

VISUALPRZM V. BETA – SISTEMA DE ENTRADA DE DADOS DO MODELO MATEMÁTICO PRZM3 PARA USUÁRIO FINAL

LUCIANO GEBLER¹

WILLINGTHON PAVAN²

JONAS A. PREDIGER³

JOSÉ MAURÍCIO CUNHA FERNANDES⁴

RESUMO: A utilização de modelos de simulação matemática mostra-se extremamente eficaz em vários lugares do mundo. No Brasil, esta tecnologia não vem se difundindo com a devida rapidez, devido à falta de bancos de dados organizados com informações das condições nacionais, prontamente disponibilizadas de forma local, além da dificuldade de se trabalhar com esses modelos, geralmente construídos em linguagem de programação como Fortran, e interface do usuário na forma de texto. O objetivo do VisualPRZM, é sanar estas dificuldades, tornando disponível um banco de dados nacional generalístico e atualizado, tanto on-line (Web) como off-line (local), facilitando sua interação através de uma interface amigável baseada em linguagem de programação de alto nível orientada a objeto, com vistas a adaptação e à popularização do modelo matemático PRZM3.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem matemática, gestão ambiental, agricultura de precisão.

VISUALPRZM BETA VERSION - SOFTWARE FOR ARCHIVES GENERATION TO MATHEMATICAL MODEL PRZM3 FOR FINAL USER

ABSTRACT: The use of mathematical simulation models is extremely efficient in many places. In Brazil, this technology has not been widely use due to the lack of organized data bases with local information and the difficulty of working with these models, generally built in Fortran, with a text-only interface. The objective of VisualPRZM is to solve these difficulties, making available a general Brazilian data base, both on-line and on a local system. User interaction will be facilitated by means of a friendly interface in a high level language for use of the PRZM3 mathematical model.

KEY-WORDS: mathematical modeling, environmental management, precision agriculture.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação de modelagem como apoio ou suporte de decisão ao técnico e produtor rural vem ganhando espaço nos últimos anos. Com a expansão e o barateamento da informatização do campo, a presença do computador com processador de alta potência nas propriedades agrícolas permite a introdução de tais softwares no dia a dia do trabalho. Neste momento, o maior empecilho a esta expansão é tanto a falta de software em português, como dados de fácil acesso para uso em simulação. Espera-se que este software permita acelerar esta expansão de uso da informática junto à área rural, vinculada à agricultura de precisão, facilitando o trabalho no sistema produtivo e contribuindo para aumento da segurança na produção e na gestão do meio ambiente.

O Modelo Matemático Pesticide Root Zone Model 3 (PRZM3), em sua versão 3.12, é responsável pela modelagem da degradação química, física e biológica do agrotóxico e seus

¹Engenheiro Agrônomo, Embrapa Uva e Vinho, e-mail: lugebler@m2net.com.br

²Bacharel em Ciência da Computação, Universidade de Passo Fundo, e-mail: pavan@upf.br

³Bacharel em Ciência da Computação, Universidade de Passo Fundo, e-mail: 55608@inf.upf.br

⁴Engenheiro Agrícola, Embrapa Trigo, e-mail: mauricio@cnpt.embrapa.br

resíduos, na chamada “zona da raiz” do solo (Arora & Ternan, 1994; Gebler, 2000). Este e os demais módulos que acompanham o programa foram escritos na linguagem Fortran, e produzidos para a United States Environmental Protection Agency (EPA), entidade governamental norte-americana responsável pela área de meio-ambiente, com a finalidade de prover às organizações agrícolas e ambientais americanas um programa que permitisse o monitoramento, simulação e previsão de concentração de agrotóxicos e nitro-resíduos no solo (Carsel et al, 1998).

A versão 1.0 do PRZM foi lançada em 1992 e, a partir de 2003, o PRZM3 foi o modelo oficialmente escolhido pela EPA, como mais uma das exigências ambientais no momento do registro de agrotóxicos, que consistia de avaliações laboratoriais completas em três condições dos EUA, exigindo-se a partir de então, que também sejam executadas uma série complementar de simulações, a fim de representar o restante da diversidade agrícola e ambiental naquele País (Carsel et al, 2005). Além disto, pela eficiência, robustez e acurácia obtidas nas versões finais, o PRZM3 passou a ser utilizado também junto às indústrias como ferramenta do processo de validação de novos agrotóxicos para o mercado (USEPA, 2005)

No Brasil, além de alguns trabalhos acadêmicos que comprovam a possibilidade de seu uso, recentemente o Estado de São Paulo passou a citar o uso de modelos como ferramenta de apoio à avaliação de risco à saúde humana pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB, 2004), constando nesta lista, uma versão anterior, o PRZM2.

O PRZM3, em sua versão atualizada 3.12.2, é gratuito e está disponível através do endereço web: ftp://ftp.epa.gov/epa_ceam/wwwhtml/ceammenu.htm ou através de uma requisição direta à EPA em Athens, GA – USA (USEPA, 2005).

Para a utilização do PRZM3 em sua versão Fortran 77 em ambiente DOS®, é necessário que se preencham dois arquivos textos no formato ASCII, sendo um criado com a extensão [.INP], armazenando todas as entradas dos registros necessários para a execução do PRZM3 (Figura 1).

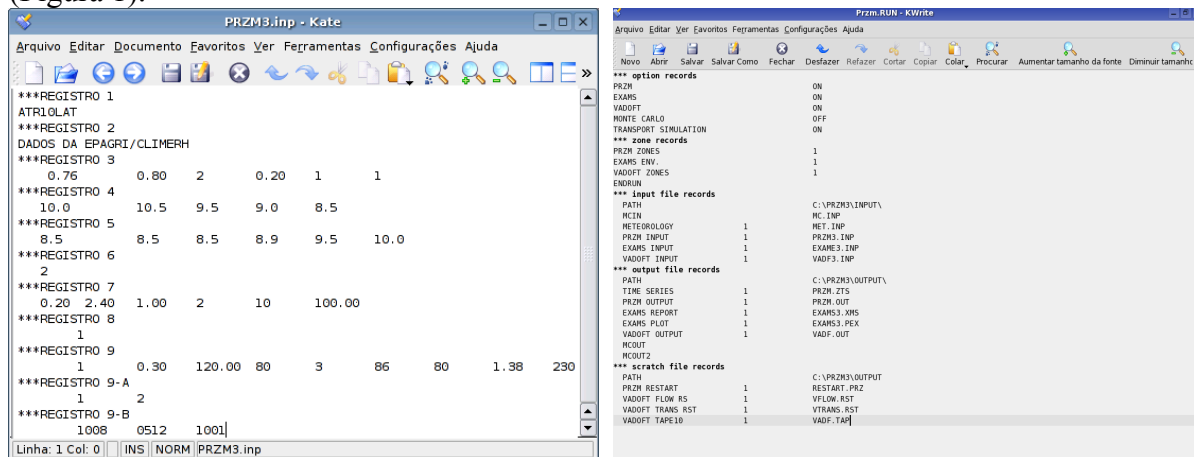


Figura 1 - Entrada de Dados (esquerda) e gerenciador .RUN (direita) do PRZM3 (Gebler, 2000).

O segundo arquivo, com a extensão [.RUN], contém as especificações necessárias para o gerenciamento da execução do PRZM3 conforme a Figura 1 (direita). O programa exige que tanto o arquivo .INP como o arquivo [.RUN] apresentem todos os registros necessários, com todas as informações completas e obedecendo ao posicionamento coluna versus linha, sob pena da não execução do programa. Atualmente, esses arquivos e dados devem ser introduzidos um a um manualmente, e, quando manuseados por pessoas que não tenham recebido um treinamento adequado, apresentam grande dificuldade de preenchimento e posterior compreensão, tornando o modelo complexo e afastando usuários potenciais.

O uso da modelagem matemática na agricultura no Brasil ficou restrito a órgãos de pesquisa ou universidades nos últimos anos. Um dos principais fatores que contribuíram para esta

restrição de uso é a apresentação da chamada “interface com o usuário”, onde são indicadas ao programa, as orientações, parâmetros e informações que deve seguir ou utilizar.

Em países em que o uso de tais simuladores é comum, o interfaceamento destes programas antigos com os novos padrões voltada ao objeto tem sido uma prática adotada e estimulada pelas instituições governamentais que criaram tais softwares, fornecidos via Internet, como *freewares* (USEPA, 2005). A aplicação do interfaceamento, também no Brasil, pode elevar o nível de uso destes programas e estimular sua adaptação ou criação em maior escala, servindo de apoio à agricultura ou gestão ambiental no meio rural.

Além da dificuldade de manuseio dos dados durante o preenchimento dos arquivos de entrada, outro problema é a desorganização na forma e na ordem de introdução dos dados no modelo, pois há casos em que há falta dos mesmos, impedindo a simulação. Ultimamente tem havido grande evolução na geração e armazenamento dos dados exigidos, possibilitando a criação de bancos de dados on-line centralizados, que seriam responsáveis também pelo abastecimento de informações em mídia (a pedido), destinados locais sem acesso à Internet. Surge daí, a proposta de adaptação e criação de interface que permita sanar tais dificuldades, permitindo a interação dinâmica com os diversos bancos de dados a serem disponibilizados.

Esta interface é responsável pelo gerenciamento dos dados cadastrados, tanto durante sua utilização pelo modelo quanto durante o preenchimento pelo usuário, permitindo também a inserção ou alteração dos dados do banco local. Este programa de interface/gerenciamento elabora o arquivo texto para a execução da simulação, com extensão [.INP] para a entrada de dados juntamente com outro de extensão [.RUN], para rodar o arquivo gerenciador do PRZM3. Este arquivo também é responsável pelo gerenciamento e interpretação do arquivo de saída do modelo, permitindo a interpretação individual e numérica dos resultados.

O PRZM3 foi construído de acordo com a realidade dos EUA, por isso, se fez necessária a criação de um Banco de Dados com informações da realidade local (brasileira), reunindo as variáveis de cada componente (banco de dados meteorológico, de agrotóxicos, de solos e de culturas) que precisam ser especificadas no arquivo de entrada do programa. Inicialmente foi efetuada uma ampla pesquisa bibliográfica, com a finalidade de obter o maior volume possível de informações necessárias à execução do modelo, provenientes de pesquisas brasileiras. A partir desta pesquisa realizada, modelou-se um banco inicial com constantes gerais sobre solo, agrotóxico e culturas, permitindo o funcionamento do modelo. As demais diretivas básicas para sua execução, como período da simulação, datas de aplicação do agrotóxico, tratamentos culturais, dentre outros, são fornecidas pelo usuário na interface, quando então o banco buscará e retornará o restante dos dados necessários para a complementação dos arquivos [.INP] e [.RUN]. Este arranjo facilita o uso do modelo, pois mesmo que não havendo conhecimento completo de todas as variáveis dos registros do PRZM3, um usuário médio só terá de dispor de informações locais e prontamente disponíveis para uma simulação minimamente efetiva, permitindo ao usuário uma idéia do que ocorre com os resíduos do produto aplicado, desconsiderando os aspectos quantitativos.

Outro fator relevante a respeito da criação do banco de dados on-line, é a possibilidade da contribuição ao mesmo, permitindo, por exemplo, adicionar novos agrotóxicos, solos e culturas ou alterar dados sobre cada atributo deste banco. Esta ação é orientada por um mediador, e permite a ampliação da base de dados e a abrangência de utilização do PRZM3, fornecendo ao usuário final sempre dados atualizados e íntegros, incrementando a acurácia e a robustez do modelo. O Banco de dados é formado por dados meteorológicos, dados de agrotóxicos, dados de solos, dados de culturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A utilização de interfaces gráficas é um dos principais fatores que proporcionaram a popularização do uso de sistemas computadorizados em geral. Interfaces são responsáveis

pela aproximação e interação homem/máquina, facilitando o acesso à tecnologia por parte de quem não possui um conhecimento técnico avançado.

Este software está sendo escrito na plataforma Java 2 Standart Edition (Horstmann & Cornell, 2001), e apresentará, além de outros componentes, caixas de diálogo onde o usuário deverá preencher as informações necessárias para que o software busque no banco de dados o restante das variáveis que complementem a informação, gerando o arquivo de entrada corretamente. Também há possibilidade do usuário deixar de utilizar o banco de dados e introduzir diretamente todas as variáveis necessárias a execução do modelo de forma direta. As imagens apresentadas na Figuras 2 demonstram a forma como estas caixas de diálogos são apresentadas ao usuário para o preenchimento das informações e uma tela que mostra como será apresentada a interação do usuário com o banco de dados.

Conforme o usuário preenche as caixas de diálogo, o software vai elaborando o arquivo de entrada [.INP], na forma de texto. Quando todas as informações necessárias estiverem preenchidas e o usuário acionar o botão “simular” do VisualPRZM v. Beta, automaticamente será executado o PRZM3 com aquele arquivo de entrada e será feita a simulação.

The figure displays four screenshots of the VisualPRZM software interface, arranged in a 2x2 grid. Each window has a title bar and standard Windows-style controls (minimize, maximize, close).
1. Top-left window: Titled 'Agrotóxico'. It contains fields for 'Período de Análise' (with 'Início' and 'Final' sub-fields), 'Número de Agrotóxicos (1-3)', 'Considerar Níveis Iniciais de Agrotóxico?' (with radio buttons for 'Sim' and 'Não'), and 'Nível Inicial do Agrotóxico (mg/kg)'. Below these is a section for 'Agrotóxico 1' with fields for 'Modo de aplicação' (dropdown), 'Nome do Agrotóxico' (dropdown), 'Número de aplicações', 'Dosagem (Kg/ha)', 'No. Aplic./Semana', and 'Final'.
2. Top-right window: Titled 'Cultura'. It includes fields for 'Número de culturas diferentes (1-5)', 'Condições Iniciais da superfície do solo no início da plantação' (dropdown), 'Área de plantação (ha)', 'Tipo de cultura' (dropdown), 'Plantio' (date field), 'Condições Iniciais de cobertura do solo após a colheita' (dropdown), 'Maturação' (date field), 'Fator de Manning' (text field), 'Colheita' (date field), 'Número de plantações', and 'Agrotóxico' (dropdown).
3. Bottom-left window: Titled 'Solo'. It features a 'Características' section with 'Tipo de Solo' (dropdown), 'Irrigação' (radio buttons for 'Não', 'Ano todo', 'Período da planta'), 'Biodegradação do Pesticida', and 'Ocorrência de erosão'. It also has 'Data inicial' and 'Data final' (date fields). Below is a 'Tipo de Irrigação' section with radio buttons for 'Inundação', 'Sulco', 'Aspersão', and 'Rega'. The 'Sulco' section includes fields for 'Vazão', 'Inclinação da parede', 'Largura', and 'Declividade'.
4. Bottom-right window: Titled 'Cadastro de Agrotóxico'. It contains fields for 'Nome do Agrotóxico', 'Coef. de difusão do Agrotóxico no ar', 'Constante da Lei de Henry', 'Entalpia de vaporização do Agrotóxico', 'Coef. de dispersão do pesticida', 'Coef. de partição solo/água. (K_{oc})', 'Solubilidade do pesticida em água (mg/L)', 'Considerar níveis iniciais de Agrotóxico?' (radio buttons for 'Sim' and 'Não'), 'Nível Inicial do Agrotóxico', and 'Profundidade de aplicação do Agrotóxico (cm)'. On the right side, there are five buttons: 'Novo', 'Abrir', 'Cadastrar', 'Cancelar', and 'Fechar'.

Figura 2 – Interfaces de entrada e manipulação do banco de dados VisualPRZM.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo a linguagem Fortran excelente quando se trata de simulações matemáticas para fins de engenharia, não se justifica o redesenho e a conversão do programa inicial para uma linguagem de nível elevado. Para tanto este trabalho de interfaceamento, criação e anexação de bancos de dados demonstra ser satisfatório e evita-se desperdício de esforços em algo que está funcionando com precisão surpreendente.

O projeto de criação do Visual PRZM está na primeira fase de aplicação, através de sua versão Beta, já possuindo suporte para geração do arquivo de entrada do PRZM3, utilização do banco de dados e fase de aplicação em simulações teóricas. Por ser uma versão Beta, algumas sub-rotinas presentes na versão original do PRZM3 foram bloqueadas. Estas serão liberadas, à medida que novas versões forem construídas e testadas. Depois de validada a integração final do Banco de Dados ao sistema, numa versão posterior, será implementada a

geração de relatórios gráficos dos resultados, apresentados pela simulação do modelo atualmente em arquivo texto, verificando-se a possibilidade de dispor o VisualPRZM v. Beta em uma interface Web.

Os testes de aplicação efetuados comprovam que a interface atinge o objetivo de abastecer o programa simulador com os dados necessários a sua execução. Em relação ao tempo de trabalho utilizado pelo usuário final, utilizou-se uma média de 168 minutos, para preparar 5 simulações teste com mudança nos dados de entrada (poucas repetições pela falta de dados reais), preenchendo-se completamente o arquivo de entrada a partir do zero, tendo-se em mãos todas as informações exigidas (pesquisa bibliográfica já feita). Aplicando-se a interface ao modelo, o mesmo processo demorou cerca de 22 minutos (na média de 5 simulações), com as mesmas informações das simulações anterior, porém já armazenadas no banco de dados vinculado ao software, validando também seu uso.

4. CONCLUSÃO

O uso da interface padrão WEB, construída em plataforma JAVA e complementado pelo banco de dados, permite melhor manuseio dos dados e informações necessárias para a aplicação do modelo matemático PRZM3, resultando num gasto de tempo 86% menor que na aplicação tradicional. Além disto, a forma visual da interface torna seu manuseio mais agradável e mais próximo dos programas tradicionais que abastecem um computador moderno, com a principal vantagem a economia de tempo para preparar o modelo para utilização ou alteração de dados durante as simulações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARORA, Pankaj A., TERNAN, Willian F. **An expert system to determine the probability of pesticide leaching**. Agricultural water management,[S.1] n. 25, p. 57-70, 1994.
- CARSEL, R.F., IMHOFF, P.R., HUMMEL, J.M., et al. **PRZM3, A model for predicting pesticide and nitrogen fate in the crop root and unsaturated soil zone: Users Manual for release 3**. Athens, USA: National exposure research laboratory office of research and development protection agency, 1998. 447 p.
- CARSEL, R.F., IMHOFF, P.R., HUMMEL, J.M., et al. **PRZM3, A model for predicting pesticide and nitrogen fate in the crop root and unsaturated soil zone; Users Manual for release 3.12.2**. Athens, USA: National exposure research laboratory office of research and development protection agency, 2005. 512 p.
- CETESB. Avaliação de risco toxicológico à saúde humana, **In: Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2. ed. São Paulo, SP: CETESB: GTZ, 2004. p.32.
- EXTOXNET, **Pesticide information profiles (PiPs)**, 2000. Online. Disponível na Internet. [Http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/ghindex.html](http://ace.orst.edu/info/extoxnet/pips/ghindex.html) . Acesso em 16 de maio de 2005.
- GEBLER, Luciano. **Aplicabilidade da rotina PRZM do modelo matemático PRZM3 em uma situação ambiental do oeste de Santa Catarina**. Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. p. 19-23, 26:29, 30, 35, 39-42, 43.
- HORSTMANN, Cay S., CORNELL, Gary. **Corejava – Volume I - Fundamentos**. São Paulo, Brasil: Makron Books, 2001. p. 557-574.
- USEPA. **Environmental Protection Agency**. <http://www.epa.gov/ceampubl/gwater/przm3/index.htm>. Acesso em 26 de outubro de 2005.