

Desenvolvimento de software para previsão do comportamento dos pesticidas no ambiente e seu impacto causado na fauna.

Adolfo Luís de CARVALHO¹; Vinícius Alves SILVA²; Gustavo Rabelo Botrel MIRANDA²;
Gustavo José da SILVA².

¹Estudante de Ciência da Computação, Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC) – FAPEMIG.

²Professor Orientador IF Sul de Minas – Campus Muzambinho.

RESUMO

O presente trabalho está sendo realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho por meio de uma colaboração entre os grupos de pesquisa de Ciência da Computação, de Engenharia Agrícola e de Meio Ambiente. O objetivo é desenvolver um software para simulação do impacto ambiental de um determinado pesticida, dado suas características químicas. Para fundamentar a metodologia utilizada foram selecionados alguns trabalhos existentes na literatura e definidos os processos e modelos matemáticos para previsão e análise de impacto ambiental. Tais modelos consideram inúmeras características, tanto do meio, quanto do próprio produto em questão. Mediante os trabalhos selecionados, foram definidos o escopo e os casos de uso a serem implementados no *software*. Com o resultado dos requisitos levantados foi criado um protótipo para formalizar as informações, processos e operacionalização do sistema. Posteriormente, os casos de uso foram detalhados em forma descritiva, destacando a algoritmização das regras de negócio, compostas principalmente pelos modelos matemáticos a serem implementados. O projeto encontra-se em fase de definição do modelo conceitual (diagrama de classes). Para a implementação será utilizada a linguagem de programação JAVA e banco de dados MySQL. Espera-se que o software criado venha a ser uma ferramenta de auxílio à avaliação do impacto de pesticidas no ambiente a partir de gráficos, diagramas e ilustrações resultantes das simulações.

Palavras-chave: impacto ambiental; sistema de computação; agrotóxicos, modelos matemáticos.

INTRODUÇÃO

Os pesticidas, além de cumprirem o papel de controlar as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso freqüente e incorreto desses produtos pode causar a contaminação dos solos, da atmosfera, das águas superficiais, das águas subterrâneas e dos alimentos, apresentando efeitos negativos em organismos terrestres, aquáticos e intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados (Miranda, 2009).

III Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - Campus Bambuí
III Jornada Científica
19 a 23 de Outubro de 2010

O uso dos pesticidas deve ser ponderado levando em consideração os efeitos que eles podem causar em pessoas que os manipulam nas fábricas e nos campos, nos consumidores de alimentos eventualmente contaminados com seus resíduos, na biota (microorganismos, aves, animais terrestres e aquáticos) e no meio ambiente (Gallo et al., 2002).

A possível contaminação do meio provém do mau uso destes no campo, como não obedecer ao período de carência ou intervalo de segurança entre a aplicação do produto e a colheita, o que poderá acarretar na contaminação dos compartimentos ambientais relativos aos locais de aplicação ou próximos a esta.

Outro fator de contaminação do meio está relacionado às características químicas dos pesticidas, que podem acumular no ambiente maiores índices de determinado composto, e, por isso, deve-se levar em conta os níveis de contaminação perfeitamente dentro dos limites máximos de resíduos (tolerância) estabelecidos pela legislação para minimizar este processo acumulativo (Miranda, 2009).

Desta forma, Finizio et al. (2001) propuseram cálculos para classificar o risco ambiental de pesticidas, pois, a capacidade que um determinado produto tem em causar impacto ambiental à biota nos diferentes compartimentos tem sido considerada uma abordagem preditiva prioritária. E ainda, a porcentagem desses produtos presentes nos compartimentos (água, solo, sedimento, ar) é calculada a partir do Nível I do modelo de fugacidade de Mackay et al. (1997).

Logo, o objetivo deste trabalho é desenvolver um software para prever o potencial de risco ambiental de um pesticida qualquer, analisando e modelando, a partir das características químicas do pesticida, a distribuição e concentração ambiental prevista para cada ambiente, bem como avaliar seu potencial de impacto na biota presente no ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Levantada a problemática dos efeitos indesejáveis dos defensivos agrícolas (como a contaminação dos ambientes e da biota) levando em consideração a composição química dos pesticidas, utilizou-se conceitos pré-definidos por Finizio et al. (2001) e Mackay et al. (1997) para o desenvolvimento de um software para cálculo e simulação da previsão do impacto ambiental de pesticidas.

No âmbito da computação, foram levantados os requisitos do software a ser desenvolvido com base nos trabalhos sobre a modelagem matemática de impacto ambiental de pesticidas existentes na literatura.

Tendo em vista a qualidade do software e a produtividade esperada, foram utilizadas técnicas da linguagem UML (*Unified Modeling Language* – Linguagem de Modelagem Unificada)

III Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - Campus Bambuí
III Jornada Científica
19 a 23 de Outubro de 2010

para a modelagem computacional e confecção de artefatos, como o diagrama de casos de uso. Após a definição dos casos de uso, aplicou-se a fase de descrição dos mesmos, seguindo o modelo definido por Paula Filho (2009). Em seguida, realizou-se a fase da prototipagem, cujo objetivo foi criar um modelo operacional para obtenção de uma descrição coerente para os casos de uso. Na descrição dos casos de uso, foram também levantadas e documentadas as regras de negócio, destacando a forma com que os processos matemáticos serão implementados para realizar a simulação do impacto ambiental do pesticida.

No âmbito da modelagem matemática dos métodos, utilizou-se os conhecimentos aplicados de Mackay et al. (1997) que estudou, a partir de conceitos de fugacidade (capacidade que uma determinada substância tem de escapar de um compartimento para outro), a tendência de um determinado pesticida se distribuir na natureza, ou seja, definiu um modelo que verifica a tendência do pesticida se distribuir em dadas percentagens para o solo, ar, água e sedimentos. Outro método utilizado foi o desenvolvido por Finizio et al. (2001) que utiliza, a partir dos conceitos definidos por Mackay et al. (1997), a capacidade que uma certa quantidade de pesticida presente no ambiente tem de causar impacto em um organismo bioindicador, como algas, peixes, microrganismos de solo, aves, mamíferos, dentre outros. A partir daí classifica-se o risco ambiental dos pesticidas e a capacidade que um determinado produto tem em causar impacto ambiental à biota nos diferentes compartimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Âmbito computacional

Como resultado da modelagem computacional realizada definiu-se: o diagrama de Casos de Uso (Figura 1), a descrição detalhada dos casos de uso levantados e a criação do protótipo do software.

Inicialmente o usuário realizará a parte de gestão dos pesticidas utilizados para previsão de impacto ambiental. Após o cadastro e a seleção do pesticida, o usuário poderá calcular o comportamento do mesmo no ambiente, baseado no modelo proposto por Mackay et al. (1997). Para esta etapa também é necessário informar os dados dos diversos compartimentos do ambiente. Esta operação fornecerá ao usuário gráficos, tabelas e diagramas que mostrarão a distribuição e a concentração do pesticida no meio.

Utilizando os resultados da distribuição do pesticida no ambiente, o usuário poderá solicitar o cálculo do impacto ambiental na fauna, conforme modelo proposto por Finizio et al. (2001). Tal operação fornecerá ao usuário valores, gráficos e tabelas que indicarão os maiores impactos em um determinado ambiente, a partir das distribuições e concentrações previstas.

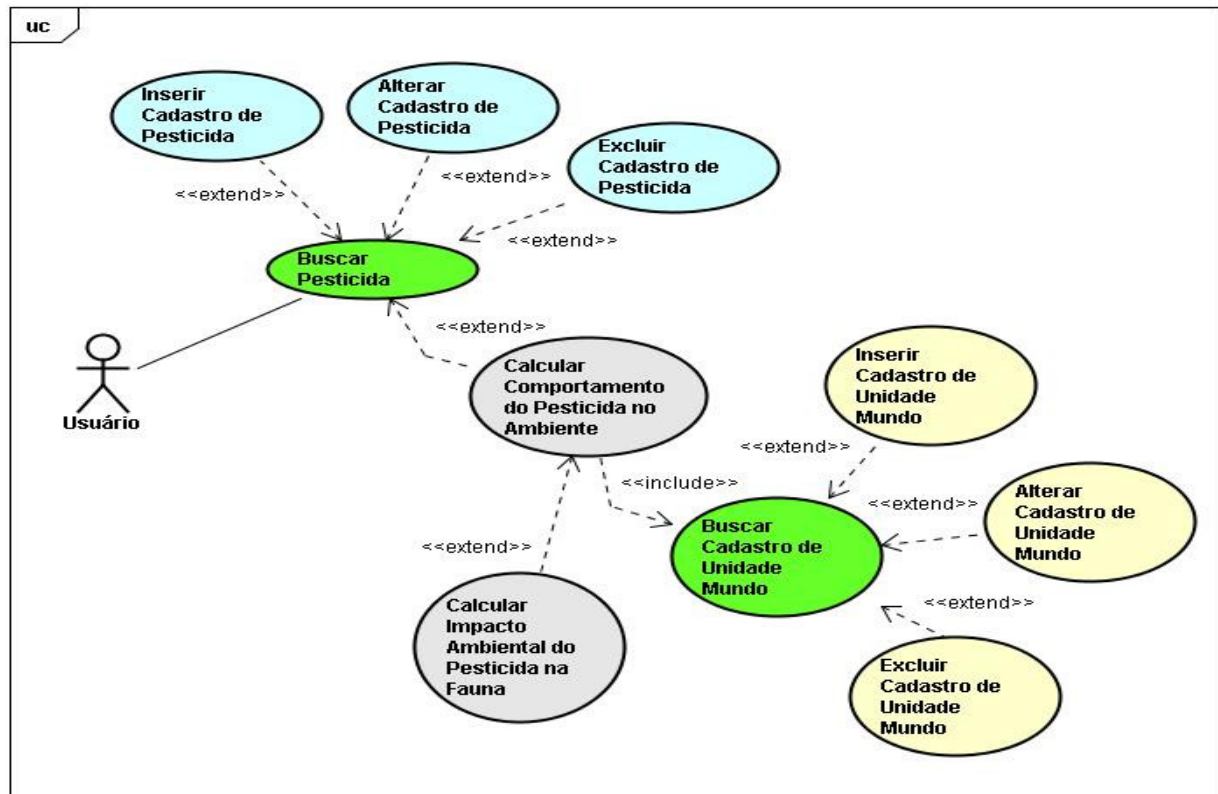


Fig. 1: Diagrama de Casos de Uso do Sistema.

Comercialização e difusão de tecnologia

No que diz respeito à comercialização e difusão dos resultados, como o projeto está em andamento, os resultados esperados vão compreender em difusão técnica da aplicação do software e, da mesma forma, a comercialização deste produto. Este poderá ser fornecido às entidades interessadas, sejam elas de origem privada ou governamental, nacional ou internacional, como uma ferramenta preditiva a respeito do potencial de impacto ambiental de qualquer pesticida.

Os produtos fitossanitários, após a aplicação, possuem comportamento ambiental complexo resultante de vários processos físicos, químicos e biológicos, que determinam o transporte e a sua transformação. Também a distribuição pelos diferentes compartimentos (solo, água, sedimento, biota, ar) pode conduzir a níveis de exposição aos quais as diferentes espécies não visadas poderão ficar expostas (Miranda, 2009).

Para se registrar um pesticida é necessário conhecer o produto entre vários pontos, dentre eles, a eficiência agrônômica, ou seja, eficiência no controle de pragas, doenças e plantas daninhas; os danos a saúde humana e os danos ao meio ambiente. Sendo que o próprio organismo humano pertence a um das biotas terrestres presentes ao ambiente.

III Semana de Ciência e Tecnologia IFMG - Campus Bambuí

III Jornada Científica

19 a 23 de Outubro de 2010

Neste caso, com o uso deste software, pessoas físicas e jurídicas poderão utiliza-lo para auxílio de registro prévio de um pesticida e avaliações de previsão de impacto ambiental dos pesticidas.

Ao concluir o trabalho, as informações continuadas a respeito do assunto estarão disponíveis no endereço eletrônico do IF Sul de Minas – Campus Muzambinho.

CONCLUSÕES

Diante dos problemas ambientais causados pelo mau uso de pesticidas no campo, o software a ser produzido será utilizado em diversos segmentos da sociedade, como técnicos operacionais das áreas de agronomia, informática e afins. Pesquisadores poderão utilizar deste recurso para auxiliar no desenvolvimento de trabalhos científicos das áreas de meio ambiente e de pesticidas.

Empresas multinacionais poderão economizar milhões de dólares no registro de pesticidas, ao prever seus potenciais negativos de distribuição e concentração ambiental, assim como a destruição biológica da vida no ambiente, a partir da análise comportamental definido pelas características químicas dos pesticidas aplicados no ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela parceria firmada com o IF Sul de Minas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FINÍZIO, A.; CALLIERA, M.; VIGHI, M. Rating systems for pesticide risk classification on different ecosystems. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, San Diego, v.49, 262-274, 2001.

GALLO D; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920 p.

MACKAY, D.; SHIU, W.; MA, K. **Illustrated handbook of physical-chemical properties and environmental fate for organic chemicals**. Vol. V Pesticide chemicals, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 1997, 812p.

MIRANDA, G.R.B.. **Distribuição de inseticidas em frutos do cafeeiro (*coffea arabica* l.) e eficiência no controle da broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei* F.)** 2009. 133f. Tese (Doutorado em Agricultura). Universidade Estadual Paulista – Faculdade Ciências Agrônômicas, Botucatu.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de Software Fundamentos, Métodos e Padrões**. 3ª ed. Belo Horizonte1: LTC editora, 2009. 1256p.