

ISSN 1677-9274

Banco de Dados e Sistema
de Apoio a Decisão para as
Culturas de Milho e Soja



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Dietrich Gerhard Quast

Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Informática Agropecuária

José Gilberto Jardine

Chefe-Geral

Tércia Zavaglia Torres

Chefe-Adjunto de Administração

Sônia Ternes Frassetto

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Álvaro Seixas Neto

Supervisor da Área de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Informática Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*ISSN 1677-9274
Dezembro, 2003*

Documentos 36

Banco de Dados e Sistema de Apoio a Decisão para as Culturas de Milho e Soja

Marcelo Gonçalves Narciso
Amarindo Fausto Soares
Danilo Florentino Pereira
Irenilza de Alencar Nääs

Campinas, SP
2003

Embrapa Informática Agropecuária
Área de Comunicação e Negócios (ACN)
Av. André Tosello, 209
Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo
Caixa Postal 6041
13083-970 Campinas, SP
Telefone (19) 3789-5743 Fax (19) 3289-9594
URL: <http://www.cnptia.embrapa.br>
e-mail: sac@cnptia.embrapa.br

Comitê de Publicações

Carla Geovana Nascimento Macário
José Ruy Porto de Carvalho
Luciana Alvim Santos Romani (Presidente)
Marcia Izabel Fugisawa Souza
Marcos Lordello Chaim
Suzilei Almeida Carneiro

Suplentes

Carlos Alberto Alves Meira
Eduardo Delgado Assad
Maria Angelica de Andrade Leite
Maria Fernanda Moura
Maria Goretti Gurgel Praxedis

Supervisor editorial: *Ivanilde Dispato*
Normalização bibliográfica: *Maria Goretti Gurgel Praxedis*
Editoração eletrônica: *Área de Comunicação e Negócios (ACN)*

1ª edição on-line - 2003
Todos os direitos reservados.

Banco de dados e sistema de apoio a decisão para as culturas de milho e soja / Marcelo Gonçalves Narciso... [et al.]. — Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2003. 25 p. : il. — (Documentos / Embrapa Informática Agropecuária ; 36)

ISSN 1677-9274

1. Banco de dados. 2. Sistema de apoio a decisão. 3. Agricultura de precisão. I. Narciso, Marcelo Gonçalves. II. Série.

CDD - 005.74 (21st ed.)

Autores

Marcelo Gonçalves Narciso
Dr. em Computação Aplicada, Pesquisador da Embrapa
Informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão
Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP
Telefone (19) 3789-5762
e-mail: narciso@cnptia.embrapa.br

Amarindo Fausto Soares
Eng. Agr., M.Sc. em Geoprocessamento e
Sensoriamento Remoto, Pesquisador da Embrapa
informática Agropecuária, Caixa Postal 6041, Barão
Geraldo - 13083-970 - Campinas, SP
Telefone (19) 3789-5780
e-mail: fausto@cnptia.embrapa.br)

Danilo Florentino Pereira
Doutorando em Engenharia Agrícola, Feagri/Unicamp
"Cidade Universitária Zeferino Vaz", Caixa Postal 6011
13083-970 - Campinas, SP
Telefone (19) 3788-1000
e-mail: danilo.pereira@agr.unicamp.br

Irenilza de Alencar Nääs
Dr. em Engenharia Agrícola, Professora Titular
Feagri/Unicamp "Cidade Universitária Zeferino Vaz",
Caixa Postal 6011
13083-970 - Campinas, SP
Telefone (19) 3788-1000
e-mail: irenilza@agr.unicamp.br

Apresentação

As técnicas de agricultura de precisão, recentemente introduzidas no Brasil, buscam fornecer maior competitividade ao agronegócio. Essas técnicas incorporam a utilização intensiva do Sistema de Posicionamento Global (GPS), monitoramento agrometeorológico automatizado, uso intensivo de sensores e imagens remotas.

A adoção dessas técnicas gera um grande volume de dados espaço-temporais que são gerenciados em Sistema de Informações Geográficas (SIG). As técnicas de Agricultura de Precisão visam o uso racional dos recursos naturais e insumos agrícolas, com conseqüente redução de custos dos sistemas de produção nacionais e redução dos impactos ambientais.

O projeto Prodetab 030-01/99, cujo título é "Desenvolvimento, Ajuste e Aplicação de Técnicas de Agricultura de Precisão para o Aumento de Eficiência e Redução de Impactos Ambientais de Sistemas de Produção Agrícola sob Condições de Plantio Direto", teve como parte de seus resultados um banco de dados voltado para as culturas de milho e soja, cujos dados são georreferenciados e o acesso é feito pela Internet. Além do banco de dados fornecer relatórios a partir de consultas, pode ser usado para fornecer dados de entrada para SIG, pacotes estatísticos, etc. Outro produto importante gerado por este projeto foi um sistema de apoio a decisão (SAD), chamado de Pró-Milho, para estimar a produtividade da cultura de milho em uma dada área.

Este trabalho tem como objetivo descrever e mostrar a importância do banco de dados e do sistema de apoio a decisão Pró-Milho. Espera-se que este trabalho venha a contribuir para o leitor que pretenda utilizar técnicas de agricultura de precisão em culturas de milho e soja.

José Gilberto Jardine
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	9
Banco de Dados.....	10
Sistema de Apoio a Decisão - Pró-Milho	17
Considerações Finais.....	23
Referências Bibliográficas.....	25

Banco de Dados e Sistema de Apoio a Decisão para as Culturas de Milho e Soja

*Marcelo Gonçalves Narciso
Amarindo Fausto Soares
Danilo Florentino Pereira
Irenilza de Alencar Nääs*

Introdução

A agricultura de precisão pode ser vista como uma forma de gerenciamento da variabilidade espaço-temporal dos sistemas de produção, que visa: a) diminuir as vulnerabilidades; b) aumentar a competitividade dos produtos agrícolas nacionais; c) assegurar resposta com bases científicas às questões ambientais; e d) contribuir para o aumento da qualificação técnica e da oferta de empregos na cadeia produtiva do agronegócio. O tema é estratégico para o país, na medida em que busca a consolidação de um segmento de tecnologia avançada aplicada à potencialização dos sistemas produtivos nos aspectos, produtividade, qualidade e sustentabilidade.

No projeto Prodetab 030-01/99, foram feitos experimentos com milho e soja e os resultados obtidos (dados georreferenciados de produtividade, condutividade elétrica do solo, clima, matéria orgânica do solo, pragas e doenças, etc.) foram armazenados em um banco de dados, disponível no site da Embrapa Informática Agropecuária. Estes dados são usados para verificar a produtividade das culturas de milho e de soja e também para mostrar os pontos de baixa produtividade para então se tomar ações corretivas.

Um fato importante a ser mencionado é que dados referentes a parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, apesar de relativamente abundantes na literatura, raramente são integrados em um mesmo sistema de banco de dados.

O banco de dados pode ser acessado pela Internet através do site <https://www.cnptia.embrapa.br/projetos/agpr/AGPRNOVO/index.html>. Os dados fornecidos por este banco se referem à produtividade do milho e da soja, condutividade elétrica, fertilidade do solo e clima em campos experimentais específicos de Sete Lagoas, MG (área experimental da Embrapa Milho e Sorgo) e Sidrolândia, MS. Estes dados são georreferenciados, permitindo análise por Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e por sistemas de apoio a decisão.

Os dados podem ser obtidos através de consulta ao banco de dados e os resultados das consultas podem ser direcionados para arquivos em formato texto. Nestes arquivos os dados estão dispostos em coluna e estas estão separadas por espaços em branco. Estes arquivos podem servir de entrada para SIG, pacotes estatísticos e sistemas de apoio a decisão.

Além do banco de dados georreferenciados, no projeto Prodetab 030-01/99 foi desenvolvido também um Sistema de Apoio a Decisão, cujo nome é Pró-Milho. Este software fornece sugestões de adubação e correção do solo, considerando os seus limites produtivos, contribuindo para o processo decisório quanto à viabilidade econômica da aplicação de insumos no plantio. Este sistema também será descrito neste trabalho.

Banco de Dados

Os resultados dos experimentos feitos no projeto Prodetab 030-01/99 foram armazenados em um banco de dados. Cada dado obtido do experimento tem associado suas coordenadas (latitude, longitude e altitude). Este banco de dados está disponível na Internet e a página de acesso é <https://www.cnptia.embrapa.br/projetos/agpr/AGPRNOVO>. As páginas de acesso ao banco de dados foram construídas usando-se a linguagem HTML e PHP (PHP, 2003; Oliviero, 2003), este último usado para a geração de páginas dinâmicas como, por exemplo, um resultado de uma consulta de uma tabela do banco de dados. A página está em contínuo processo de melhoria. O sistema de gerenciamento de banco de dados usado foi o mysql (MYSQL, 2003; Lima, 2003). A Fig. 1 mostra a página do projeto, na qual existe um ícone para acesso ao banco de dados.

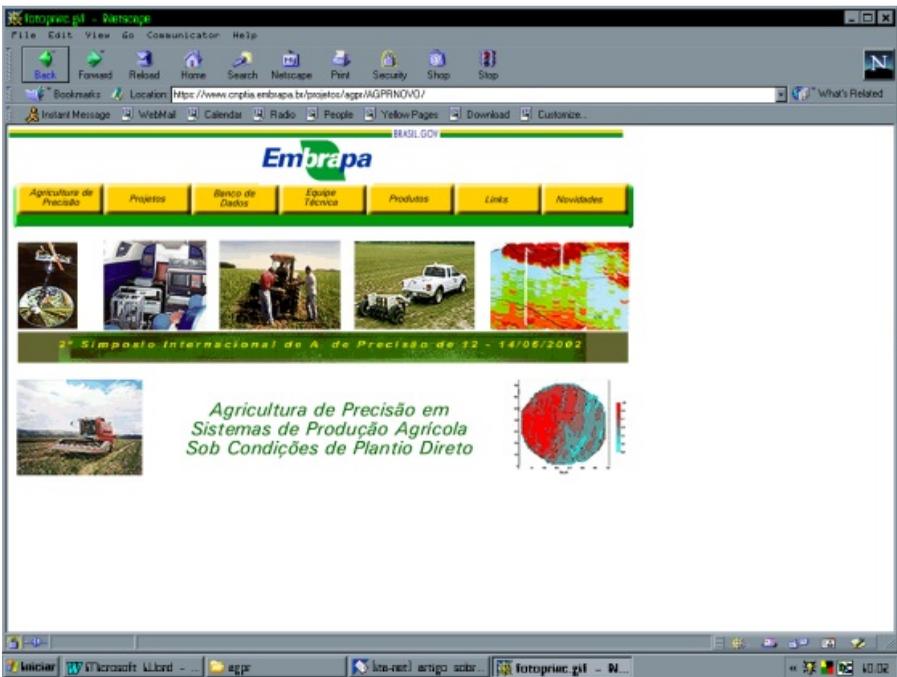


Fig. 1. Página de Acesso ao Projeto Prodatab 030-01/99.

Esta página tem informações diversas sobre o projeto. Ao escolher a opção "banco de dados", aparecerá a página de acesso (e cadastro para acesso), a qual está ilustrada na Fig. 2.

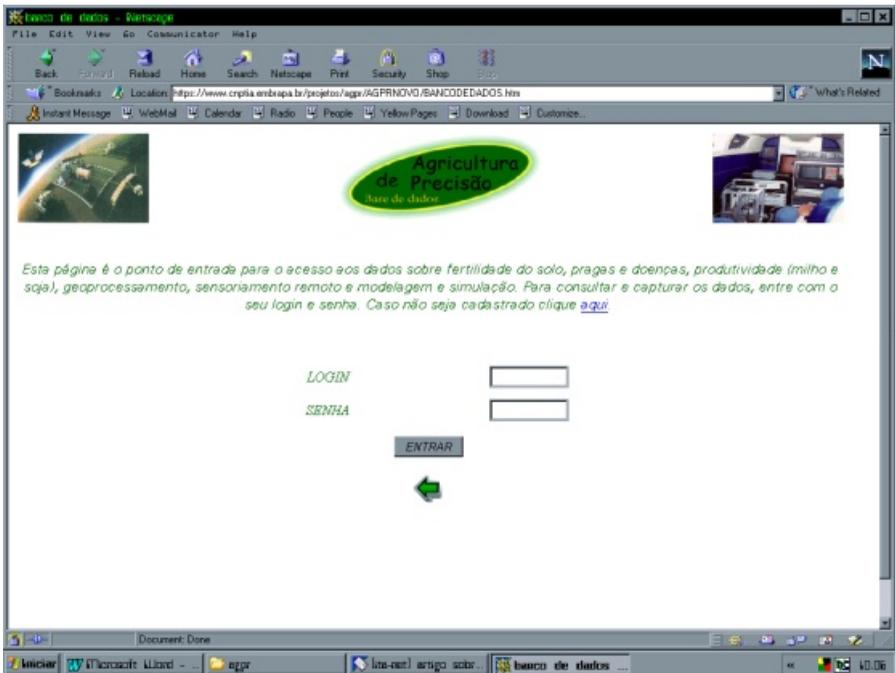


Fig. 2. Página de Acesso ao Banco de dados do Projeto ProdetaB 030-01/99.

Através da página relativa a acesso ao banco de dados, o usuário se cadastra (nome, instituição, login, senha, etc.). Este cadastro passa por uma aprovação do administrador do banco de dados e, caso seja aprovada a inscrição, o usuário tem acesso às consultas do mesmo. Após acessar a página relativa ao banco de dados, ficarão disponíveis botões com os temas (ou tabelas) para consulta (produtividade, clima, condutividade elétrica, etc.). A Fig. 3 ilustra a página de acesso aos temas.

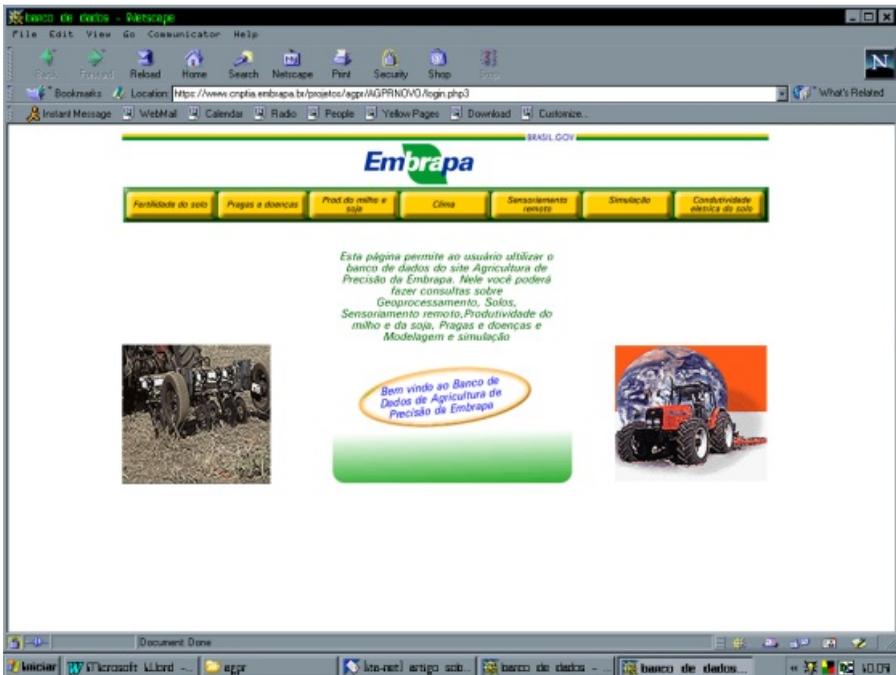


Fig. 3. Acesso ao banco de dados para consultas.

Após a escolha de um tema, são disponibilizadas ao usuário variáveis relativas ao tema, ficando o usuário livre para estruturar as consultas. Visto que são muitas as possibilidades de consultas, o usuário pode escolher as variáveis a serem consultadas e obter o correspondente arquivo que contém os resultados da consulta. Um exemplo de consulta é mostrado na Fig. 4, admitindo que o usuário escolheu o item "condutividade elétrica do solo" para fazer consultas.

Agricultura de Precisão
Base de dados

MONTAR CONSULTAS

Escolha as opções a seguir para consulta:

Latitude: Todos Valores

Longitude: Todos Valores

Localidade

Sete Lagoas

Sidrolândia

Cultura

Milho

Soja

Profundidade

Valor:

Data

Ano:

Fig. 4. Itens a serem escolhidos pelo usuário para consulta.

A saída resultante desta consulta, após a escolha dos campos desejados pelo usuário e submissão do formulário, é mostrada na Fig. 5. Nesta Fig., tem-se um link, o qual está descrito como "Para salvar o arquivo em formato texto click aqui com o botão direito e escolha salvar destino como!". Após um "click" com o lado direito do mouse, aparecerá uma tela para o usuário escolher onde quer salvar o arquivo. Os dados serão salvos como arquivo texto. Este arquivo terá o resultado da consulta em colunas e estas estarão separadas por espaço em branco.



Fig. 5. Exemplo de um resultado de consulta sobre condutividade elétrica.

Os dados da consulta resultante são georreferenciados e podem ser inseridos em SIG ou SAD. Os SIGs mostram os dados em coordenadas espaciais, permitindo ao usuário uma melhor visão da distribuição das grandezas envolvidas em uma determinada área permitindo ações a partir desta visualização. Como exemplo pode ser citada a distribuição do magnésio em uma dada área. Ao escolher o tema "Fertilidade do solo" (Fig. 3) e escolher as opções altitude, longitude e concentração de magnésio (Fig. 6), tem-se uma saída em forma de tabela (Fig. 7), na qual se tem a concentração de magnésio em cada ponto (latitude, longitude) da área em questão.



Fig. 6. Consulta relativa concentração de magnésio.

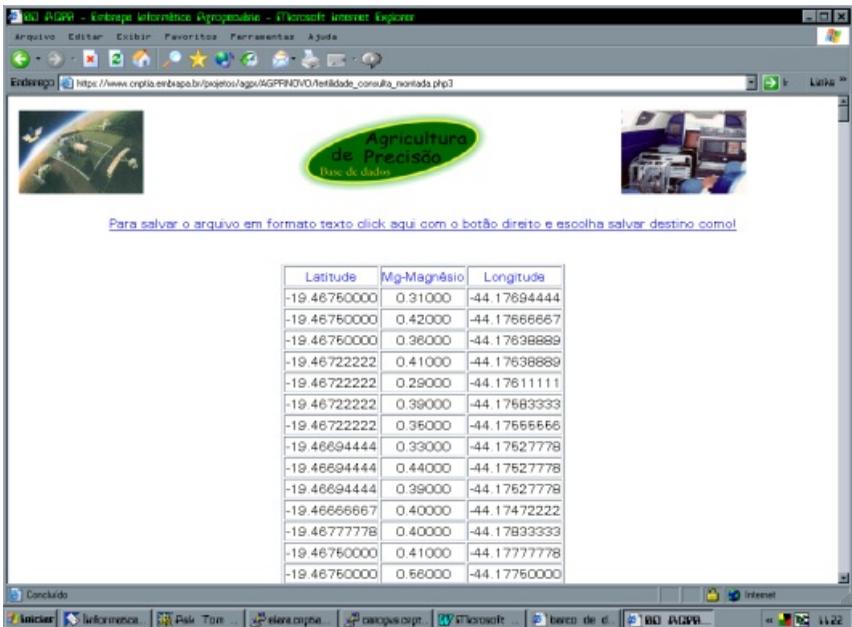


Fig. 7. Resultado da consulta.

Utilizando-se um SIG (Inpe, 2004; ArcView, 2004) para ver sua distribuição, tem a seguinte saída, ilustrada pela Fig. 8.

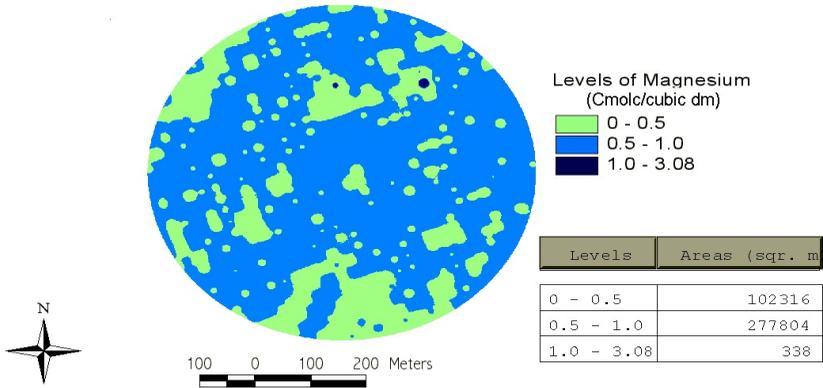


Fig. 8. Espacialização da distribuição de magnésio em uma região.

Na Fig. 8, pode-se verificar como varia a concentração de magnésio em uma dada área. Desta forma, ações corretivas nesta área, para diminuir ou aumentar a concentração, podem ser feitas, visando ao aumento da produtividade.

De forma geral, as saídas das consultas podem ser usadas como entrada de dados em outros sistemas, tal como visto anteriormente com respeito a espacialização do magnésio em uma dada região. Um sistema de apoio a decisão, produto do projeto Prodatab 030-01/99, que recebe estes dados para fornecer dados para apoio a decisão sobre adubação, análise de riscos, produtividade do milho e outros quesitos, está descrito a seguir.

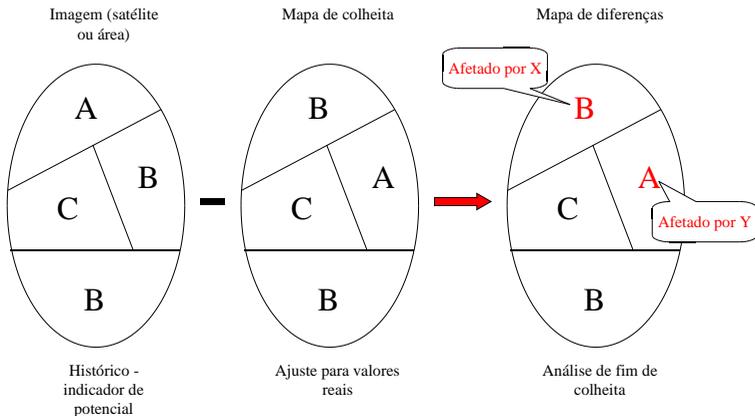
Sistema de Apoio a Decisão - Pró-Milho

A partir dos dados de análise do solo e a previsão de produção para o local, o SAD Pró-Milho retorna ao produtor um relatório com a quantidade de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), cálcio e magnésio necessários para se obter a produção desejada, já nas formulações comerciais, levando em consideração as necessidades de reposição dos nutrientes no solo, recomendadas, a partir das características físicas do solo, os períodos e quantidades de aplicação da adubação de cobertura. O relatório fornece também a quantidade e o tipo de calcário necessário para fazer a correção do pH do solo. O programa conta ainda com um módulo de verificação das condições de ambiente, retornando a máxima produtividade esperada para as condições climáticas estimadas do local durante o ciclo de produção.

Para os produtores que não possuem um histórico ou análise do solo da sua propriedade, este poderá recorrer ao banco de dados da Embrapa Informática Agropecuária e buscar as informações que melhor aproximam da sua realidade.

Com relação ao software Pró-Milho, foi desenvolvido um algoritmo que contém fatores de relevância na produção, sendo eles: a temperatura média no período da plantação; a água (irrigação e chuva) durante todo o ciclo; o pH do solo e a quantidade de nitrogênio na adubação, sendo para sistema irrigado ou de sequeiro.

O processo decisório de um plantio, quanto à aplicação de insumos, é um processo dinâmico que deve considerar três momentos distintos, conforme mostra a Fig. 9. O primeiro momento consiste em uma avaliação histórica da área dos talhões A, B e C, através de dados de laboratório, análise de imagens de satélite e/ou outros métodos e ferramentas utilizadas para identificar o potencial histórico da área. Em um segundo momento, os dados históricos devem ser confrontados com os valores reais do solo, onde a produtividade pode ser simulada e comparada com a histórica. Neste momento, o produtor deve identificar possíveis fatores que podem afetar a produtividade do milho (x, y), fazer uma análise de risco e tomar a decisão quanto à aplicação dos insumos e à viabilidade do plantio. No terceiro momento, que acontece depois da colheita, deve-se comparar os resultados obtidos com os previstos e identificar os fatores que atuaram negativamente na produtividade, possibilitando ao produtor agir corretivamente no solo. Os valores obtidos no terceiro momento farão parte da série histórica para o próximo plantio.



A, B C = talhões

x, y = causa de redução de produtividade

Fig. 9. Processo dinâmico de tomada de decisão.

O algoritmo do programa foi desenvolvido baseado neste processo dinâmico de tomada de decisão, onde a produtividade pode ser simulada a partir de uma série histórica e comparada com a produtividade calculada a partir de valores reais. Com o algoritmo, foi elaborado o desenho funcional do software de auxílio à tomada de decisão a partir do fluxo de informações, mostrado na Fig. 10.

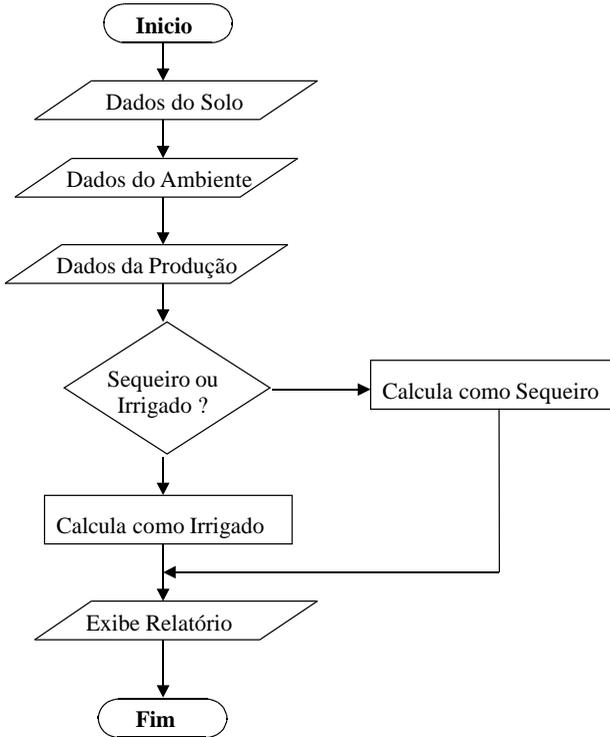


Fig. 10. Fluxograma do Pró-Milho.

O programa funciona de maneira simples, onde os dados do solo, dados do ambiente e dados da produção (aqui resumidos nos manejos de Sequeiro ou Irrigado), consistem nas variáveis de entrada do sistema. O usuário informa também a produtividade desejada. O programa verifica, utilizando as regras construídas, se a produtividade desejada é possível para aquele solo. Caso afirmativo, o programa calcula a adubação e a correção do solo para que se atinja aquela produtividade. Caso negativo, o programa calcula a máxima produtividade possível, e retorna o cálculo da adubação e correção do solo para atingir essa produtividade máxima. A partir do manejo (Irigado ou Sequeiro) o programa seleciona o conjunto de regras e modelos para calcular a produtividade máxima esperada para aquele solo, a adubação e a correção necessária para o solo, baseado em critérios e resultados científicos obtidos na literatura.

O programa deixa a opção para o usuário buscar em um arquivo ou banco de dados as variáveis do solo (valores históricos), ou entrar manualmente com estes valores (valores reais). A partir de dados disponíveis na literatura (Ribeiro et al., 1999) e no site da Embrapa Milho e Sorgo, foram construídas as regras e os modelos de simulação que compõem o algoritmo do programa.

A seguir são mostradas as telas do Pró-Milho. A Fig. 11 mostra a tela de inicialização do programa Pró-Milho, a Fig. 12 ilustra a tela de descrição do programa e a Fig. 13 mostra a tela do programa em funcionamento.



Fig. 11. Tela de abertura do software.



Fig. 12. Tela de descrição do programa.

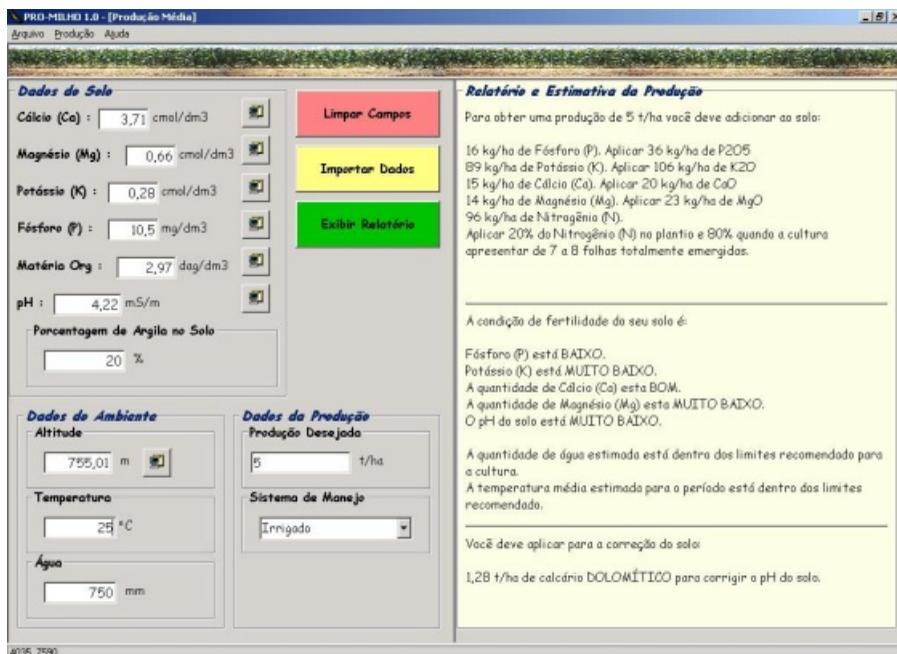


Fig. 13. Tela com os valores digitados e o relatório com seus resultados.

O *layout* do programa foi desenvolvido de forma ao usuário ter, em uma única tela, todas as informações de entrada para a simulação e os resultados desta simulação, procurando facilitar o manuseio e criando uma interface amigável. O usuário tem a opção de imprimir um relatório, visualizando este antes da impressão, conforme Fig. 14.

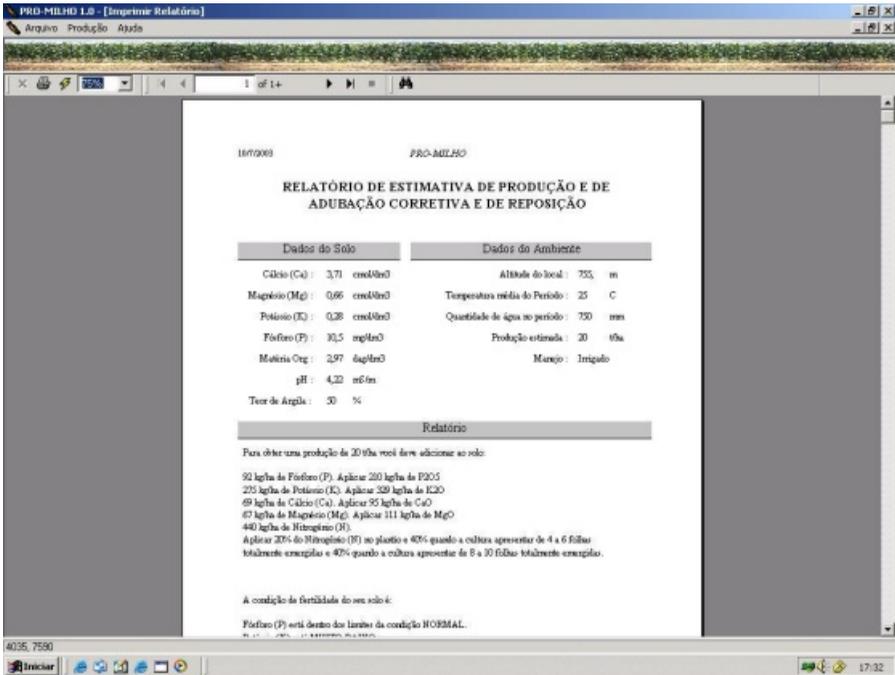


Fig. 14. Visualização do relatório.

Da mesma forma que ocorre na janela principal do programa, todas as informações, de entrada e saída, estão disponíveis para a impressão, além da data da simulação. A Fig. 15 mostra um exemplo de importação de dados gerado pelo programa, que é inserido pelo usuário.

Zona	ph	hul	ca	mg	k	p	mo	alt	ca30	prodZ
1	5,4	4,72	3,94	0,46	0,104859	4	3,47	775	7,1	5839
2	5,6	4	3,69	0,57	0,268542	6	2,65	740	5,2	4530
2	5,1	7,67	2,78	0,38	0,322251	20	3,23	744	5,2	5232
2	5,9	3,2	5,33	1,18	0,480818	11	3,4	742	5,2	7425
2	5,4	5	3,08	0,43	0,283887	5	2,85	743	6,1	7934
2	5,3	6,01	3,39	0,48	0,31202	10	3,21	746	6,1	5174
2	5,6	4,18	4,09	0,4	0,153453	12	3,46	769	6,4	5984
2	5,9	3,2	4,39	0,62	0,442465	7	3,01	768	6,5	6290
2	5,5	5,5	3,99	0,66	0,242967	18	3,47	745	6,6	5060
2	5,7	3,31	4,84	0,51	0,391304	15	3,11	763	6,6	6684
2	5,5	4,32	3,74	0,37	0,606138	7	3,33	765	6,6	6073
2	5,2	4,5	2,51	0,34	0,255754	7	2,49	744	6,8	6487
2	5,7	3,27	4,89	0,82	0,381074	3	4,4	765	6,8	6272
2	5,6	3,7	3,79	0,63	0,439898	6	3,14	767	6,8	6331
2	5,5	4,66	3,62	0,46	0,537084	13	3,02	746	7,2	9763
2	5,9	3,6	4,01	0,69	0,629156	18	2,73	742	7,2	7865
2	5,6	3,87	4,14	0,75	0,14578	13	3,54	771	7,4	5936

Fig. 15. Tela de valores importados para o banco de dados.

Considerações Finais

O Banco de dados, cujos dados possuem coordenadas associadas (são georreferenciados), foi construído com ferramentas freeware (mysql e php) e tem a função de disponibilizar dados sobre experimentos relativos a milho e soja, usando-se técnicas da agricultura de precisão.

Foi possível integrar dados referentes a parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo, referentes a cultura do milho e soja, construindo uma base de dados importante para o setor, possibilitando ao usuário (produtor) estruturar as consultas e extrair informações pontuais. O banco de dados fornecerá subsídios (dados) para outros sistemas (simulação, estatística, etc.) que conduzirá a um melhor entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo, ajudando a obter os objetivos do projeto relativos a simulação e extração de conhecimento do banco de dados.

O Pró-Milho é um programa que agrega em seu algoritmo conhecimentos científicos relacionados a clima e condições físico-químico do solo para a cultura do milho, fornecendo para o usuário uma aproximação da produtividade esperada para área, considerando o máximo de variáveis relevantes que atuam sobre a planta.

Espera-se que o Pró-Milho sirva como uma ferramenta de agricultura de precisão para fazer uma primeira estimativa da produtividade e gere propostas de ação quanto a aplicação de insumos, contribuindo para o processo decisório do plantio.

À medida que se obtiverem modelos melhores de predição da produtividade e/ou curvas de calibração para as variáveis estudadas, o algoritmo pode ser otimizado construindo melhores aproximações e previsões.

Referências Bibliográficas

ARCVIEW. Disponível em: < <http://www.esri.com> > . Acesso em: 9 fev. 2004

INPE. Spring. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br> > . Acesso em: 9 fev. 2004.

LIMA, A. S. Mysql Sever. São Paulo: Érica, 2003. 400 p.

MYSQL. Disponível em: < <http://www.mysql.org> > . Acesso em: 30 jun.2003.

OLIVIERO, C. A. J. PHP4 com base de dados Mysql. São Paulo: Érica, 2003. 310 p.

PHP. Disponível em: < <http://www.php.net> > . Acesso em: 30 jun. 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 349 p.



Informática Agropecuária

Ministério da Agricultura, Governo
Pecuária e Abastecimento Federal