

Especialista avalia os impactos ambientais causados pelo uso incorreto de agroquímicos

AGROQUÍMICOS

Ambiente em perigo



O desenvolvimento da química orgânica de síntese durante a Segunda Guerra Mundial e a consolidação do padrão tecnológico da agricultura chamada moderna tiveram importância fundamental no desenvolvimento da indústria mundial de agroquímicos. A descoberta das propriedades inseticidas do organoclorado DDT, em 1939, é tida como um marco de transição nas técnicas de controle fitossanitário das culturas agrícolas. A introdução de agroquímicos organossintéticos no Brasil teve início em 1943, quando chegaram as primeiras amostras do inseticida DDT.

O padrão agrícola estabelecido no

pós-guerra tem sua base tecnológica assentada no uso de agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos), mecanização, cultivares de alto potencial de rendimento e técnicas de irrigação, visando a elevação dos índices de produtividade. Existe, portanto, uma estreita relação entre a agricultura moderna intensiva e a utilização de agroquímicos. A partir da década de 1960, tal modelo agrícola foi difundido para as regiões do Terceiro Mundo, num processo conhecido como Revolução Verde.

No Brasil, a adoção dos termos defensivos agrícolas, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas e agroquímicos tem sido marcada por controvérsias há

anos. A legislação brasileira adotou e definiu o termo agroquímico (Lei 7.802/89 e Decreto 98.816/90). O termo agroquímico é utilizado neste trabalho englobando as diferentes categorias de uso: inseticidas/acaricidas, fungicidas, herbicidas e nematicidas.

Segundo dados da FAO, as perdas na produção agrícola mundial provocadas por problemas fitossanitários estão em torno de 35%. Os assim chamados agroquímicos, além de cumprirem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas invasoras, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso freqüente de agroquímicos oferece riscos como contami-

...amplitude espacial do impacto. A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos. Pode ocorrer que um certo impacto, embora de magnitude elevada, não seja importante quando comparado com outros, no contexto de uma dada avaliação de impacto ambiental.

Os impactos ambientais podem ser classificados qualitativamente segundo seis critérios: valor, ordem, espaço, tempo, dinâmica e plástica. Assim, o uso de agroquímico pode causar impactos diretos e indiretos; locais, regionais e/ou globais; imediatos, de médio ou longo prazo; temporários, cíclicos ou permanentes; reversíveis ou irreversíveis. Em áreas agrícolas, os impactos podem ainda ser de fonte difusa, causados pela contaminação proveniente da aplicação regular, ou pontual, quando ocorre descarga (acidental ou não) durante o transporte e manuseio dos agroquímicos. Os impactos podem ocorrer nos meios físico-químico (abiótico), biótico e sócio-econômico, portanto a avaliação de impactos ambientais dos agroquímicos deve contemplar, sempre que possível, os aspectos ecológicos, sociais e econômicos mantendo estreita relação com o conceito de sustentabilidade agrícola.

Os impactos, na dimensão ecológica, podem ser classificados segundo o compartimento afetado: solo, água, planta e atmosfera. No que diz respeito à classificação quantitativa dos impactos, é importante compreender que a mesma é feita para se ter uma visão da magnitude

do impacto, ou seja, do grau de alteração no valor de um atributo ambiental, em termos quantitativos. Além da qualificação dos impactos pela apresentação de informações exclusivamente numéricas, as avaliações de impactos ambientais podem apresentar informações que possibilitam a visão de magnitude. Assim sendo, esses impactos podem ser classificados em inexistente, desprezível, pequeno, médio, alto, muito alto.

Os impactos ambientais provocados pelo uso de agroquímicos podem ser intrínsecos e extrínsecos. Como exemplo de impacto intrínseco negativo pode ser citado o problema de residual prolongando no solo comprometendo a sucessão de culturas agrícolas. Quanto aos impactos extrínsecos, pode ser citada, como exemplo, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas usadas para abastecimento populações urbanas.

POTENCIAL DE IMPACTO AMBIENTAL

O potencial de impacto ambiental proveniente do uso de um agroquímico depende da sua toxicidade ao ser humano e da sua ecotoxicidade (a outros organismos), assim como, das suas concentrações atingidas nos diferentes compartimentos ambientais (solo, água, planta e atmosfera). As concentrações, por sua vez, dependem da carga contaminante e do comportamento e destino do agroquímico no meio ambiente.

Antes de se executar um plano de monitoramento e avaliação dos impactos ambientais de agroquímicos é necessário que sejam definidos os objetivos e

Claudio Sparotto



a abrangência e escala do trabalho que, já no seu início, deve ter os compartimentos ambientais mais expostos identificados e os atributos e indicadores estabelecidos.

Os objetivos do trabalho precisam ser claramente definidos. É de fundamental importância definir qual, ou quais os compartimentos ambientais ou recursos naturais de interesse, e alguns questionamentos são necessários como, por exemplo, se pretende-se estudar a contaminação de corpos d'água superficiais com respeito a potabilidade e/ou toxicidade a organismos aquáticos.

A abrangência, tanto geográfica como temporal, e as respectivas unidades básicas, precisam ser previamente definidas, assim como, a escala de trabalho. Outra necessidade é a definição da frequência de coleta de dados e/ou informação. Por exemplo, um monitoramento anual feito abrangendo toda uma grande bacia hidrográfica em escala 1:100.000 não terá o mesmo detalhamento de um trabalho de frequência mensal feito em uma microbacia em escala 1:10.000.

A identificação inicial dos compartimentos ambientais e dos locais naturalmente mais vulneráveis e mais expostos a contaminação pelo uso real ou potencial de cada agroquímico de interesse precisa ser feita. Para tanto, o levantamento das propriedades e condições do meio (solo, geologia, clima etc), assim como a estimativa da carga potencialmente con-

Embrapa



O descarte impróprio de embalagens favorece a contaminação ambiental



Embrapa

nômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais. Esta definição exclui o aspecto significância, já que considera como impacto ambiental "qualquer alteração...", independente de ser ou não significativa.

Avaliação de impactos ambientais é um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas. Esta definição evidencia que a avaliação de impactos ambientais subsidia o processo de tomada de decisão, já que se atém às ações propostas – políticas, planos, programas, novas tecnologias. No entanto, não contempla o que é o desafio dos técnicos sobre o assunto, ou seja, a avaliação de impactos ambientais de ações repetitivas ou contínuas, já em transcurso, como as atividades da agricultura.

Assim, a avaliação de impactos ambientais pode ocorrer em dois momentos – antes da ação potencialmente impactante – avaliação "ex-ante", e depois dela – "ex-post". A avaliação "ex-ante" de impactos ambientais de agroquímicos é feita quando do processo de registro de um novo produto, enquanto a avaliação "ex-post" pode ser feita depois da liberação do seu uso.

Os métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas sobre os impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio am-

biente. A avaliação de impactos ambientais não deve ser considerada apenas como uma técnica, mas como uma dimensão política de gerenciamento, educação da sociedade e coordenação de ações impactantes.

Por vezes temos contato com os termos análise de risco e periculosidade ambiental. Existem controvérsias quanto ao significado desses termos. Na análise de risco o princípio básico consiste em estimar a provável concentração ambiental, por exemplo de um agroquímico, e compará-la com a concentração que não causa efeitos adversos aos organismos vivos. Quanto à classificação de periculosidade ambiental, o seu princípio consiste em definir índices qualitativos ou quantitativos que possibilitam estimar e comparar o potencial relativo, por exemplo, de vários agroquímicos, em produzir impactos. Normalmente, essa classificação considera fatores como toxicidade, bioacumulação, mobilidade, persistência, dentre outros. Os testes ecotoxicológicos são fundamentais para a definição da periculosidade ambiental, porém a avaliação de impactos ambiental não se restringe a eles.

Magnitude e importância constituem os atributos principais dos impactos ambientais, uma vez que informam sobre a significância dos mesmos. A magnitude é a grandeza de um impacto em termos absolutos, podendo ser definida como a medida de alteração no valor de um indicador (fator ou parâmetro) ambiental, em termos quantitativos ou qualitativos. Para o cálculo da magnitude deve ser considerado o grau de intensidade, a periculosidade, a amplitude temporal e a...

nação dos solos agrícolas, águas superficiais, águas subterrâneas, alimentos e intoxicação de trabalhadores rurais.

CLASSIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Um ponto de estrangulamento nos estudos sobre monitoramento e avaliação de impactos ambientais é a falta de nivelamento conceitual. Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e eco-

Claudio Spadotto



A contaminação da água por agroquímicos é um grande problema a ser resolvido



O uso incorreto de agroquímicos pode trazer sérios danos ambientais

taminante, e o conhecimento de suas propriedades físico-químicas, ambientais, toxicológicas e ecotoxicológicas são fundamentais.

Também logo no início do trabalho de monitoramento é imprescindível que os

atributos e indicadores ambientais de alteração e de impacto sejam conhecidos para que a avaliação seja possível. Por exemplo, os resultados analíticos de um monitoramento de resíduos de agroquímicos em um copo d'água podem não dar uma idéia de sua significância sem os indicadores de impacto ambiental.

USO DE HERBICIDAS NO BRASIL

O consumo de herbicidas no Brasil foi de cerca de 174 mil toneladas de produtos formulados (comerciais) em 2000. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), representa mais de 81 mil toneladas. O consumo desses produtos difere nas várias regiões do país, onde se misturam atividades agrícolas intensivas e tradicionais, estas últimas que não incorporaram o uso intensivo de produtos químicos.

Os herbicidas têm sido mais usados nas regiões Sul (38,9% em 2000), Centro-Oeste (29,9%) e Sudeste (22,8% em 2000). O consumo de herbicidas na região Norte é, comparativamente, muito pequeno (2,0%), enquanto na região Nordeste (6,3%) o uso está principalmente concentrado nas áreas de agricultura irrigada e de cana-de-açúcar. O consumo desses produtos na região Centro-Oeste aumentou nas décadas de 70 e 80 devido à ocupação dos Cerrados e continua crescendo pelo aumento da

área plantada de soja e algodão naquela região. Destacam-se quanto à utilização de herbicidas os Estados: Paraná (18,5%), Rio Grande do Sul (16,8), São Paulo (14,1%), Mato Grosso (12,7%), Goiás (10,1%) Minas Gerais (7,4%), e Mato Grosso do Sul (7,0%). Quanto ao consumo de herbicidas por unidade de área cultivada, a média geral no Brasil foi de 3,8 kg p.c./ha, em 2000. Em termos de quantidade total de ingredientes-ativos, as culturas agrícolas brasileiras nas quais mais se utiliza herbicidas são: soja, milho, cana-de-açúcar, café e arroz irrigado.

Pela elevada quantidade total desses produtos usados, algumas culturas merecem atenção por ocuparem extensas áreas no Brasil, como é o caso da soja, do milho e da cana-de-açúcar que foram cultivadas, respectivamente, em 13,6; 11,6 e 4,9 milhões de hectares em 2000. Essas culturas apresentam-se como fontes potenciais de contaminação pelo uso de herbicidas com uma grande amplitude espacial.

Visando utilizar o receituário agrônomo como fonte básica de informação sobre o uso de herbicidas, a Embrapa e o Crea-SP estabeleceram um convênio em 1993, que resultou em uma base de dados. Hoje essa base permite essencialmente a emissão de relatórios sobre totais de produtos utilizados por municí- ...

GENÉRICO

A MESMA QUALIDADE

**DEFENSIVOS AGRÍCOLAS
GENÉRICOS.
EFICAZES E ECONÔMICOS.**

Associação das Empresas Nacionais de Defensivos Agrícolas

Av. Dr. Vieira de Carvalho, 172 - 3º andar - Cj. 306
CEP 01210-010 - São Paulo SP
Tel/Fax: (0xx11)222-4446 - www.aenda.org.br
e-mail: aenda@sti.com.br

Consumo de agroquímicos em algumas culturas agrícolas no Brasil, em quantidade de ingredientes-ativos, 2000.

	Quantidade (toneladas)	Participação (%)
Soja	32.625	39,8
Milho	19.231	23,5
Cana-de-Açúcar	10.597	12,9
Café	3.579	4,4
Arroz Irrigado	3.061	3,7
Algodão	2.834	3,5
Plantagem	2.811	3,4
Citros	1.449	1,8
Trigo	1.396	1,7
Feijão	994	1,2
Total	81.862	

Fonte: SINDAG.

...pios e por culturas agrícolas no Estado de São Paulo. Além disso, a Embrapa, através de seus projetos, vem realizando levantamentos do uso de herbicidas nas diferentes regiões brasileiras em nível local (propriedade, microbacia etc.). Outras iniciativas vêm sendo tomadas no sentido de caracterizar o uso de herbicidas como, por exemplo, pela Embrapa Pantanal na Bacia do Alto Taquari, Mato Grosso de Sul, e pelo IBGE em uma região do Estado do Paraná e nos municípios de Teresópolis e Paty de Alferes, Rio de Janeiro.

COMPORTAMENTO E DESTINO AMBIENTAL

Depois da aplicação de um agroquímico, vários processos físicos, químicos,

físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento. O destino de agroquímicos no ambiente é governado por processos de retenção (adsorção, absorção), de transformação (decomposição, degradação) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação, escoamento superficial), e por interações desses processos. Além da variedade de processos envolvidos na determinação do destino ambiental de agroquímicos, diferenças nas estruturas e propriedades das substâncias químicas, e nas características e condições ambientais, podem afetar esses processos. Condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos no solo, presença ou ausência de plantas, localização do solo na topo-

grafia, e práticas de manejo dos solos podem também afetar o destino de agroquímicos no ambiente. Além disso, a taxa e a quantidade de água movendo na superfície e através do perfil do solo têm um grande impacto no movimento do produto.

Um entendimento dos processos de retenção, transformação e transporte de agroquímicos no ambiente, particularmente em condições brasileiras, é essencial para direcionar trabalhos de monitoramento e avaliação de impactos ambientais (avaliação "ex-post"), nos quais é imprescindível que os atributos e indicadores ambientais de alteração e de impacto sejam conhecidos para que a ava-

Consumo de agroquímicos por unidade de área em algumas culturas agrícolas no Brasil, em quantidade de ingredientes-ativos, 2000.

	Quantidade (kg/ha)
Algodão	3,5
Soja	2,4
Cana-de-Açúcar	2,2
Citros	1,7
Café	1,6
Geral	1,8

Fontes dos dados básicos: SINDAG e IBGE.

liação seja possível.

A variedade de agroquímicos usados representa muitas, diferentes classes de substâncias químicas orgânicas. Os tipos de interações desses compostos com diferentes componentes do ambiente são enormes. Considerando os processos de transporte entre compartimentos ambientais, com os quais os agroquímicos estão relacionados depois de aplicados em áreas agrícolas, a lixiviação e o escoamento superficial merecem destaque. O escoamento superficial favorece a contaminação das águas superficiais, com o produto químico sendo carregado e absorvido às partículas do solo erodido ou em solução. A lixiviação dos agroquímicos através do solo tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas e, neste caso, as substâncias químicas são carregadas em solução juntamente com a água que alimenta os aquíferos. A permanência dos agroquímicos no solo agrícola é inversamente dependente da taxa de ocorrência dos processos de transporte.

Vários métodos têm sido desenvolvidos para o estudo e a previsão do com-

Embrapa



portamento e destino ambiental de agroquímicos, e particularmente de herbicidas, que vão desde o uso de parâmetros pré-estabelecidos até modelos matemáticos. O uso de parâmetros, índices e modelos orientam tanto os trabalhos a campo como as análises laboratoriais. Parâmetros são valores para propriedades físico-químicas e de comportamento ambiental, tais como, solubilidade em água, pressão de vapor, coeficientes de distribuição entre compartimentos e tempo de meia-vida de degradação ou dissipação. O uso de índices tem sido também muito difundido para se estimar, por exemplo, o potencial de perdas de agroquímicos por lixiviação e por escoamento superficial.

Modelos matemáticos para monitoramento são modelos funcionais que incorporam tratamento simplificado do fluxo de água e do transporte de solutos. Um modelo é uma representação de um sistema real que leva em consideração um ou vários processos. Um modelo matemático tem algum nível de simplificação e abstração, e o uso de modelos em trabalhos de monitoramento tem muitos passos. Inicialmente o propósito do monitoramento condicionará o uso de modelos e é necessário explicitamente definir o problema e os objetivos, assim como as escalas espacial e temporal. A informação requerida tem que ser especificada, e um levantamento inicial de modelos existentes é fortemente recomendado. Se nenhum modelo existente é adequado para o propósito do monitoramento, um trabalho de modelagem tem que ser conduzido.

Há uma variedade de diferentes modelos para pesticidas. Por exemplo, CML

Padrões de potabilidade de água para consumo humano para alguns agroquímicos.

Valor Máximo Permitido ($\mu\text{g/L}$)

Atrazina	2
2,4-D	30
Endosulfan	20
Glifosato	500
Permetrina	20
Trifluralina	20

Valor máximo permitido para cada agrotóxico segundo a Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde.

AMS é um modelo geral e flexível para avaliar efeitos relativos de práticas de manejo sobre qualidade de água. O modelo GLEAMS avalia efeitos de sistemas de manejo agrícola sobre o movimento de

compostos químicos na e através da zona de raiz do solo. A finalidade do modelo OPUS é estudar efeitos de condições meteorológicas e práticas de manejo no movimento de água e contaminantes em pequenas bacias hidrográficas. PRZM é um modelo dinâmico para simular movimento de compostos químicos na zona vadosa do solo. O modelo LEACHM simula transporte e destino de substâncias químicas em condições de campo, assim como em colunas de laboratório, que tem uma sub-rotina (LEACHP) que estima o transporte de pesticidas. CMLS é um modelo que estima o movimento de compostos químicos em resposta à percolação da água no solo, e também estima a degradação e a quantidade remanescente no perfil do solo.

INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Depois que os compartimentos ambientais de interesse e seus atributos fo...

Tratamento de Sementes

Revestimento protetor e adesivo para sementes.

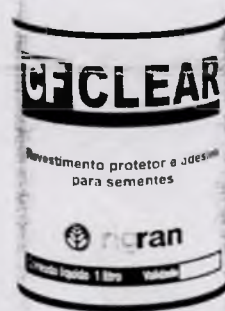
A resina **CF Clear** dá o efetivo controle e proteção para as sementes, com significativos resultados no índice de germinação.

CF Clear é específico para revestir sementes de grãos, como soja, feijão, milho, algodão, trigo e outras.

CF Clear garante a fixação dos fungicidas, inseticidas e a eliminação de pó no manuseio e a conservação da película das sementes.

No próximo tratamento, garanta a eficiência dos produtos utilizados, pela fixação com **CF Clear**.

Conheça também **TRILHA** e **ZERO ESPUMA**, garantindo um bom preparo e semeadura.



Marcas registradas



ran

fone 51 3341 3225
www.rigran.com.br
rigran@rigran.com.br

Padrões de potabilidade de água para consumo humano para alguns herbicidas.

Valor Máximo Permitido ($\mu\text{g/L}$)

Alador	20
Atrazina	2
Bentazona	300
2,4-D	30
Glifosato	500
Metoladaro	10
Molinato	6
Pendimetalina	20
Propanil	20
Simazina	2
Trifluralina	20

Avaliação - Monitoramento - Avaliação de Impacto Ambiental

Avaliação
"ex-ante"

Avaliação
"ex-post"

Monitoramento

...rem conhecidos, é necessária a definição dos indicadores de alterações e de impactos ambientais. Por exemplo, se a água superficial é escolhida como o compartimento de estudo e a ocorrência de agroquímicos como seu atributo, os níveis desse produto na água podem ser considerados como indicadores de alteração e de impacto.

Para distinguir entre indicadores de alteração e indicadores de impacto é necessário se estabelecer padrões ou limites para cada agroquímico em cada compartimento ambiental segundo o objetivo do monitoramento e baseados em dados toxicológicos e/ou ecotoxicológicos. Assim, por exemplo, se o interesse é monitorar a potabilidade de água para

consumo humano, o indicador de impacto pode ser o valor máximo permitido para cada agroquímico segundo o Ministério da Saúde.

Por outro lado, se o interesse é monitorar a qualidade da água para organismos aquáticos pode-se usar padrões químicos para esse fim como os propostos pela FWR Foundation (UK), que propôs, por exemplo, valores de 0,1 e 1,0 mg/L como padrões provisórios para trifluralin com respeito à toxicidade crônica e aguda, respectivamente. O padrão provisório de qualidade ambiental (PpQA) de cada agrotóxico é proposto

baseado na aplicação de um fator de segurança à concentração de não-efeito para

uma espécie aquática sensível com dados ecotoxicológicos disponíveis para aquela substância química. O fator de segurança é arbitrário e leva em consideração a possível maior sensibilidade de outros organismos aquáticos.

Os valores de PpQA podem ser expressos como concentrações médias anuais, baseadas em dados de toxicidade crônica, e como concentrações máximas para proteger contra eventos de pico de concentração, baseadas em dados de toxicidade aguda. Dados ambientais ainda insuficientes estão disponíveis para confirmar os padrões provisórios apresentados, e os limites analíticos de detecção que podem ser atualmente atingidos são inadequados para monitorar alguns agrotóxicos.

Indicadores biológicos também podem ser usados em trabalhos de monitoramento e avaliação de impacto ambiental de agroquímicos. Assim, por exemplo, organismos aquáticos como crustáceos e peixes podem ser selecionados como bio-indicadores de alteração e de impacto, e suas populações podem ser monitoradas a campo. No entanto, cuidado especial deve ser tomado pois mudanças nas populações desses organismos podem ser causadas por outros contaminantes e por diversos fatores ambientais como temperatura e pH da água, disponibilidade de alimento e outros. Na prática a combinação de indicadores químicos e biológicos é sempre recomendável em programas de monitoramento e avaliação e na formação de um sistema de informação de impactos ambientais de herbicidas e demais agroquímicos.

