

## A agricultura e suas relações com o ambiente

Lucio Alberto Pereira  
Maria Carolina Tonizza Pereira  
Luiza Teixeira de Lima Brito  
Roseli Freire de Melo  
Antonio Fernando Monteiro Camargo

Os problemas ambientais modernos são marcados pela diversidade, magnitude e complexidade de vários aspectos de grande relevância, incluindo os políticos, sociais, econômicos, de saúde, entre outros. Recebendo ampla cobertura dos meios de comunicação, estes problemas se projetaram no centro das preocupações públicas, tornando-se símbolos de uma nova cultura e inscrevendo-se na agenda política mundial. O gerenciamento destes problemas era, até pouco tempo, voltado para o meio ambiente local ou regional, restringindo-se, quase sempre, ao espaço das fronteiras nacionais. O aparecimento de impactos de abrangência continental, como as chuvas ácidas e o efeito estufa, aliados a um rápido processo de globalização da economia e da informação, mostraram a necessidade de se expandir o gerenciamento ambiental em nível planetário (BRILHANTE, 2002). Como exemplo, as diversas convenções mundiais que vêm ocorrendo ao longo das últimas décadas, como a do clima, a da biodiversidade, da camada de ozônio, da desertificação, etc.

A expansão da agricultura "moderna" ocorreu concomitante à evolução do complexo agroindustrial, modernizando a base técnica dos meios de produção, alterando as formas de produção agrícola e gerando efeitos sobre o ambiente. As transformações no campo ocorreram, porém,

heterogeneamente, pois as políticas de desenvolvimento rural, inspiradas na “modernização da agricultura”, não atenderam a todos de forma igualitária (BALSAN, 2006). No entanto, a necessidade de atender ao aumento da demanda atual e futura de alimentos impulsionou a expansão das áreas com agricultura, seja tradicional ou irrigada, pressionando cada vez mais os recursos naturais.

Estudos têm evidenciado intensa degradação ambiental, principalmente, relacionada à salinização dos solos (ROADES et al., 1999, 2000). A demanda por alimento tem aumentado a necessidade cada vez mais de insumos como fertilizantes, pesticidas, água para irrigação, desmatamentos e técnicas de revolvimento dos solos. O uso destes insumos, sem dúvida, contribui para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos agrícolas; no entanto, quando não manejados adequadamente, podem gerar impactos negativos aos ecossistemas, com início do processo degradativo nos solos, nas plantas, na água e, finalmente, no homem.

Segundo Darst e Dibb (1995), citados por Siqueira et al. (1999), produzir alimentos sem agroquímicos é a forma mais natural que se conhece, assim, ideal e segura do ponto de vista da saúde do homem e do ambiente, mas, sem combater as pragas e as doenças das plantas e sem corrigir as deficiências nutricionais dos solos, estimam-se quedas na produção agrícola entre 20% e 40% e, com os recursos disponíveis atualmente, com a prática da agricultura orgânica não se conseguiria produzir alimentos para metade da população mundial. Se, por um lado, o uso destes insumos é necessário, por outro, muitas vezes são utilizados de forma inadequada; principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. Desenvolver uma agricultura sustentável é apenas um dos segmentos para se ter uma sociedade sustentada, definida como aquela que satisfaz suas necessidades sem diminuir as perspectivas das gerações futuras (BROWN et al., 2000).

No que se refere à necessidade de aumentar a produção agrícola, a Revolução Verde, que tinha como base a melhoria genética de sementes, uso intensivo de insumos industriais como fertilizantes e agrotóxicos, mecanização e redução do custo de manejo foi, sem dúvida, um sucesso entre os anos de 1950 e 1985 (PRIMAVESI, 1988). Neste período, a produção mundial de cereais passou de 700 milhões para 1,8 bilhão de toneladas, uma taxa de crescimento anual de 2,7%, duplicando a produção de alimentos, cuja disponibilidade por habitante aumentou em 40%, parecendo que o problema da fome no mundo seria superado pelas novas descobertas.

Este tipo de produção espalhou-se rapidamente por vários países, mas a euforia das “grandes safras” propiciadas pelo padrão tecnológico cedeu lugar a preocupações relacionadas aos impactos sócioambientais e quanto à viabilidade energética.

A produção de alimentos se dá por dois grandes tipos de sistemas agrícolas: o industrializado e o tradicional. A agricultura industrial, ou agricultura de alto insumo, utiliza grandes quantidades de energia de combustíveis fósseis, água, fertilizantes comerciais e pesticidas para produzir safras individuais (monoculturas) ou animais domésticos para o consumo. A agricultura tradicional se subdivide em dois grupos, que juntos produzem um quinto da previsão mundial de alimentos: a agricultura de subsistência tradicional, que utiliza mão-de-obra familiar e animais de carga, composta por sistemas diversificados de cultivos, para produzir alimentos suficientes para a sobrevivência da família e a agricultura tradicional intensa, onde os agricultores aumentam a quantidade de mão-de-obra, insumos e água para obter maior produção por área cultivada. Estes sistemas de produção atendem às necessidades de consumo de suas famílias e o excedente gera renda (MILLER, 2007).

A tipologia desses agricultores difere entre si pela capacidade de adoção de tecnologia moderna, como pela sensibilidade do ambiente produtivo à ação antrópica, que é extremamente variada. Assim, a intensidade da restrição ecológica não varia apenas segundo as características de cada ecossistema, como também pode ser flexibilizada com a ajuda de inovações tecnológicas. A capacidade produtiva do solo é literalmente modificada no decorrer do processo de produção agrícola. Desse modo, desde que a pressão pela demanda de insumos não exceda a capacidade natural de regeneração do solo, é viável a exploração sustentável mesmo em condições tecnológicas rudimentares. O uso de tecnologias, por um lado, permite aos agricultores maior flexibilidade quanto à intensidade da exploração, por outro, a restrição ecológica tem sua importância reduzida, pelo menos aos olhos de muitos produtores agrícolas.

Neste contexto, o manejo, a conservação e a recuperação dos recursos naturais são preocupações que atualmente mobilizam a sociedade. Os danos causados à natureza e a crescente destruição do meio ambiente chamam a atenção para a necessidade de sua preservação e recuperação, buscando formas racionais de produção. A exploração ambiental está diretamente ligada ao avanço do complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico que, muitas vezes, tem alterado de modo irreversível o cenário do planeta e propiciando processos degenerativos profundos da

natureza (RAMPASSO, 1997). Dentre esses processos, ressalta-se a erosão e a perda da fertilidade dos solos; a destruição florestal; a dilapidação do patrimônio genético e da biodiversidade; a contaminação dos solos, água, animais silvestres, do homem e dos alimentos (EHLERS, 1999).

## **Impacto ambiental**

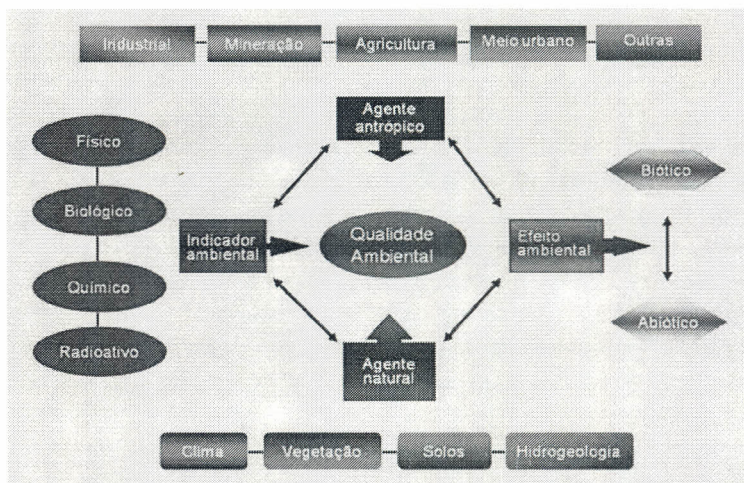
A interferência nos ecossistemas naturais e principalmente nos agroecossistemas pode gerar impactos e, muitas vezes, poluição ou contaminação. Por definição, poluente é qualquer substância ou energia que, lançada para o meio, interfere no funcionamento de parte ou de todo o ecossistema, enquanto contaminação refere-se à inserção no ambiente de um agente (substância ou composto) que afeta negativamente o ecossistema provocando alterações na estrutura e funcionamento das comunidades, principalmente, que afete a saúde do homem, podendo ser biodegradável ou não. Cabe ressaltar que toda contaminação é uma poluição, mas nem toda poluição é tida como contaminação.

Segundo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (1986), impacto ambiental é a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias; a qualidade dos recursos ambientais. Estas alterações podem ser quantificadas e qualificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, com maior ou menor impacto ou grau de transformação. Um impacto ocorrido em escala local pode ter, também, consequências em escala global. Por exemplo, a devastação de florestas tropicais para a substituição por pastagens utilizando a prática de queimada, pode provocar desequilíbrios nesses ecossistemas naturais destruindo a fauna e a flora do solo, iniciando ou intensificando processos erosivos. A emissão de gás carbônico como resultado da combustão das árvores colabora com o aumento da concentração desse gás na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa, uma consequência em escala global.

De modo geral, os poluentes estão distribuídos no ambiente na forma de gases, substâncias dissolvidas e partículas, que interagindo com os agentes naturais e antrópicos como os fatores climáticos e microbiológicos,

características dos solos, das águas e dos próprios poluentes, alteram seus indicadores de qualidade, com consequentes efeitos negativos (Figura 1).

A poluição dos recursos naturais pode resultar de fontes pontuais e não pontuais. Estas, comumente denominadas de fontes difusas de poluição (MEYBECK; HELMER, 1997). Segundo Manoel Filho (1997), as fontes pontuais dão origem a concentrações elevadas, localizadas em plumas que podem permanecer estratificadas por longo tempo. As fontes difusas, por sua vez, tendem a criar uma estratificação regionalizada e os mananciais de superfície e poços produzem uma mistura contaminada e não contaminada em proporções crescentes com o tempo.



**Figura 1.** Agentes e fatores que interferem na qualidade ambiental. Adaptado de Cheng (1990).

Os resíduos industriais, como também os esgotos domésticos urbanos, são caracterizados como fontes pontuais de poluição, podendo ser mais facilmente coletados, tratados ou controlados, embora, muitas vezes, esses resíduos, sem tratamento prévio têm como destino final os cursos de água, causando sérios impactos à biota, aos recursos hídricos, ao homem e demais componentes do agroecossistema.

As fontes pontuais de poluição são regulamentadas por leis ambientais que impõem limites sobre os tipos e as concentrações de compostos químicos que as fontes hídricas podem receber.

## **Agricultura e ambiente**

Em meados da década de 1980, os impactos da agricultura moderna impulsionados pela Revolução Verde, a destruição das florestas tropicais, as chuvas ácidas, a destruição da camada atmosférica de ozônio, o aquecimento global e o efeito estufa tornaram-se temas frequentes para grande parte da opinião pública, principalmente, nos países ricos. Questionou-se até que ponto os recursos naturais suportariam o ritmo de crescimento econômico imprimido pelo industrialismo ou mesmo se a humanidade resistiria às sequelas do chamado “desenvolvimento”. Neste panorama, consolidou-se o paradigma da sustentabilidade, apresentado em 1987, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que ajudou a disseminar o ideal de um desenvolvimento sustentável para diferentes setores das sociedades modernas, como a agricultura e a economia. Neste sentido, o Conselho de Alimentos e Organização Agrícola das Nações Unidas (Council of Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) definiu Desenvolvimento Agrícola Sustentável como sendo o gerenciamento e conservação da base dos recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional, assegurando à realização e satisfação continuada das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Esse desenvolvimento sustentado conserva os recursos genéticos, da terra, água, vegetação e animal, não degrada o meio ambiente, é apropriado tecnicamente, viável economicamente e aceitável socialmente (CMMAD, 1991).

Duas importantes ideias estão presentes nesse conceito. A primeira delas, quando se fala em necessidades, as quais se referem às camadas mais pobres da sociedade. A segunda, os limites a esse desenvolvimento não são físicos, mas sim, impostos pelo desenvolvimento tecnológico e pela organização social, em termos de habilidade do meio ambiente em prover as necessidades da geração presente e das futuras. Mas, talvez a contribuição mais interessante desse conceito seja o reconhecimento da existência de um processo de causação cumulativa entre as condições de pobreza, degradação ambiental e subdesenvolvimento. As populações pobres, em sua luta pela sobrevivência, são impelidas a um uso excessivo e predatório dos recursos naturais e do meio ambiente em geral, minando as próprias bases para um desenvolvimento sustentável a longo prazo. Estas,

necessitam buscar um benefício econômico imediato do meio ambiente às custas de sua sobrevivência no futuro.

Sem dúvida, a disponibilidade de terras para o cultivo e técnicas corretas de manejo e conservação do solo e água são fatores determinantes para o desenvolvimento agrícola e conseqüente aumento da produção. Quando se fala em aumento de produção, um dos assuntos mais debatidos é o aumento da produtividade. Portanto, um grande desafio é aumentar a produção da terra sem provocar sua exaustão. Para que isso ocorra, o desenvolvimento do setor agrícola deve ser feito de forma sustentável (BARBIERI, 1997). É importante entender que o conceito de sustentabilidade possibilita avaliar a capacidade de cada um dos componentes ambientais. Com isso, taxas de produção sustentáveis e meio ambiente de qualidade podem ser mantidas no futuro. A sustentabilidade passa, pois, a ser um referencial para as decisões de políticas públicas. Assim, a noção de agricultura sustentável surge da preocupação das sociedades com uma agricultura produtiva, que não prejudique o ambiente e forneça alimentos em quantidade e com qualidade.

A agricultura tem recebido tratamento especial nas discussões sobre a sua relação com o ambiente por ser o setor de maior interação entre o homem e a natureza, ou seja, cada vez mais, cresce a preocupação pelo desenvolvimento de novos métodos de produção que possibilitem reduzir os impactos ambientais e oferecer alimentos livres de impurezas e de elementos tóxicos (CUNHA, 2008). Nesse sentido, Marzall (2007) complementa que a sustentabilidade de agroecossistemas é determinada pela combinação de diversos fatores de natureza social, econômica e ambiental. Ao transformar o ambiente natural em um espaço produtivo e com fins econômicos, o homem estabelece as condições ambientais que irão permitir – ou não – a produção agrícola. O meio natural – as condições do solo, da água, da flora e fauna do entorno – tem um papel central no sucesso da produção agrícola. Além disso, é importante ressaltar o impacto que a transformação da paisagem para fins agrícolas tem sobre os sistemas mais amplos, como o clima, por exemplo. Esta transformação ambiental pode estar pondo em risco a capacidade do ambiente de continuar a permitir a produção agrícola ou, em casos extremos, ameaçando a sobrevivência do próprio homem. Essa ameaça constitui um estado de insegurança ambiental.

Entre os principais fatores que podem tornar insustentáveis os atuais sistemas de produção agrícola destacam-se: a ineficiência energética e os impactos ambientais, como a erosão e a salinização dos solos; a poluição

das águas e dos solos por nitratos (provenientes dos fertilizantes nitrogenados) e por agrotóxicos; a contaminação do homem e dos alimentos, o desflorestamento, a diminuição da biodiversidade e dos recursos genéticos, e a dilapidação dos recursos não renováveis. Por mais que a agricultura moderna tenha avançado em técnicas que transcendam os limites naturais, ainda continua a depender de processos e de recursos naturais (BROWN et al., 2000).

Nas atividades agrícolas, a contaminação química é mais evidente por causa da utilização de insumos agrícolas, principalmente os agroquímicos, em que se enquadram os fertilizantes, inseticidas e herbicidas, considerados biodegradáveis mas, também, por substâncias persistentes, como DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), e pelos metais pesados presentes em algumas formulações. Os resultados provenientes dessa contaminação podem surgir de forma imediata ou posteriormente, dependendo do tipo da substância (poluente), das condições ambientais e do manejo da cultura. A contaminação ocorre no solo, na água e no ar, quando os excedentes dos fertilizantes e agrotóxicos são conduzidos pela água da chuva até aos mananciais, como córregos, rios e lagos e pela infiltração no solo, podendo atingir o lençol freático, contaminando o aquífero subterrâneo.

## **Risco e resiliência ambiental**

Segundo Marzall (2007), segurança ambiental é definida por um ambiente que não oferece risco para a continuação da vida humana. No entanto, Fernandes e Veiga (2002) ressaltam que diante dos impactos ambientais, torna-se clara a percepção de que o homem está relacionado ao meio de uma maneira bem mais complexa do que simplesmente pela exposição a produtos tóxicos, e que o sentido comum atribuído ao termo “risco” está relacionado à ameaça de um evento indesejável que inclui, tanto a probabilidade quanto o caráter do evento. Caldas (2002) acrescenta que o risco potencial em toxicologia ambiental, trata do estudo da probabilidade de fontes perigosas para a saúde e o meio ambiente, capazes de provocar danos, doenças ou mortes, quando em concentrações superiores àquelas que possam assimilar em condições normais, isto é, absorver, distribuir, metabolizar e eliminar do organismo.

Risco ambiental é um conceito relativo, pois envolve não apenas o risco de fato, mas também a percepção que se tem desse risco. O risco ambiental de fato é determinado pela estrutura do ambiente, ou seja: o potencial que um determinado ambiente tem de por em risco a vida humana, como por exemplo, enchentes, secas, quantidade e qualidade da água, solos com alta



vulnerabilidade à erosão, ambientes favoráveis à multiplicação de causadores de doenças (malária, dengue, chagas etc), desastres climáticos, entre outros riscos, que se originam da estrutura do entorno natural. Tanto o risco ambiental de fato – caracterizado pelo grau de instabilidade de um ecossistema – quanto o risco ambiental percebido, estão diretamente ligados à resiliência do ecossistema.

Resiliência é a capacidade de um sistema suportar perturbações ambientais, mantendo sua estrutura e padrão geral de comportamento, enquanto sua condição de equilíbrio é modificada. Sistemas mais resilientes são aqueles que podem retornar a uma condição de equilíbrio após modificações consideráveis (ACIESP, 1997). Em outras palavras, resiliência é a capacidade intrínseca de um sistema em manter sua integridade no decorrer do tempo, sobretudo em relação a pressões externas.

A diversidade de alternativas que o agricultor percebe, ou é capaz de criar, é um elemento central na construção da resiliência do agroecossistema. Um exemplo disso foi mostrado por Maltchik (1998), estudando a ecologia de rios intermitentes do Semiárido brasileiro e sua relação com o sertanejo, revelando que após um período de estiagem, a cheia surge como um evento importante para a resiliência das comunidades ribeirinhas. Esta resiliência se manifesta a partir da economia de esforços empregados na busca e no transporte de recursos hídricos e culmina com o resgate da tranquilidade, até então ameaçada pela escassez de água e possibilidades de perdas dos bens produtivos, com inevitáveis rupturas sociais.

## **Poluição e/ou contaminação**

A poluição causada pela agricultura pode ocorrer de dois modos: pontual ou difusa. A poluição pontual emite o poluente a partir de um ponto restrito e bem caracterizado, por exemplo, a contaminação causada pela criação de animais em sistemas de confinamento, onde grandes quantidades de dejetos são produzidos e podem ser lançados diretamente no ambiente. A poluição agrícola é aquela proveniente de dejetos sólidos e líquidos de todos os tipos de agricultura, incluindo a poeira de solo causada pelo arado, fezes e carcaças de animais, agroquímicos, resíduos de safras e detritos diversos. Ressalta-se que os agroquímicos englobam os agrotóxicos e os fertilizantes. Os agrotóxicos são classificados em fungicidas, herbicidas e pesticidas, que se não utilizados de forma criteriosa, causam impacto ambiental, tanto para o homem, pois são tóxicos, e alguns até cancerígenos, quanto para animais e plantas. Nesta classe, os pesticidas mais conhecidos são os organoclorados, tais como o DDT e o dieldrin.

Pequenas quantidades destas substâncias podem se acumular nos corpos dos animais e são repassadas na cadeia alimentar pelos processos de bioacumulação - ocorre quando um xenobiótico é ingerido e se acumula no organismo, e biomagnificação - quando o xenobiótico entra na cadeia trófica.

De acordo com Paraíba e Pulino (2003), o impacto de pesticidas ou de compostos orgânicos contaminantes na qualidade da água subterrânea, tem sido objeto de pesquisa em saúde pública, especialmente em regiões onde a água subterrânea é a principal fonte hídrica, destinada ao consumo das famílias. Esses autores, também salientam que, considerando-se apenas o efeito da temperatura do solo nos parâmetros de retardo e na taxa de degradação desses compostos, pode-se observar quão importante é a temperatura do solo no estudo do destino ambiental de pesticidas, tanto no que diz respeito a sua eficiência agrônômica, quanto na proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Comentam ainda que, é importante observar que o conhecimento do destino de um pesticida tem também interesses econômicos, visto que produtos que lixiviam rapidamente demandam maiores ou mais doses em sua aplicação.

Outro indicativo relacionado ao uso desses produtos é que cada vez mais agricultores estão aumentando as doses de pesticidas por causa da resistência que alguns insetos-pragas adquirem ao longo do tempo. Segundo Araújo et al. (2000), cerca de 70% dos pesticidas produzidos por ano são consumidos em países considerados desenvolvidos. No entanto, a maior quantidade de mortes decorrentes da exposição humana a esses agentes é observada em países em desenvolvimento. Trabalhador rural que tem contato direto com os praguicidas, seja durante o processo de preparação ou na sua aplicação, podem correr riscos de intoxicação que, dependendo do produto e dos cuidados seguidos, muitas vezes, causam sérios danos. Os alimentos podem ser contaminados por esses compostos ainda no campo, durante o transporte ou no processo de armazenamento.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2010) é responsável pelo Sistema Nacional de Vigilância Toxicológica, regulamentando, analisando, controlando e fiscalizando produtos e serviços que envolvam riscos à saúde - agrotóxico, componentes afins e outras substâncias químicas de interesse toxicológico. Também, por meio do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), iniciado em 2001, realiza-se a avaliação toxicológica de produtos que representam riscos à saúde dos consumidores. Desde a criação do PARA, foram obtidas conquistas que beneficiaram todos os agentes das cadeias

produtivas das culturas monitoradas, as quais podem desenhar estratégias integradas para intervir com ações na produção e comercialização de alimentos que estejam livres da contaminação por agrotóxicos.

Em 2009, este programa monitorou 20 produtos (abacaxi, alface, arroz, banana, batata, cebola, cenoura, feijão, laranja, maçã, mamão, manga, morango, pimentão, repolho, tomate, uva, couve, beterraba e pepino), tomando-se como base os dados de consumo obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a disponibilidade destes alimentos nos supermercados das diferentes Unidades da Federação e no intensivo uso de agrotóxicos nestas culturas. Como resultado deste monitoramento, das 3.130 amostras analisadas, 907 (29%) foram consideradas insatisfatórias. As principais irregularidades encontradas nas amostras foram: presença de agrotóxicos em níveis acima do limite máximo de resíduos (LMR), em 88 amostras, representando 2,8% do total; utilização de agrotóxicos não autorizados (NA), para a cultura em 744 amostras, representando 23,8% do total e resíduos acima do LMR e NA na mesma amostra em 75 amostras, representando 2,4% do total.

Neste contexto, Araújo et al. (2000) afirmam que, os praguicidas são responsáveis por mais de 20.000 mortes não intencionais por ano; a maioria ocorre nos países de Terceiro Mundo, onde se estima que 25 milhões de trabalhadores agrícolas são intoxicados de forma aguda. Estima-se, ainda, que cerca de 2% da população brasileira é contaminada anualmente por praguicidas e que, para cada caso constatado em hospitais e ambulatórios, deve haver aproximadamente 250 vítimas não registradas, principalmente pela falta de conhecimentos toxicológicos dos médicos. Esses mesmos autores afirmam ainda que, existem evidências de uso abusivo e de intoxicações por praguicidas em diferentes regiões rurais do Estado de Pernambuco, porém, não existem registros oficiais.

Segundo Bochner (2007), em seu trabalho sobre intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil, utilizando dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), onde os agrotóxicos são categorizados em: agrotóxicos de uso agrícola, agrotóxicos de uso doméstico, produtos veterinários e raticidas; ressalta que no Brasil no período de 1999 a 2003, houve um crescimento tanto do número de casos quanto do número de óbitos para as intoxicações por agrotóxicos em geral (28% e 6%, respectivamente), e especificamente por agrotóxicos de uso agrícola (27% e 6%, respectivamente). Para a região Nordeste, houve um aumento de casos por agrotóxicos de uso agrícola (164%). Conclui, afirmando que uma estratégia de busca ativa desses casos deve ser estabelecida para que se

possa ampliar o conhecimento sobre os efeitos crônicos à saúde das populações expostas a esses produtos, gerando subsídios para ações de prevenção de novos casos e de redução de sua gravidade.

Dentre os insumos agrícolas, os fertilizantes são utilizados, muitas vezes, em grandes quantidades. Compostos de fósforo e de nitrogênio, além de estarem presentes na composição natural do solo, embora em pequenas frações, são aplicados ao solo para suprir as necessidades das plantas e aumentar a produtividade agrícola. No entanto, quando não utilizados de forma integral, estes compostos podem ser transportados pelas águas para as fontes hídricas, provocando o carreamento e perda de nutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal, o que pode resultar em impactos ambientais negativos aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, como a ocorrência da eutrofização das massas de águas superficiais (MILLER, 2007).

Eutrofização é o fenômeno causado pelo excesso de nutrientes, compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio num corpo de água, o que leva à proliferação excessiva de algas que, ao entrarem em decomposição, levam ao aumento do número de micro-organismos e à consequente deterioração da qualidade do corpo de água (rios, lagos, baías, estuários, etc). O termo eutrofização é originado do grego "eu", que significa bom, verdadeiro e *trophein*, nutrir. Assim, eutrófico significa "bem nutrido", (WETZEL, 1993; ODUM, 1993). As principais causas da eutrofização são as atividades humanas, sejam industriais, domésticas e agrícolas, mas, também, pode ocorrer de forma natural, porém, num processo mais lento. Em suma, muitos efeitos ecológicos podem surgir da eutrofização, mas os três principais impactos ecológicos são: a perda de biodiversidade, alterações na composição das espécies (invasão de outras espécies) e efeitos tóxicos.

Outra forma de contaminação é a toxicológica. A toxicologia é a área da ciência que estuda os efeitos deletérios decorrentes da interação entre os toxicantes presentes no ambiente (estressores de natureza química ou física) e os diversos sistemas biológicos. Portanto, a toxicologia ambiental estuda os efeitos nocivos causados por substâncias químicas presentes no macroambiente (ar, água, solo), sendo atualmente definida como o estudo dos efeitos adversos de agentes exógenos sobre sistemas biológicos ou organismos vivos, incluindo o homem, tendo como objetivo principal o estabelecimento da magnitude dos danos potenciais e o uso seguro das substâncias químicas (FERNÍCOLA, 2002). Mais especificamente, efeito tóxico, é o atributo de uma substância natural ou sintética, que afeta o

funcionamento de células, tecidos, organismos e sistemas, reduzindo sua eficiência de conservação de energia (ACIESP, 1997).

Assim, como a produção agrícola muitas vezes se baseia na intensificação da produção de alimentos acima dos limites ecologicamente justificáveis, a consequência é o impacto ambiental negativo, que na maioria dos casos não é avaliado de forma abrangente. Este, resulta da contaminação por insumos agrícolas nos três compartimentos do ecossistema (ar/água/solo), ou ainda na degradação física do meio, acelerando os processos de erosão e de assoreamento, entre outros.

De acordo com Fernícola (2002), o aumento da produção agrícola vem decorrendo da exploração intensiva do solo. Por exemplo, o excesso de mecanização agrícola causa a compactação do solo dificultando a fixação do sistema radicular da planta, enquanto os fertilizantes vêm causando, por meio da lixiviação, a destruição de ambientes aquáticos pelo desequilíbrio ambiental. A modificação das condições físicas e biológicas do meio; antes, fator limitante ao aumento populacional do inseto, e a mudança das características físico-químicas do solo, que tornam as plantas mais suscetíveis, propiciaram a infestação em várias culturas produtivas, com danos econômicos a todo o ecossistema.

Com esta predação contínua, os proprietários rurais viram-se obrigados a intensificar o uso dos agrotóxicos e a reduzir o intervalo entre as aplicações. Esta prática induziu o acúmulo destes xenobióticos no meio ambiente, contaminando o solo, as fontes de água e as novas áreas utilizadas.

Diante das evidências levantadas, há necessidade de mudanças na produção agrícola seguindo os preceitos citados por Ana Primavesi em seu livro *Uma agricultura sustentável econômica, social e ambientalmente*, onde consta que a tecnologia agrícola atual é puramente sintomática, concentrada na planta. Ao contrário, se concentrarmos toda a atenção na terra, as plantas automaticamente se beneficiarão. Terra boa dá plantas vigorosas, produtivas e saudáveis (...). O trato do solo não deve ser essencialmente químico-mecânico, mas biológico-físico; devemos procurar os equilíbrios naturais destruídos. Isso baixa os custos, torna a agricultura menos arriscada e permite um lucro razoável ao agricultor, ao mesmo tempo em que aumenta a qualidade do produto. (...) tudo que beneficia a terra beneficia igualmente o na planta, e que, ao contrário, se concentrarmos toda a atenção na terra, as plantas automaticamente meio ambiente (PLANETANEWS, 2010 sd).

## Considerações finais

O tema abordado neste capítulo não se limita ao que foi exposto, nem tem a pretensão de esgotá-lo, mas, de contribuir com as discussões sobre esta temática, pois os danos causados à natureza e a crescente destruição do meio ambiente chamam a atenção para a necessidade de sua preservação e recuperação, buscando formas racionais de produção. O surgimento de impactos de abrangência continental, como as chuvas ácidas e o efeito estufa, aliados a um rápido processo de globalização da economia e da informação, mostram a necessidade de se expandir o gerenciamento ambiental em nível global, como são evidenciadas pelas diversas convenções mundiais que vêm ocorrendo ao longo das últimas décadas, como a do clima, a da biodiversidade, da camada de ozônio, da desertificação, etc.

## Referências bibliográficas

ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Glossário de ecologia**. 2. ed. São Paulo, 1997. 352 p. (ACIESP. Publicação, 103).

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos – PARA**. Brasília, DF, 2010. 22 p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d214350042f576d489399f536d6308db/RELATC3%93RIO+DO+PARA+2009.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 2 ago 2010.

ARAÚJO, A. C. P.; NOGUEIRA, D. P.; AUGUSTO, L. G. S. Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 309-313, jun. 2000.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudanças da Agenda 21. Rio de Janeiro: Vozes, 1997. 160 p.

BARTOLOMEU, I. de S.; SILANS, A. M. B. P. de; SANTOS, J. B. dos. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 292-298, 2004.

BOCHNER, A. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 73-89, 2007. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/sinitox\\_novo/media/artigo1.pdf](http://www.fiocruz.br/sinitox_novo/media/artigo1.pdf)>. Acesso em: 2 ago. 2010.

BRILHANTE, O. M. Gestão e avaliação da poluição, impacto e risco na saúde ambiental. In: BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. (Coord.). **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002. p. 19-73.

BROWN, L.; FLAVIN, C.; FRENCH, H. **Estado do mundo 2000**. Salvador: UMA, 2000. 288 p.

CALDAS, L. Q. de A. Risco potencial em toxicologia. In: BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. (Coord.). **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

CHENG, H. H. Pesticides in the soil environment. In: CHENG, H. H. (Ed.). **Pesticides in the soil environment: processes, impacts, and modeling**. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p. 1-15.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum>>. Acesso em: 2 ago 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junh de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 de jul. 1986. p. 11356-11361.

CUNHA, F. L. S. J. da. Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA, 2., 2005, Campinas. **A universidade como promotora do desenvolvimento sustentável**. Campinas: UNICAMP: UNEMAT, 2005. Disponível em: <[www.cori.rei.unicamp.br/CT/resul\\_trbs](http://www.cori.rei.unicamp.br/CT/resul_trbs)>. Acesso em: 22 out 2008.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157 p.

FERNANDES, H. M.; VEIGA, L. H. S. Procedimentos integrados de risco e gerenciamento ambiental: processos e modelos. In: BRILHANTE, O. M.;

- CALDAS, L. Q. de A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: 1999. p. 75-91.
- FERNICOLA, N. A. G. G. de. Toxicologia ambiental: passado, presente e futuro. ENCONTRO TÉCNICO ANUAL DA ASEC, 3., 2002, São Paulo. **A CETESB e o meio ambiente**. São Paulo: Associação dos Engenheiros da CETESB, 2002. Disponível em: <[http://www.asec.com.br/v3/docs/Doc\\_Encontro03\\_NildaFernicola.pdf](http://www.asec.com.br/v3/docs/Doc_Encontro03_NildaFernicola.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2009.
- MALTCHIK, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In: POMPÊO, M. L. M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia do Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 1999. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%205.pdf>>. Acesso em 5 out. 2008.
- MANOEL FILHO, J. Contaminação das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Ed.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, 1997. p. 109-132.
- MARZALL, K. Agrobiodiversidade e resiliência de agroecossistemas: bases para a segurança ambiental. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 233-236, 2007.
- MEYBECK, M.; HELMER, R. An introduction to water quality. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessments**. 2. ed. London: Unesco: WHO, 1997. cap.1, p. 1-22.
- MILLER JÚNIOR, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 501 p. il.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 434,p.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 549 p.
- PARAÍBA, L. C.; PULINO, P. **Simulação numérica da dispersão advecção de pesticidas no solo sob efeito da temperatura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 43p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 35).
- PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável: manual do produtor rural**. São Paulo: Nobel, 1992. 142 p.
- RAMPAZZO, S. E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: BECKER, D. F. (Org.). **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997. p. 157-188.



RHOADES, J.; CHANDUVI, F.; LESCH, S. **Soil salinity assessment: methods ad interpretation of electrical conductivity measurements.** Rome: FAO, 1999. 150 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 57).

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB, 2000. 177 p. il. (FAO. Irrigação e Drenagem, 48).

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição mineral de plantas: bases para um novo paradigma na agrotecnologia do século XXI. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relacao fertilidade, biologia do solo e nutricao de plantas.** Viçosa, MG: SBCS: UFLA, 1999. p. 1-9.

WETZEL, R. G. **Limnologia.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919 p.