segundo STAIR (1996), os sistemas especialistas se comparados com os outros tipos de sistema, como SIG ou SAD, apresentam um número enorme de capacidades e benefícios. Estabelecidos os seus objetivos específicos, apresentam o suporte à tomada de decisões, explorando ou simulando ao máximo o impacto da decisão.

Os sistemas especialistas são programas baseados no conhecimento humano, por meio de seu conhecimento e utilização de um mecanismo de inferência (derivação de novas informações através de fatos conhecidos) sobre suas regras, solucionam problemas bem elaborados. RICH (1993) afirma que, um sistema é dito especialista quando executa uma gama bastante extensa de tarefas e que, assim, exigem muito conhecimento específico para determinada aplicação. Necessita, portanto, de um especialista na área a ser aplicado.

Buscou-se, então, por meio da informática, gerar um sistema de informações gerenciais (SIG) aliado à inteligência artificial (sistemas especialistas), que possa utilizar uma base de informações e cruzá-la com critérios estabelecidos para cada cultura de maneira eficiente.

Os principais objetivos para a elaboração do presente trabalho foram:

- Gerar um instrumento de orientação aos programas de plantio/semeadura, selecionando atividades compatíveis com o potencial de cada local;
- Fornecer um nível básico de tomada de decisão;
- Proporcionar um maior planejamento de ações;
- Tornar mais flexível o processo de zoneamento agrícola;
- Automatizar o trabalho manual e eliminar tarefas redundantes através de um sistema de informação gerencial aliado a uma ferramenta inteligente;
- Aperfeiçoar a decisão do profissional;
- Armazenar informações para avaliar o processo de zoneamento;
- Agregar diferentes conhecimentos e valores.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema ZonExpert 1.0 foi desenvolvido inicialmente em Access 2.0, sendo depois atualizado para a versão do Access 8.0. Para o seu desenvolvimento, foram empregados conceitos e técnicas de SIG, com o suporte de uma ferramenta inteligente.

Para definir o SIG, foi feito um levantamento de informações para compor a base de dados do sistema, de acordo com a necessidade do usuário, tais como culturas, cultivares, municípios, dados de produção do IBGE, áreas de preservação ambiental, dados climáticos (temperaturas médias, mínimas e máximas), probabilidade de ocorrência de geadas, etc.

O modelo numérico do terreno (MNT) do Estado de Santa Catarina foi obtida do U. S. Geological Survey (U.S.G.S.), na escala 1: 1.000.000, na qual foi utilizada a projeção ortogonal para a representação dos pontos. Cada ponto desta grade corresponde a aproximadamente a um intervalo de 30 segundos de latitude e longitude. Para que se pudesse realizar a leitura destas informações, foi desenvolvido um software de conversão de arquivos do sistema operacional UNIX para o sistema Microsoft Windows 95. Com a base digital da delimitação municipal do Estado de Santa Catarina, obtida junta a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Tecnológico e do Mercosul - SDE, obteve-se o MNT dos 293 municípios do Estado através do cruzamento das bases digitais utilizando-se o Sistema IDRISI. Finalizado esta etapa do trabalho, os arquivos contendo os MNT's dos municípios foram convertidos em três colunas (latitude, longitude e altitude). Após isto fez-se a determinação dos valores máximos, mínimos e médio de altitude de cada município, pontos estes, que foram considerados para elaboração do zoneamento no sistema.

A ferramenta inteligente adotada foi sistemas especialistas. Então, modelou-se o conhecimento do engenheiro agrônomo especialista na área de zoneamento e fitotecnia por meio de regras.

A técnica usada para a inferência foi o *Forward Chaining* (encadeamento para frente), que a partir de fatos iniciais, combinados e cruzados com a base de conhecimento, deriva novos fatos através da provação de regras, cujas premissas igualam os fatos conhecidos. Continua-se com este processo até que o resultado seja encontrado, ou até que não haja mais premissas que derivem novos conhecimentos ou fatos. Assim que o sistema alcançou o seu objetivo, finaliza-se o processo de inferência.

O zoneamento é feito por pontos do Estado sendo georeferenciados por longitude, latitude e altitude. Cada município, por sua vez, pode ter um ou mais pontos relacionados a ele. Para chegar a uma conclusão para os municípios, tal processo será explicado posteriormente.

Ao efetuar o zoneamento agrícola, o usuário seleciona algumas opções como, cultura para qual será feito o zoneamento e indica se deseja realizá-lo para todo o Estado ou apenas um município.

Após estes passos, o sistema executa a inferência, pelo módulo inteligente, que vai buscar, no cruzamento da base de dados do sistema de informação gerencial (fatos) com a base de conhecimento modelada por meio de regras, o resultado do zoneamento agrícola para determinada cultura e município, indicando locais preferenciais e época para o plantio/semeadura de determinada cultura.

Estes procedimentos intrínsecos do sistema podem ser melhor compreendidos observando o esquema abaixo.

1. Usuário seleciona cultura.
2. Usuário define se o zoneamento será efetuado para todo o Estado ou apenas um município.
3. Seleciona um município, e o zoneamento para a cultura definida no passo 1 será efetuado para o município selecionado.

Para cada ponto (latitude, longitude e altitude) utilizado dentro do município selecionado, será indicado o resultado de plantio/semeadura. No caso das culturas perenes onde o resultado é somente se pode ou não plantar, a inferência é feita apenas uma vez por ponto. Para as culturas anuais e hortaliças, o procedimento é diferente, sendo necessário verificar as regras em todos os 36 decêndios do ano, e em quais deles pode-se plantar ou não, para definir o período total de plantio/semeadura. Por isso, a inferência neste caso é feita 36 vezes.

Após a conclusão do motor de inferência para os pontos selecionados, dá-se a análise dos resultados por pontos de um mesmo município, para chegar a um denominador comum generalizando o resultado por município.

A definição do zoneamento dá-se observando os resultados dos pontos decêndio a decêndio, observando dentro do decêndio específico, o número de ocorrências de “sim” e “não”, sendo adotado como resultado, a opção de maior ocorrência. No caso do número de ocorrência de “sim” e “não” serem iguais, prevalece a opção sim..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ZonExpert 1.0. é o Sistema Gerencial Inteligente para o Zoneamento Agrícola, que efetua o zoneamento agrícola para o Estado de Santa Catarina, designando locais e épocas preferenciais ao plantio/semeadura das culturas nele trabalhadas, tomando um nível básico de decisão para o usuário.

A tela inicial do sistema ZonExpert 1.0, pode ser visualizada na Figura 01.



Figura 01 – Tela de abertura do programa ZonExpert 1.0.

Os principais resultados obtidos com o uso do ZonExpert 1.0 para efetuar o zoneamento agrícola, são: integração de diferentes sistemas; implementação de uma nova tecnologia pela Empresa; decisões coerentes oriundas do sistema dentro dos parâmetros utilizados, maior

disponibilidade de informações para os especialistas planejarem a nível estratégico as atividades agrícolas.

O Zon Expert 1.0 gera mapas do Estado de Santa Catarina por cultura zoneada, além de relatórios, gráficos e consultas interativas com o usuário.

CONCLUSÕES

É viável o desenvolvimento de sistemas gerenciais e especialistas na área agrônômica, visando um melhor aproveitamento da informação. Ressalta-se a necessidade da continuidade do projeto, visando ampliar a abrangência de culturas, critérios e conhecimentos, com a agregação de novos conhecimentos a nível de planejamento de ações, capacidade de uso do solo, variáveis sócio-econômicas (mão-de-obra), entre outros.

Este sistema é capaz de fornecer um nível básico de tomada de decisão para o usuário, de forma que ele tenha mais tempo para um maior planejamento de ações, aprimoramento do sistema, podendo agregar diferentes conhecimentos e valores.

É também importante ressaltar que este sistema não tem a pretensão de substituir o profissional, mas sim aprimorar o seu trabalho, enriquecendo-o cada vez mais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMPASC. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1978. 150p.
- IDE, B. Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIZZOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**; 2ª Etapa. Florianópolis: EMPASC, 1980. 106p.
- OLIVEIRA, D. de P. R. de. Sistemas de Informações Gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais. 2ª Ed., São Paulo, Ed. Atlas, 1993, 274 p., ISBN 85-224-0976-5
- RICH, E.; KNIGHT, K. *Inteligência Artificial*. 2.ed, São Paulo, McGraw-Hill, 1993, 722 p.
- STAIR, R. M. Principles of Information Systems: A Managerial Approach. Second Edition, USA, Boyd & Fraser Publishing Company, 1996, 656 p., ISBN 0-87709-825-5.
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J. **Zoneamento agrícola para a cultura do trigo em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1996. 24p. (Epagri. Documentos, 171).
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J.; ALTHOFF, D. A.; PANDOLFO, C.; MIRANDA JR, G. X. **Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1997a. 37p. (Epagri. Documentos, 189).
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J.; MASSIGNAN, A. M.; ALTHOFF, D. A.; PANDOLFO, C.; MIRANDA JR, G. X. **Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1997b. 33p. (Epagri. Documentos, 186).
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J.; MASSIGNAN, A. M.; ALTHOFF, D. A.; PANDOLFO, C.; MIRANDA JR, G. X. **Zoneamento agrícola para a cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1997c. 33p. (Epagri. Documentos, 190).

SISTEMA DE GEOESPACIALIZAÇÃO DA DEMANDA DE IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR PARA MINAS GERAIS EM TEMPO “QUASE” REAL .

Marcos Oliveira SANTANA¹, Aristides RIBEIRO², Gilberto C. SEDIYAMA², Evandro Castro MELO², José Maria Nogueira da COSTA²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo criar um sistema automático monitorado de regionalização da demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho no estado de Minas Gerais, disponibilizando estas informações via rede mundial de computadores (INTERNET), com duas atualizações semanais. A demanda de irrigação suplementar foi calculada considerando diferentes texturas de solo (fina, média e grossa) e diferentes épocas de plantio.

Palavras-Chave: Irrigação Suplementar, Balanço Hídrico, Sistema de Informações Geográficas

INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada no Brasil ocupa uma área de dois milhões de hectares, correspondendo a 4% da área plantada, o que representa aproximadamente 50% do total de água consumida no país (MANTOVANI, 1996).

A agricultura de Minas Gerais tem destaque no quadro nacional, motivada tanto pela tradição agrícola do povo mineiro, como pela utilização crescente de técnicas modernas. A irrigação em Minas Gerais vem auxiliar muito no aumento da produtividade, minimizando os efeitos adversos do clima da região. Cerca da metade do território estadual é coberto pelo cerrado, caracterizado por um intenso e prolongado período seco durante o ano. Assim a utilização da irrigação em Minas Gerais vem aumentando, sendo esta prática bem desenvolvida nas regiões Norte, Noroeste, Triângulo Mineiro e Sul do estado.

O êxito da prática da irrigação baseia-se no planejamento cuidadoso, envolvendo desde a fase de projeto, até a operação e manejo do sistema. O conhecimento da quantidade de água necessária para o bom desenvolvimento da cultura é vital para o manejo de áreas irrigadas. Assim,

¹ Estudante de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. E-mail: santana@alunos.ufv.br

também, o acompanhamento da entrada e saída de água no solo em curtos períodos permitem ao irrigacionista uma ação mais efetiva, impedindo que as plantas sofram déficit hídrico e evitando o comprometimento da máxima produção. O mal dimensionamento dos sistemas de irrigação, bem como o emprego de lâmina de água de reposição inadequadas, comprometem não só o potencial de produção da cultura, mas implica em comprometimento dos recursos hídricos disponíveis. A aplicação de lâminas de água acima do necessário aumenta os custos de produção, além de promover a lixiviação do solo. Por outro lado, compromete o fornecimento de energia elétrica e o abastecimento de propriedades e aglomerados urbanos à jusante.

As séries históricas de dados climáticos são muito úteis para o dimensionamento de sistema de irrigação e muitas vezes tem sido empregadas para a estimativa estatística da demanda de irrigação. Entretanto, a grande variabilidade interanual observada do clima compromete a exatidão dessas estimativas, indicando ser mais adequado o uso de dados climáticos em tempo real.

O número de estações meteorológicas principais no Brasil ainda é insuficiente para uma boa cobertura do território nacional, o que dificulta uma boa caracterização das condições atmosféricas. Em Israel, país com extensão territorial semelhante ao estado de Sergipe e com destaque na utilização da irrigação, existem 70 estações meteorológicas, enquanto que em Minas Gerais apenas 32 estações, as quais são mantidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Aliado a isso não existe um sistema público eficiente de disponibilização dos dados coletados, inviabilizando até o momento, a geração de produtos de clima em tempo suficientemente real com alta eficiência a tomada de decisão agrícolas.

Este projeto visa auxiliar técnicos e agricultores no manejo da irrigação. Para isso serão gerados e disponibilizados eletronicamente mapas temáticos permitindo ao operador irrigacionista conhecer a lâmina de água a ser repostada à cultura, para as condições edafoclimáticas reinantes em intervalos curtos de tempo. Serão utilizadas plataformas de coleta de dados climáticos que permitem a aquisição e transmissão de dados via satélite favorecendo uma sensível redução no tempo de processamento das informações e divulgação dos resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Região de estudo

A região de estudo abrangerá todo o Estado de Minas Gerais, situado na região Sudeste do País, entre os paralelos 14° 13' e 22° 55' de latitude Sul e os meridianos 39° 51' e 51° 02'

² Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. E-mail: ribeiro@mail.ufv.br.

de longitude W. Grw. O Estado caracteriza-se por apresentar topografia irregular, com os mais variados tipos climáticos em sua extensão, com vegetação do tipo floresta úmida costeira, floresta seca, floresta subtropical mista, cerrado e campo (MINAS GERAIS, 1990).

Dados climatológicos

Os dados serão obtidos junto ao Centro de Missão de Coleta de Dados (CMCD) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O CMCD tem sua sede no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) em Cachoeira Paulista e conta com uma rede de estações climáticas automáticas no território nacional com capacidade para 500 unidades espalhadas nos diferentes estados brasileiros. Estas estações são denominadas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). As PCDs são dotadas de sensores capazes de medir a umidade e temperatura do ar, radiação solar, pressão atmosférica, chuva, velocidade e direção do vento na superfície. Os dados são coletados a intervalos de 10 minutos e calculado as médias ou as integrações a cada 3 horas, sendo estas informações armazenadas em um data logger. Estes registros são enviados a CMCD via satélite, por ocasião da passagem do Satélite de Coleta de Dados de segunda geração (SCD-2). No CMCD os dados são validados e disponibilizados na INTERNET. Assim, estão disponíveis cerca de 08 leituras de dados climatológicos em 24 horas, significando no mínimo o dobro de leituras de uma estação climatológica principal, o que garante maior representatividade das informações para períodos de um dia.

Minas Gerais conta atualmente com 13 PCDs em funcionamento e além destas serão utilizadas no trabalho mais 15 estações localizadas em outros estados próximas a divisa com o estado de Minas Gerais, permitindo uma interpolação mais precisa no tratamento geoespacial

Estimativa da ETo

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (Eto) foi utilizado o método Penman-Monteith, considerado como padrão pela FAO em 1991, por ter apresentado os melhores resultados em estudos comparativos realizados em diferentes condições climáticas. Maiores detalhes deste método podem ser encontrados em (SEDIYAMA, 1996; PEREIRA et al., 1997).

Demanda de Irrigação Suplementar (DIS)

Para a determinação da DIS para a cultura do milho, foi utilizado o balanço hídrico diário proposto por BERNARDO, (1989) utilizando coeficiente da cultura (Kc) variável em função da fenologia da cultura. Os valores do Kc foram obtidos de DOORENBOS e KASSAN, (1979).

Recursos Computacionais

Está sendo utilizado, no presente trabalho, o mesmo enfoque que vem sendo usado com sucesso no desenvolvimento de recursos computacionais para tomadas de decisões espaciais (ASSAD e SANO, 1993).

Para leitura dos dados no CMCD foram criados vínculos automáticos utilizando o Microsoft Access. Para as rotinas de cálculo da demanda de irrigação foi desenvolvido um programa utilizando o *software* Microsoft Visual Basic.

Foi utilizado um sistema de informações geográficas (SIG) com o objetivo de regionalizar a demanda de irrigação suplementar para as várias localidades do Estado de Minas Gerais, apresentando-os em forma de mapas temáticos. Estes mapas foram gerados com a utilização do *software* IDRISI 2.0, que foi desenvolvido pelo Departamento de Geografia da Clark University nos EUA, através de rotinas específicas automatizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos gerados já estão disponibilizados na Internet, em caráter experimental,. O endereço do site é <http://www.dea.ufv.br/irgnet/index.htm>. Foi aberta uma linha direta com o usuário via e-mail, onde aceitamos ininterruptamente as sugestões dos clientes e fornecemos a eles esclarecimentos necessários a utilização correta dos produtos oferecidos. A figura abaixo apresenta a Home Page da demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho atualizada no dia 02 de março de 1999:



Figura 01 – Home Page do projeto IRGNET_MG para a cultura do milho.

As figuras 2, 3 e 4 apresentam os resultados considerando o plantio em 1 de Janeiro para os solos de textura fina, média e grossa:

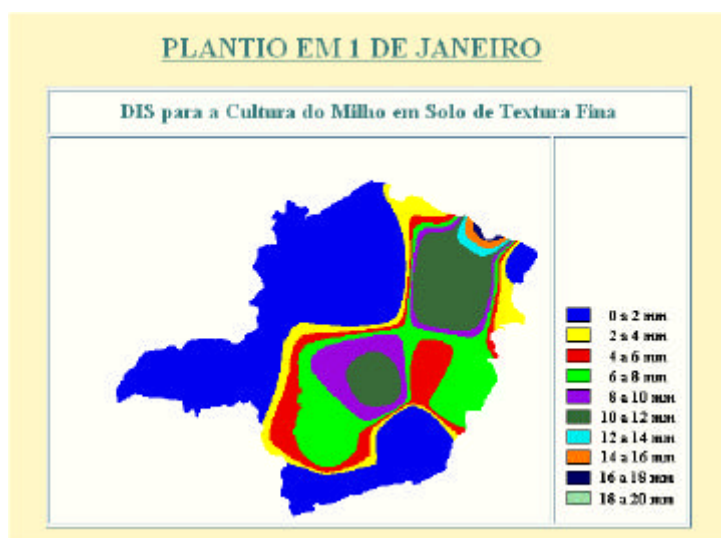


Figura 02 – Estimativa da demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho para os dias 27 e 28/02 e 01/02/99 em solos de textura fina, considerando a época de plantio em 01 de janeiro.

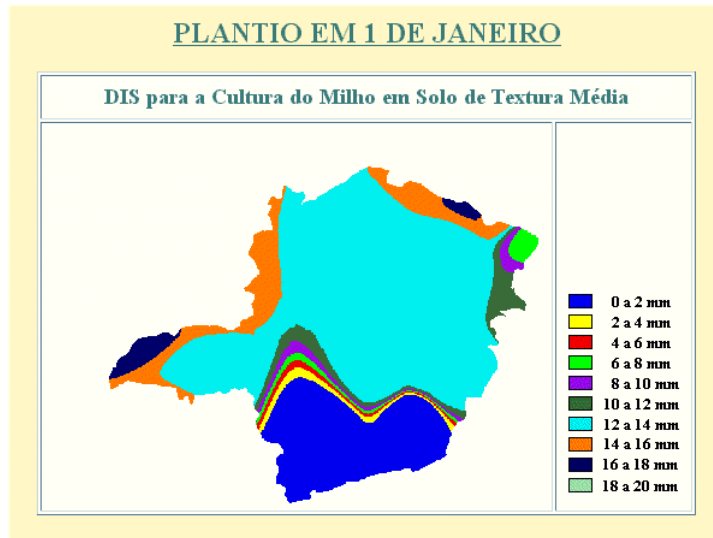


Figura 03 – Estimativa da demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho para os dias 27 e 28/02 e 01/02/99 em solos de textura média, considerando a época de plantio em 01 de janeiro.

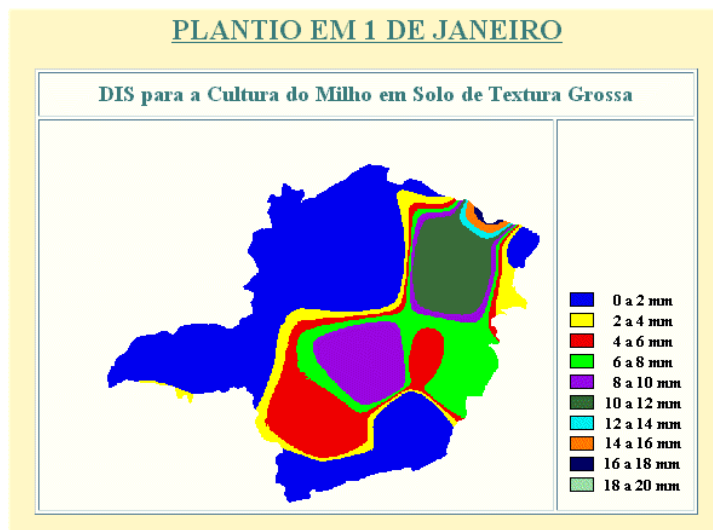


Figura 04 – Estimativa da demanda de irrigação suplementar para a cultura do milho para os dias 27 e 28/02 e 01/02/99 em solos de textura grossa, considerando a época de plantio em 01 de janeiro.

Em breve serão disponibilizados resultados para as culturas de feijão, trigo e algodão, bem como também serão espacializados dados climáticos de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação para o estado de Minas Gerais.

CONCLUSÃO

O site IRGNET entrou em funcionamento no início de fevereiro apenas em caráter experimental, entretanto, os resultados já obtidos demonstram perfeita viabilidade da geoespacialização da demanda de irrigação suplementar para o Estado de Minas Gerais em um prazo curto de tempo.

Os agricultores e técnicos do Estado de Minas Gerais já dispõem destes mapas temáticos que lhes permite conhecer a lâmina de água a ser repostada à cultura em intervalos de três dias, considerando as condições climáticas e a textura do solo predominante. Informações estas que são de fundamental importância na tomada de decisão de quando e quanto irrigar.

Com a entrada em funcionamento de novas PCDs observar-se-á uma melhora na qualidade da interpolação dos dados, resultando numa melhora na resolução dos produtos/mapas gerados.

BIBLIOGRAFIA

- ASSAD, E. D. & SANO, E. E. **Sistema de informação geográfica: Aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1993, 274p.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1989. 596p. ilustr.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma, FAO. 1979. 306p. (Estudio FAO: Irrigação e Drenagem, nº 33).
- EASTMAN, J. R. **IDRISI for windows: User's guide**. Massachusetts, Clark University, 1995, 367p.

MANTOVANI, E. C. **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Manejo de Irrigação.** Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1996. 85p. (ABEAS. Curso de Engenharia e Manejo de Irrigação. Módulo, 8).

MINAS GERAIS. Secretaria de planejamento. **Anuário estatístico de Minas Gerais - 1988 e 1989.** Belo Horizonte, v. 7, 1990. 896p.

PEREIRA, A. R., VILLA NOVA, N. A. e SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração.** Piracicaba. FESALQ. 1997. 183p.