

ÍNDICE DE RISCO AMBIENTAL PARA PONTOS DE ABASTECIMENTO DE PULVERIZADORES DE AGROTÓXICOS (IRAp), UMA ADAPTAÇÃO DO ENVIRONMENTAL RISK INDEX (ERI) PARA A PRODUÇÃO INTEGRADA

GEBLER, L.¹

¹Engenheiro Agrônomo, MSc. Engenharia Ambiental, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho rodovia BR-285, Km 115, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000 Vacaria, RS, e-mail: lugebler@cnpuv.embrapa.br

Introdução

O significado de risco pode ser descrito como o produto entre Perigo X Exposição, que implica na possibilidade de que algo adverso possa ocorrer para alguém ou alguma coisa (ALISTER; KOOGAN, 2006). O processo de se avaliar riscos deve ser claramente ordenado, representando diferentes graus de refinamento, sempre buscando a melhor representação possível da realidade (SUTTER, 1996; U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY –EPA, 1998). Com a expansão e o barateamento da informatização vista nos dias atuais, computadores com processadores de alta performance se tornaram comuns, nas propriedades agrícolas brasileiras, viabilizando o trabalho com softwares de gestão, permitindo a introdução de indicadores de análise de risco ambiental como ferramentas de apoio.

Indicadores servem como orientadores de respostas a eventos, sem preocupação com a quantificação física do processo analisado, pois perdem em eficiência e precisão para modelos matemáticos numéricos (BILYARD et al., 1997). Mesmo com esta limitação, os indicadores demonstram ser um sistema eficaz e valioso, tanto pelo seu baixo custo operacional e razoável significância do resultado, classificando-os como ferramentas de avaliação preliminar de risco.

Para sistemas certificados, como a Produção Integrada, onde falta um pacote tecnológico que atenda a todos os casos em que serão avaliados os impactos ambientais, concorda-se que o uso de agrotóxicos está entre as atividades que apresentam grandes riscos envolvidos durante seu manejo, sendo o foco da análise do indicador ambiental descrito neste resumo.

O Índice de Risco Ambiental pontual (IRAp) é um indicador teórico baseado em um sistema similar, produzido por Alister e Kogan (Environmental Risk Index – ERI) (2006), e nos critérios ambientais exigidos liberação comercial de agrotóxicos no Brasil (IBAMA), e propõe reduzir a condição de incerteza sobre o grau de risco destes produtos em um local de alta

probabilidade de impacto ambiental, os pontos (rampas) de abastecimento de pulverizadores de agrotóxicos. Nestes locais se trabalha com grande variedade de produtos comerciais concentrados, algumas vezes, repetidamente durante uma sessão de aplicação, podendo afetar em diferentes graus os processos locais de atenuação natural ambiental e os seres humanos envolvidos. Este indicador permite uma idéia do nível de risco existente neste local, auxiliando na tomada de decisão sobre métodos de prevenção ou necessidade de mitigação.

Material e Métodos

No IRAP são adotados dados que refletem o pior cenário (maior lixiviação, menor K_{OC} , maior persistência, dentre outros), considerando este procedimento como margem de segurança, e por isto, mesmo existindo um limite com certo grau de impermeabilidade (piso), será considerado como solo sem impedimento. O índice original (ERI), previa a distribuição e análise dos parâmetros físico-químicos e ecotoxicológicos de agrotóxicos numa equação linear simples, a fim de avaliar qual dos produtos poderia apresentar maior risco ambiental em relação a outro onde, à medida que o resultado numérico final aumentasse, maior seria o risco.

$$ERI = (P + L + V + TP)D$$

P = Persistência no solo (meia vida); L = Lixiviação (LIX [5]); V = Volatilização (Pressão de vapor); D = Dose (quantidade aplicada de ingrediente ativo por ha); TP = Perfil toxicológico do agrotóxico (propriedades químicas e testes de campo), dado por:

$$TP = K_{OW} + Rfd + CL_{50} + AT$$

K_{OW} = Coeficiente de partição octanol-água do agrotóxico; Rfd = Dose de referência; CL_{50} = Dose letal dermal humana para 50% da população; AT = Parâmetros toxicológicos para animais de referência.

Os dados para a execução do modelo podem ser obtidos de publicações científicas ou banco de dados específicos (WAUCHOPE et al., 1991; GEBLER, 2007).

O IRAP foi criado para analisar a contaminação pontual, no momento do carregamento do pulverizador, e não a contaminação difusa, como o ERI. Além disso, Alister e Kogan (2006) efetuaram os cálculos baseados somente em herbicidas, não atendendo à variabilidade exigida pela PIM. No mesmo artigo foi demonstrado que o ERI pode sofrer adaptações ($ERI_{loading}$), sendo a equação no IRAP alterada nos seguintes pontos: a) o parâmetro AT foi eliminado ao se assumir

que a contaminação pontual será infinitamente maior que a difusa (a exemplo do $ERI_{loading}$); b) os limites do LIX para lixiviação foram recalculados estatisticamente, para o grupo dos produtos listados na grade de agrotóxicos da Produção Integrada de Maçãs (PIM), entre fungicidas, inseticidas, herbicidas e outras classes, numa variabilidade química esperada em um ponto de abastecimento de pulverizadores; c) o parâmetro D foi modificado para Índice de Dose Pontual (iDp), agregando-se ao parâmetro D, já normalizado, dois novos fatores (NC – número de cargas e CT – classe toxicológica). Isto permite ao modelo, acrescentar o potencial de risco de derrames, proporcionado pela repetibilidade da operação de carregamento do pulverizador sempre no mesmo local, potencializado pelo incremento de riscos resultantes da classe toxicológica do produto comercial concentrado sendo preparado. Isto resulta em:

$$iDp = D + (NCxe^{-CT})$$

Mantendo a equação na forma linear, estabeleceu-se a nova conformação:

$$IRAp = (P + L + V + TP)iDp \text{ e } TP = K_{OW} + Rfd + CL_{50}$$

Os fatores para cada agrotóxico são classificados como potencial baixo (1), médio (2), alto (3) ou muito alto (4), gerando no final da equação um número inteiro entre 4 e 64, que representa o nível de risco estimado, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tabela de classificação de parâmetros humanos, físico-químico e ecotoxicológicos, para aplicação no Índice de risco Ambiental pontual – IRAp.

| Tipo Nível de risco | P (dias) | L (LIX) | V (Pascal) | Rfd mg/kg p.v. | K _{ow} (adimen- sional) | D kg | CL ₅₀ (mg/kg p.v.) | TP | iDp | IRAp |
|---------------------------|-------------|--------------------|---|----------------------|--|------------------|-------------------------------------|------------|------------------|------------|
| 1 = Baixo | < 30 | 0 | <1,33 _{x10} ⁻³ | > 0,1 | < 1 | < 1,001 | > 4000 | 3 | < 1,001 | 4 a 8 |
| 2 = Médio | 30 a <60 | > 0 a 0,025 | 1,33 _{x10} ⁻³ a <1,33 _{x10} ⁻² | 0,1 a > 0,01 | 1 a <2 | 1,001 a 2 | 4000 a > 400 | > 3 a 6 | 1,001 a 2 | 9 a 24 |
| 3 = Alto | 60 a <90 | > 0,025 a 0,135 | 1,33 _{x10} ⁻² a 1,33 _{x10} ⁻¹ | 0,01 a 0,001 | 2 a <3 | 2,001 a 2,999 | 400 a 40 | > 6 a 9 | 2,001 a 2,999 | 25 a 48 |
| 4 = Muito alto | >90 | > 0,135 | >1,33 _{x10} ⁻¹ | < 0,001 | > 3 | > 2,999 | < 40 | > 9 | > 2,999 | > 48 |

A seguir, numa planilha de Excel, com banco de dados auxiliar, foi obtido o índice para cada agrotóxico, variando condições (mesmo produto, mesma dose, número de cargas diferentes; produto, dose e número de cargas iguais, classe toxicológicas diferentes, dentre outros).

Resultados e Discussão

O ERI e o IRAp foram comparados ao serem aplicados sobre os produtos listados na grade de agrotóxicos da PIM, que apresentavam o conjunto de dados necessário para a geração do índice. Individualmente, utilizando-se a mesma dose e número de cargas, o IRAp obteve níveis mais críticos em relação ao ERI quando os produtos apresentavam classe toxicológica de maior risco (1 ou 2), chegando a resultar em 2 níveis de diferença entre os resultados (sempre mais baixos no ERI). Isto era esperado, pois o novo índice reforça a noção do risco de manuseio nos pontos de carga, não só pela questão de possíveis casos de intoxicação ao operador, mas pela introdução de um indicador ligado à probabilidade da ocorrência de derrames acidentais de produtos comerciais concentrados numa área muito pequena, comparada ao risco representado pelo produto diluído, em concentração de campo. Com estes índices, o produtor pode decidir antecipadamente se aplica métodos de prevenção (barreiras físicas, químicas, redução da toxicidade dos produtos, redução do número de cargas, treinamento, dentre outros), ou tem a indicação do possível grau de mitigação posterior (se necessária). Além disto, foi avaliado a facilidade de uso e compreensão do modelo, e o seu uso em planilhas de cálculo (Excel®) e linguagens facilmente disponíveis (Visual Basic®), implementado no sistema beta do modelo.

Conclusão

O índice de Risco Ambiental pontual reproduziu os resultados esperados durante as simulações. Apresenta fácil manuseio em planilhas e clareza de resultado, através do índice numérico direto. É um modelo que pode ser adotado em situações em que não se exige elevado grau de precisão, servindo como ferramenta de screening para indicação de risco, suporte a treinamento de operadores e apoio à tomada de decisão por parte do gestor ambiental. Sugere-se que venha a ser utilizado como ferramenta de apoio ao sistema de gestão ambiental na Produção Integrada, devendo ser validada para cada sistema previamente.

Referências Bibliográficas

ALISTER, C.; KOOGAN, M. ERI: Environmental Risk Index. A simple proposal to select agrochemicals for agriculture use. **Crop Protection**, v. 25, p. 202-211, 2006.

BILYARD, G. R.; BECKERT, H.; BASCIETTO, J. J.; ABRAHAMS, C. W.; DYER, S. A.; HASELOW, L. A. **Using the data quality objectives process during the design and conduct of ecological risk assessment.** Washington, D. C.: U. S. Department of Energy, 1997. 124 p.

GEBLER, L. **Banco de Informações Ambientais e Toxicológicas dos agrotóxicos utilizados até a safra 2002/2003 na produção integrada de Maçãs no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/circt48.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2007.

SPADOTTO, C. A. Screening Method for Assessing Pesticide Leaching Potential. **Pesticidas**, Curitiba, v. 12, p. 69-78, 2002.

SUTTER, G. W. II. **Guide for developing conceptual models for ecological risk assessment.** Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory, 1996. 14 p.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Guidelines for ecological risk assessment.** Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 1998. 173 p.

WAUCHOPE, R. D.; BUTTLER, T. M.; HORNSBY, A. G.; AUGUSTIJN-BECKERS, P. W. M.; BURT, J. P.; The SCS/ARS/CES pesticide properties database for environmental decision-making. **Environmental Contamination Toxicology**, v. 123, p. 1-36, 1991.