

7

Avaliação da Saúde de Agricultores e Estabelecimento de Bioindicadores

Vera Lúcia S. S. de Castro

Resumo	231
Summary	232
Introdução	233
Bioindicadores	234
Avaliação dos indicadores em agricultores da Microbacia do Córrego Taquara Branca (MCTB), Sumaré, SP	236
Estudo de bioindicadores em laboratório	245
Referências	247

Resumo

O presente trabalho trata da avaliação de risco à exposição humana ao uso de agrotóxicos e do estabelecimento de bioindicadores relativos à saúde humana. Nesse sentido, foi utilizada uma metodologia de avaliação de risco que emprega indicadores clínicos como parâmetros da exposição de agricultores durante a aplicação de agrotóxicos na área agrícola do Assentamento I de Sumaré, SP. A metodologia constou de quatro etapas: diagnóstico da situação da saúde dos agricultores e familiares, métodos de aplicação de agrotóxicos e identificação dos princípios ativos, avaliação de parâmetros clínicos como bioindicadores, e a discussão conjunta com os agricultores e seus familiares a respeito da necessidade de ações preventivas. A metodologia empregada mostrou-se promissora. Metodologias para o estabelecimento de indicadores por meio de testes em animais de laboratório são também discutidas.

Summary

The present chapter concerns the evaluation of a step-by-step model which uses bioindicators as parameters of the farmers' exposure to agrochemicals contained in insecticides and pesticides during their use in agriculture, based on the establishment of bioindicators, and aims to subsidize sustainability-seeking production systems. In Brazil, available information on agrochemical exposure is still deficient in many ways and more adequate studies on Brazilian reality are necessary. The Rural Settlement I in Sumaré, São Paulo, Brazil was studied, this area is composed of 26 farming families, which basically produce vegetables, chiefly tomato crops. The model was applied in four consecutive phases, including (i) the diagnosis of the health situation of the inhabitants of the area, (ii) their methods of handling the agrochemicals and the most commonly used active ingredients, (iii) the evaluation of clinical parameters as bioindicators and (iv) group discussion with the farmers and members of their families regarding the development actions in the above mentioned area. The model adopted seems to be promising for the early health evaluation of the family segment of the agricultural population, does not incur excessive costs, and resulted in a significant change in the collective awareness of the community. Methods for bioindicators evaluation using laboratory animals are also discussed.

Introdução

A avaliação de impacto ambiental é o processo de identificação das conseqüências das ações humanas no ambiente. Esta avaliação considera o ambiente como um conjunto de condições e processos físicos, químicos, biológicos e sociais que envolvem os seres vivos.

A crescente utilização de produtos químicos em geral e de agrotóxicos em particular, introduziu o conceito de análise de risco na avaliação de impacto ambiental. O risco refere-se à probabilidade de um organismo ou uma determinada população sofrer um dano.

A análise de risco permite identificar a probabilidade de que órgãos ou sistemas possam ser afetados, conduzindo-os a enfermidade e desequilíbrio. Estabelece também as condições de exposição e dose ao xenobiótico que levam ao dano e/ou enfermidade. Tal avaliação envolve a determinação dos efeitos da exposição de espécies sensíveis ao produto avaliado e a projeção desses efeitos.

A avaliação de risco consiste basicamente de quatro fases: 1) identificação do risco - consiste na caracterização do agente, e a sua dispersão ambiental; 2) análise dose-resposta - relação entre a dose/quantidade do agente e a resposta biológica a partir de testes toxicológicos e epidemiológicos; 3) avaliação da exposição - análise da magnitude e da duração da exposição ao agente e das diferentes rotas de ingresso no organismo; 4) caracterização do risco e seu gerenciamento - baseia-se em modelos matemáticos que combinam a exposição em seres humanos com dados de animais de laboratório (agudos, subcrônicos e crônicos, por diferentes vias de exposição). Estas fases permitem o estudo comparativo entre os agentes de risco, diferentes populações e diversos tempos de exposição). E, finalmente, pode-se concluir a avaliação por meio da análise das conseqüências sociais, econômicas, políticas e na saúde pública.

A análise do risco de contaminação de populações expostas envolve o conhecimento das fontes de emissão, do transporte e acúmulo no ambiente, das rotas de ingresso no organismo, das doses potenciais e internas, da biodisponibilidade, da dose biologicamente efetiva e dos efeitos na saúde.

Contudo, há que se ressaltar que, devido à complexidade, interações e variabilidade dos ecossistemas e seus organismos, é difícil prever riscos, mesmo com base em respostas biológicas. Uma mesma perturbação pode levar a diferentes respostas, dependendo das variações das condições ambientais.

Bioindicadores

A avaliação direta da exposição humana aos agrotóxicos nem sempre é possível, sendo geralmente apoiada no relato de casos acidentais, embora nesses casos nem sempre também seja possível precisar a natureza e a duração da exposição. Essas dificuldades são geralmente superadas pelo uso de cobaias, onde a avaliação dos efeitos nocivos para o ser humano é feita pela extrapolação interespécies, baseada em modelos farmacocinéticos e fisiológicos de comparação.

Os bioindicadores devem possibilitar uma análise dos efeitos de estressores ambientais, envolvendo respostas biológicas em uma escala temporal que evidencie alterações sutis e que poderão ser utilizadas como alerta inicial do efeito prejudicial, além de trazer informações quanto ao seu mecanismo de ação. Geralmente são utilizados dois tipos de bioindicadores: indicadores de dose interna - quantificam a substância e/ou seus metabólitos no organismo; e os de efeito - avaliam os efeitos biológicos precoces (alterações funcionais celulares reversíveis ou não) capazes de evidenciar as alterações que se instalam no órgão-alvo.

A busca de bioindicadores da exposição de organismos não-alvos aos agrotóxicos para a detecção precoce de possíveis danos à saúde humana tem se intensificado. Atualmente as alterações bioquímicas e celulares, possíveis indicadores da exposição, estão entre os eventos biológicos mais pesquisados frente ao largo uso de produtos com potencial genotóxico (câncer e malformações) e mutagênico. Contudo, apesar da busca por técnicas mais sensíveis para a geração desses indicadores, muitos dos agrotóxicos utilizados em nossa agricultura ainda não possuem indicadores de exposição claramente definidos.

Os efeitos tóxicos da exposição aos xenobióticos dependem de vários fatores, como características químicas do produto, frequência e dose de exposição, características físicas e genéticas da população exposta, bem como seus hábitos alimentares. O aparecimento de câncer em vários órgãos, como também alterações citogenéticas em células somáticas, têm sido associados à exposição a agrotóxicos, particularmente a ocupacional. Além da carcinogênese, o uso persistente de agrotóxicos pode também levar à intoxicações crônicas e ao aparecimento de teratogênese. A utilização concomitante de uma vasta gama de agrotóxicos, a diversidade de culturas, de equipamentos e de tecnologias de aplicação dificulta a extrapolação dos dados de uma população para outra (Pasquini et al., 1996; Lander e Ronne, 1995).

A exposição humana aos agrotóxicos, através de exposição ambiental ou ocupacional, raramente se limita a um único princípio ativo, sendo que patologias decorrentes de exposições frequentes, inclusive em pequenas doses, vêm sendo identificadas. Entre as mais comuns estão as polineurites do sistema nervoso periférico (Eyer, 1995; Steenland et al., 1994; Alonso, 1983; Johnson, 1975), irritações tóxicas nas mucosas e na pele (O'Malley, 1997), distúrbios oftalmológicos, endocrinopatias e distúrbios do aparelho reprodutivo (Trapé, 1995).

As possíveis conseqüências à exposição humana a uma variedade de agentes químicos e físicos que podem ocasionar mutações ou deleções genéticas são atualmente linhas de pesquisa promissoras. A grande dificuldade, no entanto, está no estabelecimento das relações de causa e efeito entre exposição e resposta biológica a uma complexa mistura de poluentes.

A interação de princípios ativos presentes em diferentes agrotóxicos pode resultar em danos à saúde por possuírem alvos celulares comuns (Rashatwar e Matsumura, 1985), ou vias metabólicas comuns (Ortiz et al., 1995). As interações toxicocinéticas são decorrentes da alteração de absorção, distribuição ou eliminação de xenobióticos, enquanto que as interações toxicodinâmicas ocorrem nos receptores ou de estruturas intimamente associadas a eles. As interações que ocorrem no âmbito enzimático acarretam aumento ou diminuição da velocidade de

biotransformação de uma ou mais substâncias às quais o organismo estiver exposto concomitantemente. Há relatos de que alguns organofosfatos inibem o metabolismo de piretróides pelo decréscimo na atividade das esterases envolvidas em sua via metabólica (WHO, 1990).

Apesar da importância do tema e da existência de uma enorme variedade de testes, há, ainda, uma grande lacuna de conhecimento a ser preenchida no tocante ao desenvolvimento de técnicas que permitam caracterizar os danos causados por diversos agentes químicos frente ao elevado número de substâncias atualmente em uso. Tais testes, além de sua aplicação na identificação de substâncias potencialmente genotóxicas, também têm aplicação no desenvolvimento de agentes químicos não-mutagênicos e no monitoramento de populações humanas contaminadas (ou supostamente contaminadas), por meio da análise de seus fluidos corporais.

Avaliação dos indicadores em agricultores da Microbacia do Córrego Taquara Branca (MCTB), Sumaré, SP

Os agrotóxicos selecionados para o presente estudo são amplamente utilizados na MCTB e muitas vezes aplicados em conjunto. A ausência de informações precisas dificultaram a escolha de indicadores específicos baseados em princípios ativos e metabólitos a serem testados. Os custos envolvidos na quantificação de substâncias absorvidas pelos agricultores pelos métodos convencionais são elevados, particularmente devido à falta do histórico de aplicações efetuadas, fato que demanda a pesquisa de uma grande quantidade de substâncias nas amostras. Essas lacunas de informações prejudicam a análise dos resultados porque impossibilitam o estabelecimento de uma correlação entre o tempo decorrido da exposição com as substâncias detectadas.

Diante desse quadro, e das conseqüentes restrições ao emprego de métodos convencionais, optou-se por um método alternativo baseado no aparecimento de sintomas relatados pelos componentes da amostra.

A metodologia empregada buscou detectar problemas de saúde, sem custos excessivos, relacionados à exposição ocupacional, sem lançar mão de métodos invasivos, ou situações extremamente controladas e particulares, que, muitas vezes, não representam a realidade agrícola de agricultores familiares brasileiros. Entretanto, apesar de ser de fácil implementação, requer um tempo maior de acompanhamento da saúde da população para que possa haver relevância estatística do estudo.

O estudo combinou o uso de parâmetros clínicos e entrevistas com agricultores e seus familiares, buscando-se determinar os efeitos de estressores ambientais sobre a saúde, envolvendo respostas biológicas em uma escala temporal que evidenciem alterações sutis e que possam ser utilizadas como alerta inicial do efeito prejudicial. O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas principais, realizadas de modo seqüencial, para a identificação dos problemas e planejamento das ações implementadas.

Observações iniciais dos sistemas de produção predominantes na área indicavam a possibilidade da existência de problemas de saúde relacionados ao uso de agrotóxicos na MCTB. Na microbacia foram selecionados os agricultores do Assentamento I devido à característica de produção familiar e a sua receptividade para a realização do estudo.

Em busca da confirmação dessas impressões iniciais, procurou-se, na primeira etapa, conversar informalmente com as lideranças e chefes das famílias de agricultores da área estudada, de modo a subsidiar a elaboração do perfil da comunidade. Este foi realizado a partir de um reconhecimento mais detalhado da área, que contou com o Diagnóstico Rural Rápido (DRR) sobre os sistemas de cultivo e criação e, concomitantemente, sobre os problemas relacionados à saúde, causados por agrotóxicos, feito a partir dos relatos dos agricultores. Outros dados de caráter geral para subsidiar a elaboração do perfil foram obtidos a partir de várias fontes secundárias, incluindo o serviço oficial de extensão rural, a consulta a documentos do município, dados censitários e mapas.

Em seguida foram realizadas três reuniões com a presença dos agricultores e de seus familiares. Além da apresentação e discussão dos objetivos do trabalho,

foram também registrados relatos de vários problemas relacionados ao uso de agrotóxicos.

O DRR realizado no Assentamento I levou em consideração o tipo de propriedade da terra, o nível tecnológico e a natureza do trabalho familiar. Observou-se a presença predominante de frutas e hortaliças, com destaque para o tomate. Esse cultivo oferece, em virtude do excessivo uso de agrotóxicos, risco considerável de contaminação ambiental e humana.

Entre os problemas relacionados à saúde, detectados pelo diagnóstico, a possível intoxicação aguda por agrotóxicos foi considerada o fator mais grave. Outros casos de intoxicação não aguda com prováveis relações ao uso de agrotóxicos também foram registrados, como náuseas, vômitos e cefaléia.

As três reuniões realizadas com os agricultores indicaram os principais problemas relacionados aos agrotóxicos, destacando-se o não uso de equipamentos de proteção; possível carreamento dos agrotóxicos para córregos por meio da água de chuva, devido à topografia acidentada; e a ausência de destinação adequada para as embalagens vazias.

As sugestões de solução dos problemas apresentadas pelos próprios agricultores incluíam o início de produção de hortigranjeiros em sistema orgânico; a obtenção de informações quanto ao destino adequado de embalagens de agrotóxicos; a conscientização dos aplicadores quanto aos riscos à saúde, e, finalmente, a recomposição da mata ciliar.

A partir da verificação de que os moradores do Assentamento I estavam cientes dos riscos à saúde advindos do uso intensivo de agrotóxicos, aprofundou-se o estudo com o início da segunda etapa da metodologia.

Para tal, definiu-se uma amostra de 22 aplicadores homens, escolhidos entre as 26 famílias, à qual foi empregado um questionário composto de dez perguntas, buscando-se definir os princípios ativos, os métodos de aplicação e destino das embalagens vazias dos agrotóxicos utilizados, além de outras de caráter pessoal, como idade, sexo e peso, que possibilitaram a definição do perfil dos entrevistados.

Os grupos de princípios-ativos dos agrotóxicos empregados na área são os inseti-

cidas organofosforados (13,33%) e carbamatos (15,55%), além dos inseticidas piretróides (20,00%). Os fungicidas totalizam 35,54% e os acaricidas e bactericidas 4,44%.

Os dados obtidos revelaram que os equipamentos utilizados no Assentamento I são, na sua maioria, aplicadores costais manuais, geralmente com mais de três anos de uso. Esse tipo de equipamento utilizado é compatível com os produtos produzidos e com o tamanho da área. Além desses, também são utilizados equipamentos motorizados para aplicação de agrotóxicos, onde a calda é aplicada com pressão elevada (Tabela 1).

Tabela 1. Tipo de equipamento utilizado no Assentamento I de Sumaré.

Tipo de equipamento utilizado	Frequência %	Tempo de uso em anos (frequência - %)				
		Menos de 1	1 a 2	3 a 4	5 ou mais	Não informou
Costal 20 litros	88,5	6,5%	6,5%	40,5%	0%	6,5%
Tratorizado 2000 litros	11,5	-	-	100%	-	-

Quanto ao destino das embalagens, observou-se que a porcentagem de agricultores que deixa as embalagens vazias no campo é de 22,5%; outros 16,5 % somente as enterram, enquanto que 33,5% as queimam e enterram. No aspecto de lavagem das embalagens, 60% dos agricultores não fazem a lavagem após o seu esgotamento; 15% a fazem somente uma vez, e apenas 5% efetuam a tríplice lavagem. Os 20% restantes não souberam responder.

O risco de contaminação ambiental pelo emprego de práticas não recomendadas é agravado, considerando-se a proximidade do Assentamento com a área de captação de água e também ao potencial de erosão do solo.

Os dados levantados a partir da aplicação do questionário indicaram que entre os entrevistados 30% tinham idade entre 18 a 30 anos; 25% entre 31 a 40 anos; 15% entre 41 a 50 anos, e 30% entre 50 a 60 anos. O grupo de aplicadores amostrado era composto de chefes e/ou arrimos de família.

Verificou-se que as famílias estabelecem critérios para a eleição daqueles que exercem a função de aplicador entre os seus membros. Os que se utilizam de aplicadores costais são, na sua maioria, os mais jovens ou aqueles mais velhos, que não apresentam problemas de ordem cardiorespiratória ou da coluna vertebral¹.

Para o estabelecimento de bioindicadores, tomou-se como base os indicadores clínicos com o auxílio dos seguintes parâmetros e métodos:

- morbidade genérica e específica referida, com interrogatório clínico abordando sinais e sintomas dos diferentes aparelhos e sistemas do corpo humano;
- avaliação clínica para verificação de dermatoses de mãos e pés, procurando verificar a possível relação com o uso de agrotóxicos;
- presença de intoxicações agudas por agrotóxicos.

Os bioindicadores foram testados na etapa seguinte da metodologia proposta, com o objetivo de verificar a existência de uma possível correlação entre os agrotóxicos e métodos de aplicação mais utilizados.

Assim, o aparecimento de determinados sintomas pode denunciar uma exposição a agrotóxicos devido a uma proteção deficiente.

Para a organização da terceira etapa foram realizadas reuniões fora do período de trabalho, separadamente, com cada um dos três grupos de exposição: mulheres, jovens e aplicadores, de modo que cada um deles se sentisse mais à vontade para a discussão e interpretação dos problemas vivenciados. Durante o período de setembro de 1997 a janeiro de 1998 um total de 174 entrevistas foram realizadas. Foram selecionadas 56 pessoas, as quais foram avaliadas clinicamente a cada 15 dias.

Esta avaliação foi utilizada para a verificação da correlação referida, e constituída das seguintes etapas: levantamento do histórico de saúde, relato das queixas e exame físico individual, com especial atenção aos sintomas do entrevistado em relação ao emprego daqueles agrotóxicos mais utilizados. Notou-se também que o exame clínico, especificamente, possibilitou despertar o interesse e a colaboração dos envolvidos.

¹ Foi também relatado que, fora da amostra, existem adolescentes e mulheres que aplicam formicida manualmente, em diversos cultivos.

Entre os 56 entrevistados, 46,9% só se dedicavam ao trabalho agrícola e 8,2% só se ocupavam de trabalhos domésticos. Os 44,9% restantes dividiam sua jornada de trabalho entre a agricultura e outras atividades. Destes, 26,5% ocupavam a maior parte de seu tempo laborativo em atividades agrícolas e 18,4% a menor parte. A proporção do sexo masculino entre os entrevistados foi de 69,4% e do sexo feminino 30,6%.

Durante o levantamento do histórico da saúde dos entrevistados observou-se a presença de vários problemas que guardavam relação direta ou não com a exposição aos agrotóxicos (Tabelas 2, 3, 4). Não foram constatados casos de intoxicação aguda. Constatou-se que muitos dos casos se relacionavam com as condições não apropriadas de trabalho, socioculturais e sanitárias, por exemplo no que diz respeito às micoses e parasitas, que podem ser correlacionadas à ausência de proteção adequada (roupas e sapatos), dificuldade de assistência médica, hábitos de higiene e falta de acesso a saneamento básico, entre outros. A dificuldade para o tratamento médico dos casos de doenças diagnosticadas no Assentamento, demonstrou também ser causada pela carência de transportes coletivos, assim como pela restrita disponibilidade de assistência médica de serviços públicos.

Tabela 2. Diagnósticos emitidos no período de set/1997 a jan/1998 que não guardavam relação direta com a exposição aos agrotóxicos.

Diagnósticos	Número de casos
Candidíase interdigital	06
Onicomicose	04
Hipertensão arterial	03
Diabetes	02
Câncer de pele	01
Mífase	01
Tinea corporis	01
Larva migrans	01
Epicondilite	01
Impetigo	01
Infecção de trato urinário	01
Cisto sinovial	01

Os sintomas, resultados do relato de queixas e exame físicos (Tabela 3), não mostraram ocorrência exclusiva durante, ou logo após a manipulação dos produtos, tendo sido relatados por todos os três grupos de entrevistados.

Tabela 3. Freqüência dos principais sintomas reportados no período de set./1997 a jan./1998.

Sintomas	Freqüência %
Cefaléia	12,0
Lombalgia	9,3
Irritação nos olhos	5,3
Epigastralgia	5,3
Dores em membros inferiores	3,4
Tonturas	3,2
Tosse	3,2
Dor de garganta	2,8
Dispnéia discreta	2,6
Obstipação intestinal	2,5
Coriza	2,5
Artralgias	2,5
Obstrução nasal	2,5
Dorsalgia	2,2
Manchas de pele	2,2
Prurido pelo corpo	2,2
Palpitações	2,0
Disúria	2,0
Vertigens	1,8
Outros (freqüência < 1,8%)	30,3
Total	100

Os sintomas indicados na Tabela 3 podem ser atribuídos às seguintes causas:

- presença de agrotóxicos estocados na proximidade da moradia;
- proximidade de algumas residências à área de trabalho;
- manuseio doméstico na lavagem de roupas utilizadas na aplicação;
- divisão social do trabalho, que destina às mulheres pequenas tarefas, como a aplicação manual de produtos químicos, conforme já citado.

Chama-se a atenção para a cefaléia, a irritação dos olhos, as tonturas, as vertigens, a tosse, a dispnéia, a coriza, o prurido e as manchas na pele, que, de modo geral, são observados entre os três grupos.

O grupo de aplicadores, logo após a aplicação, apresentam sintomas com uma freqüência entre o dobro e o triplo dos valores encontrados na Tabela 3, com exceção da cefaléia (Tabela 4).

Observou-se, também, que ao invés da dermatose química, anteriormente selecionada como um indicador, a conjuntivite química mostrou-se ser mais adequada para a verificação da contaminação por agrotóxicos, devido à sua alta freqüência entre os sintomas apresentados.

Tabela 4. Freqüência de sintomas relatados no período de set/1997 a jan/1998, relacionados com a exposição direta aos agrotóxicos.

Sintomas	Freqüência %
Sintomas de conjuntivite química	45
Prurido e irritação cutânea	10
Cefaléia	10
Tonturas após aplicação	10
Náuseas	10
Dispnéia com broncoespasmo	5
Tosse	5
Coriza e irritação nasal	5
Total	100

A maior freqüência de praticamente todos os sintomas no grupo de aplicadores, sugere uma resposta do organismo a uma maior exposição com conseqüentes danos à saúde do aplicador.

As más condições de trabalho associadas ao mau estado do equipamento utilizado para pulverização, a deficiência de proteção individual, e as altas temperatu-

ras no momento das aplicações, potencializam o aparecimento de problemas na saúde dos aplicadores.

A presença de vários sintomas diretamente associados à aplicação de agrotóxicos, assim como outros agravos relacionados ao trabalho, tais como câncer de pele, diversos tipos de micoses, lombalgias e epicondilites, demonstraram que a organização do trabalho no Assentamento I traz riscos à saúde. Embora não se tenha observado nenhum caso severo de intoxicação aguda por agrotóxicos, é preocupante o fato de não haver acompanhamento e medidas de controle da exposição a esses produtos, pelos órgãos públicos, uma vez que os sintomas referidos demonstram exposição significativa e freqüente.

Os resultados acumulados obtidos nas etapas anteriores propiciaram, na quarta etapa, a apresentação e discussão de medidas junto ao grupo, para a definição de ações de intervenção na busca da melhoria do quadro observado.

A característica principal dessa fase da pesquisa foi a discussão conjunta sobre as possíveis soluções para os problemas encontrados, e que dependessem basicamente do esforço coletivo dos agricultores da área.

Dessas discussões emergiram os seguintes grupos de ações:

1) ações relacionadas diretamente à saúde ocupacional, que tratam da orientação a respeito do melhor método de aplicação dos agrotóxicos e dos procedimentos adequados para o descarte de embalagens de agrotóxicos.

Quanto a melhoria dos métodos de aplicação utilizados e aos riscos da exposição aos agrotóxicos, os agricultores tiveram a oportunidade de participar de demonstrações práticas que buscavam a adequação e ajustes de seus equipamentos.

Nesse sentido, simulou-se uma demonstração prática de aplicação de agrotóxicos com o uso dos próprios equipamentos dos agricultores, utilizando-se um corante e roupa de proteção. Tiras de papel absorvente em forma de cartões, medindo 10 x 5cm, foram grampeados no tecido da roupa de proteção, em várias regiões do corpo, tais como a parte anterior, lados direito e esquerdo (punho, ombro, tórax, abdômen, coxa, joelho, tornozelo, pescoço e testa) e parte posterior, lados direito e esquerdo (punho, ombro, omoplata, dorso, coxa, joelho, tornozelo e nuca). Buscou-se,

desse modo, demonstrar quais as áreas do corpo ficam mais expostas ao produto durante a aplicação e a importância de diminuir esta exposição.

2) Ações relacionadas indiretamente à saúde ocupacional do agricultor abordaram aspectos relativos à prática da agricultura orgânica, recuperação de matas ciliares, e a recuperação dos mananciais e da qualidade da água.

Estudo de bioindicadores em laboratório

A utilização de um protocolo experimental contendo índices relacionados a reprodução e desenvolvimento embrionário, em cobaias, pode identificar efeitos, devido a exposição a agrotóxicos, em doses menores do que outros testes rotineiramente utilizados.

Foi verificado um amplo uso de inseticidas fosforados (metamidofós) e fungicidas (clorotalonil) na área de estudo, conforme informações levantadas junto aos agricultores, cooperativas e órgãos de extensão rural (CATI). Foram avaliados animais jovens (ratas Wistar) expostos durante a fase de lactação utilizando-se alguns parâmetros comportamentais e bioquímicos quanto a seu significado para o estabelecimento de indicadores desta exposição, ou seja, se existiria uma correlação entre os parâmetros avaliados e a exposição aos agrotóxicos.

Os organofosforados são geralmente cerca de duas a nove vezes mais tóxicos em ratos imaturos do que em ratos adultos. Os estudos ecotoxicológicos tendem a apresentar efeitos fisiológicos e dosagem da atividade da enzima acetilcolinesterase (AchE) como indicador biológico. Embora existam estudos referentes à reprodução e teratogenicidade, muitas vezes estes trabalhos correlacionam alterações nas fases iniciais de prenhez à severidade da inibição colinesterásica. Entretanto, tais alterações podem ter impactos na sobrevivência animal e podem ser utilizados como mecanismo de previsão dos efeitos ecológicos destes produtos em doses que aparentemente não causam danos.

Alguns efeitos de organofosforados sobre o comportamento animal podem se manifestar de forma sutil. Exposições crônicas podem resultar em uma tolerância

ao agrotóxico, com um aumento das atividades de colinesterases (ChEs) e dos níveis de acetilcolina no cérebro, acompanhada de taxas de metabolização mais elevadas e alterações no estado funcional dos sistemas colinérgicos.

Neste trabalho, ratas Wistar receberam diferentes doses de metamidofós entre 1,0 e 4,0mg/kg/dia por via intraperitoneal durante todo o período de lactação (1º ao 21º dias pós-natal). Os filhotes destas ratas foram avaliados, durante a lactação, e aos 21, 30, 60 e 90 dias de vida quanto a possíveis alterações em seu desenvolvimento neuromotor. Os testes de atividade geral foram realizados em um aparelho de campo aberto.

No 21º dia de vida dos filhotes, 24 horas após a última administração do agrotóxico, foram retiradas amostras de sangue e cérebro de dois deles, por prole, bem como também das respectivas ratas mães, para a determinação das atividades de enzimas colinesterases (ChEs).

O comportamento dos filhotes, do desmame até a fase adulta, não apresentou alterações. As fêmeas dos diversos grupos testados tiveram cuidados equivalentes para com suas proles medidos através de testes comportamentais específicos, apesar da inibição de cerca de 50% nos níveis plasmáticos e cerebrais das colinesterases. Por sua vez, os filhotes não apresentaram qualquer alteração nos níveis de ChEs cerebrais, quando comparados aos seus respectivos controles, contudo, as atividades de suas enzimas plasmáticas foram cerca de 60% menores que as de suas mães na maior dose testada.

Os parâmetros testados são relativamente simples de serem utilizados e podem contribuir para o estabelecimento de protocolos para a avaliação de mudanças no desenvolvimento perinatal animal e do potencial embriofetotóxico dos agrotóxicos.

Referências

ALONSO, J.; ATALLA, A.; CAVALIERI, M.; GAGIOTI, S.; LORENTI, M. Polineuropatia por paration, estudos clínico, eletrofisiológico e histológico de um caso. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, v. 41, p. 264-293, 1983.

EYER, P. Neuropsychopathological changes by organophosphorus compounds – a review. *Human and Experimental Toxicology*, v. 14, p. 857- 864, 1995.

JOHNSON, N. Organophosphorus esters causing delayed neurotoxic effects mechanism of action and structure/activity studies. *Archives of Toxicology*, v. 34, p. 259-288, 1975.

LANDER, F.; RONNE, M. Frequency of sister chromatid exchange and hematological effects in pesticide-exposed greenhouse sprayers, *Scand. Journal of Work Environmental Health*, v. 21, p. 283-288, 1995.

O'MALLEY, M., Clinical evaluation of pesticides exposure and poisonings, *The Lancet*, v. 349, p. 1161-1166, 1997.

ORTIZ, D.; YÁÑEZ, L., GÓMEZ, H. MARTÍNEZ-SALAZAR, J.; DIAZ-BARRIGA, F. Acute toxicological effects in rats treated with a mixture of commercially formulated products containing methylparathion and permethrin. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 32, p.154-158, 1995.

PASQUINI, R.; SCASSELLATI-SFORZOLINI, G.; ANGELI, G.; FATIGONIO, C.; MONARCA, S.; BENEVENTI, L.; DIGIULIO, A.; BAULEO, F. Cytogenetic biomonitoring of pesticide-exposed farmers in central Italy. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, v. 15, p. 29-39, 1996.

RASHATWAR, S.S.; MATSUMURA, F. Interaction of DDT and pyrethroids with calmodulin and its significance in the expression of enzyme activities of phosphodiesterase. *Biochemical Pharmacology*, v.34, p. 1689-1694, 1985.

STEENLAND, K.; JENKINS, B.; AMES, R.; O'MALLEY, M.; CHRISLIP, D.; RUSSO, J. Chronic neurological sequelae to organophosphate pesticide poisoning. *American Journal of Public Health*, v. 84, p. 731-736, 1994.

TRAPÉ, A.Z. *Doenças relacionadas a agrotóxicos: um problema de saúde pública*. Campinas: Unicamp - Faculdade de Ciências Médicas, 1995. Tese de Doutorado.

WORLD HEALTH ORGANISATION. Permethrin. *Environmental Health Criteria*, v. 94, p. 45, 1990. Geneva: WHO, 1990.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Methodology for assessment of exposure to environmental factors in application to epidemiological studies, *The Science of the Total Environment*, v. 168, p. 93-100, 1995.