

Agrotóxicos, saúde e ambiente

uma introdução ao tema

Frederico Peres
Josino Costa Moreira
Gaetan Serge Dubois

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

PERES, F., MOREIRA, JC., and DUBOIS, GS. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PERES, F., and MOREIRA, JC., orgs. *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 21-41. ISBN 85-7541-031-8. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

PARTE I)

**Agrotóxicos, saúde e ambiente:
panorama atual e dilemas**

1)

AGROTÓXICOS, SAÚDE E AMBIENTE: uma introdução ao tema

*Frederico Peres
Josino Costa Moreira
Gaetan Serge Dubois*

INTRODUÇÃO

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta, veneno. Essas são algumas das inúmeras denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas (animais e vegetais) e doenças de plantas (Fundacentro, 1998). São utilizados nas florestas nativas e plantadas, nos ambientes hídricos, urbanos e industriais e, em larga escala, na agricultura e nas pastagens para a pecuária, sendo também empregados nas campanhas sanitárias para o combate a vetores de doenças.

Tão extensa quanto a lista de efeitos nocivos dos agrotóxicos à saúde humana é a discussão sobre a nomenclatura correta dessa gama de produtos, a qual, de acordo com os interesses de grupo (ou grupos) envolvido(s), pode dar-lhes conotações muitas vezes opostas ao sentido real.

A legislação brasileira, até a Constituição de 1988 (publicada em 1989), tratava esse grupo de produtos químicos por defensivos agrícolas, denominação que, pelo seu próprio significado, excluía todos os agentes utilizados nas campanhas sanitárias urbanas. Fazia parte da Portaria 3.214 de 8 de junho de 1978, que aprova as Normas Regulamentadoras (NRs) relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, especificamente da Norma Regulamentadora Rural nº 5 (NRR 5), que trata da utilização de produtos químicos no trabalho rural. A mesma Norma, alterada durante o processo Cons-

tituante, passa a tratar, a partir da data de sua promulgação, esse grupo de produtos químicos por agrotóxicos. (Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, atualmente regulamentada pelo Decreto 4.074, de 4 de janeiro de 2002. O Decreto 4.074/02 revogou o Decreto 98.816, de 11 de janeiro de 1990, que regulamentou primeiramente a Lei de Agrotóxicos.)

Assim, a NRR 5 acompanha a mencionada Lei Federal e passa à regulamentação dos agrotóxicos, ali definidos da seguinte maneira:

Entende-se por agrotóxicos as substâncias, ou mistura de substâncias, de natureza química quando destinadas a prevenir, destruir ou repelir, direta ou indiretamente, qualquer forma de agente patogênico ou de vida animal ou vegetal, que seja nociva às plantas e animais úteis, seus produtos e subprodutos e ao homem.

Tal definição já evidencia a capacidade desses agentes de destruir vida animal ou vegetal, característica que fica completamente mascarada em uma denominação de caráter positivo como a de “defensivos agrícolas”. Segundo o grupo de pós-graduação em Agroecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em reportagem publicada no jornal informativo do Conselho Regional de Química, da Terceira Região:

O termo defensivo agrícola carrega uma conotação errônea de que as plantas são completamente vulneráveis a pragas e doenças, e esconde os efeitos negativos à saúde humana e ao meio ambiente. O termo agrotóxico é mais ético, honesto e esclarecedor, tanto para os agricultores como para os consumidores. (Informativo CRQ III, 1997)

Ainda de acordo com a reportagem, esse tipo de denominação favorece os interesses do capital estrangeiro, expandindo seus domínios e criando mecanismos (meios/estudos/pesquisas) que corroborem a necessidade da utilização de tais produtos:

O capital estrangeiro se beneficia do uso de insumos vendidos, principalmente, para países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, que tem um governo atrelado a esse capital, tornando nossa agricultura altamente dominada. Esse domínio é refletido nas pesquisas agrícolas, que priorizam estudos voltados para viabilizar a adoção desses insumos. (Informativo CRQ III, 1997)

Como seria de se esperar, a mudança do termo “defensivos agrícolas” para “agrotóxicos” foi conseguida após muita negociação política, em que se destacou o papel da sociedade civil organizada em sindicatos rurais, coo-

perativas de produtores rurais e de outros grupos que representaram o interesse do usuário/consumidor contra esse *lobby*. Essa terminologia teve uma aceitação muito grande por parte dos comerciantes e fabricantes de tais insumos, principalmente pela conotação positiva que conferia aos agrotóxicos (um agente que vai ‘defender’ a sua lavoura ‘indefesa’ das pragas que poderiam acometê-la).

Na literatura internacional em língua inglesa, o grupo de substâncias/ produtos químicos aqui definido como agrotóxico recebe a denominação de pesticida (*pesticide*). O termo “agroquímico” – o mais próximo de agrotóxico encontrado em literatura de língua inglesa (*agrochemicals*) e, em menor escala, também na língua portuguesa – engloba um número maior de produtos, como os fertilizantes e adubos inorgânicos. Portanto, não representa o real sentido do termo agrotóxico, que indica não apenas a sua finalidade de uso, mas também o caráter prejudicial destas substâncias, visualizado no radical “tóxico”.

A denominação pesticidas, mantida pelo forte *lobby* da indústria química internacional, também reforça o caráter positivo do termo (pesticida, produto que mata – somente – as pestes) e cai como uma luva ao ratificar seus interesses através da consolidação de tais produtos como insumos indispensáveis (segundo profissionais ligados a esses setores produtivos) ao processo de produção rural. Na literatura de língua espanhola, tais produtos são tratados por “praguicidas” (*plaguicidas*), com clara associação à denominação de pesticidas.

No campo, esses insumos são amplamente conhecidos por “veneno” ou “remédio”, questão presente no título desta publicação, e que está relacionada não somente à forma pela qual os agrotóxicos são denominados pelos trabalhadores rurais (que os chamam ora de veneno, ora de remédio), mas também a uma desconfiança histórica, evidenciada no campo e extrapolada para a sociedade em geral, sobre o papel de tais produtos na vida e no trabalho rural, na mesa dos consumidores e na saúde ambiental e qualidade de vida destas e das gerações futuras.

O termo “remédio” tem origem no discurso de vendedores e técnicos ligados à indústria, que tratavam os agrotóxicos por “remédio de plantas”, quando da implantação deles no mercado brasileiro, por volta da década de 60. Já o termo “veneno” deriva da experiência concreta do trabalhador rural (e, em nossa opinião, constitui a mais digna e acurada denominação para tais

produtos), que, desde o início da utilização dos agrotóxicos no meio rural, vem observando, além de seus efeitos previstos – matar pragas –, também seus efeitos nocivos à saúde humana e animal (por exemplo, morte de peixes, roedores, animais domésticos etc.).

Nesta publicação, optou-se por utilizar a denominação constante da legislação brasileira – agrotóxicos – por considerarmos que esse termo engloba o maior número de características necessárias à descrição das substâncias que formam tal universo, além de ser mais transparente e dotado de conotação ética para o leitor, o usuário e o consumidor dos produtos “tratados”.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), Programa da Organização das Nações Unidas (ONU) responsável pelas áreas de agricultura e alimentação, os agrotóxicos são definidos como:

qualquer substância, ou mistura de substâncias, usadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas ou animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na) a produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados, ou que – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação. (FAO, 2003)

De acordo com a Lei Federal nº 7.802, em seu Artigo 2, Inciso I, que trata sobre esse grupo de substâncias/agentes no país:

Agrotóxicos e afins são os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbano, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento.

Os agrotóxicos englobam uma vasta gama de substâncias químicas – além de algumas de origem biológica – que podem ser classificadas de acordo com o tipo de praga que controlam, com a estrutura química das substâncias ativas e com os efeitos à saúde humana e ao meio ambiente (Agrofit, 1998). Os agrotóxicos e os produtos veterinários, utilizados para combater

pragas ou doenças de plantas e de animais, respectivamente, são regulamentados e tratados separadamente na legislação brasileira, apesar de utilizarem muitas vezes, em suas formulações, o mesmo ingrediente ativo.

O Quadro 1 apresenta um sumário dos principais agrotóxicos empregados mundialmente, de acordo com o tipo de praga que controla e com o grupo químico a que pertencem.

Quadro 1 – Principais categorias de agrotóxicos quanto à natureza da praga combatida e ao grupo químico a que pertencem

Classificação quanto à natureza da praga controlada	Classificação quanto ao grupo químico	Exemplos (produto/substâncias/agentes)
Inseticidas (controle de insetos)	Inorgânicos	Fosfato de alumínio, arsenato de cálcio
	Extratos vegetais	Óleos vegetais
	Organoclorados	Aldrin,* DDT,* BHC*
	Organofosforados	Fenitroton, Paration, Malation, Metil-paration
	Carbamatos	Carbofuran, Aldicarb, Carbaril
	Piretróides sintéticos	Deltametrina, Permetrina
	Microbiais	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Fungicidas (combate aos fungos)	Inorgânicos	Calda Bordalesa, enxofre
	Ditiocarbamatos	Mancozeb, Tiram, Metiram
	Dinitrofenóis	Binapacril
	Organomercuriais	Acetato de fenilmercúrio
	Antibióticos	Estreptomicina, Ciclo-hexamida
	Trifenil estânico	Duter, Brestam
	Compostos Formilamina	Triforina, Cloranifometam
Fentalamidas	Captafol, Captam	
Herbicidas (combate às plantas invasoras)	Inorgânicos	Arsenito de sódio, cloreto de sódio
	Dinitrofenóis	Bromofenoxim, Dinoseb, DNOC
	Fenoxiacéticos	CMPP, 2,4-D, 2,4,5-T
	Carbamatos	Profam, Cloroprofam, Bendiocarb
	Dipiridilos	Diquat, Paraquat, Difenzoquat
	Dinitroanilinas	Nitralin, Profluralin
	Benzonitrilas	Bromoxinil, Diclobenil
Glifosato	Round-up	
Desfoliantes (combate às folhas indesejadas)	Dipiridilos	Diquat, Paraquat
	Dinitrofenóis	Dinoseb, DNOC
Fumigantes (combate às bactérias do solo)	Hidrocarbonetos halogenados	Brometo de metila, cloropicrina
	Geradores de Metil-isocianato	Dazomet, Metam
	-	Formaldeídos

Quadro 1 – Principais categorias de agrotóxicos quanto à natureza da praga combatida e ao grupo químico a que pertencem (continuação)

Classificação quanto à natureza da praga controlada	Classificação quanto ao grupo químico	Exemplos (produto/substâncias/agentes)
Rodenticidas/Raticidas (combate aos roedores/ratos)	Hidroxicumarinas	Cumatetralil, Difenacum
	Indationas	Fenil-metil-pirozolona, pindona
Moluscocidas (combate aos moluscos)	Inorgânicos (aquáticos)	Sulfato de cobre
	Carbamatos (terrestres)	Aminocarb, Metiocarb, Mexacarbato
Nematicidas (combate aos nematódeos)	Hidrocarbonetos	Dicloropropeno, DD
	halogenados	
	Organofosforados	Diclofention, Fensulfotion
Acaricidas (combate aos ácaros)	Organoclorados	Dicofol, Tetradifon
	Dinitrofenóis	Dinocap, Quinometionato

*Proibidos em vários países e no Brasil.

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 – apud Peres, 1999.

O PROCESSO DE REGISTRO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS

O registro dos agrotóxicos nas instituições governamentais competentes (Ministérios da Agricultura, Meio Ambiente e Saúde) constitui-se no instrumento básico do processo de controle governamental sobre essas substâncias/produtos, visando à importação, exportação, produção, transporte, armazenamento, comercialização e uso.

Trata-se de uma etapa obrigatória em vários países com a finalidade de maximizar os benefícios para o usuário e minimizar os riscos à saúde humana e ambiental. Assim, os órgãos governamentais envolvidos no processo de registro têm a incumbência de avaliar as características agronômicas, toxicológicas e ecotoxicológicas de cada substância/produto, como também de estabelecer as restrições e recomendações de uso necessárias para uma maior segurança na utilização dos agrotóxicos.

Além disso, a expectativa da sociedade é de que a aprovação do registro de um agrotóxico signifique o reconhecimento e a garantia de que o produto, quando utilizado da maneira recomendada, esteja dentro dos limites de segurança aceitos para a saúde e o ambiente.

É importante salientar que o registro é um processo decisivo no qual se devem avaliar cientificamente a qualidade e a pertinência dos resultados e

das conclusões apresentados, os quais, em última instância, devem envolver uma análise do risco-benefício, que demanda uma visão e um conhecimento integrados dos aspectos toxicológicos, ecotoxicológicos e agrônômicos, orientados para um maior interesse social.

Nesse contexto, a avaliação dos possíveis efeitos adversos à saúde humana (os agudos e principalmente os crônicos) e ao ambiente deve ser de fundamental importância para a concessão ou não do registro. Isto porque, embora a eficácia agrônômica possa ser facilmente comprovada pelo próprio usuário – resultando, naturalmente, em uma maior ou menor aceitação do produto –, os danos à saúde humana e ao ambiente, na maioria dos casos, não o são.

Para obtenção do registro no Brasil, até 1989, os agrotóxicos eram submetidos apenas às avaliações toxicológica e de eficácia agrônômica. Após a regulamentação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, pelo Decreto nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passaram a ser exigidas também a avaliação e a classificação do potencial de periculosidade ambiental.

Segundo a atual legislação, compete ao Ministério da Agricultura e Abastecimento realizar a avaliação da eficácia agrônômica, ao Ministério da Saúde executar a avaliação e classificação toxicológica e ao Ministério do Meio Ambiente, por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental. Os órgãos estaduais e do Distrito Federal, dentro de sua área de competência, devem realizar o controle e a fiscalização da comercialização e uso desses produtos na sua jurisdição.

A avaliação ambiental, a cargo do Ibama, é baseada em documentação fornecida pelas empresas interessadas no registro, compreendendo estudos e testes realizados por laboratórios nacionais e estrangeiros, e em informações complementares. São levados também em consideração outros dados obtidos da literatura e de banco de dados especializados.

A avaliação e a classificação do potencial de periculosidade ambiental de um agrotóxico é baseada em estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos, que fundamentam qualquer alteração, restrição, concessão ou não do registro. Assim, é importante que esses estudos tenham sido conduzidos de acordo com as Boas Práticas de Laboratórios (Portaria Conjunta Ibama-Inmetro, nº 66 de 17 de junho de 1997), assegurando uma avaliação e classificação ambiental mais consistentes desses produtos.

Para a avaliação dos possíveis efeitos ambientais, as empresas interessadas devem apresentar ao Ibama informações sobre as propriedades físico-químicas das substâncias presentes naquele produto, os resultados de testes ou estudos sobre mobilidade e persistência em solos brasileiros, fotólise, hidrólise, testes de toxicidade aguda e crônica realizados com diferentes organismos não-alvos (microorganismos, minhoca, algas, peixes, abelhas, aves e mamíferos), além dos resultados dos estudos de bioconcentração em peixes e do potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico do produto.

De acordo com esses parâmetros, os agrotóxicos são classificados, quanto à periculosidade ambiental, em classes que variam de I a IV: produtos impeditivos de obtenção de registro, produtos altamente perigosos ao meio ambiente (Classe I); produtos muito perigosos ao meio ambiente (Classe II); produtos perigosos ao meio ambiente (Classe III); e produtos pouco perigosos ao meio ambiente (Classe IV).

A classificação dos agrotóxicos em função dos efeitos à saúde, decorrentes da exposição humana a esses agentes, pode resultar em diferentes classes toxicológicas, sumarizadas no Quadro 2. Essa classificação obedece ao resultado de testes ou estudos realizados em laboratórios, que tentam estabelecer a dosagem letal (DL) do agrotóxico em 50% dos animais utilizados naquela concentração.

Quadro 2 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos à saúde humana

Classe toxicológica	Toxicidade	DL ₅₀	Faixa colorida
I	extremamente tóxico	≤ 5 mg/kg	vermelha
II	altamente tóxico	entre 5 e 50 mg/kg	amarela
III	medianamente tóxico	entre 50 e 500 mg/kg	azul
IV	pouco tóxico	entre 500 e 5.000 mg/kg	verde
-	muito pouco tóxico	acima de 5.000 mg/kg	-

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 – apud Peres, 1999.

A legislação brasileira prevê a proibição de registro de agrotóxicos e, conforme o estabelecido no Artigo 3º, § 6, essa proibição pode ocorrer nas seguintes situações: 1) para os quais o Brasil não disponha de métodos para a desativação de seus componentes; 2) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no país; 3) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas; 4) que provoquem distúrbios para hormonais

e danos ao aparelho reprodutor; 5) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar; e 6) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Conforme previsto no Decreto 4.074/02, deverá ser adotada no Brasil a avaliação de riscos ambientais dos agrotóxicos, por ser o procedimento mais adequado, uma vez que é o resultado do julgamento de sua periculosidade em função da exposição. A periculosidade está associada com a potencialidade da substância, a exemplo da toxicidade aguda e crônica, bioacumulação etc., ao passo que a exposição está associada com a quantidade da substância e também com as condições de uso e de distribuição no ambiente.

As condições técnicas necessárias para avaliar o risco de agrotóxicos são mais exigentes do que as utilizadas para avaliar o potencial de periculosidade ambiental. Para sua implementação e execução no país, é fundamental que os órgãos responsáveis e envolvidos no registro possuam equipes técnicas multidisciplinares, com conhecimento das características intrínsecas dos produtos e experiência na realização e na interpretação dos testes e estudos mencionados anteriormente, como também, acesso constante a dados e informações atualizadas.

Um aspecto importante do registro dos agrotóxicos é a avaliação do conteúdo e da forma de apresentação dos dizeres do rótulo e da bula, que servem para comunicar aos usuários sua aplicabilidade e também as advertências e recomendações sobre os problemas mais graves e importantes identificados durante as fases de desenvolvimento do produto. Devem estar presentes no rótulo e na bula todas as advertências pertinentes (algumas são padronizadas) quanto aos efeitos sobre a saúde humana ou ambiental. Por exemplo, quando o resultado do teste de toxicidade aguda para abelhas demonstrar que o produto é altamente perigoso (Classe I), o rótulo deverá trazer uma advertência semelhante à seguinte: “Este produto é ALTAMENTE TÓXICO para abelhas, podendo afetar outros insetos benéficos. Não aplique o produto no período de maior visitação das abelhas.”

Segundo a legislação brasileira, os produtos formulados só podem ser comercializados por meio do receituário agrônomo prescrito por profissionais habilitados. O rótulo e a bula podem auxiliá-los nessa função, indicando o uso adequado e instruindo como diminuir os impactos adversos ao meio ambiente e à saúde humana.

Apesar do cumprimento dessa legislação, a maioria das informações contidas em rótulos e bulas de produtos agrotóxicos não é inteligível para

os usuários, sobretudo os trabalhadores rurais, como será demonstrado em outros artigos desta coletânea. Tal fato é de extrema importância para o entendimento do processo que resulta na contaminação de milhões de trabalhadores, ano a ano, por essas substâncias.

Outra atividade importante no controle dos agrotóxicos desenvolvida pelo Ibama é a verificação dos teores de impurezas tóxicas (dioxinas, nitrossaminas, DDT e seus isômeros etc.) e da composição quali-quantitativa dos produtos. A verificação dos teores de impurezas tóxicas é realizada por meio da avaliação das análises do teor de impurezas, das informações sobre produção/importação prestadas pelas empresas registrantes e de ações de fiscalização.

A UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO PAÍS

Desde a década de 50, quando se iniciou a chamada ‘revolução verde’, foram observadas profundas mudanças no processo tradicional de trabalho agrícola, bem como em seus impactos sobre o ambiente e a saúde humana. Novas tecnologias, muitas delas baseadas no uso extensivo de agentes químicos, foram disponibilizadas para o controle de doenças, aumento da produtividade e proteção contra insetos e outras pragas.

Não se pode negar o crescimento, em termos de produtividade, proporcionado pela difusão de tais tecnologias no campo (Moreira et al., 2002). Entretanto, essas novas facilidades não foram acompanhadas pela implementação de programas de qualificação da força de trabalho, sobretudo nos países em desenvolvimento, expondo as comunidades rurais a um conjunto de riscos ainda desconhecidos, originado pelo uso extensivo de um grande número de substâncias químicas perigosas e agravado por uma série de determinantes de ordem social (Peres, 1999; Peres et al., 2001). Além disso, as mudanças no processo produtivo e o implemento tecnológico de uma maneira geral podem estar, também, associados à exclusão e marginalização dos trabalhadores rurais que não têm acesso a tais mudanças, levando a uma inserção na economia de mercado desfavorável e injusta e, ainda, favorecendo o surgimento de novas injúrias à saúde e à segurança do homem do campo (Peres et al., 2001).

Dentro desse contexto, os agrotóxicos aparecem como importante exemplo dessa (triste) realidade. A Organização Mundial da Saúde estima que, a cada ano, entre três e cinco milhões de pessoas são contaminadas por agrotóxicos em todo o mundo (Jeyaratnam, 1990; ILO, 1997). Alguns autores credi-

tam que tais números podem chegar a 25 milhões de trabalhadores/ano somente nos países em desenvolvimento (Jeyaratnam, 1990; Levien & Doull, 1993). É inegável a seriedade do problema, sobretudo nos países em desenvolvimento, responsáveis por aproximadamente 20% do consumo mundial de agrotóxicos e onde estão localizados 70% dos casos de intoxicação (ILO, 1997).

Entre 1883 e 1997, os gastos mundiais com agrotóxicos aumentaram de 20 para 34 bilhões de dólares/ano (Yuldeman et al., 1998). A América Latina foi a região do planeta onde se observou um maior aumento no consumo desses produtos (aproximadamente 120%). Isto ocorreu, principalmente, por causa da influência do Brasil, que, no período, aumentou seus gastos na aquisição desses insumos de 1 para 2,2 bilhões de dólares/ano (entre 1964 e 1991, o consumo de agrotóxicos aumentou 276,2%, em relação a um aumento de 76% na área plantada – MMA, 2000).

Dados da FAO mostram que, somente no ano de 1997, o país gastou US\$ 211,902 milhões na importação de agrotóxicos, aproximadamente 40 vezes mais do que há 35 anos (1964, US\$ 5,122 milhões), época em que esses produtos começaram a surgir no mercado nacional. Isso equivale à metade do gasto de toda a América Latina (FAO, 2003).

De acordo com o Sindag (apud Anvisa, 2002), em 2001, o Brasil consumiu 328.413 toneladas de agrotóxicos. Considerando o consumo dos dez principais países consumidores desses produtos (que representam 70% do mercado mundial), o Brasil aparece em 7^a lugar no *ranking*, com os estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais contribuindo com aproximadamente 50% do montante total utilizado no país (Anvisa, 2002).

Tal situação tem antecedentes históricos importantes. A utilização de agrotóxicos no Brasil tem origem, basicamente, no período de 1960-70, quando no campo constatava-se um progressivo processo de automação das lavouras, com o implemento de maquinário e utilização de produtos agroquímicos no processo de produção. Isso foi estimulado, sobretudo, pela implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), que vinculava a concessão de empréstimos aos produtores à fixação de um percentual a ser gasto com agrotóxicos, considerados, então, símbolo da modernidade no campo (Peres, 1999).

Estimuladas pelos benefícios das políticas de importação, as grandes indústrias químicas multinacionais começam a visualizar a América Latina, e, sobretudo, o Brasil, como um novo e crescente mercado para os seus produtos (La Dou, 1994). No final da década de 70, observou-se a comerci-

alização dos primeiros produtos agrotóxicos em larga escala, com disponibilidade de estoque e consumo. Na segunda metade da década de 80, temos um massivo aporte de tais produtos, devido à implantação de alguns desses segmentos produtivos no parque industrial sul-sudeste brasileiro.

Na primeira metade da década de 80, nos países do então chamado Primeiro Mundo (desenvolvidos), os efeitos nocivos dos agrotóxicos começam a ser descritos por vários autores (Davies et al., 1980; Kearney, 1980; Pimentel et al., 1980; Baetjer, 1983; Kaloyanova, 1983; Kagan, 1985). Logo, uma série de políticas restritivas começou a ser implementada nesses países, preconizando a redução da utilização/produção de certos produtos (como os agrotóxicos organofosforados e os herbicidas) e a proibição de outros (como os agrotóxicos organoclorados) (WHO, 1990). A implantação dessas políticas resultou numa verdadeira ‘fuga’ das indústrias químicas multinacionais para os países do então chamado Terceiro Mundo (sobretudo os países hoje em desenvolvimento – La Dou, 1994).

Atualmente, existem somente no Brasil 7 grandes indústrias (multinacionais) produtoras de agrotóxicos, com 397 ingredientes ativos divididos em 1.854 produtos comerciais (Agrofit, 1998).

Dentro desse contexto, o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas registrou, no ano de 2000, aproximadamente 8.000 casos de intoxicações por agrotóxicos (Sinitox, 2003). O Ministério da Saúde estima que, para cada caso notificado, existam hoje outros 50 não notificados, o que elevaria esse número para aproximadamente 400.000.¹

OS AGROTÓXICOS E A SAÚDE HUMANA

Os agrotóxicos, como visto, são constituídos por uma grande variedade de substâncias químicas ou produtos biológicos. São produtos desenvolvidos para matar, exterminar, combater, dificultar a vida (muitos atuam sobre processos específicos, como os reguladores do crescimento). Assim, por atuarem sobre processos vitais, em sua maioria, esses venenos têm ação sobre a constituição física e a saúde do ser humano (EPA, 1985).

Os efeitos sobre a saúde podem ser de dois tipos: 1) efeitos agudos, ou aqueles resultantes da exposição a concentrações de um ou mais agentes

¹ Comunicação pessoal (Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde, 2003).

tóxicos capazes de causarem dano efetivo aparente em um período de 24 horas; 2) efeitos crônicos, ou aqueles resultantes de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos.

Os efeitos agudos são aqueles mais visíveis, que aparecem durante ou após o contato da pessoa com o produto e apresentam características bem marcantes. No caso dos agrotóxicos, essas características podem ser espasmos musculares, convulsões, náuseas, desmaios, vômitos e dificuldades respiratórias (OPS, 1996). Já os efeitos de uma exposição crônica podem aparecer semanas, meses, anos ou até mesmo gerações após o período de uso/contato com tais produtos, sendo, portanto, mais difíceis de identificação. Em muitos casos podem até ser confundidos com outros distúrbios, ou simplesmente não relacionados ao agente causador (nexo-causal).

No Quadro 3, apresenta-se um sumário dos principais efeitos agudos e crônicos causados pela exposição aos principais agrotóxicos disponíveis, de acordo com a praga que controlam e o grupo químico ao qual pertencem.

Quadro 3 – Efeitos da exposição aos agrotóxicos

Classificação quanto à praga que controla	Classificação quanto ao grupo químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	- Fraqueza - Cólicas abdominais - Vômitos - Espasmos musculares - Convulsões	- Efeitos neurotóxicos retardados - Alterações cromossomiais - Dermatites de contato
	Organoclorados	- Náuseas - Vômitos - Contrações musculares involuntárias	- Lesões hepáticas - Arritmias cardíacas - Lesões renais - Neuropatias periféricas
	Piretróides sintéticos	- Irritações das conjuntivas - Espirros - Excitação - Convulsões - Tonteiras	- Alergias - Asma brônquica - Irritações nas mucosas - Hipersensibilidade
Fungicidas	Ditiocarbamatos	- Vômitos - Tremores musculares - Dor de cabeça	- Alergias respiratórias - Dermatites - Doença de Parkinson
	Fentalamidas		- Cânceres - Teratogêneses

Quadro 3 – Efeitos da exposição aos agrotóxicos – (continuação)

Classificação quanto à praga que controla	Classificação quanto ao grupo químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica
Herbicidas	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	- Dificuldade respiratória - Hipertermia - Convulsões	- Cânceres (PCP – formação de dioxinas) - Cloroacnes
	Fenoxiacéticos	- Perda do apetite - Enjôo - Vômitos - Fasciculação muscular	- Indução da produção de enzimas hepáticas - Cânceres - Teratogênese
	Dipiridilos	- Sangramento nasal - Fraqueza - Desmaios - Conjuntivites	- Lesões hepáticas - Dermatites de contato - Fibrose pulmonar

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 – apud Peres, 1999.

Os inseticidas da classe dos organofosforados, bem como os carbamatos atuam no organismo humano inibindo um grupo de enzimas denominadas colinesterases. Essas enzimas atuam na degradação da acetilcolina, um neurotransmissor responsável pela transmissão dos impulsos no sistema nervoso (central e periférico). Uma vez inibida, essa enzima não consegue degradar a acetilcolina, ocasionando um distúrbio chamado de crise colinérgica, principal responsável pelos sintomas observados nos eventos de intoxicação por estes produtos.²

Vários distúrbios do sistema nervoso foram associados à exposição aos agrotóxicos organofosforados, principalmente aqueles ligados à neurotoxicidade desses produtos, observados através de efeitos neurológicos retardados.

Os inseticidas da classe dos organoclorados têm como uma de suas principais características a capacidade de acumular-se nas células gordurosas no organismo humano e no dos animais (o que pode vir a determinar uma série de efeitos indesejados à saúde). Além disso, os organoclorados são muito estáveis e podem persistir nos organismos e no ambiente por até trinta anos (OPS, 1996).

² Na presença de agrotóxicos organofosforados, ou carbamatos, as enzimas que degradam a acetilcolina, chamadas de colinesterases (enzimas ‘quebradoras’ de acetilcolina) ficam inibidas, impedindo que o estímulo nervoso seja cessado, acarretando uma série de distúrbios, como contrações musculares involuntárias, convulsões e outras neuropatias (doenças do sistema nervoso)

Devido a essas características, os inseticidas organoclorados podem se acumular ao longo da cadeia alimentar (posicionando-se na gordura de peixes, bois, aves, e outros animais e no leite materno, assim como em plantas, frutos e água que tenham sido expostas a essas substâncias), criando um problema ecológico e de saúde pública.

A acumulação dos agrotóxicos organoclorados ao longo da cadeia alimentar leva a um fenômeno ecológico chamado de biomagnificação, que é o aumento das concentrações de uma determinada substância de acordo com o aumento do nível trófico (nível que um ser vivo ocupa na cadeia alimentar) (Begon et al., 1990). Em um estudo realizado em Clear Lake, na Califórnia, observou-se que a concentração de DDD (um metabólito do DDT) aumentava de acordo com o nível trófico dos organismos estudados. Assim, a concentração, que na água era de 0,02 ppm (partes por milhão), chegava a 5,3 ppm no plâncton (microorganismos da superfície do lago), 10 ppm em peixes pequenos (que se alimentavam deste plâncton), 1.500 ppm em peixes carnívoros e 1.600 ppm em patos (Flint & van der Bosch, 1981). Inúmeros outros exemplos desse tipo são relatados na literatura científica.

Por todos os motivos apresentados, vários inseticidas organoclorados têm tido o uso restringido, e até mesmo proibido, como no caso do DDT, talvez seu representante mais famoso (é derivado do seu nome o termo “dedetização” – o controle químico de insetos em residências – que inicialmente era realizado com o DDT).

Agrotóxicos de vários tipos têm sido correlacionados com efeitos reprodutivos em animais e outros têm atividade redutora da fecundidade em humanos. Outros ainda, como o Mancozeb e o Amitrol, possuem atividade inibidora da tireóide e os herbicidas triazínicos estão associados ao aparecimento de alguns tipos de cânceres hormônio-dependentes (Cocco, 2002)

O aumento na incidência de câncer entre trabalhadores rurais e pessoal envolvido nas campanhas sanitárias, no final da década de 80, levou ao estudo mais detalhado sobre a interação dos agrotóxicos com o organismo humano no surgimento desses tumores, entre outras disfunções de base celular. Inseticidas, fungicidas, herbicidas, entre outros, foram submetidos a diversos experimentos em animais, do tipo dose-resposta, acompanhados da avaliação de uma série de grupos populacionais possivelmente expostos aos efeitos destes produtos (Doll & Peto, 1981; Iarc, 1988; WHO, 1990; Koifman, 1995).

Foram detectadas evidências de que os herbicidas fenoxiacéticos seriam promotores de carcinogênese (processo de constituição de um câncer) em seres humanos (WHO, 1990), devido à presença de dioxinas como ‘impurezas’ na sua composição (OPS, 1996). Essas evidências foram corroboradas com a alta incidência de cânceres entre os veteranos da guerra do Vietnã, expostos ao chamado “agente laranja” (mistura de dois compostos fenoxiacéticos, o 2,4 D e o 2,4,5 T), usado como desfoliante (abria clareiras nas selvas fechadas da região) nessa guerra (OPS, 1996).

Os ditiocarbamatos também são considerados potenciais agentes carcinogênicos, principalmente no que diz respeito ao surgimento de tumores no aparelho respiratório (como câncer de pulmões e adenocarcinoma de tireóide) (OPS, 1996).

As evidências de possível ação carcinogênica de alguns inseticidas organoclorados (HCH, DDT etc.) no organismo humano não são muito fortes. Porém, em animais, estudos têm demonstrado o contrário (WHO, 1990).

Alguns agrotóxicos, como os nematicidas dibromocloropropano (DBCP), foram descritos como agentes causadores de infertilidade em homens expostos a esses produtos (Wharton et al., 1977), assim como os herbicidas fenoxiacéticos (WHO, 1990).

OS AGROTÓXICOS E O AMBIENTE

A larga utilização de agrotóxicos no processo de produção agropecuária, entre outras aplicações, tem trazido uma série de transtornos e modificações para o ambiente, seja pela contaminação das comunidades de seres vivos que o compõem, seja pela sua acumulação nos segmentos bióticos e abióticos dos ecossistemas (biota, água, ar, solo, sedimentos etc.).

Um dos efeitos ambientais indesejáveis dos agrotóxicos é a contaminação de espécies que não interferem no processo de produção que se tenta controlar (espécies não-alvos), dentre as quais se inclui, conforme discutido no item anterior, a espécie humana. O Quadro 5 apresenta o grau de toxicidade e de persistência (variando em uma escala de 1 a 5) nos principais grupos de animais atingidos pela contaminação ambiental por agrotóxicos, exceto a espécie humana.

Quadro 5 – Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos (em escala de 1 a 5)

Agrotóxicos	Toxicidade				Persistência no ambiente
	Mamíferos	Peixes	Aves	Insetos	
Permetrina (piretróide)	2	4	2	5	2
DDT (organoclorado)	3	4	2	2	5
Lindano (organoclorado)	3	3	2	4	4
Etil-paration (organofosforado)	5	2	5	5	2
Malation (organofosforado)	2	2	1	4	1
Carbaril (carbamato)	2	1	1	4	1
Metoprene (regulador crescimento)	1	1	1	2	2
<i>Bacillus thuringensis</i> (microbial)	1	1	1	1	1

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 – apud Peres, 1999.

Existem inúmeros relatos na literatura de criações e animais domésticos e de populações humanas afetados pela ingestão de plantas e alimentos contaminados por agrotóxicos, além do impacto em comunidades e ecossistemas próximos às áreas de plantações e pastos, onde estes produtos são utilizados. Dessa maneira, além do impacto sobre uma população específica de animais ou plantas, a dispersão de agrotóxicos no ambiente pode causar um desequilíbrio ecológico na interação natural de duas ou mais espécies.³

Outro importante impacto ambiental causado por agrotóxicos é a contaminação de coleções de águas superficiais e subterrâneas. De acordo com Zebarth, a deterioração das águas subterrâneas e superficiais representa o impacto ambiental adverso mais importante associado à produção industrial:

³ Tomemos como exemplo o impacto dos agrotóxicos em uma espécie de insetos (inseto 1); além do impacto que é observado sobre esta comunidade, os agrotóxicos podem causar outros, ampliados, a comunidades de animais que fazem parte do ciclo natural desta espécie de insetos, como, por exemplo, um inseto menor (inseto 2) que serve de alimento para aquela espécie. A partir do momento que a população de inseto 1 é exterminada, ou tem seus números reduzidos pelos agrotóxicos, ocorre um aumento nas populações de inseto 2, o que pode vir a acarretar um desequilíbrio ecológico para aquele microambiente, ou ainda para o(s) ambiente(s) que o rodeiam.

Para um sistema agrícola ser sustentável, efeitos ambientais adversos da produção agrícola devem ser minimizados, enquanto a competitividade e o lucro devem ser mantidos ou evidenciados. A degradação da qualidade de águas subterrâneas e superficiais tem sido identificada como a principal preocupação no que diz respeito ao impacto da agricultura no ambiente. Esta degradação pode ocorrer como resultado do lançamento de produtos químicos agrícolas, ou organismos biológicos, nas águas superficiais e sua movimentação em direção às água subterrâneas. (Zebarth, 1999)

A contaminação desses recursos naturais é de grande importância, pois atuam como via para o transporte destes contaminantes para fora das áreas-fonte. Se uma região agrícola, onde se utiliza extensivamente uma grande quantidade ou variedade de agrotóxicos, estiver localizada próxima a um manancial hídrico que abasteça uma cidade, a qualidade da água ali consumida estará seriamente sob o risco de uma contaminação, embora a mesma possa estar localizada bem distante da região agrícola. Assim, não só a população residente próxima à área agrícola estaria exposta aos agrotóxicos, mas também toda a população da cidade abastecida pela água contaminada.

Um outro impacto causado por alguns agrotóxicos em coleções d'água diz respeito à modificação da biota com a seleção das espécies mais resistentes e à contaminação de peixes, crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos (e marinhos). A acumulação desses produtos nos animais que habitam as águas contaminadas pode se constituir uma ameaça para a saúde humana através da biomagnificação. A contaminação de peixes (principalmente por organoclorados), crustáceos e moluscos (em especial os moluscos filtradores, como os mexilhões) representam uma importante fonte de contaminação humana, cujos riscos podem ser ampliados a todos os consumidores desses animais como fonte de alimento (WRI, 1999).

Esses produtos também podem trazer uma série de problemas para as superfícies onde se depositam, sejam essas coberturas vegetais ou solos desnudos. Algumas superfícies podem ficar fragilizadas, marcadas, ou ainda terem a absorção de elementos minerais (principalmente metais) afetada pela ação desses produtos (Koehler & Belmont, 1998).

Outro problema relacionado aos agrotóxicos é a questão da reutilização, o descarte ou destinação inadequada das embalagens vazias que favorecem a contaminação ambiental e provocam efeitos adversos à saúde humana, de animais silvestres e domésticos. Apesar da obrigatoriedade dos

usuários devolverem essas embalagens aos estabelecimentos comerciais e da responsabilidade das empresas produtoras e comercializadoras pelo recolhimento e destinação adequada das suas embalagens vazias, prevista desde de 6 de junho de 2000, quando da publicação da Lei 9.974, alterando a Lei 7.802/89, a sua grande maioria ainda não está sendo devolvida e, portanto, nem recolhida. Anualmente, os agrotóxicos comercializados no país, estão sendo colocados no mercado por meio de cerca de 130 milhões de unidades de embalagens e são recolhidas e destinadas adequadamente, somente, 10 a 20%. O que será que está acontecendo com as demais embalagens vazias?

Como poderemos observar ao longo da presente publicação, os agrotóxicos representam um importante risco à saúde das populações humanas e ao ambiente devendo, por isso, ser utilizados apenas sob estrita orientação científica e em casos onde sejam absolutamente imprescindíveis. O modo e a extensão com que esses produtos vêm sendo empregados em nosso país têm trazido efeitos deletérios muito maiores que qualquer benefício, tanto do ponto de vista ambiental quanto da saúde humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT (Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários). Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1988.
- ALVES, S. R. et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo/RJ. *Ciência e Saúde Coletiva*, (7): 2, 299-311, 2002.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). *Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos: relatório anual 04/06/2001-30/06/2002*. Brasília, 2002.
- BAETJER, A. M. Water deprivation and food restriction on toxicity of parathion and paraoxon. *Archives of Environmental Health*, 38: 168-171, 1983.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. *Ecology: individuals, populations and communities*. Londres: Blackwell Scientific Publications, 1990.
- BELMONT, R. A. & KOEHLER, P. G. *Protecting groundwater and endangered species. integrated pest management in schools*. University of Florida, 1998. Disponível em: <http://www.ifas.ufl.edu/~schoolipm/techp12.htm>.
- COCCO, P. On the rumors about the silent spring: review of the scientific evidence linking occupational and environmental pesticide exposure to endocrine disruption health effects. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(2): 379-402, 2002.
- DAVIES, J. E. et al. Minimizing occupational exposure to pesticides: epidemiological overview. *Residues Reviews*, 75: 7-20, 1980.

- DOLL, R. & PETO, R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *Journal of National Cancer Institute*, 66: 1191-1308, 1981.
- DOULL, J. & LEVIEN, R.S. Global estimates of acute pesticide morbidity and mortality. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 129:29-44, 1993.
- EPA (Environmental Protection Agency). *Pesticide safety for farmworkers*. Washington DC: United States Environmental Agency, Office of Pesticide Programs, 1985.
- FAO (Food and Agriculture Organization). *Agricultural database*, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>.
- FLINT, M.L. & VAN DER BOSCH, R. *Introduction to Integrated Pest Management*. Nova Iorque: Plenum Press, 1981.
- FUNDACENTRO. *Prevenção de acidentes no trabalho com agrotóxicos: segurança e saúde no trabalho*, n. 3. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Ministério do Trabalho, 1998.
- IARC (International Agency for Research on Cancer). *Overall evaluation of carcinogenicity: an update of Iarc monographs, volumes 1-42*. Lyon: Iarc, 1988. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenicity Risk to Humans, spl. 7).
- ILO (International Labour Organization). Warning to agricultural workers: mortality rates remain high, and pesticides pose an increasing health risk. *World of Work*, 22, dez. 1997.
- INFORMATIVO CRQ III. *O dilema do uso de defensivos agrícolas*. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Química, III Região, 1997.
- JEYARATNAM, J. Acute pesticide poisoning: a major global health problem. *World Health Status Quarterly*. 43(3): 139-144, 1990.
- KAGAN, Y.S. *Principles of pesticide toxicology*. Moscou: USSR Commission for Unep, Centre of International Projects (GNKT), 1985.
- KALOYANOVA, F. Interactions of pesticides. In: WHO (Ed.) *Health Effects of Combined Exposures to Chemicals in Work and Community Environments*. Copenhagen: World Health Organization/Regional Office for Europe, 1983.
- KEARNEY, P.C. Nitrosamines and pesticides: a especial report on the occurrence of nitrosamines as terminal residues resulting from agricultural use of certain pesticides. *Pure and Applied Chemistry*, 53: 499-526, 1980.
- KOIFMAN, S. A incidência do câncer no Brasil. In: MINAYO, M.C.S. (Org.) *Os Muitos Bras: saúde e população na década de 80*. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco, 1995.
- LA DOU, J. The export of environmental responsibility (Editorial). *Archives of Environmental Health*, 49(1): 6-8, 1994.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). Informativo MMA, 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/ascom/imprensa/marco2000/informma15.html>.
- OPS (Organização Pan-americana da Saúde). *Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília: Organização Pan-americana da Saúde/OMS, 1996.

- PERES, F. *É veneno ou é remédio? os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos*, 1999. Dissertação de mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz.
- PERES, F. et al. Comunicação relacionada ao uso de agrotóxicos em uma região agrícola do Estado do Rio de Janeiro. *Revista de Saúde Pública*, 35(6): 564-70, 2001.
- PIMENTEL, D. et al. Environmental and social costs of pesticides: a preliminary assessment. *Oikos*, 34:126-140, 1980.
- SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas). *Estatística anual de casos de intoxicação e envenenamento: Brasil - 2000*. Rio de Janeiro: Centro de Informações Científica e Tecnológica, Fiocruz, 2003. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/sinitox>.
- WHO (World Health Organization). *Public health impact of pesticides used in agriculture*. Genebra: World Health Organization, 1990.
- WRI (World Resources Institute). *Intensification of agriculture: chemical inputs*, 1999. Disponível em: <http://www.igc.org/wri/wr-98-99/agrichem.htm>.
- YUDELMAN, M. *Pest management and food production looking to the future*, 1998. Disponível em: <http://www.cgiar.org/ifpri/>.
- ZEBARTH, B. J. *Improved manure, fertilizer and pesticide management for reduced surface and groundwater*. Canadá: The Pacific Agri-Food Research Centre, 1999. Disponível em: <http://res.agr.ca/agassiz/studies/zebasdb.htm>.