

Volume 4



EDUCAÇÃO AMBIENTAL

PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Julgar Percepção do impacto ambiental

3ª edição
revista e ampliada

Valéria Sucena Hammes
Editor Técnico

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Volume 4

**Educação ambiental para o
desenvolvimento sustentável**

Julgar
Percepção do impacto ambiental

3ª edição
revista e ampliada

Valéria Sucena Hammes
Editor Técnico

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, km 127,5
Caixa Postal 69
CEP 13820-000 Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3311-2700
Fax: (19) 3311-2640
www.cnpma.embrapa.br
sac@cnpma.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Meio Ambiente

Comitê de Publicações da Embrapa Meio Ambiente

Presidente

Marcelo Augusto Boechat Morandi

Membros

Adriana M. M. Pires

Fagoni Fayer Calegario

Lauro Charlet Pereira

Aline de Holanda Nunes Maia

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/liv
vendas@sct.embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Fernando do Amaral Pereira

Lucilene Maria de Andrade

Juliana Meireles Fortaleza

Supervisão editorial

Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto

Jane Baptistone de Araújo

Normalização bibliográfica

Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, editoração eletrônica e capa da série

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

1ª edição

1ª impressão (2002): 1.000 exemplares

2ª edição

1ª impressão (2004): 4.050 exemplares

3ª edição

1ª impressão (2012): 3.000 exemplares

Nota: A Embrapa é uma empresa que respeita os direitos autorais. No entanto, não conseguimos localizar os autores de algumas imagens utilizadas nesta obra. Se você é autor de alguma ou conhecer quem o seja, por favor, entre em contato com Embrapa Informação Tecnológica, no endereço acima.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.160).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Informação Tecnológica

Julgur : percepção do impacto ambiental / Valéria Sucena Hammes, editor técnico – 3. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2012.

286 p. : il. color ; 16 cm x 22 cm. – (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 4)..

ISBN 978-85-7035-020-6

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente. I. Hammes, Valéria Sucena. II. Embrapa Meio Ambiente. III. Série.

CDD 375.0083

© Embrapa 2012



Autores

Aldemir Chaim

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
aldemir@cnpma.embrapa.br

Carlos Alberto Aquino

Engenheiro-agrônomo, gerente-executivo do Atibaia e Região Convention & Visitors Bureau, Atibaia, SP
cacaquino@gmail.com.br

Cláudio Martin Jonsson

Graduado em Ciências Farmacêuticas, doutor em Biologia Funcional e Molecular, Bioquímica, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
jonsson@cnpma.embrapa.br

Geraldo Guilherme José Eysink

Biólogo, mestre em Ecologia, presidente da Associação de Proteção do meio Ambiente Suprema, Holambra, SP
ggjeysink@hotmail.com

Geraldo Stachetti Rodrigues

Bacharel em Ecologia, pós-doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
stacheti@cnpma.embrapa.br

Giovana Storti Camargo

Bióloga, orientadora educacional do Colégio Objetivo, Mogi Guaçu, SP
gistorti@hotmail.com

Guaraci M. Diniz Jr.

Pedagogo, especialista em Agroecologia, coordenador-geral do Projeto Educação e Agricultura do Sítio Duas Cachoeiras pelo Grupo Ação e Estudos Ambientais, Amparo, SP

escolas@sitioduascachoeiras.com.br

projetos@gaia.org.br

Heloisa F. Filizola

Geógrafa, doutora em Geografia Física, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

filizola@cnpma.embrapa.br

João Fernando Marques

Economista, doutor em Teoria Econômica, pesquisador aposentado da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

marques@cnpma.embrapa.br

José Maria Gusman Ferraz

Biólogo, doutor em Ecologia, pesquisador aposentado da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, e diretor da Associação Brasileira de Agroecologia, Campinas, SP

ferraz@cnpma.embrapa.br

Julio Ferraz de Queiroz

Oceanólogo, pós-doutor em Qualidade de Água e Solos para Aquicultura, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

jqueiroz@cnpma.embrapa.br

Katia Regina Evaristo de Jesus

Bióloga, doutora em Biotecnologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

katiareg@cnpma.embrapa.br

Luciano S. Taveira

Geólogo, doutor em Geotecnia, analista ambiental da Fundação Florestal, Campinas, SP

lusalta@ig.com.br

Luiz Fernando de Andrade Figueiredo

Médico, primeiro-secretário do Centro de Estudos Ornitológicos, São Paulo, SP

luizfigueiredo@uol.com.br

Luiz José Maria Irias

Engenheiro-agrônomo, doutor em Alimento e Recursos Econômicos, pesquisador aposentado da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
irias@cnpma.embrapa.br

Marco Antonio Ferreira Gomes

Geólogo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
gomes@cnpma.embrapa.br

Margarete Casagrande Lass Erbe

Engenheira-química, doutora em Geologia Ambiental, professora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR
margarete.erbe@ufpr.br

Maria Aico Watanabe

Bióloga, doutora em Biologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
watanabe@cnpma.embrapa.br

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Matemática, doutora em Engenharia Elétrica - Automação, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
young@cnpma.embrapa.br

Maria do Socorro Andrade Kato (in memoriam)

Engenheira-agrônoma, doutora em Agricultura Tropical, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Mauro Cezar de Almeida

Biólogo e médico-veterinário, especialista em Licenciamento Ambiental e Manejo da Biodiversidade, consultor independente, Mogi Mirim, SP
macealmeida@ig.com.br

Nilson Augusto Villa Nova

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor colaborador (aposentado) da Universidade de São Paulo, consultor da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e consultor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Piracicaba, SP
navnova@esalq.usp.br

Osmar Coelho Filho

Engenheiro de alimentos, especialista em Agroecologia, analista de meio ambiente na MC2 Consultoria Ambiental, Brasília, DF
jamlatina@gmail.com

Oswaldo Ryohei Kato

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura Tropical, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA
okato@cpatu.embrapa.br

Renata Minopoli

Bióloga, professora da Diretoria Regional de Ensino de Campinas, Campinas, SP
minopoli.r@hotmail.com

Roberto Mangiéri Júnior

Médico-veterinário, doutor em Homeopatia Veterinária, Agricultura Orgânica e Biodinâmica, médico-veterinário, profissional autônomo, Jundiaí, SP
romavet@uol.com.br

Rosana Helena Avoni de Camargo

Graduada em Ciências Físicas e Biológicas, professora da Diretoria Regional de Ensino de Bragança Paulista, Piracaia, SP
rosanaavoni@hotmail.com

Sílvia Carvalho de Barros Faria

Pedagoga, especialista em Psicopedagogia, professora da Secretaria Municipal de Educação da Estância de Atibaia, Atibaia, SP
silviacarvalhobfaria@hotmail.com

Simone Ribeiro Heitor

Bióloga, doutora em Oceanografia Biológica, pesquisadora da Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas, São Paulo, SP
simone.rh@ig.com.br

Stephen R. Gliessmann

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agroecologia, professor da Universidade da Califórnia, Santa Cruz, EUA
gliess@ucsc.edu

Tatiana Deane de Abreu Sá

Engenheira-agrônoma, doutora em Fisiologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA
tatiana@cpatu.embrapa.br

Valéria Sucena Hammes

Engenheira-agrônoma, pós-doutora em Educação Ambiental Corporativa, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
valeria@cnpma.embrapa.br

Vera Lúcia de Castro

Médica-veterinária, doutora em Patologia Experimental e Comparada, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
castro@cnpma.embrapa.br

Vicente Pisani Neto

Médico clínico e sanitário, agente de vigilância epidemiológica do Centro de Saúde da Vila Costa e Silva – Secretaria de Saúde do Município de Campinas, Campinas, SP
vicente@aquarium.com.br



Colaboradores

O Projeto Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável foi idealizado em 1994 por M. A. da Silveira, da Embrapa Meio Ambiente, e por A. G. Pinto, da Cati. A base teórica foi enriquecida em 1995, no 1º *Workshop de Educação Ambiental*, realizado na Cati, em Campinas, com a participação de especialistas das áreas de ensino, de extensão e de pesquisa, momento em que também se confirmou a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de capacitação de professores e de extensionistas.

O projeto foi elaborado em 1996 e iniciado em 1997 por F. M. Corrales, e contou com os seguintes participantes: M. A. da Silveira, J. M. G. Ferraz, R. Ghini, T. R. Quirino, W. Bettioli, M. S. T. Santos, N. C. Gattaz e W. F. Paiva, da Embrapa Meio Ambiente; A. G. Pinto, J. Pianoski, J. B. de Campos, I. Gastão Jr., L. E. Fregonesi e V. L. B. Kuhn, da Cati; C. Chiozzini, professor autônomo; C. H. Adania e P. Jovchelevich, da Associação Mata Ciliar; E. J. Mazzer e F. Wucherpfenning, do Grupo Ecológico de Sumaré; L. H. Manzochi, do Instituto Ecoar; M. Sorrentino, da Esalq/USP; S. P. Sanvido, da 4ª Delegacia de Ensino de Campinas; S. M. B. Ozzeti, da Delegacia de Ensino de Sumaré; e R. M. W. Sampaio, do Núcleo Freinet.

A realização das atividades nas escolas foi possível pelo apoio dos seguintes dirigentes regionais de ensino: V. D. Lopes, C. Moreira, S. A. S. Cavenaghi e S. M. A. Ribeiro. Contou-se também com o empenho de assessores técnicos pedagógicos (E. J. B. da Cunha, M. L. S. Deperon, R. M. A. Siorza, O. Muio, R. A. de Almeida e R. A. Cunha) e das Diretorias Regionais de Ensino de Bragança Paulista, de Limeira,

de Mogi-Mirim e de Sumaré. Ao longo dos 3 anos, foram realizadas reuniões frequentes com os participantes do projeto ou com seus representantes.

No processo de validação do trabalho de pesquisa, sob a coordenação de V. S. Hammes, da Embrapa Meio Ambiente, para adequar as atividades propostas à realidade de cada município, a metodologia foi sistematizada em um curso de capacitação de educadores ambientais oferecido a 110 escolas da rede pública do ensino fundamental e do ensino médio dos seguintes municípios: Águas de Lindóia, Amparo, Artur Nogueira, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Holambra, Hortolândia, Indaiatuba, Itapira, Jaguariúna, Joanópolis, Lindóia, Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Monte Alegre, Morungaba, Nazaré Paulista, Paulínia, Pedreira, Pedra Bela, Pinhalzinho, Piracaia, Socorro, Santo Antônio de Posse, Serra Negra, Sumaré, Tuiuti, Valinhos e Vargem. Nos primeiros projetos, houve participação de 877 professores e de 27.817 alunos, do total dos 3.085 professores e 89.716 alunos, sem contar funcionários, pais, comunidade e empresas parceiras.

No decorrer dos seis módulos do curso, atuaram como palestrantes sobre temas diversos, com o intuito de demonstrar como os conceitos se aplicam na prática, os seguintes colaboradores: A. Chaim, C. M. Jonsson, E. F. Fay, F. J. Tambasco, G. Nicolella, L. A. N. de Sá, M. A. Gomes, R. Ghini e M. L. Saito, da Embrapa Meio Ambiente; C. A. Aquino, da Associação Flora Cantareira; E. R. de Freitas, da Cati; L. S. Taveira, da SMA-CPRN-DEPRN; P. F. Junqueira, do Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais da Alcoa; R. Leite, da Vila Yamaguishi; R. F. F. Teixeira, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (Ceeteps); A. Q. Guimarães, do Conselho Estadual do Meio Ambiente; D. P. dos Santos, da Empresa de Desenvolvimento de Campinas; Dr. V. Pisani Neto, da Vigilância em Saúde da Prefeitura Municipal de Campinas; E. Baidier, consultora de Direito Ambiental; I. Rodrigues, do Núcleo de Estudos Populacionais da Unicamp; C. Aquino, da Faculdade de Psicologia da USP; e L. F. A. Figueiredo, do Centro de Estudos Ornitológicos da USP. C. Chiozzini, consultor em desenvolvimento profissional e organizacional, M. C. C. Lopes, pedagoga, supervisora e administradora escolar, e o padre N. Bakker, do Centro de Direitos Humanos e Educação Popular, organizaram dinâmicas de grupo.

Os especialistas A. S. Silva, V. L. Ferracini, P. C. Kitamura, M. L. Saito, A. Chaim, C. M. Jonsson, E. F. Fay, G. S. Rodrigues, J. F. Marques, J. M. G. Ferraz, L. A. Skorupa, L. G. Toledo e J. A. H. Galvão, da Embrapa Meio Ambiente; L. S. Taveira, da SMA-CPRN-DEPRN; D. Vilas Boas Filho e A. Albuquerque, da Associação Amigos do Camanducaia; G. M. Diniz Jr., do Sítio Duas Cachoeiras; A. P. Barbosa Jr., da Compaq Computer do Brasil; C. A. Aquino, da Associação Flora Cantareira; J. Bellix, da Associação Mata Ciliar; e o capitão V. M. de Oliveira, da 4ª Companhia de Polícia Florestal, debateram com os educadores sobre as dificuldades inerentes aos temas geradores dos projetos escolares no terceiro módulo do curso, no qual atuaram como moderadores: o padre N. Bakker, do Centro de Direitos Humanos e Educação Popular; R. A. de Almeida, da Diretoria Regional de Ensino de Mogi-Mirim; V. S. Hammes, G. Storti, R. Minopoli e T. A. de Paula, da Embrapa Meio Ambiente; J. E. C. de Moraes, da Casa de Agricultura de Santo Antônio de Posse; e C. Chiozzini, consultor em desenvolvimento profissional e organizacional.

No início do processo de produção coletiva da publicação, todos os participantes do curso foram consultados sobre os temas, e determinaram a sequência de cinco partes/volumes: *Construção da proposta pedagógica*, *Proposta metodológica de macroeducação*, *Ver – percepção do diagnóstico ambiental*, *Julgar – percepção do impacto ambiental* e *Agir – percepção da gestão ambiental*. Os seguintes participantes auxiliaram na definição da composição dos volumes: A. L. Rodrigues, da Associação C. Micael; C. A. S. Rocha, A. M. Brito, I. N. F. Ishikawa, A. A. M. Nascimento, M. L. Estevan, A. L. A. Franco, M. A. D. Costa, A. O. D. Ferreira, V. R. C. de Toledo, S. A. C. Marafante, A. M. M. Leme, R. H. A. Camargo, R. M. A. Siorza, E. J. B. da Cunha e M. L. S. Deperon, da Diretoria Regional de Bragança Paulista; M. A. Veríssimo, da E. E. Prof. Moacyr Santos de Campos, de Campinas; R. F. F. Teixeira, do Ceeteps; M. L. D. Peres, da EMEF Lourdes Ortiz, de Santos; S. S. Meira e M. C. de Almeida, da International Paper; A. J. C. G. dos Reis, da Verde Novo; G. Storti, S. M. T. Turolla, C. R. Veloso, L. R. Mendes e R. A. de Almeida, da Diretoria Regional de Mogi-Mirim; G. J. Eysink, do Colégio Van Gogh; C. A. Aquino, da Associação Flora Cantareira; E. Baider, consultora de Direito Ambiental; L. Ceolato, da Motorola; R. Mangiéri Jr., médico-veterinário homeopático; O. Coelho Filho, da Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região; L. F. A. Figueiredo, do Centro de Estu-

dos Ornitológicos da USP; L. S. Taveira, da SMA-CPRN-DEPRN; e L. A. Skorupa, J. I. Miranda, H. F. Filizola, S. de Andrade, L. A. N. de Sá, M. L. Saito e D. M. F. Capalbo, da Embrapa Meio Ambiente. Considerou-se importante respeitar o estilo dos autores que contribuíram com a redação sobre assuntos de seu domínio de conhecimento, pelos quais assumiram total responsabilidade. Decidiram, ainda, que as revisões fossem realizadas por professores que atuam no dia a dia com os alunos e sabem quais são suas necessidades prementes.

Os educadores A. M. de Brito, A. O. D. Ferreira, A. M. M. Leme, S. A. C. Marafante, M. L. Estevan, B. R. Pereira, C. A. S. Rocha, R. H. A. de Camargo, C. de Paula, N. L. G. Santos, A. A. de M. Nascimento, V. R. C. de Toledo, M. A. D. Costa, I. N. F. Ishikawa, E. J. B. da Cunha e M. L. S. Deperon, da Diretoria Regional de Ensino de Bragança Paulista; R. F. F. Teixeira, N. C. de Souza, S. Morandi, M. I. C. Maia, E. C. Belezia e T. Mori, do Ceeteps; T. P. Mariano, V. R. A. Pereira, E. F. Prata, B. A. Torres, C. A. Auricchio, E. Peres, E. A. L. Fuini, E. A. Mazzoni, M. H. Parra, M. E. C. Surur, S. A. F. Fernandes, A. M. R. do Prado, S. C. B. P. L. de Araújo, P. D. Godoi, M. M. de Almeida, F. A. F. Mantovani, M. de Oliveira, R. C. Mesclian, S. A. Ribeiro, J. Brandão, R. H. G. Batista, R. A. Dias, A. V. F. C. Silva, T. J. M. Guizzo, D. D. Ramalho, M. A. B. de Santi, Z. M. F. de Paula, M. B. Ananias, M. R. D. Alves e R. A. de Almeida, da Diretoria Regional de Ensino de Mogi-Mirim; A. da Silva e E. M. Nascimento, representando o Município de Jaguariúna; M. S. T. S. Malagó, C. M. C. Lino e S. V. K. Pelicer, da Abrae/Sobrae – Sociedade Brasileira de Desenvolvimento Ecológico, de Campinas; S. T. Queiroz, da Escola Iluminare, de Sousas; R. M. B. Neves, W. R. F. C. Mello e L. H. P. Bonon, do Liceu Salesiano N. S. Aparecida, de Campinas; e M. L. D. Peres, da EMEF. Lourdes Ortiz, de Santos, revisaram os textos, do ponto de vista de uso prático nos ensinamentos fundamental e médio, para viabilizar a aplicação interdisciplinar do tema transversal Meio Ambiente. A revisão linguística foi feita pela supervisora de ensino e professora de Português M. L. D. Peres, e pelas professoras M. S. T. S. Malagó, C. M. C. Lino, S. V. K. Pelicer, S. T. Queiroz, R. M. B. Neves, W. R. F. C. Mello e L. H. P. Bonon.

Os textos introdutórios a cada seção foram escritos por Tarcízio Rego Quirino, V. S. Hammes, I. M. Virgulino, C. A. Aquino, M. L. B. O. Lima, K. S. Moraes, A. J. Ghirdelli, G. A. M. Carlini, S. Cassiani, S. S. C. Moraes, M. T. S. Malejó, W. M. L.

Araújo, J. C. B. Tortelle, H. A. O. Townsend e M. B. C. Silva. Visam a assinalar a interdependência, a complementaridade e a utilidade específica do material oferecido aos leitores em geral e, principalmente, aos praticantes da educação ambiental. O material foi para um consultor externo, que o considerou “uma importante contribuição para o estado de arte da educação ambiental que se pratica em nosso país, tendo em vista o processo continuado, persistente e democrático que gerou”. Ressaltou, ainda, que “o caráter incremental em permanente construção sintoniza-o com os princípios do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”.

Dando continuidade ao Projeto Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, a Embrapa Meio Ambiente e a Embrapa Florestas coordenaram o Programa de Capacitação de Educadores Ambientais nas Unidades da Embrapa pelos métodos Ver-Julgar-Agir e Educação Ambiental Integrada dos Seis Elementos (projeto de capacitação de educadores), cuja proposta era a formação de educadores ambientais, promovendo um processo interativo das unidades na “construção” de propostas de integração, de caráter intra e interinstitucional. Foram elaboradas as estratégias para internalizar a questão ambiental na cultura organizacional, de modo que gerassem o efeito multiplicador além dos limites da Embrapa, que atua nas diversas regiões do Brasil e deve considerar os respectivos biomas. São elas: a) formar multiplicadores em todas as unidades da Embrapa; b) oferecer capacitação teórica e vivencial, permitindo tanto o intercâmbio entre as unidades quanto o aprimoramento das atividades realizadas por elas; c) numa segunda etapa, envolver e formar multiplicadores de outras entidades e profissionais de outras áreas, de forma que pudessem ampliar e disponibilizar seus conhecimentos técnicos e sua aplicabilidade, para o desenvolvimento de ações de educação ambiental em todos os segmentos da sociedade no meio urbano e rural.

Motivados para fazer o que se diz, sob a coordenação de Valéria Sucena Hammes (Embrapa Meio Ambiente) e Marcos Fernando Gluck Rachwall (Embrapa Florestas) realizaram sete cursos e um workshop para formar 114 educadores ambientais de todas as Unidades da Embrapa: M. P. Silva (Embrapa Acre); G. B. Cruz e J. A. R. Pereira (Embrapa Agrobiologia); E. Comunello, G. Ceccon, M. Alves Jr., R.

P. Scorza Jr. e S. P. Bonatto (Embrapa Agropecuária Oeste); A. A. Pinheiro e J. A. B. Amaral (Embrapa Algodão); M. C. Guedes e N. J. Melem Jr. (Embrapa Amapá); A. M. S. R. Pamplona, A. S. N. C. Rocha, E. M. Penha, E. A. Figueiredo, E. V. Wanoelli, J. L. V. Macedo, J. R. Costa, L. A. Pereira, M. A. A. Brito, M. S. C. Soares e R. R. Guimarães (Embrapa Amazônia Ocidental); N. V. M. Leão e S. H. M. Santos (Embrapa Amazônia Oriental); H. A. Magalhães (Embrapa Arroz e Feijão); A. M. X. Eloy (Embrapa Caprinos); E. C. Oliveira Filho, F. G. Aquino, L. C. S. Jung, S. T. Pessoa e S. C. R. Almeida (Embrapa Cerrados); M. L. T. Mattos (Embrapa Clima Temperado); D. C. Morandini, H. Paz, L. B. M. Nunes (Departamento de Gestão de Pessoas), A. M. Weslly, G. A. Piragis, J. A. S. Bitencourt, J. H. C. Bade, J. S. Duarte, M. H. M. Fabis, M. F. G. Rachwal, M. A. Bellinho, M. M. Berté e T. L. Zeni (Embrapa Florestas); C. A. Rocha, H. Silguero, J. P. Souza, J. C. C. Santos, R. P. Silva, S. H. Ratier e S. Calixto (Embrapa Gado de Corte); W. F. Bernardo (Embrapa Gado de Leite); D. A. Silva (Embrapa Hortaliças); M. J. Oliveira, M. F. L. Araújo e N. B. Falcão Filho (Embrapa Informação Tecnológica); M. M. Hanashiro e T. Z. Torres (Embrapa Informática Agropecuária); W. T. L. Silva (Embrapa Instrumentação Agrícola); L. D. Souza (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical); A. C. Serafim, C. B. Pazzianotto, D. A. Pereira, E. G. Almeida, H. C. Carvalho, J. M. G. Ferraz, L. C. Pereira, L. J. M. Irias, M. C. Alvarenga, O. B. Weber e R. Cesnik (Embrapa Meio Ambiente); C. Arzabe e S. M. S. Silva (Embrapa Meio Norte); P. E. A. Ribeiro (Embrapa Milho e Sorgo); W. P. M. Ferreira, E. G. Gomes e M. C. F. Alencar (Embrapa Monitoramento por Satélite); A. I. Campolin, A. D. Roese, F. F. Curado, M. T. B. Araújo, M. S. Costa, R. S. B. Pereira, R. L. Nascimento e R. S. Pinheiro (Embrapa Pantanal); J. B. Rassini, L. P. Escrivani e O. Primavesi (Embrapa Pecuária Sudeste); A. M. Girardi e J. P. P. Trindade (Embrapa Pecuária Sul); G. R. L. Fortes (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia); V. B. V. Oliveira (Embrapa Rondônia); M. R. Xaud e P. Costa (Embrapa Roraima); A. P. Vaz (Embrapa Transferência de Tecnologia); F. Popinigis, J. C. M. Silva, J. B. Tomé Jr. e L. F. Gomes (Embrapa Sede); P. C. F. Lima (Embrapa Semiárido); A. Garcia, G. S. M. Galerani e M. Aquino (Embrapa Soja); C. L. Capeche e M. F. Saldanha (Embrapa Solos); J. C. P. Palhares e R. M. Mattei (Embrapa Suínos e Aves); M. S. A. Rangel (Embrapa Tabuleiros Costeiros); L. S. C. Pohl (Embrapa Transferência de Tecnologia); A. Nascimento Jr., C. Mori e M. Dahmer (Embrapa Trigo); L. Gebler e N. B. Luz (Embrapa Uva e Vinho).

Os educadores ambientais foram orientados a atuar como agentes multiplicadores, por meio do desenvolvimento de ações participativas e da articulação de parcerias para viabilizar atividades ou projetos que visem à melhoria do desempenho socioambiental das Unidades. Para tanto, devem considerar a relação na gestão de pessoas, de processos e do meio físico, assim como na responsabilidade social, no exercício da missão da Unidade, no compartilhamento do espaço com a comunidade do entorno e na difusão de conhecimento para as redes de ensino públicas.

A Embrapa Meio Ambiente dedicou-se a validar a Macroeducação, no intuito de comprovar sua aplicação na gestão participativa socioambiental de organizações, não só nas Unidades da Embrapa, mas também em instituições externas: 1) com empresas públicas e privadas, chamadas de agentes de desenvolvimento do presente, pelas atividades da Ecoempresa – São Paulo, da qual participaram I. M. Virgulino e W. R. S. Padilha, da Prefeitura da Estância de Atibaia; R. M. Paiva e A. Couto Jr., do Serviço Autônomo de Água e Esgoto da Estância de Atibaia (Saae); R. A. O. Cazoti, R. A. Gardin e M. P. Gonçalves, da Química Amparo Ltda. (Ypê); C. G. Bote e T. V. C. Aleixo, do Centro Médico Campinas; J. C. Salvador, do Centro Veterinário Pró-Vida; J. B. Souza e A. H. Maria, da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S. A. de Campinas (Sanasa); R. D. Carvalho e M. L. B. O. Lima, da Prefeitura Municipal de Amparo; N. V. Santos, da Escola Estadual Telêmaco Paioli Melges; pelas atividades de Gestão Ambiental Municipal, da qual participaram C. A. Aquino, M. Y. Inui, H. Rosente, C. M. M. Guimarães, J. F. A. Pinto, F. Protta, J. R. Tricolli e R. L. Campos em ações experimentais com a Prefeitura da Estância de Atibaia, SP, e E. Schrader, R. G. Dias, E. Stranz e P. Ziulkoski; e em outra ação com a parceria da Confederação Nacional dos Municípios, coordenando 11 municípios do Rio Grande do Sul; 2) com redes de ensino públicas, chamadas de agentes de desenvolvimento do futuro, pelas atividades relacionadas à Campanha Meio Ambiente e a Escola, sob o patrocínio de Motorola (2004), Cerâmica Santana, Bispharma Packaging, Elásticos Real, Porcelanas Panger, Danvin-Devitro, Plásticos Inplast e Construvip (2005), e Química Amparo – Ypê (2006), que contaram com a coordenação local de M. T. Bellig e D. A. F. Camargo, da Secretaria Municipal de Educação de Pedreira; E. A. Godoy, A. R. Almeida, J. C. R. Tortella e S. Cassiani, da Secretaria

Municipal de Educação de Amparo; T. A. Pires, da Secretaria Municipal de Educação de Jaguariúna; F. J. Bertazzo, S. S. C. Moraes e S. M. P. Almeida, da Secretaria Municipal de Educação de Artur Nogueira; R. S. Valério, da Secretaria Municipal de Educação de Hortolândia; E. F. M. C. Vasconcellos e G. R. B. Santos, da Diretoria de Ensino de Mogi Mirim; N. D. B. Vieira, K. S. Moraes e A. J. Bortolon, da Diretoria de Ensino de Sumaré; 3) com as Escolas Técnicas Agrícolas, vinculadas ao Centro Paula Souza, para desenvolver a meta “Formação de educadores ambientais das escolas técnicas agrícolas estaduais para implantação de hortas orgânicas como peça pedagógica, aprimoramento do processo pedagógico e da gestão ambiental”, da qual participaram as escolas de Adamantina, Andradina, Cafelândia, Cândido Mota, Cerqueira César, Dracena, Franca, Garça, Igarapava, Iguape, Itu, Miguelópolis, Paraguaçu Paulista, Penápolis, Presidente Prudente, Quatá, Rancharia, Rio das Pedras, São Manoel e Vera Cruz.

A Embrapa Florestas dedicou-se a validar a aplicação da Educação Ambiental Integrada dos Seis Elementos na produção de kits pedagógicos com material natural, em parceria com a Prefeitura de Lapa, PR.

Por fim, validou-se a Macroeducação e a Educação Ambiental Integrada dos Seis Elementos como métodos de educação ambiental corporativa, apropriados à formação de multiplicadores e à sensibilização ambiental.

Em vez de uma única publicação, os resultados do Projeto de Capacitação de Educadores permitiram reunir conhecimento para a elaboração de mais dois livros, agora de natureza aplicativa, dirigidos a empresas e a escolas, ou a agentes de desenvolvimento do presente e do futuro.

Esses livros são a continuidade da série *Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável*, composto por cinco volumes: dois de natureza formativa, com conceitos, legislação e método; e os outros três, que compõem uma coletânea de artigos com informações gerais sobre diversos temas socioambientais, com informações básicas para possibilitar a reconstrução do conhecimento sob novo modelo conceitual necessário à mudança de paradigma e de atitudes diante das questões socioambientais.

Cabe ressaltar, ainda, a capacidade do projeto de promover parcerias e resultados de melhoria concreta, os quais não se podem relacionar, em virtude de sua abrangência, embora os dois últimos volumes forneçam alguns exemplos meritórios. Para não sermos injustos, não citaremos todas as prefeituras, empresas, ONGs, profissionais liberais e voluntários, mas apenas enfatizar que é possível a formação de sociedade sustentável. Isso porque essa sociedade estimula a integração de setores públicos locais com as empresas do setor privado, entidades da sociedade civil organizadas, representações civis, comunidades, unidades familiares e escolas, contribuindo efetivamente para a valorização da agricultura e da segurança alimentar como pilares de sustentabilidade.

A elaboração dos livros foi participativa, até mesmo na escolha dos respectivos temas e títulos. Manteve-se a mesma sequência programática dos livros anteriores: a) planejamento com a estruturação de roteiros das publicações, com suas seções e descrições; b) elaboração de textos; c) oficinas de avaliação; d) organização do livro; e) redação final e encaminhamento para revisão e publicação. E contou com a colaboração dos integrantes das atividades desenvolvidas pela Embrapa Meio Ambiente: D. A. F. Camargo, I. G. Sitta, M. F. P. Fernandes, A. R. Almeida, S. Cassiani, S. R. Silva, J. C. B. Tortella, K. S. Moraes, A. J. Bortolon, E. A. Godoy, V. C. C. Juvencius, S. S. C. Moraes, E. L. S. Britto, G. A. M. Carlini, M. F. F. Cantarelli, N. M. Rocha, A. J. Ghirdelli, R. S. Valério, V. R. Freitas, I. A. M. B. Maschio, M. R. Bastos, E. M. M. Souza, E. G. Silva, M. R. A. Moreira, V. O. Cardoso, A. R. F. Tognon, M. G. M. Castro, P. S. S. Sandão, V. M. Ribeiro, M. L. Gonçalves, F. A. Souza, R. P. Ferreira, M. S. S. Rita, M. P. F. Santos, W. M. L. Araújo, E. I. G. Souza, R. C. J. Criveli, M. Z. Oliveira, H. A. O. Townsend, N. S. C. Silva, V. Souza, F. B. A. Casagrande, A. M. Cappi, L. T. Carvalho, K. C. G. Bruno, D. R. C. Urbano, A. M. Moreira, P. R. C. Evangelista, M. S. Malagó, C. J. Feltrin, M. D. M. N. Feltrin, S. R. M. Poise, N. R. Silva, G. M. S. Nates, A. Fernandes, R. A. Pastrelo, A. Silva, E. L. T. Ribeiro, I. C. Zamboni, S. M. P. Almeida, C. C. Santos, I. C. M. Ferreira, M. A. Lindolfo, M. A. V. F. F. Lima, F. C. F. Pereira, M. B. C. Silva, A. A. Apolinário, P. A. Rodrigues, I. S. Marques, J. B. Moraes, P. N. G. Tolloto, N. N. B. Cunha, R. M. R. Stefano, S. R. R. J. Urbano, V. S. L. Zangrando, D. DB. B Sacilotto, E. V. Boer, K. C. R. Filippini, V. Souza, V. Ribeiro e R. C. O. Melo (Campanha Meio Ambiente e a Escola), A. H. Maria, J. B. Souza, N. V. Santos, R. D. Carvalho, N. J. Canella,

J. A. Pereira, M. L. B. O. Lima, C. A. Aquino, R. M. Paiva, I. M. Virgulino (Ecoempresa); R. F. F. Teixeira, C. B. Mourani, F. D. Junior, R. L. Cavalcanti, A. S. T. M. Ramalho, C. S. Amaral, P. S. Gênova, J. M. Silva, C. A. Elias, F. Dojas Jr., G. P. Avelar, L. M. F. S. Toledo, W. M. S. V. Leis, P. R. Cicotoste, M. V. Santos, M. M. Machado e S. A. M. Faria (Projeto Implantação de Hortas Orgânicas nas Escolas Técnicas Agrícolas do Estado de São Paulo). A avaliação ortográfica foi realizada pelos membros da Academia de Letras de Artur Nogueira: A. F. S. K. Cruz, C. M. Neto, D. F. Santos, E. J. S. Cardoso, E. Kloss, E. V. Boer, F. Arrivabene, M. F. T. Cantarelli, M. Malagó e M. T. S. Malagó. Cada seção foi avaliada pelos colaboradores supracitados, os quais escreveram os textos introdutórios que se encontram no início de cada uma. Esses textos visam assinalar a interdependência, a complementaridade e a utilidade específica do material oferecido aos leitores em geral e, principalmente, aos praticantes da educação ambiental. Todas as atividades contaram com o empenho e dedicação dos estagiários Renata Minopoli, Carolina D'Ávila de Brito, Felipe F. Silveira, Gabriela Pommer, Thiago Argenti da Silva, Renan Algarte Cremonesi, Laís Santos de Assis e Maurício Matos Caetano.

A estratégia desta terceira edição difere das anteriores nos seguintes aspectos: novo projeto gráfico, atualização dos conteúdos pelos autores, atualização da legislação e adequação aos novos padrões ortográficos. Vale enfatizar ainda que a presente edição, além de incluir novos textos, recebeu o acréscimo de dois volumes que tratam da aplicação da educação ambiental em empresas (agentes de desenvolvimento do presente) e em escolas (agentes do desenvolvimento do futuro). Ademais, caracteriza-se por não ser obra acabada, ou seja, trata-se de uma obra “aberta” à produção de outros volumes complementares sobre temáticas que apontem para o futuro, segundo as competências da Embrapa.

Tal proposta fundamenta-se no fato de que, concomitantemente ao Projeto de Capacitação de Educadores, o compromisso corporativo se fortaleceu e, juntamente com outras iniciativas de gestão de resíduos, a instituição iniciou um processo de internalização das questões ambientais na cultura organizacional por meio de outros projetos de desenvolvimento institucional sequenciais:

- Projeto de Gestão Ambiental – Uma proposta corporativa da Embrapa, liderado por Juarez Tomé (DPD), cujo objetivo foi o desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental adequado à realidade da empresa, com Unidades espalhadas por todo o País, com diferentes missões, com recursos disponíveis e resíduos gerados, os quais resultaram no delineamento de procedimentos e na produção do Manual de Diretrizes de Gestão Ambiental nas Unidades da Embrapa.
- Projeto Implantação das Diretrizes Institucionais de Gestão Ambiental nas Unidades da Embrapa – Liderado por Ricardo Encarnação, que investiu na formação de pessoas, nas melhorias de processos e na adequação da infraestrutura e das instalações.

Certamente, essas ações estratégicas respaldam o desenvolvimento de conteúdos para a eventual produção de outros volumes, os quais darão continuidade à coleção *Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável*.

Assim, podemos afirmar que todos foram importantes para garantir um produto que atenda à demanda de método e de informação para o bom desenvolvimento não só de projetos escolares, mas também de projetos de educação ambiental corporativos, que promovam a mudança na cultura organizacional, estimulem o exercício da responsabilidade socioambiental e contribuam efetivamente para a formação de uma sociedade sustentável.

Valéria Sucena Hammes
Editor Técnico

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração desta publicação, que é fundamentada nos resultados de validação da Macroeducação e da Educação Ambiental Integrada dos Seis Elementos, por meio de duas experiências: o curso de capacitação dos educadores ambientais – realizado em 2000, para professores e extensionistas, no âmbito do Projeto Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável – e o Projeto de Capacitação de Educadores Ambientais das Unidades da Embrapa, realizado de 2003 a 2007.

The graphic features three green leaves with detailed vein patterns. One large leaf is positioned in the upper right corner of the orange background. Two smaller leaves are located in the lower left corner, with one partially overlapping the other. The entire graphic is set against a solid orange rectangular background.

Apresentação

Para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), é uma honra disponibilizar a terceira edição da série *Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável*. A obra é dirigida a escolas e a empresas cientes de seu papel na formação de uma sociedade sustentável por meio do pleno exercício da responsabilidade socioambiental.

Destacamos os esforços do Mapa para que a sustentabilidade no campo esteja de mãos dadas com as práticas de manejo e preservação ambiental, por meio de Programas como Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), que demonstram a postura do setor agrícola no combate à fome e à desnutrição.

No contexto do debate mundial, torna-se importante apresentar medidas inovadoras para a redução de perdas de áreas agrícolas, que, numa conjugação de pesquisa e cooperação internacional, promovem a governança justa dos recursos naturais utilizados para o aumento da produção e para a redução do desperdício de alimentos.

Todos podem colaborar! No entanto, a adoção da inovação está atrelada a um processo contínuo de conscientização dos diversos elos da cadeia produtiva, que, do campo à mesa, precisam acreditar nas mudanças de hábitos e de costumes na produção e no consumo.

Todos precisam saber que, individual ou coletivamente, é possível contribuir para que não falem recursos naturais nem alimento para as gerações futuras.

Além disso, é necessário ter consciência a respeito da importância de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos que geramos, pois esses são recursos naturais transformados.

Nesta obra, a Embrapa descreve a viabilidade da educação ambiental corporativa e escolar, numa interação harmoniosa entre agentes de desenvolvimento do presente e do futuro, com sua própria experiência.

A educação ambiental é um trabalho árduo, porém, um dos mais compensadores diante dos desafios que o mundo enfrenta hoje. Esta coletânea oferece apoio, tornando mais simples, rápido e agradável o processo que se inicia pela sensibilização das lideranças e passa pela conscientização da comunidade. Com a reconstrução do conhecimento, pode-se evoluir para a adequação e assim, de forma eficaz, eficiente e efetiva, atingir a mudança completa de paradigma nas relações da vida.

Muitos contribuíram de maneira participativa para a elaboração desta obra, idealizada e construída por 236 autores e mais de 300 colaboradores. Essa equipe reuniu conhecimento básico para esclarecer e subsidiar o diálogo e a integração, que se fazem necessários para o enfrentamento responsável e cooperativo das questões socioambientais entre dirigentes, pesquisadores, produtores, empresários e consumidores, além de professores, alunos e seus familiares.

Acreditamos que a terceira edição da série *Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável* – agora totalmente revisada, ampliada, e com a legislação atualizada – será uma ferramenta poderosa para auxiliar na construção de um país melhor, de um mundo melhor, tanto no campo quanto na cidade.

Mendes Ribeiro Filho

Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Prefácio

A formação de uma sociedade sustentável é a principal missão da educação ambiental. Isso pressupõe o uso de uma linguagem metodológica simples, que possa ser aplicada a todos os segmentos, setores e atores sociais. Assim, a Macroeducação é um método que reúne técnicas que estimulam a construção do conhecimento coletivo em ambientes diversos, por objetivos distintos, com pessoas de formações diferentes. Após a validação do método, segundo a eficácia na formação de pessoas, a eficiência na adequação e na agilização dos processos e a efetividade na obtenção de melhorias concretas, a Embrapa Meio Ambiente propôs um projeto que demonstrasse sua aplicação na formação de uma sociedade sustentável, a partir da melhoria do desempenho socioambiental das organizações.

A Macroeducação é um método de educação ambiental corporativa, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, com o intuito de atuar como estratégia de mitigação do impacto das atividades agropecuárias, por meio da mudança na cultura organizacional das empresas, tanto da área urbana como da zona rural, as quais se inter-relacionam e interferem no consumo de alimentos e na elaboração de políticas que regem o setor. O método instrumentaliza a formação de educadores ambientais para atuarem como agentes multiplicadores (do presente, no caso das empresas, e do futuro, no caso das escolas) na mudança de paradigma das organizações, entre as quais estão incluídas as escolas. E, para tal, parte do princípio de que:

- A produção de alimentos é uma necessidade essencial à sobrevivência humana (gerações futuras); portanto, deve ser considerada uma premissa de sustentabilidade não garantida pelas premissas social, econômica e ecológica.
- A formação de uma comunidade/sociedade sustentável – principal missão da educação ambiental – pressupõe o exercício da cidadania de forma mais eficiente, por indivíduos que atuam de forma coletiva em suas organizações formais (empresas) ou informais (família e bairro-escola). Baseia-se também em todas as inter-relações da sociedade, as quais perpassam pelas instituições e pelas competências de decisão de natureza pública, privada e civil.

Para isso, utiliza-se um conjunto de técnicas e de métodos que orienta a “reconstrução” do conhecimento coletivo da realidade local, o planejamento participativo e a comunicação social, para incentivar a comunidade-alvo a “reprogramar” seu desempenho socioambiental e a tornar-se uma comunidade sustentável.

Os fatos históricos da Macroeducação passam pelo desenvolvimento técnico-científico, por meio de projetos submetidos a editais da Embrapa. No projeto de pesquisa Educação Agroambiental para o Desenvolvimento Sustentável (1997–2000), delineou-se e validou-se a Macroeducação como método adequado à formação de agentes multiplicadores. A pesquisa foi publicada na série de cinco volumes *Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável*. E, segundo o princípio de “fazer o que se diz”, pelos projetos de desenvolvimento e de transferência de tecnologia (2003–2007), para capacitação de educadores ambientais na Embrapa e para gestão ambiental corporativa, aprimorou-se e elaborou-se uma proposta de educação ambiental corporativa.

Atendendo ao compromisso ambiental instituído, o Programa de Capacitação de Educadores Ambientais da Embrapa foi um dos projetos que promoveu ações de internalização da questão ambiental na Empresa, a fim de alcançar três linhas essenciais: a) o âmbito interno; b) a comunidade próxima; c) a interface Embrapa-sociedade com o público-alvo da pesquisa, sensibilizando-o para as no-

vas relações do homem com a natureza, em especial, no processo de adoção de tecnologias apropriadas à gestão ambiental do agronegócio (empresarial ou agricultura familiar). A formação de educadores ambientais, em todas as unidades da Embrapa, foi a estratégia usada para avaliar os resultados em todo o território nacional, considerando os diversos biomas, regionalismos, diversidade de interesses, de objetivos e de formação acadêmica ou cultural.

O programa contempla a capacitação de educadores ambientais pelos métodos Macroeducação e Educação Ambiental Integrada dos Seis Elementos, a fim de que esses educadores atuem na formação de agentes multiplicadores, tornando-os conscientes da importância de trabalhar os elementos naturais (água, ar, solo, flora, fauna e ser humano) de forma integrada. Por meio da valorização do potencial do homem no contexto da preservação e da recuperação ambiental, é possível resgatá-lo como parte integrante do meio ambiente e induzi-lo a uma mudança de pensamentos e de atitudes. Os educadores foram orientados a planejar – de forma participativa – e a utilizar as funções multissensoriais, o lúdico e a comunicação emocional como ferramentas pedagógicas. O programa apresenta importantes estratégias para gerar o efeito multiplicador além dos limites da Embrapa, nas diversas regiões do Brasil, considerando os respectivos biomas, que, alinhados ao compromisso ambiental da Embrapa, instrumentalizam a gestão ambiental.

O plano de ação Educação Ambiental Corporativa, do Projeto Gestão Ambiental Corporativa, contribuiu para a criação de uma cultura corporativa de gestão ambiental, uniformizando sua linguagem, de forma que o envolvimento da comunidade interna no resgate dos passivos ambientais nas Unidades da Embrapa seja estimulado.

A realização sequencial desses projetos contribuiu para maior eficiência dos resultados. Todas as unidades da Embrapa desenvolveram ações de educação ambiental corporativa, as quais, de acordo com as prioridades identificadas e com o apoio institucional local, abordaram aspectos internos, intrinsecamente relacionados à cultura organizacional, ou dedicaram-se a aprimorar os mecanismos de comunicação com o público externo. Tal domínio de causa ajudou a elaborar uma

proposta de norma de educação ambiental corporativa que regulamenta o esforço corporativo de promover a educação ambiental no processo de implantação e de manutenção dos princípios de Gestão Ambiental (GA) na Empresa.

Nesta publicação, apresenta-se aos leitores uma variada coleção de pequenos artigos que discutem, propõem, sugerem e, principalmente, demandam participação, de modo que a distância entre teoria e prática seja o mais reduzida possível. Tudo está em discussão, mas, diferentemente do que acontecia no início do processo, já existe uma experiência coletiva e participativa por meio de diálogo entre projetos de pesquisa, gestão da Unidade, da comunidade do entorno, dos agricultores, dos alunos, da família e da comunidade escolar, o que permite a percepção de que cada um pode e deve “fazer a sua parte”, segundo sua função social. A Embrapa não só pode se aproximar desse público – pelos projetos de pesquisa, pela transferência de tecnologia ou por outras ações da responsabilidade socioambiental –, mas também pode servir de exemplo a outras instituições públicas ou privadas, no processo de contribuição para com a formação de uma sociedade sustentável.

Sem a pretensão de ser um produto acabado, esta publicação convida todas as organizações a se inserirem num contexto global, interagindo “presente e futuro” numa ação proativa de compartilhamento de responsabilidades e, sem dúvida, de oportunidades.

O método instrumentaliza a flexibilidade necessária ao aprimoramento permanente nas adaptações locais, temporais e situacionais, a partir de uma ferramenta metodológica simples, rápida e de baixo custo, para que o desafio de formar uma sociedade sustentável seja uma meta exequível.

Espera-se tornar bem claro que a essência da proposta metodológica socioconstrutivista não é facilitar a transferência de tecnologia ou simples repasse de conhecimento sobre meio ambiente. O Ver-Julgar-Agir remete à reflexão da diversidade de usos da terra, respectivos efeitos, inter-relações e possibilidade de argumentação sobre as melhores alternativas de condução dos problemas ambientais quanto aos aspectos sociais, culturais, econômicos e

físicos e as interações entre esses fatores, tal como uma práxis socioambiental. Pretende-se, dessa forma, contribuir para que ocorra a apropriação de princípios pelas populações e a geração de ferramentas tecnológicas contextualizadas e aptas a transformar as realidades locais, subsidiando o processo de formação da desejada sociedade sustentável.

Dessa forma, as reflexões e os anseios deixam de ser um problema distante e assumem um legado individual crítico, de gestão responsável, o qual pressupõe um processo contínuo de aprimoramento, segundo as etapas da Macroeducação (sensibilização, reconstrução, adequação e habituação), como subsídio à regulamentação e à implementação de políticas, planos, programas, projetos, procedimentos e rotinas.

Assim, a sabedoria da gestão sustentável pressupõe também a gestão de pessoas associada a estratégias de comunicação interna por meio de processos de internalização das questões socioambientais na cultura das organizações. Espera-se, portanto, não somente facilitar a compreensão, mas, acima de tudo, estimular a gestão das organizações por um mundo melhor, sejam elas agentes do desenvolvimento do “presente”, como as empresas públicas, privadas e organizações da sociedade civil, sejam elas entidades de ensino que atuam na formação dos agentes do desenvolvimento do “futuro”.

Os resultados dos projetos e de sua proposta de educação ambiental estão organizados em sete volumes, com perspectivas de outros volumes complementares, com foco temático. O primeiro, *Construção da proposta pedagógica*, apresenta as bases sócio-históricas que criaram a necessidade e motivaram a demanda de educação ambiental para o desenvolvimento sustentável e evoca alguns fundamentos psicopedagógicos que a podem nortear, tomando como suporte a pedagogia progressista de Paulo Freire. O segundo volume, *Proposta metodológica de macroeducação*, sugere como, a partir de três ações rotineiramente exercidas por cada um de nós, podem ser escrutinados o ambiente e as ações humanas que incidem sobre ele. Atividades pedagógicas apropriadas são, então, identificadas, descritas e experimentadas, para tornar possível o exercício sistemático

do ver, julgar e agir no contexto da educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.

Os volumes seguintes oferecem material específico para fundamentar e aprofundar a percepção ambiental. O terceiro, *Ver – percepção do diagnóstico ambiental*, examina os meios físico, biológico e antrópico e sugere atividades pedagógicas para que os participantes do processo educativo exercitem a capacidade de percepção entre o que observam e o que resulta para o estado da terra, da sociedade e do desenvolvimento sustentável. O quarto volume, *Julgar – percepção do impacto ambiental*, aprofunda o exame das intervenções antrópicas, considerando-as em seus aspectos benéficos e maléficos, e também como indicadores da saúde dos meios físico e biológico.

As atividades econômicas agricultura, pecuária, silvicultura, mineração e turismo são os focos que os diferentes autores exploram para ajudar os educandos, que de fato somos todos nós, a julgar o estado do planeta e o que se pode fazer por ele. As atividades pedagógicas sugeridas são um instrumento específico e apontam para o quinto volume, *Agir – percepção da gestão ambiental*, que traz muito mais do que atividades pedagógicas para o ambiente educacional a que a obra se dirige prioritariamente, isto é, os ensinamentos fundamental e médio. Baseado no enfoque de gestão ambiental, cobre temas que perpassam os diferentes aspectos identificados nos volumes anteriores, os quais se concretizam em alternativas de ação próprias da cidadania e indispensáveis para o desenvolvimento sustentável no curto e no longo prazo. Oferece, ainda, inúmeros exemplos e oportunidades para elevar o padrão da aprendizagem, principalmente quando insiste em atividades que mesclam informação, raciocínio e aplicação.

Os dois últimos volumes foram concebidos posteriormente. O sexto, *Empresa, meio ambiente e responsabilidade socioambiental* apresenta as ações vivenciais na Embrapa a partir das bases conceituais e metodológicas de educação ambiental numa empresa. E o sétimo volume, intitulado *Meio ambiente e a escola*, apresenta o relato do poder de formação de cidadãos e a capacidade de transformação das instituições de ensino formal.

O livro dirigido a empresas é composto por cinco seções. A primeira, Conceitos e Metodologia, fornece textos que contêm informações fundamentais sobre a relação das empresas com a natureza e com o mercado. A segunda seção, intitulada Motivação, compõe-se de textos questionadores sobre o exercício da cidadania. A terceira, Cultura Organizacional, aborda o exercício da educação ambiental pela comunidade interna, facilitando a gestão ambiental, em especial a gestão dos resíduos e a qualidade do ambiente de trabalho e da vida dos empregados. Na quarta, está descrito o exercício da Responsabilidade Socioambiental nas diversas experiências desenvolvidas nas Unidades de Pesquisa da Embrapa com as comunidades-alvo de sua missão, com o entorno e com as escolas. A quinta seção, Planejamento e Gestão Empresarial, aborda o processo como um todo e ainda debate sobre a questão da educação ambiental em três linhas interdependentes – ações exploratórias, gestão interna à empresa e ações externas –, descrevendo o processo de mudança na cultura organizacional.

O livro dirigido a escolas é composto por quatro seções. A primeira seção, Conceitos e Metodologia, disserta sobre o resgate da função social da escola, com base no programa de educação ambiental proposto, ensinado e executado, segundo o método Macroeducação – uma proposta de educação cidadã na gestão escolar – que passa a formar cidadãos leitores e atores da própria vida. Na segunda, Planejamento e Gestão Escolar, são feitos alguns relatos de transformação do processo pedagógico e das relações de sociedade. A terceira seção, intitulada Projetos Temáticos, estimula o exercício da cidadania e a resolução coletiva de problemas temáticos. Já a seção Atividades Didático-Pedagógicas trata de demonstrar como se dá a operacionalização do projeto na sala de aula, num processo contínuo de ensino-aprendizagem de vida.

O conjunto do material é o repositório da experiência de todas as pessoas que participaram do projeto da Embrapa Meio Ambiente e é uma fonte de informação sobre os temas recorrentes no trabalho daqueles que se engajam na educação ambiental. Seu uso é múltiplo. Haverá usuários que acharão importante ler todos os volumes ou, pelo menos, a maior parte deles e dar uma vista ligeira sobre os demais. Haverá outros que se contentarão em consultar os artigos que

vão atender a suas necessidades imediatas de informação. Nesse caso, observe-se que muitas vezes a informação está repartida por artigos diferentes em seções distintas, os quais se complementam e aprofundam. As referências acrescentadas a quase todos os artigos não têm como objetivo principal fundamentar o texto com as fontes a que alude ou de que se serviu como base, embora tenha também essa função. Procura-se, antes de tudo, indicar leituras com ideias complementares para uso em trabalhos.

Enfim, diante das mudanças climáticas aceleradas, a urgência por atitudes corporativas de empresas e de escolas é ainda maior. Espera-se que este material colabore para a qualificação de profissionais conscientes de seus direitos e deveres, de modo que o educador ambiental, na empresa ou na escola, seja um agente de transformação, que auxilia o reposicionamento da organização perante o conflito entre o progresso, a conservação ambiental e a produção de alimento saudável.

Valéria Sucena Hammes

Editor Técnico



Sumário



Parte 1. Intervenções antrópicas.....	37
Capítulo 1. Sociedade e natureza	39
Capítulo 2. Impacto ambiental: efeitos físicos, econômicos, sociais, culturais e políticos	43
Capítulo 3. Análise de perigo e avaliação de risco.....	47
Capítulo 4. Efeitos da diversidade e da complexidade de uso e ocupação do espaço geográfico	57
Capítulo 5. Efeito estufa: evidências de modificações climáticas.....	63
Capítulo 6. Importância das águas superficiais subterrâneas	67
Capítulo 7. Poluição marinha.....	71
Capítulo 8. Compactação e erosão do solo	75
Capítulo 9. Erosão: um indicador de impacto ambiental.....	77
Capítulo 10. Perda da biodiversidade.....	83
Capítulo 11. Bioindicadores	89
Capítulo 12. Reconhecendo a biodiversidade.....	95
Capítulo 13. Doenças endêmicas.....	99

Capítulo 14. Modo de vida e impactos ambientais globais	109
Capítulo 15. Precisamos viver em meio a tanto lixo?.....	119
Capítulo 16. Os efeitos da globalização	129

Parte 2. Setor primário: agricultura, pecuária, silvicultura, aquicultura e mineração 133

Capítulo 1. Agricultura e meio ambiente: breves considerações.....	135
Capítulo 2. Impactos ambientais da agricultura	143
Capítulo 3. Uso de fogo na agricultura familiar na Amazônia: um mal necessário?	149
Capítulo 4. Erosão do solo na Microbacia do Córrego Taquara Branca	153
Capítulo 5. Agrotóxicos e seus efeitos na saúde	159
Capítulo 6. Impacto ambiental da deriva de agrotóxicos.....	171
Capítulo 7. Avaliação de efeitos dos agrotóxicos sobre a vida aquática...	177
Capítulo 8. Biotecnologia, OGM e ambiente	183
Capítulo 9. Aquicultura e meio ambiente	203
Capítulo 10. Investigação sobre a mortalidade de peixes e de outros organismos aquáticos.....	207
Capítulo 11. Controle de pragas	213
Capítulo 12. Condições ecológicas para a sustentabilidade agrícola	219
Capítulo 13. Bioindicadores de impacto em sistemas orgânicos	229
Capítulo 14. Impacto ambiental da mineração.....	233

Parte 3. Setor secundário: indústria237

Capítulo 1. Nossas indústrias239

Parte 4. Setor terciário: turismo e rede viária245

Capítulo 1. Turismo no espaço rural: efeitos físicos, econômicos, socioculturais e políticos247

Capítulo 2. O impacto ambiental causado pela rede viária251

Parte 5. Atividades pedagógicas.....255

Capítulo 1. Avaliação ambiental estratégica:
conceitos, princípios e metodologias257

Capítulo 2. Oficina de trilhas interpretativas.....261

Capítulo 3. A queimada e a estrutura física do solo.....267

Capítulo 4. Poluição ambiental269

Capítulo 5. Madeira: um recurso natural
renovável de grande utilização273

Capítulo 6. A agressão dos agroquímicos na vida aquática.....277

Capítulo 7. Modo de vida e impactos ambientais globais281

Capítulo 8. Jogo com cartões relacionados285

Intervenções antrópicas

O exame das intervenções de pessoas na natureza requer o suporte da ciência, embora esta seja considerada uma das responsáveis pela degradação ambiental proveniente do uso exagerado e do endeusamento da tecnologia - seu trabalho e sua participação não podem ser dispensados para recuperar e prevenir. A ciência e a vivência peculiar da cultura local são capazes de gerar o conhecimento especializado para mudar para melhor o que outros conhecimentos científicos, mas incompletos, empregados como meios certos para fins errados, ou tratados desastrosamente, fizeram de mau à natureza.

Os aspectos escolhidos preenchem duas condições: por um lado, são reconhecidos como problemas ambientais graves; por outro, já existe uma contribuição relevante da ciência para que sejam mais bem compreendidos. Essa contribuição parte de ciências puras e aplicadas, tais como a Biologia, a Química, a Física, a Climatologia, a Economia, a Sociologia, entre outras, por meio de especialistas interessados em considerar os novos problemas e os interesses emergentes.

Em alguns dos artigos, é invocada explicitamente a abordagem holística, o modo sistêmico de colocar qualquer problema para estudos. Mas a abordagem holística está presente em todos, o que permite uma conexão mais fácil entre o conhecimento científico, as razões éticas e o engajamento político. Pois não é necessário escamotear os interesses de grupos atrás de uma neutralidade científica que, transpondo os limites da lógica e da metodologia, em que sempre foi e

continua a ser imprescindível, invade indevidamente o campo das decisões sobre o que pesquisar e sobre como aplicar os resultados do conhecimento gerado.

A primeira seção expõe intervenções antrópicas relacionadas com a globalização em geral e com a vida urbana em particular.



Capítulo 1

Sociedade e natureza

Valéria Sucena Hammes



Algumas das paisagens mais admiradas são produtos da degradação ambiental ocasionada pela própria natureza. A erosão provocada pelos ventos ou pelas águas contorna esculturalmente as rochas e contribui para a formação dos solos. Já a intervenção nas regiões selvagens pelo ser humano tem causado grande prejuízo ecológico.

Sociedade e ambiente selvagem

Desde o início da história registrada, a palavra “selvagem” tem um significado depreciativo, seja para designar ambientes adversos, seja para definir grandes aglomerações urbanas anônimas, que parecem hostis e corruptas. Os ambientalistas, porém, costumam utilizar o termo com um significado positivo, para designar qualquer lugar natural que não tenha sofrido influência da atividade humana.

O ambiente selvagem força-nos a comparar os limites do ser humano como criatura biológica com a infinitude do cosmo. Essa tem sido a motivação de muitos para buscar um modo de vida mais equilibrado com a natureza.

No ambiente natural, utilizamos mais os sentidos, assim como os caçadores da Idade da Pedra, que adquiriam o conhecimento empírico, mais holístico que analítico, porém preciso e adaptado ao ambiente local.

Ambiente antrópico

Os ambientes transformados pelos seres humanos a partir do desenvolvimento da agricultura no período Neolítico oferecem poucas oportunidades à manifestação do instinto.

Quando se oferece oportunidade, a percepção sensorial desenvolve-se naqueles que interagem com a natureza. Os pescadores passam a conhecer, de forma instintiva, as particularidades sazonais do ambiente e os hábitos dos animais que lhes interessam. A vivência em áreas naturais aguça os sentidos, seja na percepção de odores e sons, seja na de cenários, o que comprova a inibição de parte de nosso potencial pelas forças sociais e culturais. Demonstra, também, como o ser humano pode reaprender a atuar como parte orgânica de dado ambiente, em vez de observá-lo passivamente.

Apesar de contraditório, as pessoas sentem-se mais seguras onde a natureza é reduzida à escala humana. “Os rios, cúmplices da filosofia e do amor, deixam de refrescar os pés e disponibilizar farta pescaria, para serem cobertos por ruidosas vias e carregar os esgotos das cidades.” (DUBOS, 1981, p. 27).

A espécie humana, tanto entre povos ocidentais como orientais, evita ou destrói os ambientes de difícil adaptação. A arte e a literatura expressam a admiração por esses ambientes, mais pela influência intelectual na inspiração poética e religiosa do que pelo desejo de viver neles. Na Europa, o acesso a lugares confortáveis facilmente alcançados pelas estradas, no século 18, transforma o medo em admiração ao meio natural. Inicia-se a valorização do ambiente selvagem pelos habitantes das cidades, à medida que percebem a perda da qualidade de vida dissociada da natureza. O movimento pró-primitivismo no século 19 é uma reação contra a deterioração do meio e da sociedade na Revolução Industrial. No século 20, sob o céu cinzento das cidades, aumenta a adoração pelos ares dos campos. “É fácil amar um inimigo enfraquecido e dominado [...] a estima pelo ambiente natural é estimulada pela ciência.” (DUBOS, 1981, p. 38).

A consciência ecológica nos últimos anos reforça o interesse pela preservação de ambientes selvagens. Reconhece a energia solar como a energia primária de todas as coisas, crucial no sistema energético global; a proteção da biodiver-

sidade de animais, plantas e micróbios de florestas, pântanos e desertos como o melhor seguro contra os perigos inerentes à instabilidade dos ecossistemas simplificados, criados pela moderna agricultura e por ambientes urbanizados. Do ponto de vista antropocêntrico, os ambientes selvagens são considerados depósitos genéticos para modificação e aperfeiçoamento da biotecnologia. Do ponto de vista moral, a preservação justifica-se tanto pelo equilíbrio biológico quanto pela oposição à insensibilidade e ao vandalismo, criando-se ambientes antrópicos de bem-estar psicofísico, de maneira que a conciliação do desenvolvimento e da conservação proposta pelo desenvolvimento sustentável “ajude o homem a ficar atento ao cosmo do qual veio e a manter um certo grau de harmonia em relação ao restante da criação” (DUBOS, 1981, p. 53).

A relação sociedade-natureza tem um lado doce que advém da convicta possibilidade de a sociedade utilizar seu conhecimento para recuperar o dano ambiental e coexistir com a natureza, sem impedir o desenvolvimento. O lado amargo é sua propensão ao domínio e ao poder de destruição, sem respeitar a capacidade de recuperação da natureza. Apontam a ética como critério de rigor e limite à desmedida obsessão científica de dominá-la. Esquecem que a Terra possui potencialidades ainda desconhecidas e uma dinâmica própria. A natureza reage sutilmente contra a espécie que a ameaça. Se não houver um retrocesso no processo de degradação ambiental, há fortes indícios de desaparecimento das fontes de água potável, de mudança climática no mundo e de disponibilidade de oxigênio suficiente para manter a biodiversidade e, então, uma nova ordem ecológica se estabelecerá. Urge que a humanidade se conscientize de que é parte integrante da natureza.

Referência

DUBOS, R. J. **Namorando a terra**. São Paulo: Melhoramentos: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 150 p.

Literatura recomendada

LEIS, H. R. **O labirinto**: ensaios sobre ambientalismo e globalização. São Paulo: Gaia; Blumenau: Fundação Universidade de Blumenau, 1996.

Impacto ambiental

Efeitos físicos, econômicos,
sociais, culturais e políticos

Valéria Sucena Hammes

A eficiência da educação ambiental no contexto de melhoria ambiental global dá-se pelo projeto coletivo de transformação da realidade local, pela ação política de apoio à formação da cidadania, como estratégia de busca da viabilidade do desenvolvimento e da conservação.

Reconhecer os atributos da paisagem não é suficiente para estabelecer uma conduta sistêmica. Normalmente, o agrônomo tende a defender as atividades da terra, o médico ressalta as questões de saúde, o químico normaliza as relações em procedimentos de análise laboratorial, etc. Enfim, é preciso “ver e julgar” os fatos, conforme suas relações. Julgar e analisar os efeitos. É possível que o julgamento de uma comunidade seja tecnicamente igual ao de outra? Não, se se considerarem os aspectos que as diferem. O importante é a análise coletiva para o estabelecimento de uma ação solidária.

Os efeitos físicos estão relacionados às condições naturais dos fenômenos físicos, químicos e biológicos, como a compactação da terra ocasionada numa trilha onde antes passava um boi e, após algum tempo, passa uma boiada. Se observarmos que trilhas unem povoados, é possível prever a construção de futuras estradas naqueles locais. A compactação afeta a microbiota do solo e as reações químicas, que necessitam de oxigênio (aeração do solo). Ocasiona a degradação dos solos e a redução do valor da terra (erodida). Certamente, uma fazenda com

grandes voçorocas¹ vale menos que uma propriedade cercada por paisagem natural.

O efeito econômico pode ser sentido pela redução de produtividade da terra e pela perda da propriedade em benefício dos agentes financeiros, que logo ocasionará efeitos sociais, como o êxodo rural e o inchaço das periferias metropolitanas.

O efeito social associado ao surgimento de favelas é muito percebido nas pequenas cidades em fase de industrialização e urbanização não planejada. As drogas e a prostituição vêm em seguida, sem contar a demanda explosiva dos setores de saneamento, saúde e educação.

A princípio, os efeitos culturais são observados na valorização da cultura local, seguida de sua descaracterização. Pela divulgação, a mídia contribui para que comunidades que vivem em locais pitorescos, com hábitos e costumes próprios, sejam massificadas por correntes de pessoas vindas de outras localidades. Quando isso ocorre, a mídia acomoda-se à demanda do novo público. Sem que as pessoas percebam, a política também é influenciada pelo novo cenário dessa complexa relação entre as atividades e as mudanças que ocorrem numa comunidade.

No processo de degradação ambiental, o efeito político depende do nível de organização e de consciência da sociedade, bem como da qualidade técnica e profissional do assessoramento dado à administração pública. Normalmente, existem forças políticas conflitantes que coexistem na salutar democracia, sob o efeito da diversidade de opiniões. A *Agenda 21* vem auxiliar o poder público a “escutar” os anseios dessa comunidade e a buscar a melhoria da qualidade de vida, com a finalidade de reduzir os conflitos socioeconômicos, dentro do contexto ambiental local.

É comum que a percepção da comunidade seja construída com informações divulgadas pela mídia, ainda insuficientes para compreender todas as interações que determinam a situação real. Isso significa que nem sempre uma

¹ Canal resultante de erosão, pelo fluxo concentrado de água, suficientemente profundo para atingir o lençol de água subterrânea.

pesquisa de opinião reflete a visão crítica da comunidade, mas principalmente a influência das últimas notícias. Fica claro compreender a importância da participação da mídia no processo de formação da sociedade sustentável.

Literatura recomendada

DIRANI, A. **Férias na fazenda ecológica**. Goiânia: Ed. da Universidade Federal de Goiás, 1989. 210 p.

JUCKEM, P. A. (Coord.). **Manual de avaliação de impactos ambientais**. 2. ed. Curitiba: IAR: GTZ, 1993.

LEIS, H. R. **O labirinto**: ensaios sobre ambientalismo e globalização. São Paulo: Gaia; Blumenau: Fundação Universidade de Blumenau, 1996.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: Cetesb: Terragraph Artes e Informática, 1993. 354 p.



Capítulo 3

Análise de perigo e avaliação de risco

Maria Conceição Peres Young Pessoa



O homem faz parte do ambiente em que vive, tirando dele sua fonte de alimento, seu sustento e sua diversão. A forte interação do homem com o ambiente torna ambos, frequentemente, sujeitos a perigos.

“Perigo” é uma situação física com potencial para causar algum tipo de dano ao próprio homem ou ao ambiente, ou seja, algum tipo de consequência ruim. Existem perigos que são facilmente perceptíveis e identificáveis, que têm consequências previsíveis, como, por exemplo, entrar na jaula de um leão ou gastar muita água em lugares onde caminhões-pipa fazem o abastecimento, porque rios, lagos e açudes estão quase secos. Outros perigos são imperceptíveis, mas podem ocorrer em longo prazo (chamados potenciais), como, por exemplo, a presença de doenças que não manifestam sintomas aparentes.

“Risco” é a chance de que, em determinado período, aconteça algum perigo. Dessa forma, o risco de que algo ruim aconteça está sempre relacionado a uma situação de perigo e a uma chance (ou probabilidade) de que ele aconteça. Assim, a certeza de inexistência de risco só ocorre quando não existe perigo, pois, caso contrário, mesmo que em possibilidades pequenas de ocorrência, o risco existirá.

Vê-se, portanto, que, para evitar ou prevenir riscos, deve-se estudar o próprio perigo, ou seja, a situação física que pode conduzir a algum dano. Dessa forma, é necessário “identificar”, isto é, saber onde e como aquela situação física ocorre, e “examinar”, ou seja, saber detalhar o que motivou (os fatores que contri-

buíram) a ocorrência do perigo. Quando realizamos esse estudo, estamos conduzindo uma “análise”.

Após a identificação/exame do perigo, realiza-se sua “avaliação”, ou seja, quantifica-se o grau em que a situação física já pode causar ao homem ou ao meio ambiente algum prejuízo, cujo resultado é o “valor” para o “nível de risco”.

Pelo que foi comentado, conclui-se que a análise de perigo e a avaliação de risco devem contemplar, de forma lógica, a listagem de falhas ou eventos necessários para fazer surgir um perigo e, posteriormente, representá-la por meio de um número (valor) representativo, que permita compará-lo a outros perigos identificados no mesmo ambiente. A avaliação de risco é muito importante para priorizar ações (ordenar “o que deve” ser feito primeiro) e tomadas de decisões (“o que vai” ser feito primeiro e “onde” deve ser feito), principalmente quando os recursos financeiros são poucos.

Quando se investe em algum empreendimento, deve-se realizar a “análise de perigo e a avaliação de risco” com o objetivo de controlar a poluição e prevenir acidentes, os quais, se não forem tratados adequadamente, poderão causar grandes impactos ambientais e/ou doenças nos seres vivos, que podem afetar até mesmo o homem. No Brasil, em particular no Estado de São Paulo, a publicação da Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986 (CONAMA, 1986), instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. A partir de então, os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados no processo de licenciamento de determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento (CETESB, 2001).

A seguir são apresentados dois exemplos de análise de perigo e avaliação de risco.

O problema da contaminação das águas e sua importância em relação ao meio ambiente

A estrutura química (princípio ativo) do agrotóxico¹ governa sua reação no ambiente, tais como sua eficácia e eficiência no controle de pragas e doenças, sua mobilidade (como ele se movimenta) e sua degradabilidade (tempo de permanência) no ambiente (Figura 1).

Cada agrotóxico apresenta propriedades, tais como: solubilidade em água, polaridade² e pressão de vapor³. Quando se relaciona com o ambiente onde é aplicado – temperatura, precipitação, vento e radiação solar –, esses fatores também podem afetar seu comportamento e seu destino, o que pode resultar em perigos - impactos ambientais negativos. Entre eles, citam-se:

- Erosão do solo e assoreamento de corpos d'água.
- Salinização de solo e de água, gerada pelo uso inapropriado de água de irrigação.

¹ Conforme expresso na Lei nº 7.802, de 11/7/1989, publicada no *Diário Oficial da União* (DOU), de 12/7/1989, “consideram-se agrotóxicos e afins: a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos e biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; b) substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento”.

² Refere-se às concentrações de cargas da nuvem eletrônica em volta da molécula, que está dividida em duas classes distintas: a) moléculas polares: possuem maior concentração de carga negativa em uma parte da nuvem e maior concentração positiva em outro extremo; b) moléculas apolares: a carga eletrônica está uniformemente distribuída, ou seja, não há concentração.

³ Conforme expresso em Ware (1992), a pressão de vapor “é uma medida da tendência de volatilização do agrotóxico em seu estado puro (sólido ou líquido) e que pode ser útil na estimativa do tempo de vida da deposição da aplicação no solo e na planta; também é utilizada em conjunto com outras propriedades do produto, para comparação da tendência de escape do composto de um comportamento a outro”.

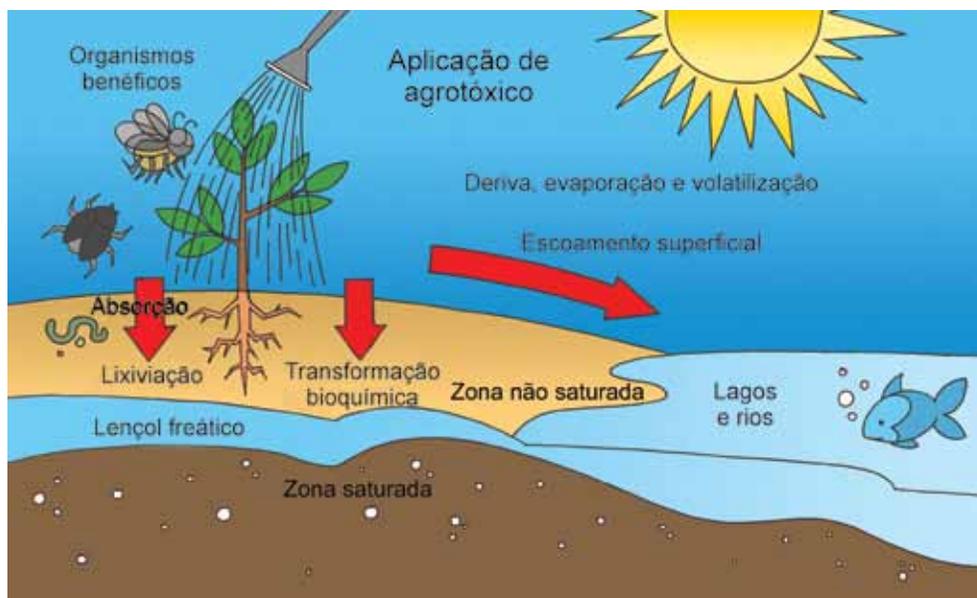


Figura 1. Aplicação de agrotóxicos e risco de contaminação de solo e de águas superficiais e subterrâneas.

Ilustração: Cacá Soares

- Eutrofização ou eutroficação⁴, causada pelo manejo incorreto de pastagens ou pela aplicação incorreta de fertilizantes nas plantas, que enriquecem a água com nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, favorecendo a ocorrência de turbidez (turvação).
- Explosões maciças de algas, muitas das quais podem apresentar toxinas nocivas à saúde humana, odor desagradável e ambiente favorável à proli-

⁴ A eutrofização é definida pela Cetesb (2001) como o processo que “consiste no enriquecimento das águas por nutrientes, cujo resultado mais comum é o crescimento de plantas aquáticas, que podem ser tanto as que se movimentam livremente na água, como é o caso das comunidades fitoplanctônicas, dadas principalmente por algas, quanto as plantas flutuantes, as conhecidas por aguapés”. O processo não é função exclusiva da presença de nutrientes na água, mas é controlado também por fatores físicos ambientais naturais, entre os quais se destacam a transparência, a temperatura da água, bem como o regime hidráulico do corpo de água. Em níveis baixos, a eutrofização pode ser benéfica, pois aumenta a produtividade dos corpos hídricos, ou seja, sua capacidade de manutenção de vida aquática. Em níveis excessivos, contudo, passa a prejudicar o uso da água por meio de interferências variadas.

feração de insetos e pragas e à mudança na composição da comunidade aquática.

- Contaminação por metais pesados, decorrentes do uso de água na cultura, proveniente de corpos d'água localizados próximos a descargas diretas ou indiretas de minas e de indústrias manufaturadas.
- Chuvas ácidas, emitidas pela queima de combustível fóssil e transportadas pela atmosfera para outras regiões agrícolas, as quais causam acidificação de lagos e de águas superficiais.
- Deriva de produtos, decorrente de processos de evaporação e de volatilização das gotas de agrotóxicos produzidas pelos bicos de pulverização, que, carregadas pelo vento, podem permanecer em suspensão no ar até que sejam depositadas em áreas não alvo, propiciando contaminações indesejáveis de recursos hídricos, pessoas, animais, solos e plantas.

Nas áreas onde o recurso água é reduzido, como no caso do Semiárido brasileiro, é fundamental a proposição de medidas que, além de explorá-lo racionalmente, possibilitem antecipar situações potenciais de risco de contaminações por agrotóxicos, as quais podem comprometer direta ou indiretamente a saúde pública, de animais (pássaros, peixes, microrganismos, insetos benéficos) e de plantas.

No que se refere à aplicação de agrotóxicos e ao meio ambiente, com especial atenção para a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, a orientação sobre corretas aplicações dos produtos e de sua avaliação de eficiência deve ser formulada, de forma que atenda também aos ciclos hidrológicos locais, os quais fornecem a conexão direta entre as águas superficiais e subterrâneas em muitas regiões geológicas.

Dependendo de fluxos hidráulicos preferenciais (gradientes hidráulicos), a água superficial pode recarregar a água subterrânea ou ser realimentada por ela. Assim, os níveis de agrotóxicos presentes em águas superficiais podem afetar a qualidade da água subterrânea ou podem por ela ser afetados. Também há que se considerar que a recarga de lençóis subterrâneos (rios subterrâneos) dá-se, mui-

tas vezes, durante a movimentação vertical da água (percolação) pela chuva ou pela irrigação, através de um solo não saturado, onde a percolação é controlada tanto pela força da gravidade como pela de capilaridade. Em solos arenosos, onde a condutividade hidráulica é amplamente favorável à lixiviação (percolação com carreamento de produtos químicos), problemas associados à lixiviação de agrotóxicos para camadas mais profundas de solo tornam-se muito maiores.

Em particular, no Nordeste brasileiro, onde o recurso água é escasso e predominam os solos arenosos sob áreas cultivadas, é prioritário o monitoramento da qualidade da água que abastece as populações locais para análise de perigos e avaliação de risco.

Exemplo de avaliação de risco por simulação

Resultado obtido na área de afloramento do Aquífero Guarani

De acordo com estudos realizados na área de afloramento do Aquífero Guarani⁵ (Pessoa et al., 2001), a área escolhida como exemplo explora intensa atividade de monocultivo de cana-de-açúcar, por isso exige constantes aplicações de agrotóxicos (herbicidas). Assim, foram realizadas simulações por um período de 4 anos, com o objetivo de analisar a movimentação vertical dos herbicidas atrazina, diuron e tebuthiuron e a consequente tendência futura a risco de contaminação da água subterrânea local, uma vez que se trata de áreas de afloramento e de confinamento do Aquífero Guarani. Esse aquífero é um megareservatório de água subterrânea do Cone Sul e apresenta dimensões intercontinentais, compreendendo o Brasil, a Argentina, o Uruguai e o Paraguai.

Em termos de geologia, a área é constituída de basaltos e arenitos sobrepostos (Jurássico-Cretáceo) e parte de arenitos do Triássico-Jurássico.

⁵ Também conhecido como Aquífero Botucatu, seu nome foi alterado para Aquífero Guarani, porque sua abrangência geográfica inclui a maior parte das áreas ocupadas pelo povo indígena guarani (ROCHA, 1996).

Foram simulados cenários para cada herbicida, nas respectivas doses máximas aplicadas na região (pior caso), em solos do tipo latossolo roxo, latossolo vermelho-escuro e areia quartzosa. Os dados obtidos pelas simulações foram posteriormente cruzados por computador com aqueles de uso das terras, níveis de profundidade dos lençóis subterrâneos e solos, previamente digitalizados em Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG).

O cruzamento das informações possibilitou a geração de um mapa do alto risco de contaminação da água subterrânea da área de afloramento do Aquífero Guarani sob atividade agrícola. Analisando-se os mapas, constatou-se que aproximadamente 5,6% da água subterrânea da área de estudo será atingida por atrazina (Figura 2), 3,9% por diuron (Figura 3) e 13,1% por tebuthiuron (Figura 4). Entretanto, nenhuma das concentrações finais (quantidades) de produtos simulados oferece risco de contaminação do aquífero no que diz respeito ao consumo, pois permanecem de acordo com padrões de portabilidade reconhecidos mundialmente.

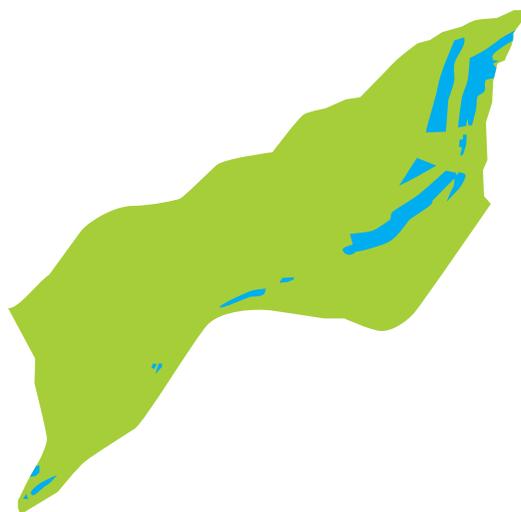


Figura 2. Área de risco de contaminação por atrazina da água subterrânea do afloramento do Aquífero Guarani.

Fonte: Pessoa et al. (2001)

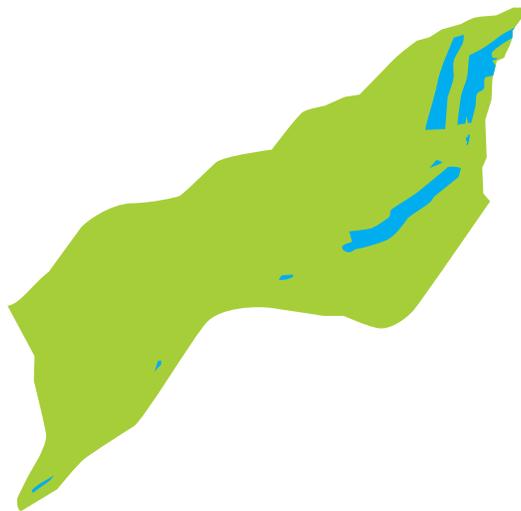


Figura 3. Área de risco de contaminação por diuron da água subterrânea do afloramento do Aquífero Guarani.

Fonte: Pessoa et al. (2001)

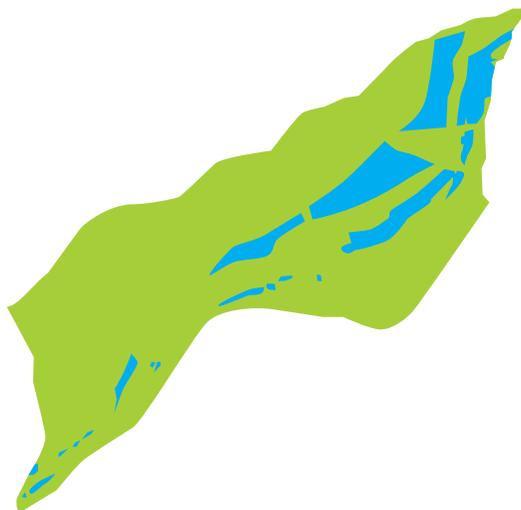


Figura 4. Área de risco de contaminação por tebuthiuron da água subterrânea do afloramento do Aquífero Guarani.

Fonte: Pessoa et al. (2001)

Referências

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 2000**. São Paulo: Cetesb, 2001. 138 p.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. de S. **Monitores ambientais – Módulo 1: aplicação de agrotóxicos e meio ambiente**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. (Projeto Ecoágua – Convênio SRII/MMA/Embrapa/Bird nº 475/98).

CONAMA. Resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549.

PESSOA, M. C. P. Y.; NEVES, M. C.; GOMES, M. A. F.; CERDEIRA, A. L.; SOUZA, M. D. de. Identificação de áreas de alto risco de contaminação de águas subterrâneas pelos herbicidas atrazina, diuron e tebuthiuron no Brasil – Técnicas de simulação de sistemas e de geoprocessamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 12, p. 86, 2001.

ROCHA, G. A. **Megarreservatório de água subterrânea do Cone Sul: bases para uma política de desenvolvimento e gestão**. Curitiba: Ed. da UFPR/IDRC, 1996. 25 p.

WARE, G. **Reviews of environmental contamination and toxicology**. New York: Spring-Verlang, 1992. 164 p.

Literatura recomendada

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Impacto ambiental a aplicações socioeconômicas da agricultura intensiva em água subterrânea**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. (Projeto Ribeirão Preto; Projeto SER 11.0.94.221)

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Monitoramento da qualidade das águas para o desenvolvimento do semi-árido brasileiro: ecoágua**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999. (Projeto SEP. 11.1999.240).

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Qualidade ambiental em fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro: ecofrutas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1999. (Projeto SEP. 11.1999.239).

PESSOA, M. C. R. Y.; LUCHIARI JÚNIOR, A.; FERNANDES, E. N.; LIMA, M. de. **Principais modelos e simuladores utilizados para análise de impactos ambientais das atividades agrícolas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 83 p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 8).

Efeitos da diversidade e da complexidade de uso e ocupação do espaço geográfico

Valéria Sucena Hammes

Originalmente, encontra-se num ambiente natural o solo recortado pelos rios, contornado pelas formações geomorfológicas de montanhas e vales e coberto por uma vegetação determinada pelo clima e uma fauna característica daquele espaço geográfico. Algumas das paisagens mais admiradas são produtos do desgaste ocasionado pela própria natureza. No entanto, conforme Dubos (1981), não há dúvida de que o homem faz parte da natureza, mas exagerou no processo de ocupação dos espaços, prejudicou o regime das águas e empobreceu a terra ao destruir a mata.

A agricultura tornou o homem um ser sedentário. A necessidade de um núcleo para o comércio e serviços ocasionou o adensamento populacional e a formação das cidades. A aptidão de transformação dos recursos em manufaturados foi agilizada por máquinas nas indústrias, e alterou as relações de produção e trabalho. Assim, a riqueza sempre moveu as intervenções do homem no mundo, e a posse dos lugares com potencial mineral sempre foi motivo de conflitos. No entanto, não se previu a degradação ambiental acelerada pelo desenvolvimento industrial e econômico. Apesar de depender das políticas públicas vigentes, a diversificação das atividades econômicas dos tempos modernos é um fator facilitador da melhor distribuição de renda.

A perda de solo pelo desmatamento e seu esgotamento pela agricultura intensiva e pelo sobrepastejo podem provocar a desertificação e a erosão. O vento varre a terra e a areia avança, sem que os habitantes percebam o perigo sobre

suas vidas, seu futuro e muito menos sobre o mundo. Normalmente, a pobreza predomina nessas regiões.

O desflorestamento destrói regiões de habitat natural, e a monocultura restringe a existência de poucas espécies, de que resulta a multiplicação de pragas e parasitas. Os agrotóxicos contaminam o solo e destroem a vida, além de contaminar os aquíferos subterrâneos. Assim, vai se reduzindo a biodiversidade.

Rios e ar poluídos eram considerados problemas pontuais, manifestados em algumas cidades grandes e em indústrias pesadas, até que se percebeu que os poluentes atmosféricos eram levados pelo vento (Circulação Geral da Atmosfera - CGA¹), atingindo outras regiões do mundo. Ameaçam a vida marítima, maior fonte de oxigênio do planeta.

A oxidação do enxofre e do nitrogênio lançados na atmosfera pelas indústrias produz ácidos que são carregados por correntes de ar para longe de seu ponto de origem. Ao atingir a terra e as águas na forma de chuvas ácidas, prejudicam a vegetação, alteram a vida aquática e causam lixiviação² de determinados constituintes do solo.

O acúmulo de partículas de pó e o aumento de dióxido de carbono atmosférico influem no clima mundial, ao comprometer o balanço energético do planeta.

Uma enorme variedade de produtos químicos sintéticos, biologicamente ativos em soluções muito diluídas, é encontrada nas águas dos países industrializados. Muitos desses produtos químicos são cancerígenos, e diversos deles ocasionam a morte dos seres aquáticos.

O ser humano é, ao mesmo tempo, causador e vítima desse colapso ecológico. O câncer torna-se cada vez mais comum.

Ao contrário da industrialização e da urbanização que destroem o ambiente selvagem, o turismo prejudica a qualidade dos ambientes humanizados, prin-

¹ É o sistema de correntes de ar que circula no globo terrestre.

² Percolação, lavagem e dissolução das partes solúveis.

principalmente no espaço rural. É comum, no turismo rural, a ação pioneira de raleamento da vegetação, tanto em matas e bosques, quanto em campo natural para utilização do espaço em recreação e lazer.

A poluição visual ocasionada pelas edificações e pela destruição dos atributos de beleza da paisagem, em alguns casos, pode ser utilizada para indicar processos de degradação ambiental. Um exemplo são as cavas deixadas pela mineração, que, além de esgotar suas reservas, alteram por completo a função ecológica do solo.

Ao contrário dos problemas do meio físico, as questões sociais não são fáceis de ser contabilizadas. Observa-se o avanço das áreas de pobreza sem as condições básicas de garantia de uma vida digna. Mais preocupante é a desestruturação familiar. O desemprego e o baixo nível de renda reduzem a dignidade e o devido respeito ao chefe de família, muitas vezes estimulando-o ao alcoolismo. A falta de moradia decente e a necessidade de a mulher trabalhar fora de casa dificultam sua participação efetiva na educação dos filhos e facilitam o envolvimento deles em práticas ilícitas. A má distribuição de renda agrava a questão da segurança, pois ressalta as injustiças sociais. Esse quadro tende a perdurar, conforme a dificuldade de acesso à educação. A questão familiar é delicada, complexa, afeta a qualidade de vida (ambiental também) e dificulta o processo de conscientização da comunidade.

A tecnologia permitiu que se cobrissem enormes distâncias em pouco tempo e com maior facilidade de transporte. Porém os tempos modernos contribuíram para que o ser humano aumentasse sua capacidade de destruição da natureza. Na era da cibernética³, na qual a automação de processos está presente em todos os setores, a sociedade tem mais tempo para perceber que é preciso salvar o planeta. O cidadão do mundo percebe agora que, em seu ímpeto de desenvolvimento e conquistas, esquecera-se de que a terra generosa pudesse vir a apresentar sinais de fadiga. Não se deu conta, também, de que toda essa tecnologia pode ser utilizada para recuperar a qualidade ambiental.

³ Cibernética é a ciência que estuda as comunicações e o ecossistema de controle nos organismos vivos e também nas máquinas.

A cada dia, um novo produto é lançado no mercado, e o marketing⁴ encarrega-se de torná-lo atraente e necessário. Assim, consome-se o que não é necessário e produz-se muito lixo. As previsões apontam que a população mundial vai dobrar nos próximos 50 anos e a quantidade de lixo vai quintuplicar, se forem mantidos os padrões atuais de consumo.

No Brasil, a política setorial sobre a indústria é matéria de competência federal, enquanto os responsáveis pela gestão do lixo são os governos municipais. A questão é contextualizar o consumo, isto é, repensar a produção a partir dos efeitos que os produtos e seus processos de fabricação causam ao meio ambiente.

O homem sedentário das cidades busca alternativas para reduzir o estresse da vida moderna, estimulando o crescimento dos mercados relacionados ao lazer, ao esporte, à cultura e ao turismo. Em virtude disso, aumenta também o consumismo. O ser humano, no ápice de sua busca pelo equilíbrio, como tudo na natureza, procura uma vida mais tranquila e segura na zona rural. Lá, ainda encontra matas e rios piscosos. Entretanto, a dependência das necessidades modernas e do conforto, aliada ao despreparo em prever e gerenciar o processo de ocupação (desordenada), tem promovido a descaracterização cultural, com prejuízos para os resquícios de brasilidade. A cultura e o espaço rural, bem como a gastronomia típica de cada região brasileira, misturam-se no acelerado processo de urbanização de capitais e demais cidades.

A historicidade do processo de ocupação do espaço geográfico demonstra como as atividades coexistem nos tempos modernos. O impacto das atividades está relacionado a suas necessidades de existência, que absorve, transforma e produz resíduos. A magnitude dessa relação no espaço depende das questões culturais, de consumo de produtos mais ou menos industrializados, com ou sem embalagens descartáveis e não recicláveis, etc. A complexidade maior ou menor reflete-se no custo das resoluções dos problemas ambientais, de toda a natureza.

⁴ Marketing - comercialização. Execução de todos os atos de comércio que sirvam para dirigir o escoamento de mercadorias e de serviços do produtor ao consumidor. Conjunto de operações que envolvem a vida do produto, desde a planificação de sua produção até o momento em que é adquirido pelo consumidor.

No entanto, a solução está na sociedade que experimenta no dia a dia essa complexidade. Para tanto, é preciso dar-lhe tempo para construir conhecimento e oportunidade para atuar como agente de transformação de sua realidade, pela ação solidária de melhoria do planeta.

Referência

DUBOS, R. J. **Namorando a Terra**. São Paulo: Melhoramentos: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981. 150 p.

Literatura recomendada

BOFF, L. **A implantação da educação ambiental**. Brasília, DF: Ministério da Educação e do Desporto: Coordenação de Educação Ambiental, 1998. 120 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Moraes, 1980. 102 p.

HAMMES, V. S. Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO DO PROJETO DE EDUCAÇÃO AGROAMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL. 2002. Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002.

VEIGA, I. P. A. (Org.). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. Campinas: Papyrus, 1995.

Capítulo 5

Efeito estufa

Evidências de modificações climáticas

Nilson Augusto Villa Nova

É fato amplamente conhecido que nossa casa comum, a Terra, recebe, ao longo dos séculos, uma quantidade de radiação solar que provê de energia todos os nossos processos vitais, tanto nos processos biológicos (cerca de 3%) quanto nos processos físicos (cerca de 50%). O restante (aproximadamente 35%) é reenviado para o espaço sideral, seja na forma de reflexões de onda curta, que conferem ao planeta uma cor branco-azulada, quando visto do espaço, seja na forma de radiações de ondas longas, invisíveis ao olho humano. Por longos períodos, desde que nosso “cobertor espacial”, isto é, a atmosfera terrestre, não sofra variações em sua composição, esse balanço energético mantém-se global e mais ou menos constante. O excesso de energia recebido nas regiões equatoriais é transportado para os polos por processos de convecção (células de circulação atmosférica, correntes marítimas, evaporação, condensação, etc.).

Apesar de algumas regiões do globo serem mais aquecidas, existe um processo de redistribuição pelos fluidos terrestres (atmosfera e oceanos), que mantêm a temperatura média global como um todo. A atmosfera do planeta é a grande responsável, então, não só pelo total de energia retida, como também por sua redistribuição pela superfície da Terra. Essa redistribuição se faz por grandes centros de ação de baixa e de alta pressão, que se deslocam através da superfície terrestre. Como exemplo, tomamos conhecimento frequentemente de massas de ar frio provenientes do polo (centros ciclônicos) - que transportam “frio” para latitudes mais baixas e provocam chuvas -, assim como de massas de ar quente

equatoriais - que transportam “temperatura” e “umidade” para latitudes mais elevadas. Pode-se dizer que existe uma distribuição estatística média do percurso desses grandes centros de ação, que, ao longo do tempo, condicionam o clima e os ecossistemas de várias regiões do mundo.

Se a atmosfera do planeta permanecesse com sua composição constante, é óbvio que esse estado de coisas deveria permanecer inalterado, sem mudanças climáticas globais ou locais de muita significância, como vem ocorrendo ao longo dos séculos. Acontece, porém, que o tal “bicho-homem”, tido como o mais “racional” habitante do planeta, de uns tempos para cá, ao descobrir que poderia utilizar a energia solar acumulada em priscas eras, na forma de combustíveis fósseis (petróleo e carvão), vem injetando, ao longo do tempo, enormes quantidades de gás carbônico na atmosfera. Não satisfeito, também vem injetando metano (resultante de um aumento da biodegradação de matéria orgânica), e criando novos gases, como o clorofluorcarbono (utilizado principalmente em refrigeração).

Quais as consequências do aumento da espessura de nosso “cobertor atmosférico”? Dois efeitos principais já se podem reconhecer:

- Se essas condições permanecerem, a temperatura média global da Terra deverá aumentar aproximadamente 0,3 °C por década. Como consequência, espera-se um considerável derretimento do gelo das calotas polares e o conseqüente aumento significativo do nível dos oceanos. Tanto a temperatura do ar quanto a evaporação aumentarão. Deverá haver acréscimo do teor de vapor d’água do ar, determinando substanciais mudanças nos ecossistemas terrestres.
- A trajetória média estatística dos grandes centros de ação deverá mudar paulatinamente. Com isso, regiões outrora áridas estarão sujeitas a inundações, enquanto regiões úmidas poderão sofrer secas prolongadas, alterando a economia mundial em vários setores (como já vem acontecendo no sul dos Estados Unidos, na Índia, etc.). Recentemente, em estudo da tendência das temperaturas máximas absolutas, no centro do grande ecossistema amazônico (Manaus, AM), desde 1968, constatou-se

a existência de uma elevação pronunciada das temperaturas máximas absolutas (de 1,5 °C a 2 °C) nos meses da estação mais seca (VILLA NOVA, 1976). Embora isso deva ser atribuído ao atraso de estações chuvosas, tal comportamento está sendo exatamente condicionado pela ação já presente das mudanças na distribuição convencional de energia (centros de ação), determinada pelo efeito estufa.

Esse exemplo, com as médias móveis das temperaturas máximas absolutas, mostra que existe uma tendência incontestável de aumento de temperaturas nos meses mais secos, provocada pela ação de fatores modificadores, já presentes.

Referência

VILLA NOVA, N. A. Algumas evidências de modificações climáticas devidas ao efeito estufa. In: FUNDAÇÃO SALIM FARAH MALUF. **Problemas ambientais brasileiros**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1976. p. 55-6.

Importância das águas superficiais subterrâneas

Marco Antonio Ferreira Gomes

O impacto ambiental, que pode ser tanto positivo quanto negativo, caracteriza-se pela alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, mensurada por meio de indicadores ambientais. No primeiro caso, a alteração representa um benefício ou um ganho para todo o ecossistema, e o impacto pode ser exemplificado pelas seguintes ações: revegetação de áreas suscetíveis à erosão; recomposição de matas ciliares; lançamento de efluentes tratados, convenientemente, nos cursos d'água; repovoamento de rios e córregos, entre outros. No segundo caso, relacionado ao impacto ambiental negativo, as formas e os exemplos de ocorrência são inúmeros, podendo ser ou não visíveis, em um primeiro momento, a olho nu. De forma genérica, o impacto ambiental negativo pode ser entendido como uma condição de deterioração ambiental cuja especificação se traduz em "degradação, poluição e contaminação".

Uma condição de degradação ocorre quando há alterações físicas no ambiente, de forte efeito visual, causadas pelo homem, tais como: desmatamento; processo de assoreamento¹ de cursos d'água; processo erosivo – voçorocas²; cavas de exploração mineral; solo desertificado ou improdutivo, entre outros.

A presença de substâncias ou elementos estranhos em dado compartimento, que modifiquem sua qualidade, tornando-o impróprio às formas de vida que

¹ Assoreamento é o processo de enchimento (entupimento) da calha ou leito dos cursos d'água, provocando o seu desaparecimento.

² Tipo de erosão de grandes proporções, que torna o solo imprestável.

normalmente abriga, significa a existência de um processo de “poluição”, normalmente perceptível por meio de uma simples análise visual. O termo “poluição”, no entanto, tem mais uma conotação ecológica. E há muitos exemplos de impactos que a poluição pode causar ao ambiente, tais como: esgotos domésticos em mananciais, evidenciados pela cor tradicionalmente escura da água e pelo forte odor; efluentes químicos nos cursos d’água, identificados pelas alterações de cor e, muitas vezes, pela presença de espuma; emissão de gases tóxicos e de forte odor, evidenciados pelas chaminés de indústrias e agroindústrias (frigoríficos e laticínios); e escapamentos de veículos automotores.

Tratando-se de uma condição em que existe a presença de substâncias ou elementos estranhos em determinado compartimento ou ser vivo (solo, água, ar, plantas e animais), em níveis que alteram suas características naturais, porém sem um dano visível ao meio ambiente, tem-se uma condição de “contaminação”. O termo, em si, não é ecológico, mas utilitário, ou seja, significa que, dependendo do nível (concentração) e do tipo (qual produto) de contaminação, seu uso deve ser restrito. Trata-se de uma expressão muito usada para o compartimento água, como também para os animais e, principalmente, para o ser humano. Entre os exemplos de poluição, destacam-se: a presença de agrotóxicos e produtos químicos diversos, em concentrações prejudiciais à saúde, no compartimento água; a presença de metais pesados e elementos radiativos, em concentrações prejudiciais à saúde, nos compartimentos solo, ar, plantas, animais e em produtos industrializados comestíveis.

Diante do exposto, entende-se que, entre os demais compartimentos, a água, seja superficial, seja subterrânea, tem importância vital para o meio ambiente, motivo pelo qual deve sempre ser objeto de avaliação nos estudos ambientais, notadamente nos enfoques relacionados à qualidade e à quantidade.

Avaliação do impacto das águas superficiais e subterrâneas

Com a realização do diagnóstico ambiental, identificam-se as áreas ou porções do ambiente que merecem maior atenção, principalmente pelos problemas

mais graves nelas identificados, via diagnóstico rápido³, seja em virtude de intervenções antrópicas inadequadas, seja pela apresentação natural de características que as tornam bastante vulneráveis aos impactos negativos.

As áreas selecionadas passam então a ser objeto de um processo de monitoramento, e obedecem a critérios de seleção de indicadores ambientais⁴ de impacto. Por exemplo, se foi identificada na área diagnosticada a presença de vários processos erosivos, como também o uso de alguns agrotóxicos, torna-se necessário definir os parâmetros (indicadores) que serão monitorados para cada caso, de forma que seja possível encontrar uma resposta para as causas das erosões e determinar quais agrotóxicos estariam contaminando o ambiente.

O monitoramento dos indicadores solucionados visa a dar subsídios para uma tomada de decisão, tanto em curto quanto em médio prazo, ou talvez em longo prazo. Em curto prazo, a intenção é a de adotar medidas mitigadoras/paliativas para evitar o agravamento da condição de impacto negativo, normalmente existente em qualquer área submetida a uso intensivo. Em médio prazo, normalmente após a obtenção de dados mais substanciais, adotam-se procedimentos de orientação, com o propósito de auxiliar tanto os órgãos públicos, na elaboração de leis ambientais e na tomada de decisão, quanto os agricultores ou gerentes rurais, para que adotem procedimentos ambientalmente mais saudáveis.

O período estabelecido para o monitoramento depende dos objetivos do trabalho, como também da própria disponibilidade de recursos financeiros, uma vez que envolve diretamente a quantidade de amostras que são submetidas às mais diferentes análises. Podem ser destacados como exemplos os seguintes indicadores de impacto negativo em água: a contaminação por agrotóxicos; a alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO)⁵; a elevada turbidez; o elevado teor de nitrato e fosfato (eutrofização); o elevado valor de pH (> 7).

³ Diagnóstico rápido é o levantamento de informações em campo. Normalmente, trata-se de um questionário aplicado aos moradores locais.

⁴ Os indicadores ambientais são parâmetros físicos, químicos ou biológicos dos diversos compartimentos do ambiente, que mostram suas condições de qualidade ou de impacto.

⁵ A DBO é calculada pela medição da quantidade de oxigênio consumida, por ação microbiana, na degradação da matéria orgânica presente na água.

Normalmente, para as águas subterrâneas, principalmente aquelas muito profundas, o risco de contaminação costuma ser quase inexistente e, nesses casos, recomendam-se algumas análises, com o objetivo de detectar um processo de contaminação natural, que pode ser por flúor ou por fósforo. Já o processo por contaminação artificial ocorre com mais frequência em perímetros urbanos, principalmente por nitrato, oriundo das redes de esgoto, que entra em contato com os poços tubulares profundos. Na zona rural, os indícios de contaminação da água subterrânea recaem sobre os agrotóxicos, principalmente sobre aqueles que possuem alta mobilidade no perfil do solo, tendo assim maiores chances de chegar aos corpos d'água mais profundos.

Literatura recomendada

BRANCO, S. M. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. v. 3. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).

BRANCO, S. M. **Poluição: a morte dos nossos rios**. 2. ed. São Paulo: Ascetesk, 1984. 166 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente. **Plano de conservação da bacia do Alto Pantanal**. Brasília, DF: MMA: PNMA, 1997.

CONDINI, P. **Subsídios para a educação ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Educação Ambiental, 1998. 31 p.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Impacto ambiental e implicações socioeconômicas da agricultura intensiva em água subterrânea**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 36 p. Relatório final de projeto.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco da poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1997. 2 v. (Série Documentos).

MELO, J. G. **Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal-RN**. 1995. 196 f. Tese (Doutorado) - São Paulo: Universidade de São Paulo, São Paulo.

STEVES, F. A.; BARBOSA, F. R. Eutrofização artificial: a doença dos lagos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 27, p. 56-61, 1986.



Capítulo 7

Poluição marinha

Simone Ribeiro Heitor



Os oceanos são uma importante fonte de recursos para o homem, tanto econômicos como naturais. Servem como fonte de alimento, de transporte, de energia e de lazer.

A maioria da população brasileira reside a uma distância inferior a 200 km do mar. Na região costeira, o crescimento populacional é a principal forma de pressão que ocorre em ambientes marinhos. Entre esses, os mais vulneráveis são os estuários, as lagoas costeiras e as baías, onde o fluxo de troca de águas é relativamente pequeno.

Cerca de 80% de toda contaminação marinha é causada por atividades humanas em terra, como urbanização, ocupação desordenada da região costeira, falta de infraestrutura, despejo de efluentes e resíduos domésticos¹ e industriais, turismo e agricultura, assim como pelo comércio marítimo (portos) e pela exploração de petróleo. Além disso, os oceanos recebem grande parte do lixo e dos poluentes que são lançados em água doce. Os polos petroquímicos localizados

¹ Segundo Letícia Pires Zaroni, o detergente começou a ser fabricado após a Segunda Guerra Mundial, com componentes derivados de petróleo. A partir daí, seu uso tornou-se indispensável, porque sua eficiência como produto de limpeza é maior do que a do sabão comum, e isso tornou suas concentrações em rios e mares bastante altas. A presença do detergente em ambientes aquáticos diminui a sobrevivência dos microrganismos (fungos e bactérias) responsáveis por sua decomposição, além de afetar o crescimento e a saúde de outros animais que habitam esses locais.

em estuários lançam metais pesados e resíduos de petróleo nos manguezais, contribuindo para a diminuição da pesca.

Entre os impactos decorrentes da urbanização rápida e desordenada da região costeira, destacam-se: destruição dos ecossistemas, desmatamento e ameaças à biodiversidade terrestre e marinha; elevação dos níveis de poluição provocada pelo lançamento de dejetos nos cursos d'água e no mar; e degradação ambiental no litoral pela retirada de areia e pelo aterro de manguezais.

A crescente ocupação da região costeira e a formação de grandes centros urbanos nessas regiões têm provocado, também, problemas de saúde pública, em virtude da introdução de organismos patogênicos oriundos de lançamentos de esgotos domésticos no ambiente marinho. Grande parte desse despejo ocorre através de emissários submarinos que também contribuem para o aumento de matéria orgânica na água (eutrofização), causando redução no oxigênio dissolvido com consequente dano à vida marinha.

As atividades agrícolas são responsáveis pela introdução de pesticidas e de outras substâncias químicas no mar. As atividades portuárias também constituem foco de poluentes. Grandes quantidades de espécies aquáticas não nativas (exóticas) são introduzidas nos mares trazidos pelas águas de lastro de navios, causando danos aos ecossistemas marinhos e prejuízos à saúde humana, à pesca e à criação de organismos marinhos (maricultura).

A indústria do turismo e a especulação imobiliária também são fatores antrópicos que muitas vezes causam danos irreversíveis ao meio ambiente costeiro. A construção, manutenção e operação de marinas e de outras estruturas náuticas frequentemente prejudicam o setor pesqueiro, por causa da degradação ambiental causada por esse tipo de atividade, como despejo de esgotos, de óleos e de resíduos sólidos no mar.

A poluição por petróleo tem sido uma ameaça constante à integridade dos ambientes costeiros e marinhos. Geralmente, a maioria dos acidentes é causada por navios. Quando os vazamentos de óleo são pequenos, as áreas atingidas fi-

cam próximas ao local de origem, mas grandes vazamentos se espalham por uma extensa área, e causam dano ambiental de graves proporções.

Em vista de todos esses possíveis impactos ambientais causados pelo homem no ambiente marinho, e sabendo-se da importância dos oceanos para a humanidade, é necessário que haja uma conscientização da população sobre os possíveis riscos que essas atividades podem oferecer, além da criação de normas e medidas mitigatórias para diminuição e controle da poluição marinha.

Literatura recomendada

AMBIENTEBRASIL. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2010.



Capítulo 8

Compactação e erosão do solo

Heloisa F. Filizola



A compactação é um dos problemas mais graves que o solo pode apresentar. A compactação é provocada pelo uso inadequado de máquinas pesadas e ocorre geralmente em profundidades que variam entre 20 cm e 60 cm. A camada compactada normalmente localiza-se abaixo do horizonte do solo¹ arado.

Quando o solo é compactado, torna-se duro, difícil de ser penetrado pelas raízes, impedindo, assim, que as plantas se desenvolvam e as raízes se aprofundem no solo em busca de água e nutrientes.

Os poros que existem dentro do solo são comprimidos, deixam de existir ou tornam-se menores. Isso impede que o ar e a água circulem livremente através do solo. Em consequência disso, é muito comum haver uma zona de maior umidade acima da camada compactada do solo. Esse excesso de água costuma provocar doenças nas raízes ou mesmo matar as plantas por asfixia. A compactação, ao provocar a saturação da camada superficial do solo pela água, favorece a erosão do solo por meio da formação de ravinas².

“Erosão” é o nome dado ao processo de retirada de material, solo ou rocha, pelas águas, pelo vento ou por geleiras. A erosão é um processo natural, e o relevo é, em grande parte, resultado do processo erosivo.

¹ Horizonte do solo - Camadas do solo de constituição mineral ou orgânica, dotadas de propriedades e características diferentes geradas pelos processos formadores do solo.

² As ravinas são sucos produzidos nos terrenos em decorrência do trabalho erosivo das águas de escoamento superficial concentrado.

A erosão é extremamente danosa, pois, nesse processo, o solo das partes mais altas da paisagem vai sendo removido e levado para as baixadas e cursos d'água.

O solo sob mata está protegido da ação das águas correntes e do vento, mas, quando a vegetação é retirada, o solo fica exposto e os processos erosivos começam a atuar de maneira mais ativa.

Ao cair sobre o solo descoberto, a chuva provoca a desagregação de suas partículas, por causa do impacto causado pelas gotas. A argila do solo, em contato com a água, é dispersa em maior ou menor quantidade e pode ser levada pela água corrente.

A água da chuva pode escoar sob a forma de lençol, e isso provoca a chamada erosão em lençol ou laminar, pois é como uma lâmina raspando e levando consigo a camada superficial do solo. A água pode também se concentrar em filetes ou em enxurradas, que têm um poder muito grande de retirada e de transporte, pois escava o solo e abre ravinas que podem evoluir e chegar a voçorocas³ (Figura 1).

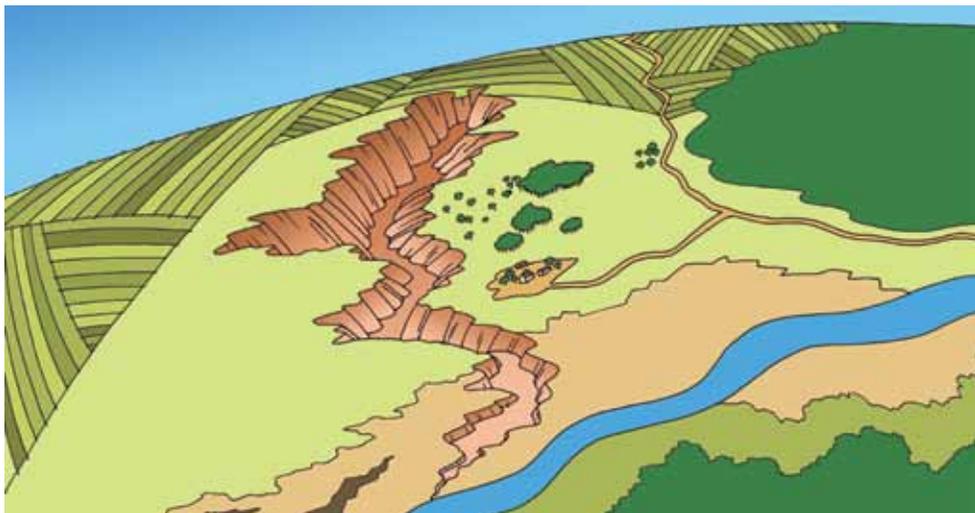


Figura 1. Voçoroca.

Ilustração: Cacá Soares

³ Voçoroca é o canal resultante de erosão, pelo fluxo concentrado de água, suficientemente profundo para atingir o lençol de água subterrânea.



Capítulo 9

Erosão

Um indicador de impacto ambiental

Valéria Sucena Hammes



Desde os primórdios do processo de ocupação dos espaços geográficos, o homem costuma fixar-se na proximidade de fontes de água.

Em regiões de relevo íngreme, desmatavam-se os topos dos morros, nas proximidades das nascentes, para o cultivo de espécies alimentares e criação de pequenos animais domésticos. A madeira servia de lenha, fonte de energia. A princípio, segundo Lepsch (1982), na ausência de técnicas conservacionistas, o plantio realizava-se “morro abaixo”, e a expansão da área cultivada atingia as margens dos rios. Após alguns anos, o terreno apresentava-se erodido. Valendo-se da vastidão do território brasileiro, desvalorizava-se.

De maneira geral, os espaços foram ocupados sem a intenção de degradar, mas de melhorar a qualidade de vida das pessoas que se preocupavam em garantir, principalmente, alimento, água e energia. Hoje, muitos problemas ambientais ainda repetem esse processo de ocupação.

Na atualidade, os objetivos de ocupação diversificaram-se, à medida que surgiram outras necessidades do homem. Mas o processo de expansão da fronteira agrícola ainda é praticamente o mesmo, utilizando-se técnicas de aumento de produtividade que nem sempre respeitam as práticas conservacionistas. O diferencial significativo do mundo moderno é o poder e a rapidez de alterar a paisagem natural, impossibilitando sua recuperação.

O desmatamento expõe o solo às intempéries¹, e ocasiona seu empobrecimento. Na mata, todos os nutrientes seguem um ciclo. Quando a mata é substituída pela lavoura, esse ciclo se desfaz pela retirada de nutrientes e pela perda de solo causada pela erosão.

As leis brasileiras não permitem que os proprietários desmatem totalmente suas propriedades. Contudo, como os compradores podem derrubar novas porções, conseqüentemente as matas ficam cada vez menores. À medida que são reduzidas as reservas de mata, reduz-se também a possibilidade de existência de diversos animais silvestres, enfim, a biodiversidade.

As queimadas são o maior crime contra a natureza, pois não dão a chance de fuga e de recuperação da biodiversidade existente anteriormente. Mandam de volta à atmosfera o nitrogênio e o enxofre e destroem a matéria orgânica, os microrganismos do solo, a fauna e a flora. A queimada empobrece o solo ao destruir os microrganismos do solo, como as bactérias que fixam nutrientes para as plantas. Destrói o húmus, que é um solo ativo química, física e biologicamente, o qual atua na retenção dos elementos nutritivos e da água (Figura 1).

A matéria orgânica mantém o solo estruturado e retém a umidade do solo, dificultando o processo erosivo e diminuindo os efeitos da seca.

Além do efeito mecânico de proteção do solo à erosão, o sistema radicular da mata no topo dos morros também atua como uma “esponja”, pela tensão formada no fluxo ascendente da água no sistema solo-planta-atmosfera. Os lençóis freáticos formam um imenso reservatório alimentado pela água da chuva infiltrada, que escorre lentamente pelas árvores, em vez de escorrer pela superfície, intensificando a erosão.

Diferentemente da função de recarga dos aquíferos subterrâneos das matas de topo, a mata ciliar ou ripária atua como uma espécie de filtro, que retém as partículas do solo, para evitar o assoreamento e para regular a vazão dos rios. Suas raízes também atuam como filtros biológicos daquilo que escorre pela superfície

¹ Fenômenos climáticos, como insolação, chuva, vento, variação de temperatura, etc.



Figura 1. Se o húmus for consumido pelo fogo ou pelo calor do sol, os nutrientes irão para fora do alcance das raízes.

Fonte: Dirani (1989).

do solo, ou mesmo pelo subsolo, causando a biodegradação de alguns contaminantes, e isso contribui para a melhoria da qualidade das águas (Figura 2).

A erosão do solo intensifica o assoreamento e provoca grandes prejuízos ao homem. Prejudica a respiração dos peixes, com o entupimento das brânquias, e, dependendo da natureza dos efluentes, altera os bentos, conjunto de seres vivos que habitam o fundo das águas salgadas ou doces, de onde pouco se deslocam.

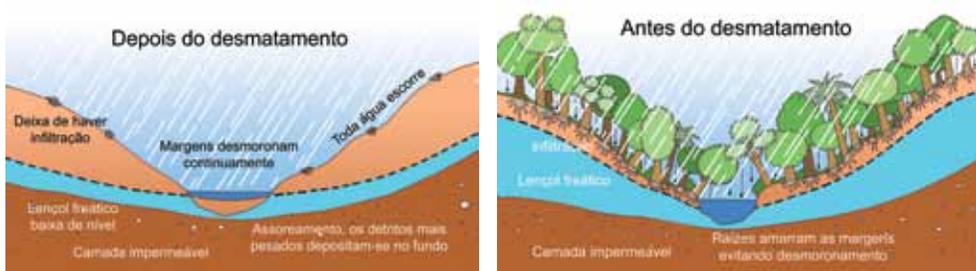


Figura 2. Nos vales cobertos por matas, os rios apresentam uma vazão muito regular. Se houver desmatamento total, os rios ficarão sujeitos a enchentes na época chuvosa e a secas na época da estiagem.

Fonte: Dirani (1989).

A redução da vida aquática afeta a pesca, importante fonte de renda e proteína (Figura 3).



Figura 3. A turbidez dificulta a captura de alimento e a fuga do inimigo natural. A população dos organismos bentônicos pode indicar o tipo de resíduo jogado nas águas.

Ilustração: Cacá Soares.

O assoreamento ocasionado pela perda de solo afeta até mesmo a disponibilidade de energia. As usinas hidrelétricas teriam sua vida útil bastante aumentada se fossem protegidas contra o assoreamento excessivo (Figura 4).

A erosão laminar ocorre sem que se perceba, mesmo em área pouco declivosa, quando a superfície é desprotegida de cobertura vegetal. Frequentemente, isso pode ser observado ao longo das rodovias, ao se examinarem as raízes de árvores ou a base de fixação de postes, mourões ou estacas. A enxurrada leva consigo não só a terra, sementes, adubos e o trabalho do agricultor, mas também casas e vidas nas áreas urbanas.

Enfim, a erosão indica que, qualquer que seja a estratégia de desenvolvimento, não serão considerados os aspectos de conservação do meio físico. Mes-

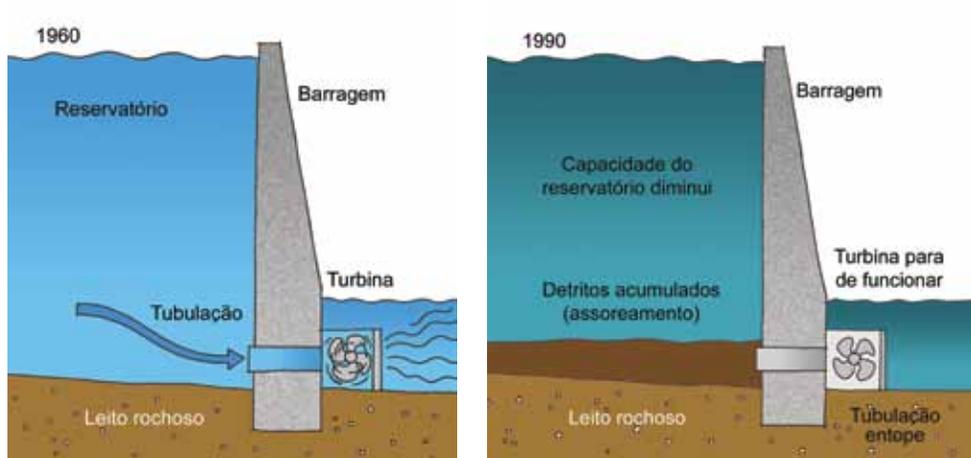


Figura 4. As represas desprotegidas de matas e terraços ao longo da bacia hidrográfica reduzem sua capacidade de funcionamento.

Fonte: Dirani (1989).

mo se for um sistema de manejo conservacionista, não estarão sendo aplicadas as técnicas adequadas. Assim, a visualização de processos erosivos do solo é um bom indicador de que a utilização do espaço está em desacordo com as premissas conservacionistas do desenvolvimento sustentável.

Referências

DIRANI, A. **Férias na fazenda ecológica**. Goiânia: Ed. da Universidade Federal de Goiás, 1989. 210 p.

LEPSCH, I. F. **Solos: formação e conservação**. São Paulo: Melhoramentos, 1982. 160 p.



Capítulo 10

Perda da biodiversidade

Luiz Fernando de Andrade Figueiredo



“Biodiversidade” é a variabilidade com que se expressa a vida em nosso planeta, em todas as suas manifestações. Além desse significado, a palavra pode ser definida como: variabilidade genética de cada espécie, diversidade de ecossistemas e todos os processos que envolvem os seres vivos.

A despeito do grande avanço das ciências biológicas, até hoje não foi possível afirmar com certeza quantas espécies existem, nem mesmo qual sua ordem de grandeza. Atualmente, estão catalogadas em torno de 1,4 milhão de espécies, mas as estimativas variam entre 10 e 100 milhões, ou, de forma mais conservadora, entre 10 e 30 milhões.

Desde que a vida se originou na Terra há cerca de 4 bilhões de anos, o número de espécies foi aumentando progressivamente pelo processo de especiação¹. Mas esse aumento não foi linear, já que houve períodos de especiação mais intensa e períodos de extinção em massa. As extinções sobrepujaram o aumento no número de espécies, e produziram uma diminuição no número global de espécies.

Como as espécies evoluem continuamente, acabam transformando-se em outras, de forma que uma espécie tem uma longevidade, isto é, um período de existência com média estimada de 1 milhão de anos. Dessa forma, um grande número de espécies já existiu no planeta, tendo-se extinguido ou evoluído para outras. Mesmo assim, considera-se que o número de espécies hoje existentes seja maior que o de todas as espécies que algum dia existiu.

¹ Processo de formação de novas espécies, por meio da evolução.

Na atualidade, vivemos um período de acelerado processo de extinção das espécies, em decorrência da ação humana sobre a biosfera. O crescimento exponencial da população humana é, em última análise, a grande ameaça à biodiversidade de nosso planeta. Entre os principais meios pelos quais a população humana ameaça a biodiversidade está a destruição direta das espécies por meio da caça, da pesca e de outras formas de destruição, tais como: destruição de habitat e introdução de animais em habitat onde não existiam, com a consequente transmissão de doenças desses animais para os nativos. Pode-se destacar ainda a poluição química dos ambientes naturais, cujo exemplo mais dramático talvez seja o possível aquecimento do planeta pelo efeito estufa.

A extinção de grandes animais nos tempos históricos é fácil de ser constatada, porém é impossível dizer quantas espécies de fato se extinguíram em virtude da ação antrópica sobre os ambientes naturais, já que a maioria das espécies sequer é conhecida da ciência. Pelo mesmo motivo, é impossível dizer quantas espécies estão hoje ameaçadas de extinção, o que só pode ser feito com relação às espécies conhecidas e sobre as quais há informações acerca de seus contingentes populacionais, o que normalmente só ocorre com espécies maiores e mais conspícuas.

Estima-se que um quinto das espécies de aves foi extinto nos últimos dois milênios, principalmente após a ocupação humana das ilhas. Pela ausência de predadores nas ilhas, muitas espécies nidificam² no chão, mas, com a introdução de gatos e ratos, foram severamente afetadas. Estima-se também que 11% das espécies de aves hoje existentes estão ameaçadas. No Brasil, entre os fatores responsáveis pela ameaça ou pela extinção de espécies de aves e de outros vertebrados, está a intensa destruição da Mata Atlântica, hoje reduzida a aproximadamente 1% da extensão original. No Estado de São Paulo, que tinha originalmente a maior área desse bioma, a redução foi em torno de 95%. Outro ambiente muito afetado é o Cerrado, em virtude da expansão da fronteira agrícola. Biomas menos extensos, como manguezais e restingas, têm sido destruídos por conta da especulação imobiliária nas áreas litorâneas, que afeta populações de aves migratórias que invernam em banhados do litoral. A captura de aves para o comércio ilegal

² Nidificar – Fazer o ninho.

também é um fator importante para determinadas espécies, como os psitacídeos e os passeriformes canoros. A recente extinção da ararinha-azul, *Cyanopsitta spixii*, deu-se exclusivamente por esse motivo, já que seu habitat no interior da Bahia está relativamente bem preservado.

Vinte por cento das espécies de peixes de água doce em todo o mundo já foram extintas ou estão severamente ameaçadas. Os fatores responsáveis apontados são a pesca excessiva, a poluição dos rios e a introdução de espécies exóticas.

Além da extinção global de espécies, há que se considerar também sua extinção local, o que constitui um empobrecimento do ecossistema. Se a espécie em questão for uma espécie-chave, a comunidade pode se modificar drasticamente. Espécies-chave são espécies que têm relações ecológicas tão importantes em um ecossistema que sua falta afeta significativamente diversas outras. Um exemplo muito usado é o da lontra marinha da costa oeste da América do Norte. A caça excessiva reduziu muito sua população. Como consequência, sua principal presa (ouriços-do-mar) proliferou muito, e estes, por sua vez, praticamente eliminaram as algas, que formavam verdadeiras florestas submersas. A eliminação das algas prejudicou uma infinidade de outras espécies que delas se alimentavam ou as usavam como esconderijo, entre as quais até filhotes de baleias. A rigorosa proteção das lontras e sua reintrodução em áreas onde estavam extintas restituíram a fisionomia do ecossistema original.

A fragmentação de ambientes naturais, como ocorreu com as matas do interior do Estado de São Paulo, foi responsável pela extinção local de muitas espécies, pelo fato de suas áreas serem menores que as áreas de vida mínima de muitas espécies. Entre elas, estão principalmente as chamadas espécies de topo de cadeia alimentar. A onça e outros felinos silvestres são exemplos de animais que exigem grandes áreas para viver, da mesma forma que os grandes rapineiros alados, como a águia-real, *Harpia harpyja*. Fragmentos de matas abaixo de determinadas extensões eliminam formigas caçadoras. Esse fato prejudica diversas espécies de aves seguidoras de formigas de correição, que se alimentam de uma infinidade de animais que fogem com a aproximação das formigas. A restituição de corredores de matas que interligam esses fragmentos, especialmente seguindo os cursos dos rios, é uma das estratégias que visam a ampliar de certo modo as áreas desses fragmentos.

Quando as populações das espécies atingem números muito baixos, ocorre a depressão endogâmica. Há perda da diversidade genética, o que propicia a manifestação de genes deletérios e deixa a população mais vulnerável a epidemias, entre outros problemas.

A destruição das florestas tropicais é um dos mais significativos impactos da humanidade sobre a natureza. Do total de espécies estimadas nesse bioma, calcula-se que 90% são terrestres, e cerca de 50% são endêmicas.

Na tentativa de preservar os biomas, criou-se o conceito de *hot spots*, que são áreas particularmente ricas em biodiversidade, com grande número de espécies endêmicas sob fortes pressões antrópicas, com mais de 70% da sua vegetação original destruída. A indicação dos *hot spots* é o primeiro passo para a tomada de medidas efetivas de preservação.

A caça constitui uma ameaça extraordinária para algumas espécies. O bisão norte-americano, que originariamente existia aos milhares, chegou a ser reduzido a menos de uma centena, quando, finalmente, foi salvo por severas medidas conservacionistas. Os defensores da caça amadora argumentam que, em geral, a extinção das espécies ocorre em virtude da destruição de seu ambiente natural. Esse argumento é absolutamente correto, mas depõe contra a caça e não a seu favor.

Se uma espécie já está bastante prejudicada pela destruição do habitat, qualquer fator adicional poderá ser fatal para ela, da mesma forma que uma infecção banal para uma pessoa hígida é de extrema gravidade para um paciente internado na UTI. Outros argumentam que a caça tem sido feita no Hemisfério Norte de forma controlada, tendo até auferido recursos para a preservação. Mas, como bem demonstrou o professor Edwin O. Willis, da Unesp, a caça tem significados distintos nos países temperados e nos tropicais. Nos extremos de latitude, há poucas espécies e elas são muito mais numerosas; portanto, mais resistentes a pressões de caça. Nos trópicos, ao contrário, há muitas espécies, que, por causa de suas populações reduzidas, são muito mais vulneráveis. A própria caça dita de subsistência é questionável nos dias de hoje, em muitas situações. O preço das munições e o tempo gasto na atividade podem ser mais onerosos que a compra

de alimento equivalente no mercado. Até hoje, é dado a algumas populações indígenas completamente aculturadas o direito à caça, alegando-se que isso faz parte de sua herança cultural. Mas hábitos culturais também podem ser mudados, à medida que novas necessidades da modernidade o exigam.

A captura de animais na natureza para servirem como animais de estimação também é um importante fator na eliminação de muitas populações. Alguns grupos, como os psitacídeos - constituídos por papagaios, araras e afins - e as aves canoras são particularmente perseguidos. Espécies como o bicudo e o curió, muito apreciados em gaiolas, praticamente estão extintos no Estado de São Paulo.

O volume de dinheiro envolvido com o tráfico ilegal de animais silvestres, que ocupa o terceiro lugar, seguido pelo tráfico de drogas e de armas, dá uma indicação da magnitude dessa atividade. A educação ambiental tem aqui uma importante função, ao conscientizar a comunidade a não comprar animais silvestres no mercado ilegal e a trocar a prática de sua manutenção em cativeiro por sua simples contemplação na natureza.

Além da educação ambiental, a proteção à biodiversidade tem ganhado fortes aliados por parte do Poder Legislativo, que representa um poderoso apoio na Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e na Constituição Federal (BRASIL, 1988). Tais objetivos preservacionistas ou conservacionistas foram reavivados com o Decreto nº 4.339/2002 (BRASIL, 2002).

O Decreto nº 4.339/2002 (BRASIL, 2002) discorre sobre os princípios e diretrizes gerais da Política Nacional da Biodiversidade, os quais têm como objetivo geral a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos. Posteriormente foi instituído o Decreto nº 4.703/2003 (BRASIL, 2003), que adicionou as finalidades e competências do órgão, e incluiu a finalidade da “Comissão Nacional de Biodiversidade”, que foi alterado pelos decretos nº 5.312/2004 e nº 6.043/2007 (BRASIL, 2004, 2007).

Recentemente foi criada a Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa desse bioma e dá outras providências. Tais atitudes demonstram a tendência de maiores preocupações com a preservação da biodiversidade em nosso País.

Referências

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 4.339 de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 ago. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 4.703 de 21 de maio de 2003. Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 de maio de 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 5.312 de 15 de dezembro de 2004. Dá nova redação ao art. 7º do Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003, que dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional de Biodiversidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 dez. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 6.043 de 12 de fevereiro de 2007. Dá nova redação ao art. 7º do Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003, que dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional de Biodiversidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 out. 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2006.

Literatura recomendada

MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of conservation biology**. Sunderland: Sinauer, 1994.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

WILSON, K. O. (Org.). **Biodiversidade**. São Paulo: Nova Fronteira, 1997.



Capítulo 11

Bioindicadores

Mauro Cezar de Almeida



Os animais podem se tornar importantes aliados para o homem como indicadores ambientais, podendo detectar várias modificações ocorridas no meio ambiente, mostrando quando ele está contaminado ou sendo destruído por causa da presença de produtos tóxicos no solo, na água ou no ar (MORAIS, 1999), ou pela contaminação de rios, desmatamentos, derramamento de petróleo, agrotóxicos, etc. (ANDRADE, 1993; SICK, 1997).

As aves são importantes bioindicadoras, pois pertencem a elos finais da cadeia alimentar (SICK, 1997). Elas tendem a concentrar metais pesados adquiridos por meio da alimentação. Exames de aves piscívoras¹ – nidificando em pilares da ponte Rio-Niterói - e de trinta-réis (*Sterna hirundinaceae* e *S. eurygnatha*) constatarem a presença de mercúrio e zinco incorporados a seus tecidos musculares.

Na Europa e nos Estados Unidos, o declínio de aves de rapina que se alimentam de aves e peixes, em vez de roedores, é um forte indicador de resíduos de agrotóxicos que se encontram acumulados nesses animais. A espécie *Falco peregrinus*, atualmente considerada em risco de extinção, também é um bom exemplo de contaminação por inseticidas organoclorados (responsável pela redução do poder reprodutivo) em seus locais de passagem e estadia na América do Sul (WITECK, 1988). Agrotóxicos como DDT são acumulados principalmente na gordura e nos ovos das aves.

¹ Aves que se alimentam de peixes.

A poluição crescente e desordenada dos rios transformados em esgotos a céu aberto leva à expulsão de aves, como martins-pescadores, garças, socós, etc. As águas das barragens tornam-se tóxicas por causa da falta de oxigenação. A poluição agrotóxica, composta por herbicidas, fungicidas, inseticidas e carrapaticidas, associa-se à poluição com restos de derivados de petróleo, e a poluição industrial chega aos manguezais, habitat onde se encontram muitos animais (SICK, 1997).

A infestação do mar por derramamento de óleo, provocado por plataformas marítimas de petróleo ou por petroleiros acidentados, traz como consequência a mortandade de aves e de outros animais, como artrópodes marinhos. Isso é fácil de observar, pois os animais alcançam a costa já mortos, levados pela correnteza, ou moribundos, com o corpo todo coberto de óleo (ANDRADE, 1993).

A poluição das águas por dejetos não digeríveis pode ser indicada pelas aves que ingerem nódulos de polietileno usados em embalagens das mais diversas mercadorias transportadas por navios. Os nódulos são jogados em grande quantidade ao mar e, por seu tamanho adequado para engolir, atraem aves e outros animais marinhos. As tartarugas marinhas, por exemplo, engolem pedaços de plástico lançados ao mar, pensando tratar-se de águas-vivas (animais dos quais se alimentam), levando-as ao óbito por intoxicação.

A presença de desmatamento e a interferência antrópica² podem ser verificadas por animais exigentes, que necessitam de matas preservadas sem a influência do homem, ou por certas espécies que precisam de uma grande área para sobreviver. O "soldadinho", *Antilophia galeata*, uma ave bioindicadora de matas de boa qualidade, adapta-se a fragmentos florestais, desde que não ocorra ação antrópica (Figura 1).

As aves estão entre os animais mais eficazes como indicadores da qualidade do meio ambiente. Já mostraram sua facilidade em detectar poluentes ambientais, sobretudo os novos tipos de poluentes químicos, que não deixam resíduos, e são notados apenas pelo impacto biológico. Por essa razão, são essenciais como indicadoras do meio ambiente. Seu potencial de detecção rápida de

² A interferência antrópica é a ação humana sobre um ambiente natural.



Figura 1. “Soldadinho” (*Antilophia galeata*), bioindicador de matas de boa qualidade.

Ilustração: Cacá Soares.

danos materiais ao meio ambiente é talvez o argumento mais interessante a favor das aves atualmente (DIAMOND; FILION, 1987, citados por ANDRADE, 1993).

Espécies de mamíferos como a onça-pintada (*Panthera onca*) necessitam ocupar uma área de 22,5 km² a 142 km², variando conforme a região (OLIVEIRA, 1994; FONSECA, 1994) e a idade. Além da *P. onca*, outras espécies de mamíferos precisam de uma grande área para sobreviver e tendem a desaparecer conforme a devastação da área em que vivem, por causa disso são obrigadas a se deslocar para outras regiões, ficando, assim, bem vulneráveis (PAIVA, 1999). Tornam-se, pois, um fator indicador da qualidade dos habitat locais, dependendo da biodiversidade existente.

Alguns organismos podem ser bons bioindicadores. Um exemplo disso são os líquens³, que desempenham importante papel como indicadores de qualidade do ar, uma vez que não conseguem desenvolver-se em ambientes com ar poluído. Outro exemplo são os insetos. Vivem há cerca de 300 milhões de anos e, durante esse tempo, evoluíram em quase todos os tipos de habitat. Em sua evolução, resolveram vários problemas contra os quais o homem luta, como suprimento de alimento, proteção contra inimigos, adaptação a condições ambientais específicas e organização social (BORROR; DELONG, 1969).

Insetos indicam as variações estacionais que ocorrem na temperatura ambiente, pois o maior número de insetos aparece na primavera e no verão, quando as temperaturas oscilam e mantêm uma faixa aceitável para eles, que é de 15 °C a

³ Organismo vivo formado da associação entre fungos e algas.

38 °C (LARA, 1992). Além disso, as estações chuvosas são utilizadas por eles para a reprodução.

Uma espécie de inseto da família dos cupins (ordem Isoptera) (BORROR; DELONG, 1969), vulgarmente conhecida como siriri, aparece na estação úmida, indicando a iminência de chuva, pois absorve a umidade do ar, método esse utilizado para obtenção de água (LARA, 1992).

O surgimento de populações de hemípteros⁴ ou heminópteros⁵ em plantações de soja ou de eucalipto é indicado pelo aparecimento desordenado de lagartas (larvas de lepidópteros) que se alimentam das folhas das plantações, e podem causar danos irreversíveis às culturas. Esse fato faz dos percevejos bioindicadores de pragas existentes no local onde se localizam (ZANUNCIO, 1993).

Insetos diurnos, como libélulas com larvas aquáticas ou adultos alados (*Odonata*), gafanhotos, grilos e bichos-pau mastigadores de folhas (*Orthoptera*), cigarras e cigarrinhas (*Homoptera*), borboletas e mariposas (*Lepidoptera*), besouros detritívoros (*Coleoptera*), entre outros, são avaliados em sua utilidade como indicadores do maior número possível de micro-habitat em matas ciliares, onde diversos grupos de insetos apresentam grande potencial para indicar mudanças de recursos de elementos físicos de pequenos habitat dentro de matas ciliares (BROWN 2000, citado por RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000).

A preservação da biodiversidade é muito importante para a manutenção de espécies bioindicadoras, já que se apresentam contidas nas espécies, e nos alertam sobre os riscos que podemos correr, caso não haja um controle adequado para evitá-los.

Referências

ANDRADE, M. A. **A vida das aves**. Belo Horizonte: Littera Maciel, 1993.

BORROR, J. D.; DELONG, M. D. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: Aliança, 1969.

⁴ Ordem dos percevejos.

⁵ Uma das maiores ordens de insetos. Compreende os vespões, vespas, abelhas, e formigas.

FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; COSTA, C. M. R.; MACHADO, R. B.; LEITE, Y. L. R. A. **Livro vermelho dos mamíferos ameaçados de extinção**. Belo Horizonte: Biodiversitas, 1994.

LARA, F. M. **Princípios de entomologia**. São Paulo: Ícone, 1992.

MORAIS, M. B. Intoxicações em aves cativas. **Melopsittacus Publicações Científicas**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2/4, p. 67-8, 1999.

OLIVEIRA, T. G. **Neotropical cats: ecology and preservation**. São Luís: Edufma, 1994.

PAIVA, M. P. **Conservação da fauna brasileira**. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2000.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

WITECK, A. J. Dados preliminares sobre *Falco peregrinus* na cidade de Rio Grande, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANILHADORES DE AVES, 3., 1988. **Anais...** São Leopoldo, 1988. p. 117-9.

ZANUNCIO, J. C. **Manual de pragas em florestas: Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993.

Literatura recomendada

AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: Abrates, 1993.

ALMEIDA, E. G.; BUENO, C.; GUERRA, A. J. T.; MALHEIROS, T.; MOUSINHO, P.; SILVA, P. P. L.; SOUZA JÚNIOR, A. B. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex, 1999.

ANDRADE, M. A. **Aves silvestres de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Cipa, 1992.

BURTON, M.; FRANCO, J.; GENNARO, J.; JOHNSON, H.; MITCHELL, A.; YOKO, J. **The international book of the forest**. London, GB: Mytchell Beazley, 1981.

DARWIN, C. **Origem das espécies**. Belo Horizonte: Villa Rica, 1994.

DUNNING, J. S. **South American birds**. Newtown Square: Harrowood Books, 1987.

FERREIRA, C. A. G.; KAKIMANI, S. H.; COIMBRA, M. M. Fauna ameaçada de extinção em fragmentos florestais de Poços de Caldas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DA BIODIVERSIDADE, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IAP, 1999.

FERREZ, L. **Observando aves no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Littera Maciel, 1992.

MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: reserva de Santa Genebra**. Campinas: Unicamp, 1995.

PIRATELLI, A. J.; ALMEIDA, M. C.; PRADO, E. M.; VIEIRA, J. D. Avifauna de sub-bosque na região de Mogi Guaçu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 7., 1998. **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1998.

RIZZINI, C. T.; FILHO, A. F. C.; HOUAISS, A. **Ecosistemas brasileiros**. Rio de Janeiro: Index, 1988.

SILVA, F. **Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1994.

SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; MOUSINHO, P.; BUENO, C.; ALMEIDA, F. G.; MALHEIROS, T.; SOUZA JÚNIOR, A. B. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex, 1999.

STORER, T. L.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A.; MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 400-6, 1992.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, 1997.

Reconhecendo a biodiversidade

Luiz Fernando de Andrade Figueiredo



Biodiversidade refere-se à vida no planeta Terra, em todas as suas expressões. Em geral esse termo é usado para expressar a variedade de espécies, mas compreende também a diversidade de ecossistemas bem como a variabilidade genética dentro de cada espécie.

O processo de reconhecimento das espécies no planeta ainda está longe de ser concluído. As estimativas do número de espécies da biosfera variam de 2 a 100 milhões, considerando-se que as mais precisas giram em torno de 10 milhões, das quais apenas 1,4 milhão já está classificada. Com o acelerado processo de destruição dos ambientes naturais, certamente muitas espécies jamais serão conhecidas pelo homem, pois já estarão extintas.

O reconhecimento da biodiversidade é, dessa forma, um passo fundamental para o desenvolvimento das estratégias de preservação, permitindo tanto a definição de áreas quanto estratégias prioritárias para preservação.

A descoberta e a descrição de cada espécie - etapas que envolvem a coleta de material biológico na natureza, seu processamento para conservação (taxidermia, preparação de exsicatas, guarda em líquidos conservantes, etc.), depósito em museus e descrição e publicação na literatura - representam o marco inicial do reconhecimento da variedade de espécies. A descrição de novas espécies obedece a regulamentações internacionais.

A biogeografia estuda a distribuição das espécies no território e seus fatores correlativos. O passo inicial é o registro da ocorrência das espécies em cada

localidade. Diversos registros realizados numa localidade constituem um levantamento. Quando realizado de forma quantitativa, em que o número de indivíduos de cada espécie é contado, além de outros aspectos como distribuição de sexo ou mesmo de idade dos indivíduos, trata-se então de um censo. As técnicas de levantamento e censo variam, naturalmente de acordo com o grupo animal ou vegetal que está sendo inventariado. Como exemplo, comentam-se a seguir aspectos do levantamento de avifauna.

As aves constituem um grupo animal apontado como bom bioindicador, ou seja, sua diversidade pode indicar o grau de conservação dos ambientes naturais. Isso ocorre pelo fato de que as diversas espécies e famílias de aves têm diferentes sensibilidades às alterações antrópicas do ambiente, alterando sua densidade populacional ou mesmo sua presença nesses ambientes modificados. Esse é um dos importantes usos dos levantamentos e censos de avifauna.

Uma técnica auxiliar nos levantamentos e censos e também em diversos estudos da biologia das espécies é sua captura por diversas técnicas. A mais utilizada é o uso de redes, especialmente a “rede de neblina” ou *mist-net*. Depois de capturadas, as aves são investigadas no que se refere a diversos aspectos, tais como biometria, sexagem, coleta de materiais para exames, presença de ectoparasitos, etc. É uma etapa fundamental para o anilhamento de aves, uma das técnicas empregadas para o estudo das migrações.

O registro das espécies de aves pode ser feito, em grande parte, pela simples visualização a olho nu e pela escuta das aves em campo. Prova disso é que muitos moradores de áreas rurais são grandes conhecedores das aves de sua região. Mas o uso de alguns equipamentos é muito útil: binóculos, lunetas, gravadores com microfones direcionais e os guias de campo, que são álbuns com fotos ou desenhos das aves de determinada região.

Literatura recomendada

BRASIL. Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jun. 1996. Seção 1.

GILL, F. B. **Ornithology**. 2nd ed. New York: W. H. Freeman, 1994.

MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of conservation biology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1994.

WILSON, E. O. **Diversidade da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.



Capítulo 13

Doenças endêmicas

Vicente Pisani Neto



O homem sempre lutou contra as doenças, porque representam sofrimento e algumas vezes morte. Sabemos que essa luta será em vão se nos limitarmos a práticas curativas e deixarmos de lado os esforços para evitar os danos, razão por que é preciso adotar práticas preventivas. É claro que, depois que a doença se encontra instalada, é preciso um tratamento adequado para minimizar o sofrimento, evitar sequelas e impedir a morte. Somos muitas vezes impotentes contra elas, não bastando os conhecimentos científicos para combatê-las; por isso, a prevenção é nossa melhor arma.

As doenças aqui abordadas (febre maculosa, dengue, febre amarela, leishmaniose tegumentar, raiva e esquistossomose) têm relação direta com o meio ambiente.

Sabemos que o aumento descontrolado da população, a mudança de hábitos e costumes do ser humano, o avanço tecnológico, o processo desorganizado de urbanização e outros fatores vêm comprometendo o equilíbrio natural do meio ambiente. Esses fatores concorrem cada vez mais para o aparecimento de doenças, e o homem torna-se vítima do que ele mesmo criou. Muitas doenças antes predominantemente silvestres, que pertenciam a determinado ecossistema e não tinham o homem como hospedeiro, mudaram seu caráter natural com a alteração do meio ambiente, e incluíram o homem nesse processo, colocando-o no ciclo. Trabalhar em campo prevê que cada um de nós possa identificar os sintomas de uma doença logo em seu início, a fim de que o paciente seja encaminhado

para uma assistência adequada e as consequências da enfermidade sejam minimizadas. O trabalho preventivo compreende a identificação dos riscos de contrair doenças e, com o auxílio de um processo que envolve educação em saúde, evitar que elas ocorram.

Cada um de nós tem um papel importante no que diz respeito tanto à prevenção de doenças quanto à interferência em sua transmissibilidade. O papel educativo e de resgate da cidadania é feito num trabalho diário e em conjunto com a comunidade, a fim de melhorar as condições de vida e interferir diretamente nos fatores que determinam uma doença.

Febre maculosa

Vetor – Carrapato-estrela.

Agente – *Rickettsia rickettsii*.

Contaminação (reservatórios) – Cães, cavalos, bois e capivaras.

Período de incubação – 2 a 14 dias, em média 7 dias.

Sintomas – Febre alta, dor de cabeça, dor no corpo, dores musculares e manchas avermelhadas. Os sintomas são semelhantes aos de uma gripe forte.

Complicações – Infecção generalizada – com complicações pulmonares, renais, neurológicas, circulatórias –, desidratação, choque, coma e óbito.

Início – 2 a 20 dias após a picada.

Óbito – 8 a 15 dias após o início dos sintomas.

Medidas preventivas

- Atentar para a época de seca, quando aumenta o número de carrapatos, principalmente na beira de rios.
- Evitar contato com animais que tenham estado em lugares de risco.

- Fazer diagnóstico precoce e verificar história de contato com carrapato.
- Fazer rotação e conservação de pastagens.
- Atentar para os principais meses de ocorrência: setembro, outubro e novembro.

Medidas curativas

- Tratamento com antibióticos em unidade hospitalar.

Dengue

Vetor – *Aedes aegypti*.

Agente – Flavovírus 1, 2, 3 e 4.

Contaminação – Homem → mosquito → homem.

Período de incubação no mosquito – 8 a 12 dias.

Período de incubação no homem – 3 a 15 dias, em média 5 a 6 dias.

Período de transmissão – início da febre até o sexto dia da doença.

Sintomas – Febre alta, dores de cabeça, no corpo, musculares, nas juntas, atrás dos olhos, náuseas, vômitos e manchas avermelhadas (exantema). Os sintomas são semelhantes aos de uma gripe forte.

Complicações – dengue hemorrágica, choque, coma e óbito.

Medidas preventivas

- Procurar na área de moradia, na escola e no trabalho pessoas com sintomas de dengue.
- Eliminar criadouros do mosquito. Evitar água limpa e parada, principalmente a dos pratinhos de plantas, pneus, garrafas, caixas-d'água destampadas, etc.

- Observar mosquitos que picam durante o dia.
- Encaminhar todos os suspeitos para uma unidade de saúde, para notificação e investigação.
- Lavar caixas-d'água, pratinhos de plantas com escova ou bucha e hipoclorito de sódio. Eliminar ovos dos mosquitos que aderem ao recipiente.
- Usar repelentes ao visitar áreas de risco.

Medidas curativas

- Tratamento sintomático realizado por uma unidade de saúde sem necessidade de internação, a não ser quando o paciente apresenta quadro de dengue hemorrágica.
- Não deve ser usado medicamento que contenha ácido acetilsalicílico (AAS), do tipo aspirina, Melhoral, Buferin, etc.

Febre amarela

Vetor – *Aedes albopictus* e *A. aegypti*; *Haemagogus* (forma silvestre).

Agente – Flavovírus – vírus amarelíco.

Contaminação – Homem → mosquito → homem (urbana); macaco → mosquito → homem (silvestre).

Período de incubação no mosquito – 9 a 12 dias.

Período de incubação no homem – 3 a 6 dias.

Período de transmissão – Início de 24 a 48 horas antes do aparecimento dos sintomas até o quinto dia da doença.

Sintomas – Febre alta, dor de cabeça, calafrios, dores musculares, prostração, náuseas, icterícia, vômitos com sangue, sangue nas fezes, outras hemorragias, choque e óbito.

Complicações – Hemorragias, choque, coma e óbito.

Medidas preventivas

- Procurar na área de moradia, na escola e no trabalho pessoas com sintomas de febre amarela.
- Eliminar criadouros do mosquito. Eliminar água limpa e parada, principalmente dos pratinhos de plantas, pneus, garrafas, caixas-d'água destampadas, etc.
- Atentar para os mosquitos que picam durante o dia.
- Encaminhar todos os suspeitos para uma unidade de saúde, para notificação e investigação.
- Lavar caixas-d'água, pratinhos de plantas com escova ou bucha e hipoclorito de sódio. Eliminar ovos dos mosquitos que aderem ao recipiente.
- Usar repelentes quando estiver em áreas de risco.
- Vacinar-se (dose única, com validade de 10 anos) principalmente ao se deslocar para áreas endêmicas.

Medidas curativas

- Tratamento sintomático realizado em unidade hospitalar.

Leishmaniose tegumentar

Vetor – Flebótomos – mosquito-palha, cangalhinha (tatuquira, etc.).

Agente – *Leishmania*.

Contaminação – Animais silvestres → mosquito → animais domésticos ou homem; animais silvestres → mosquito → homem; animais domésticos → mosquito → homem.

Período de incubação no mosquito – 8 a 20 dias.

Período de incubação no homem – 2 semanas até 6 a 12 meses, em média 1 mês.

Período de transmissão – 5 meses até anos em casos não tratados.

Sintomas – Lesões na pele em forma de úlcera, única ou múltipla, com as bordas elevadas, com fundo limpo, indolores; às vezes, apresentam ínguas.

Complicações – Lesões mucosas, com destruição de cartilagem nasal (nariz de tapir).

Medidas preventivas

- Procurar na área de moradia, na escola e no trabalho pessoas com sintomas de leishmaniose.
- Identificar e tratar os indivíduos infectados.
- Exterminar animais infectados.
- Evitar áreas de desmatamentos, mantendo o controle ambiental.
- Aplicar repelentes em áreas infestadas, principalmente no fim da tarde e no início da noite.
- Aplicar inseticidas para a eliminação do mosquito.
- Promover a educação sanitária da população.
- Colocar telas em janelas e portas para impedir a entrada dos mosquitos.

Medidas curativas

- Submeter-se a tratamento medicamentoso realizado por uma unidade de saúde, sem necessidade de internação. A medicação é feita por injeções intramusculares.

Raiva

Vetor – Não tem.

Agente – Vírus rábico.

Contaminação – Inoculação do vírus contido na saliva do animal infectado, por mordedura, arranhadura ou lambedura. Reservatórios: cães, gatos, bovinos e equinos. Reservatórios silvestres: raposa, coiote, chacal, gato-domato, guaxinins, macacos e morcegos.

Período de transmissão – Cães e gatos, de 2 a 5 dias antes do aparecimento dos sinais, com morte do animal em torno de 7 dias. Período de incubação no homem: de dias até 1 ano, com média de 45 dias.

Sintomas no animal – Falta de apetite, angústia, inquietude, excitação, tendência à agressão, latido rouco, dificuldade de engolir, hidrofobia, salivação intensa, convulsão, paralisia e morte.

Medidas preventivas

- Lavar todo o ferimento (mordedura, arranhadura ou lambedura) com água e sabão.
- Usar soro ou vacinar-se, conforme a gravidade do ferimento.
- Observar o animal por 10 dias.
- Em caso de animal morto ou sacrificado, encaminhá-lo para autoridade sanitária para análise do cérebro do animal.
- Nunca pegar morcegos que pareçam estar mortos e avisar a autoridade sanitária de sua presença.
- Vacinar todos que tenham uma atividade com exposição permanente ao risco.
- Vacinar anualmente os animais domésticos contra a raiva.
- Em caso de acidentes com animais, procurar sempre uma unidade de saúde para orientação.
- A raiva humana não tem cura e mata. Existe a prevenção, pois o vírus, depois de inoculado, segue o trajeto de um nervo até chegar ao cérebro. Como isso não ocorre em velocidade rápida, pode-se intervir com soro e com vacina a fim de bloqueá-lo.

Medidas curativas

- Não há tratamento quando o ser humano contrai a raiva. A evolução resulta em óbito.

Esquistossomose

Hospedeiro intermediário – Caramujo – *Biomphalaria*.

Agente – *Schistosoma mansoni*.

Reservatório – Homem.

Período de incubação – 2 a 6 semanas após a infecção.

Sintomas – Coceira na pele após o banho em corpos d'água (lagoas, riachos, etc.); diarreia repetida, com presença de catarro e sangue; dor ou desconforto abdominal; barriga-d'água e, às vezes, pacientes assintomáticos. Por se tratar de uma doença crônica, muitas vezes os sintomas passam despercebidos.

Complicações – Fibrose no fígado, hipertensão portal (veia do fígado).

Ciclo de transmissão – O homem elimina as fezes contaminadas por ovos do *Schistosoma*. Em contato com a água, eles se transformam em miracídeos, que contaminam o hospedeiro intermediário (caramujo). Depois de 4 a 6 semanas, o caramujo elimina as cercárias na água e, dessa forma, o *Schistosoma* penetra na pele do homem, infectando-o. Toda transmissão se dá pelas águas naturais (lagoas, riachos, etc.). Após 5 semanas da contaminação, e durante anos, o homem contaminado elimina, no meio ambiente, os ovos de *Schistosoma mansoni*.

Diagnóstico – Exame de fezes parasitológico.

Medidas preventivas

- Encaminhar todos os suspeitos para uma unidade de saúde, para notificação, investigação e tratamento.

- Controlar o hospedeiro intermediário (caramujo). Pesquisar sua presença em corpos d'água e proceder a tratamento químico de criadouros.
- Promover a educação em saúde sobre transmissão e saneamento ambiental.
- Orientar sobre o uso de fossa.

Medidas curativas

- Tratamento realizado em uma unidade de saúde, com medicação em dose única.

Literatura recomendada

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 5. ed. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de controle de leishmaniose tegumentar americana**. Brasília, DF: Funasa, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. Brasília, DF: Funasa, 1994. 373 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 6. ed. Brasília, DF: Funasa, 2005.

Capítulo 14

Modo de vida e impactos ambientais globais

José Maria Gusman Ferraz

O slogan “pensar globalmente e agir localmente” ilustra muito bem a percepção que devemos ter a respeito das questões ecológicas, ou seja, até mesmo as nossas ações do dia a dia têm correlação direta com os grandes problemas ambientais globais.

O leitor se pergunta: que relação poderia existir entre seus hábitos diários e o efeito estufa, a diminuição das florestas e a camada de ozônio, coisas aparentemente tão distintas e distantes? O simples fato de comer carne e hambúrguer com muita frequência impõe a necessidade de aumentar áreas de pastagens, com a consequente destruição das florestas. O aumento do rebanho bovino é um dos responsáveis pelo incremento da emissão de metano (CH_4), que é um dos gases que, juntamente com o CO_2 , causam o fenômeno conhecido como efeito estufa. Essa emissão de metano pelos bovinos ocorre porque seu aparelho digestivo gera esse gás em sua digestão.

As embalagens do tipo isopor, quando se degradam, eliminam gases que diminuem a camada de ozônio.

Cidades, grandes consumidoras de recursos

As cidades em todo o mundo ocupam 2% da superfície terrestre; em contrapartida, consomem 75% dos recursos naturais na forma de alimentos, combustíveis e água. As cidades têm crescido demais e de forma descontrolada.

A comunidade internacional, consciente desse fato, em 1992, na conhecida *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento* (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, estabeleceu um plano para mudar a tendência de crescimento das cidades. Nesse evento, elaborou-se a *Agenda 21*, referendada na *Conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis*, em 1994, realizada em Aalborg (Dinamarca) e, em 1996, em Lisboa (Portugal). Nas próximas décadas, as cidades deverão ser reinventadas, por meio de seu redesenho. O site do Worldwatch Institute traz mais informações sobre o assunto¹.

Uso de energia

O simples toque de um botão para acender uma lâmpada, ligar o som, a TV, o ventilador tem consequências ambientais de que não nos damos conta.

O racionamento de energia elétrica que afeta a todos é um aviso do que está por vir. O hábito de economizar energia é extremamente salutar e seria ideal se permanecesse na população após o período crítico.

Devemos lembrar que a energia elétrica que utilizamos provém de usinas hidrelétricas. No entanto, para que sejam construídas, as hidrelétricas geram grandes impactos ambientais, por causa da destruição de parte da fauna e da flora regional e do deslocamento das populações que viviam nas áreas que foram inundadas em virtude do enchimento do reservatório. A energia também pode ser gerada por usinas termelétricas, que utilizam combustíveis fósseis e eliminam grandes quantidades de CO₂ (correlacionado com o efeito estufa) e gases contaminantes da atmosfera, causando poluição do ar e chuvas ácidas.

A troca de lâmpadas usuais (de filamento aquecido) por lâmpadas de baixo consumo, as chamadas fluorescentes, leva a uma economia de 80% de energia, mas elas têm algumas desvantagens: emitem uma frequência de luz ultravioleta (UV) que pode causar câncer de pele, caso estejam muito próximas e se as pessoas permanecerem expostas a elas por longos períodos. Uma alternativa é mantê-las em

¹ Disponível em: <<http://www.worldwatch.org/>>.

lustres de vidro, que retêm a luz UV, e o mais distante possível das pessoas. O descarte dessas lâmpadas também requer cuidado, pois seu revestimento interno é altamente poluente e necessita de tratamento adequado quando for reciclado; portanto, elas não devem ser colocadas no lixo comum.

O deslocamento diário em carro, por uma só pessoa, que poderia usar o transporte coletivo ou ir a pé para seu destino, é outro componente esbanjador de energia fóssil. Os combustíveis fósseis são fontes não renováveis e foram formados há milhões de anos; no entanto, estão sendo usados de forma indiscriminada nos últimos cem anos.

Nossos brinquedos e objetos

A cultura que impera hoje em dia, do tudo descartável – produtos descartáveis, amizades descartáveis, amores descartáveis, vidas descartáveis –, pode e deve ser alterada.

O hábito saudável de conservar e recuperar nossos objetos é uma forma de começar a mudar essa cultura, principalmente se esses objetos incluírem brinquedos, pois estaremos formando, na infância, uma consciência da preservação e da valorização das coisas.

Os brinquedos mais duráveis são os ideais e, de preferência, sem a utilização de pilhas, que poluem o ambiente quando descartadas incorretamente, com um custo ambiental alto para serem recicladas, pois geram um resíduo de difícil tratamento.

Outra forma de aumentar a vida útil de um objeto, aparelho ou brinquedo é doá-lo em vez de jogá-lo fora. Um brinquedo pode continuar alegrando outra criança, um objeto ou aparelho pode ser útil para outra pessoa.

Produzir menos resíduo (lixo)

A reciclagem é uma boa opção para manter o ambiente saudável; no entanto, melhor que reciclar é reutilizar, gerando, assim, menos resíduo.

A cultura da reutilização começa quando se decide pela compra de um produto que se supõe durar muito (como um eletrodoméstico, um brinquedo, uma ferramenta, uma roupa). Aparelhos que não podem ser consertados quando apresentam defeitos (cultura descartável) devem ser substituídos pelos que podem ser reparados.

Consertar objetos em vez de descartá-los – levando a comprar outros para substituí-los – evita que uma grande quantidade de objetos acabe nos lixões.

Para produzir menos lixo, é preciso consumir menos, ou consumir melhor. Assim, objetos que serão utilizados por pouco tempo devem ser compartilhados ou tomados em empréstimo ou mesmo em aluguel, para evitar que sejam descartados ou abandonados após o uso.

Segundo Barba e Gallego (1999), reduzir o consumo não significa que a qualidade de vida irá piorar. Na verdade, é importante dar a cada objeto seu valor real e analisar sua utilidade antes de adquiri-lo. Seguramente podemos viver com bem menos objetos supérfluos do que imaginamos.

Algumas atitudes podem ser adotadas para diminuir a produção de lixo:

- Usar o menor número possível de embalagens quando for às compras.
- Optar por produtos com a menor quantidade de embalagem. Preferir produtos vendidos em refil, que economizam embalagens.
- Escolher garrafas de vidro reutilizáveis ou recicláveis, que são menos prejudiciais ao meio ambiente que as embalagens de plástico, as latas e as do tipo Tetra Brik.
- Evitar produtos descartáveis (alguns plásticos podem levar cem anos para se decompor).

Separar para reciclar

A separação dos diferentes tipos de resíduos em casa e na escola é o melhor caminho para poluir menos o planeta. Basta ter vontade para começar. Em um

recipiente, colocam-se resíduos orgânicos, restos de comida e de jardinagem; em um segundo recipiente, papéis que possam ser reciclados; em um terceiro, plástico de diversos tipos; em um quarto, vidros; e finalmente, no último, latas.

O plástico é a embalagem menos recomendável, pois provém da indústria petroquímica (do petróleo), que é uma das mais contaminantes que existem. A maioria das embalagens de plástico não pode ser reciclada por se tratar de um processo relativamente caro e complicado em termos estratégicos. Quando vão para o lixo, alguns plásticos podem levar cem anos para que se decomponham, sem contar que seus aditivos contaminam as águas subterrâneas. As latas de alumínio são fabricadas de um mineral chamado bauxita, que causa grande impacto ambiental na extração e consome muita energia durante seu processamento. É, porém, um material totalmente reciclável. O campeão e o menos danoso ao meio ambiente ainda é o vidro, tanto em sua elaboração como em sua reciclagem.

Sabe-se que nenhum material de embalagem é totalmente inócuo ao ambiente. De qualquer forma, é preciso reconhecer os efeitos de seu descarte e potencial de aproveitamento. Numa ordem crescente, os poluentes classificam-se em: vidro, lata, Tetra Brik e plástico.

A escola deve conscientizar os alunos sobre a imperiosa necessidade de separação do lixo, de forma a lhe dar uma destinação final mais adequada.

Resíduos perigosos

O azeite usado na cozinha das casas e das escolas é um poluente danoso ao meio ambiente, principalmente quando lançado na água, pois forma uma película sobre ela que impede o desenvolvimento da vida no ambiente aquático.

Hoje existem formas de se dispor desse resíduo, que pode ser reutilizado na fabricação de sabão, ração de animais, lubrificante e até em substituição ao óleo diesel como combustível. É preciso que a comunidade organize uma forma de recolher esse material para fabricar sabão em pequenas associações ou mesmo em casa (veja como fazer nas atividades pedagógicas).

Em cada domicílio, há uma gama de produtos tóxicos, que, além de causar possíveis danos diretos à saúde de quem os está manipulando, podem também afetar o meio ambiente. As pilhas que usamos com frequência, em casa, também são altamente poluentes, bastando apenas uma para poluir um aquífero. Seu descarte deve ser feito em recipientes especiais, que podem ser colocados na escola.

Começando o dia

Já pela manhã, inicia-se o consumo de recursos, renováveis ou não, que têm alguma relação com os grandes impactos ambientais, altamente danosos para a preservação da vida.

Normalmente, a primeira atitude, ao nos levantarmos da cama, é acender a luz. A iluminação consome, em média, aproximadamente 25% da energia elétrica de uma residência, podendo chegar a 50% em casas com poucos eletrodomésticos e com pouco aproveitamento da luz natural. Para diminuir esse consumo, podem-se abrir as janelas para aumentar a luminosidade, e deixar entrar a luz saudável e gratuita do sol em substituição à luz artificial. Apagar a luz cada vez que sair de um aposento é também um bom hábito.

O banheiro é outro local estratégico para fazer economia. É nele que gastamos cerca de 70% da água consumida em uma casa, pois os 30% restantes são gastos na cozinha (20%) e na lavadora de roupa (10%). Tomar banhos rápidos, fechar a torneira quando se está escovando os dentes ou fazendo a barba e não deixar a torneira pingando são hábitos que contribuem muito para economizar água, recurso que cada dia está mais escasso no planeta.

Já iniciamos a manhã utilizando produtos como sabonetes, xampus e cosméticos. Para manter uma atitude respeitosa para com o meio ambiente, é preciso tomar alguns cuidados, a começar pela escolha de produtos que não foram testados em animais. Normalmente, essa informação consta da embalagem. Outra medida é a escolha de produtos que utilizem a menor quantidade possível de embalagem ou que utilizem material reciclado, lembrando a preferência que se deve dar a produtos apresentados com refil.

Para o café da manhã e no preparo do lanche, deve-se ter o mesmo cuidado na escolha de produtos e embalagens. Preferir os menos processados, ou os mais naturais, para evitar o consumo de corantes e conservantes, que agridem a saúde. Não consumir alimentos que contenham produtos transgênicos, pois ainda não há informações suficientes sobre seus efeitos na saúde do homem e também não se sabe se podem causar impactos sobre o meio ambiente.

Alimentos e saúde

Além da possibilidade de se estar ingerindo alimentos transgênicos (ex.: moranguinhos com gene de salmão e tomates com toxina da bactéria *Bacillus thuringiensis*), sem que se perceba, come-se, todo dia, iogurte de morango sem morango, sopa de frango sem frango, suco de framboesa sem framboesa, graças aos aditivos que são produzidos pelas indústrias de alimentos, que estão presentes, em menor ou em maior grau, na maioria dos produtos industrializados.

Os aditivos na indústria de alimentos têm a função de mantê-los em boas condições por longo tempo, evitando que se estraguem. Além disso, são utilizados para potenciar ou corrigir sabores e proporcionar uma coloração atrativa. Em resumo, servem para que o alimento de menor qualidade pareça melhor ou que produtos quase idênticos possam ser comercializados como se fossem diferentes. Dessa forma, é possível transformar alimentos simples em alimentos complexos, caros e de melhor qualidade.

Sais minerais e vitaminas que se perdem no processamento industrial dos alimentos são repostos depois e vendidos como se fossem uma grande vantagem acrescida ao produto, e – pior ainda – sais e vitaminas são retirados e depois colocados artificialmente nem sempre com o balanço adequado. E o consumidor paga por eles.

Alimentos frescos ou naturais já contêm os nutrientes, sem que nos seja cobrado um valor adicional por eles.

É exigido legalmente que todos os produtos contenham, em seu rótulo, a descrição de seus ingredientes, incluindo a presença de corantes, conservantes, flavorizantes (sabor) e espessantes (dar consistência).

Existem aditivos naturais e artificiais, mas não há garantia de quais sejam os melhores. Sabe-se, porém, que um corante natural, como a cochonilha (E-120), muito utilizado em doces e caramelos, provoca hiperatividade.

Nem sempre o nome dos aditivos vem descrito. Muitas vezes, menciona-se apenas seu código, o que torna difícil sua identificação pelo consumidor. Portanto, a melhor política é evitar produtos muito processados, já que, quanto mais processados, mais aditivos eles contêm. O ideal é dar preferência a produtos naturais. A seguir estão listados alguns exemplos de aditivos.

- Conservantes – Necessários para evitar a deterioração dos alimentos. Alguns são inócuos, como o ácido acético (vinagre, E-260), enquanto outros têm potencial cancerígeno, como os nitritos (E-249 e E-250), utilizados em embutidos e em produtos cárneos.
- Corantes – Os corantes, cuja identificação vai de E-100 até E-180, devem ser evitados, pois sua única função é tornar o produto mais atrativo comercialmente. São especialmente desaconselháveis o amaranço (E-123), a curcumina (E-100) e o vermelho-de-cochinilha (E-124).
- Antioxidantes – Impedem ou retardam a oxidação dos alimentos. Um dos mais utilizados é o ácido sórbico (vitamina C, E-300), que é benéfico. Recomenda-se evitar o BHA (E-320), o BHT (E-321) e os galatos (E-310, E-311 e E-312), pois causam irritações gástricas.
- Espessantes e estabilizantes – Em geral esses aditivos são seguros e naturais e servem para dar consistência aos alimentos, como é o caso da lecitina (E-322) e da pectina (E-440a), utilizada em gelatinas e geleias.

Contaminação lumínica

Uma forma de contaminação ambiental de que não nos apercebemos é a contaminação pela intensa iluminação das cidades, que forma uma tela iluminada na abóbada celeste. O excesso de iluminação, além de um desperdício de energia, causa impacto ambiental. Afeta a migração das aves, pelo fato de alterar

seu itinerário quando atravessam espaços urbanos afetados por intensa luminosidade. Essas aves seguem antigas rotas, e a localização pelas estrelas é um fator primordial.

Ao perderem essa referência, alguns grupos se desviam do caminho e se extraviam. As aves de rapina noturnas que habitam áreas iluminadas são prejudicadas pelo excesso de luz, pois são facilmente visualizadas por suas presas. A intensa iluminação afeta também as plantas, que alteram seu desenvolvimento e processos biológicos. Sobre os habitantes das cidades, esse tipo de contaminação também tem um efeito negativo, pois prejudica a saúde, causando insônia, fadiga e estresse, além de alterar a adaptação dos olhos à escuridão, por estarem submetidos a um excesso de iluminação.

Nossa atitude como cidadãos

Além de atitudes responsáveis em relação ao consumo e de respeito ao ambiente, é nossa obrigação participar de campanhas ambientalistas e denunciar agressões ao ambiente causadas por empresas inescrupulosas, cidadãos irresponsáveis ou lobbies, como os dos ruralistas, que tentam reduzir as áreas de reserva legal do Cerrado e da Floresta Amazônica.

Como afirma Minc (1998), os dramas sociais fundem-se com as agressões ambientais, e isso resulta numa combinação perversa, em que a preservação das diferentes formas de vida (humana, animal e vegetal) pesa pouco nas decisões econômicas. Se as reivindicações do trabalhador sindicalizado, do aposentado e do jovem desempregado são pouco consideradas, imaginem o lobo-guará, a tartaruga-de-pente, o mogno e outras espécies ameaçadas de extinção, que não fazem greve, não votam, nem reivindicam? Temos de falar por eles. Não podemos ficar calados.

Referências

BARBA, C.; GALLEGU, J. L. **Mamá, quiero ser ecologista**. Barcelona: Plaza & James, 1999.

MINC, C. **Ecologia e cidadania**. São Paulo: Moderna, 1998. 120 p.

Literatura recomendada

BARBIERE, J. C. **Ecologia e cidadania**. Petrópolis: Vozes, 1997.

BRESSAN, D. **Gestão racional da natureza**. São Paulo: Hucitec, 1996.

MELLAMLY, K. **Biologia da poluição**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.



Capítulo 15

Precisamos viver em meio a tanto lixo?

Maria Conceição Peres Young Pessoa
Valéria Sucena Hammes



Cada sociedade possui um padrão de consumo relacionado a seus hábitos e costumes, padrão esse que gera maior ou menor quantidade de resíduos. Nos últimos anos, a humanidade vem acordando para uma problemática ambiental, que é a grande produção de lixo. O crescimento econômico vem sendo repensado com a busca de fórmulas alternativas, como o desenvolvimento sustentável, cuja característica principal consiste na possível e desejável conciliação entre o desenvolvimento integral, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida. Para que se alcance essa sustentabilidade, é necessário vencer um grande desafio: modificar a nossa cultura a fim de reduzir a produção de grandes quantidades de lixo. Esse consumismo é bem representado pela afirmação do professor Carlos Gabaglia Penna: “as pessoas gastam um dinheiro que não possuem, para comprar coisas de que não necessitam, para pressionar pessoas que não conhecem” (MILARÉ, 2001, p. 66 e 67).

Além do problema que envolve a grande quantidade de lixo, também é necessário lembrar que isso pode gerar um efeito nocivo à saúde humana. Se os restos de materiais forem acumulados em lixões, sem o devido cuidado, o potencial de seu efeito nocivo ao ambiente aumenta. Assim, materiais praticamente inofensivos podem tornar-se extremamente perigosos ao ambiente de imediato ou no futuro, seja por sua toxicidade, seja por sua persistência.

O lixo do dia a dia

Para que se tenha ideia do risco de descarte de alguns produtos, citam-se alguns dos compostos presentes em materiais que encontramos facilmente em nossas casas, no escritório e na escola:

- Chumbo tóxico – O chumbo é um metal pesado que pode causar danos hepáticos, renais e cerebrais e acumular-se no organismo. Está presente em baterias de carros, em materiais de eletrônica, etc.
- Alumínio – Metal cujo acúmulo no organismo pode causar mal de Alzheimer. É encontrado em panelas, caixas de suco e de leite, cosméticos, itens de maquiagem, agrotóxicos, componentes de purificação da água de consumo (sulfato de alumínio), etc.
- Mercúrio – Metal pesado tóxico que pode contaminar o solo e a água e, se encontrado na forma de metilmercúrio, pode ser absorvido pelo organismo e nele se acumular. Está presente em termômetros, em áreas de garimpo de ouro, etc.
- Fósforo – Matéria-prima dos ácidos nucleicos, essenciais aos microrganismos consumidores de oxigênio. Está presente em fertilizantes, no esgoto doméstico, etc. Em excesso, pode causar desequilíbrio dentro dos ecossistemas e propiciar a ocorrência do processo de eutrofização.
- Radiação – Alguns elementos radiativos, pelo fato de destruírem as células humanas ou causar-lhes mutação, são muito perigosos aos seres humanos. Podem persistir no ambiente por milhares de anos. Os aparelhos de raios X e as usinas são exemplos de emissores de radiação que são encontrados no dia a dia.

A fim de diminuir as quantidades de chumbo, cádmio e mercúrio, a Resolução nº 401/2008 (CONAMA, 2008) estabelece os limites máximos dessas substâncias para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.

Até mesmo os produtos que são menos tóxicos ao ambiente podem levar tempo diferenciado no que se refere a sua permanência no ambiente, tais como:

- Papel – Cerca de 3 meses para se decompor. Se não for do tipo absorvente demora mais.
- Fósforo de madeira – Até 6 meses.
- Jornal – Demora décadas para degradar-se.

Frequentemente, recebemos panfletos e pôlderes nas ruas com propagandas de diferentes tipos, que quase nunca lemos e que se acumulam em nossas mochilas, pastas, bolsas e carro. No que diz respeito às sacolas de plástico, que são fornecidas em supermercados, lojas e mercearias, observa-se que, muitas vezes, elas são usadas para levar pouco material; dessa forma, levamos para casa várias sacolas de plástico que não serão reaproveitadas em sua totalidade. Nos restaurantes ou lanchonetes, utiliza-se uma quantidade maior de guardanapos e de copos plásticos do que aquela que efetivamente seria necessária.

Na busca por informações na Internet, fundamental para trabalhos escolares e da faculdade, ou até mesmo para o exercício de nossa profissão, é comum imprimirmos seu conteúdo em papel, que nem sempre daremos conta de ler. Além disso, desperdiçamos tinta de impressoras e jogamos fora os cartuchos vazios, sem encaminhá-los ao reaproveitamento, normalmente por desconhecermos os locais para essa finalidade.

Lixo digital

Também devemos estar atentos ao lixo digital, no qual se encontra a grande quantidade de mensagens que circula na Internet. Essas mensagens, conhecidas por *spams*, são bastante indesejáveis. Além disso, são enviadas repetidas vezes, trazendo problemas operacionais para aqueles que se utilizam desse recurso de informática (lentidão, falta de espaço suficiente para receber mensagens importantes, tempo gasto com leitura daquilo que não interessa de fato, etc.). Segundo Gurovitz (2003), esse lixo digital já representa aproximadamente 45% do tráfego

de correio eletrônico e exige que grandes provedores de Internet invistam esforços em bloquear esse tipo de mensagem, que, em alguns casos, representa cerca de 100 milhões a mais de mensagens de fato entregues por dia.

Segundo Lopes (2000), a previsão para materiais de computadores até 2004 era de 2 milhões de toneladas de plástico, 600 mil toneladas de chumbo, mil toneladas de cádmio, 600 toneladas de cromo e 200 toneladas de mercúrio, e a alternativa para a contenção desse volume estaria também na reciclagem. O autor ressalta também o uso da sucata eletrônica em artesanato e peças de decoração.

Dessa forma, a sociedade como um todo é responsável pela aquisição (ou geração), pela disponibilização final e pela proposição de medidas que minimizem o efeito nocivo desse material que será descartado, mesmo que em diferentes instâncias no que diz respeito à responsabilidade.

Destinação do lixo

Esse problema mundial também é registrado em nosso País. Hoje, contamos com uma estrutura frágil, na qual a maioria do lixo descartado é conduzida a estruturas que podem entrar em colapso em curto e em médio prazo, se nada for feito.

Os lixões são responsáveis pela disseminação de doenças em animais e nos homens. Muitos retiram sua fonte de alimento das sobras de comida desprezadas por outras pessoas. Nesse ambiente, muitas pessoas separam, entre outros materiais, restos de plásticos, papéis, latas de alumínio, que acabam se tornando fonte de renda na troca em postos de reciclagem.

Entretanto, essa estrutura de descarte é extremamente nociva à saúde dessas pessoas e do ambiente como um todo. Além de disseminarem vetores de doenças, o odor provocado pela putrefação de restos de animais e pela decomposição de alimentos afeta também as áreas de populações vizinhas, principalmente em dias mais quentes, por causa da fermentação. O impacto visual na paisagem também é considerável, tanto pela ausência total de vegetação quanto pelas

montanhas de lixo ou pela presença dessa população humana que, para garantir sua subsistência, dele se torna cada vez mais dependente. Além disso, a matéria orgânica decorrente da decomposição de alimentos descartados acumula-se em pontos do terreno, gerando também o aparecimento de um líquido escuro – o chorume – extremamente desagradável por seu odor, o qual pode conter substâncias perigosas ou nocivas à saúde. Esse líquido pode infiltrar-se no solo ou escorrer por sua superfície em função das chuvas e, assim, tornar-se um agente de contaminação ambiental.

Os aterros são áreas previamente escolhidas e próprias para a disponibilização de lixo, pois minimizam os efeitos de sua exposição no ambiente. O lixo é levado por caminhões e disposto no aterro em camadas, onde posteriormente os tratores passam para compactá-las. Frequentemente é colocada terra sobre elas para evitar que o lixo fique exposto a insetos e a outros animais ou a condições ambientais que favoreçam processos de contaminação. Com a expansão da área urbana e a consequente geração de lixo dela decorrente, os aterros tornam-se insuficientes e a disponibilidade de outras áreas para a alocação de novos aterros é dificultada. Um exemplo disso é o que ocorre na cidade de São Paulo, que possui sete aterros, dos quais cinco foram fechados por atingir a capacidade máxima de armazenamento (TONELADAS..., 2003).

Embora a incineração seja uma alternativa, não é aplicável a todo tipo de material, pois também pode gerar resíduos tóxicos no ar.

A usina de compostagem é a que possibilita maiores ganhos ambientais. A compostagem possibilita que os resíduos sólidos domésticos (orgânicos) sejam aproveitados como enriquecedores do solo em áreas agrícolas (MILARÉ, 2001).

Uma alternativa que vem ganhando força para a diminuição da quantidade de lixo é a reciclagem. O Decreto nº 5.940 (BRASIL, 2006) – que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados por órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis – tende a estimular essa ideia.

Vemos, portanto, que nossos hábitos também contribuem para o aumento do lixo. Assim, percebemos que a questão de disposição final do lixo que é gerado em casas, na escola, no trabalho, no lazer, etc. depende não só da conscientização para o problema de sua geração, como também do questionamento (o julgar) a respeito daquilo que estamos fazendo e, principalmente, do que deve ser feito com esse material que não nos serve mais, alertando até mesmo para as consequências ambientais e de saúde pública.

Julgar nossos hábitos

Precisamos repensar nossas atividades para julgar a efetiva necessidade de aquisição de certos materiais e produtos, a fim de reduzirmos, gradativamente, a quantidade de lixo que geramos. Essa atividade também nos auxiliaria na seleção de materiais que não nos interessam mais e daqueles que podem ser reutilizados ou reciclados.

Por esse motivo, os famosos 3 Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) dos manuais de reciclagem foram acrescidos recentemente de mais um R, o “repensar”.

A atividade de reduzir passa pelo processo da reciclagem e envolve a ação de pensar antes de adquirir o produto. Dessa forma, é necessário escolher materiais que sejam biodegradáveis, com tempo de degradação menor no ambiente, de fácil descarte e disponibilização final, preferencialmente adquiridos sem embalagens e, se necessárias, que não sejam de isopor, plásticas ou de materiais de difícil descarte. Conciliando o “reduzir” e o “repensar”, estaremos constantemente avaliando a necessidade de nova aquisição. Reduzir o lixo em nossas casas, em nosso ambiente de trabalho, em nossas atividades escolares e de diversão implica reduzir o consumo de tudo aquilo que não é efetivamente necessário e, conseqüentemente, a energia associada ao projeto de fabricação e manutenção.

Devemos reutilizar materiais sempre que esses permitirem. Tal processo consiste em apresentar nova utilidade para um material já existente. Assim, reutilizamos um pote de vidro de maionese para torná-lo um pote artesanal (pintado, colado, etc.) com outra utilidade, por exemplo, para guardar bolas de algodão ou

açúcar. Reutilizamos potes de sorvete para virarem vasos de plantas ou “portatrecos”, etc. Reutilizamos a água imprópria para consumo humano, que pode servir para regar plantas ou limpar calçadas; assim, ela é reutilizada de acordo com sua qualidade.

A reutilização diferencia-se do processo de reciclagem. Na reutilização, o material utilizado continua o mesmo, o que difere é apenas a utilidade dada para ele. Na reciclagem, o material inicial é transformado novamente em matéria-prima, que será utilizada na produção de um novo produto. Por exemplo, as latinhadas de refrigerante no processo de reciclagem voltam a ser alumínio, que pode ser empregado tanto para fazer novas latinhadas de refrigerantes quanto qualquer outro tipo de material que use o alumínio gerado. A transformação de material orgânico em adubo é o processo de reciclagem, conhecido como compostagem, pelo qual o lixo é transformado em material enriquecido para uso como adubo. As folhas e a palha, ao apodrecerem por meio da decomposição gerada por bactérias presentes no solo, também contribuem para a incorporação desse material enriquecido ao solo e, assim, para o aumento da qualidade do solo. Entretanto, nem toda matéria orgânica pode ser útil para compostagem e geração de adubo. Existem técnicas que devem ser seguidas para que o processo de reciclagem desse material não apresente contaminações ou venha a ser agente de contaminações. Com o papel também; nem todo tipo de papel pode ser reciclado, como, por exemplo, o papel plastificado, que embala balas e doces.

A atividade dos 4 Rs depende da conscientização de sua importância para a diminuição de lixo, entre outros benefícios, e, principalmente, de atividades que estimulem a implantação de coleta seletiva de lixo nas comunidades, entre outras ações.

As ações para implantação desses programas que visam aos 4 Rs têm sido evidentes em várias partes do mundo. São específicas de prefeituras ou podem até mesmo estar inseridas dentro de legislação do próprio país. Na França, desde 2002 existem restrições para a queima de lixo, e isso favorece o reaproveitamento do material que ainda possa ser reutilizado. Nesse país, existe reciclagem de aproximadamente 22% do total de lixo gerado. Nos Estados Unidos, a reciclagem já

representa 18%, enquanto no Japão, esse índice chega a 50%. Algumas ações já são vistas no Brasil, como na cidade de São Paulo, em que já são reciclados cerca de 5% do lixo graças à ação de cooperativas e da prefeitura (0,03% do material reciclado). Em Curitiba, já são reciclados hoje cerca de 20% do lixo (que corresponde a 500 t de lixo).

Os benefícios produzidos pela implantação desse processo consciente, decorrente da educação da população para seus atos e para sua necessidade de cooperação, não se limitam somente à redução da quantidade de lixo que seriam disponibilizados em lixões, aterros, incineradores, etc. A atividade também gera empregos para uma camada da população que não tem outra oportunidade de sustento (o Instituto Polis estima um potencial para aproximadamente 35 mil empregos somente em São Paulo em cooperativas de catadores de lixo). Também gera economia de recursos financeiros e materiais, pois favorece o julgamento da efetiva necessidade da compra antes da aquisição de novo material, o que vem sendo comprovado também por ações isoladas de condomínios residenciais. A economia é tanta que até grandes indústrias julgaram necessário unir-se em torno de uma parceria voltada para um compromisso empresarial único que estimule ações de reciclagem no País, culminando no Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre).

Ação integrada: educação e infraestrutura

Entretanto, não se pode falar em 4 Rs sem falar em investimento para educação ambiental e para infraestrutura. Várias empresas utilizam estratégias de sensibilização do consumidor por meio da implantação de símbolos de reciclagem em rótulos de produtos, da implantação de lixeiras de coleta seletiva, entre outras ações, por pura demagogia e estratégia de marketing. De nada adianta promover essas ações se não existe um programa efetivo de suporte à coleta seletiva que envolva os seguintes aspectos: informação sobre a cor das lixeiras para reciclagem; existência dessas lixeiras em fácil acesso público (de forma que também não causem impacto negativo ao ambiente onde são inseridas); cons-

cientização do consumidor para a necessidade de disponibilizar corretamente o material a ser descartado nessas lixeiras; necessidade de que seja mantida a seleção quando o funcionário estiver coletando o material de várias lixeiras; necessidade de que prefeituras e centros de coleta seletiva estabeleçam mecanismos ágeis e constantes de coletas seletivas de lixo com caminhões próprios para a coleta – que deve ser realizada em datas e horários fixos que sejam de conhecimento público –, bem como locais próprios para que os materiais coletados possam ser entregues sem seu comprometimento. Caso contrário, a população em geral fica desestimulada no que se refere à manutenção da atividade de coleta seletiva. Com isso, ocorre o retrocesso no processo de diminuição da quantidade de lixo gerado pela população e pelas indústrias.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto n. 5.940 de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de 26 de out. 2006.

CONAMA. Resolução n. 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 215, de 5 de nov. 2008. Seção 1, p. 108-109.

GUROVITZ, H. Chega de lixo no meu e-mail. **Exame**, São Paulo, v. 37, n. 10, p. 116, 2003.

LOPES, A. D. O destino do lixo digital. **Galileu**, São Paulo, v. 9, n. 109, p. 66-69, 2000.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. 2. ed. São Paulo: RT, 2001.

TONELADAS de problemas. **Veja São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 13, p. 15-20, 2003.

Literatura recomendada

OLIVEIRA, J. F. (Coord.). **Guia pedagógico do lixo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Educação Ambiental, 1998. 96 p.

SUPERINTERESSANTE. Como salvar a terra. São Paulo, abr./jun. 2001. Especial Ecologia.

VEJA ECOLOGIA, São Paulo, v. 35, n. 22, dez. 2002. Edição especial.



Capítulo 16

Os efeitos da globalização

Valéria Sucena Hammes



Modernamente, a mídia refere-se ao planeta Terra como uma “aldeia global”, pois, por meio dela, todos os povos estão interligados. Porém a globalização ocorre desde que o homem cruzou fronteiras, mares, oceanos, continentes e percebeu que existem semelhanças em todas as partes do mundo.

Segundo o economista Alvin Tofler, a globalização da produção foi facilitada pelos meios de comunicação e transporte. Interesses militares e comerciais, na década de 1950, motivaram a corrida espacial. As pesquisas desenvolvidas para possibilitar a conquista do espaço sideral renderam o lançamento de satélites de telecomunicações, o aperfeiçoamento do telefone, a televisão, o fax, o rádio e a Internet.

O comércio exterior aumentou o volume de negócios, e os meios de transporte adaptaram-se às necessidades modernas.

O marketing utiliza a mídia para criar novas necessidades de consumo. Alimenta a concorrência entre produtos nacionais e importados, muitas vezes provocando desemprego. A mazela social da instabilidade de emprego recai sobre a sociedade despreparada para os imprevistos e provoca, conseqüentemente, aumento de mendicância, violência e miséria, degradando, assim, a própria dignidade humana, que é tão difícil de recuperar.

Desde os primórdios da civilização, é comum que a cobrança de impostos extrapole sua função elementar de manter os serviços básicos assumidos pelo Es-

tado. Sempre que a carga tributária sobrecarrega a sociedade, o custo ambiental é observado no desemprego e em ocupações desordenadas. Os encargos sociais das empresas, em especial as menores, limitam o número de empregados, às vezes inviabilizando sua existência. O subemprego e a economia informal, únicas alternativas à miséria, não interessam à sociedade sustentável. A especialização da mão de obra nos países desenvolvidos elevou os salários e motivou a instalação de empresas multinacionais em países mais pobres, onde o custo é menor do que a instalação e a manutenção de robôs.

As empresas multinacionais, ao aportarem em um novo país, não somente imprimem novos hábitos às sociedades locais, no vestuário, na alimentação, no lazer, entre outros aspectos, mas também se adaptam à cultura local. Diante desse fenômeno de constante troca cultural, as pessoas passam a ter comportamentos similares em todas as partes do planeta. Um exemplo típico de globalização é a imposição do idioma inglês a quase todas as regiões do mundo, pela dominação econômica e tecnológica, inicialmente da Inglaterra e atualmente dos Estados Unidos. Um exemplo é a fábula a seguir.

Um gato faminto persegue um rato. Depois de uma longa perseguição, o rato finalmente alcança sua toca e nela se esconde. O gato se instala na frente da toca por horas a fio. Depois de uma longa espera, ocorre-lhe uma ideia e, com as mãos em forma de concha, imita o latido de um cachorro.

O rato pensa: “Se tem cachorro nas proximidades, é porque o gato já se foi”. E sai sorrateiramente da toca, quando então é comido pelo gato faminto. (VENTURI, 2011).

A moral da fábula citada é a seguinte: num mundo globalizado, quem não fala mais de um idioma morre de fome.

A globalização propiciou a modernização de vários setores da economia, e a expansão do neoliberalismo levou empresas a enxugar seus quadros funcionais e a terceirizar serviços, tornando-se economicamente mais competitivas, sem considerar os efeitos sociais. A isonomia¹ entre grandes empresas estrangeiras e pequenas empresas nacionais tem levado à quebra destas últimas, que geral-

¹ Estado ou condição dos que são governados pelas mesmas leis.

mente não têm condição de enfrentar a competição com os grandes grupos econômicos.

A eficiência tem sido procurada na formação de blocos econômicos, como o pioneiro Mercado Comum Europeu, que influenciou na integração geopolítica dos povos europeus. A partir do Tratado de Maastricht, assinado em 1993, criou-se a Comunidade Econômica Europeia, depois a União Europeia, abrangendo cerca de 360 milhões de habitantes, para a formação de um Estado-nação, com moeda única. Logo, criaram-se outros, como o Mercado Comum do Sul (Mercosul) e o Tratado de Livre Comércio da América do Norte (Nafta). Está claro que o desenvolvimento econômico não assimilou ainda a palavra “sustentabilidade”, que se privilegia da melhoria das condições de vida global, e não do ultrapassado capitalismo selvagem, que se prevalece das perdas dos concorrentes na aldeia global.

Em contrapartida, vem-se observando a expansão do Terceiro Setor, termo sociológico que costuma ser utilizado no Brasil em referência a departamentos sociais de empresas ou a organizações não governamentais (ONGs), sem fins lucrativos, criadas e mantidas para dar ênfase à participação voluntária, mas com o objetivo de incorporar o conceito de cidadania e suas múltiplas manifestações na sociedade civil. Associações e sindicatos também têm a missão de proteger os direitos dos associados e auxiliá-los no progresso profissional e na inserção social. O número de entidades tem-se multiplicado em razão disso. São frequentes os encontros internacionais e as manifestações em todo o mundo para intervir em decisões que afetem as relações globalizadas, ou seja, que extrapolem os efeitos locais. A Internet é um meio de comunicação on-line no qual é comum a troca de informações e de manifestos coletivos sobre os acontecimentos.

As ciências, em especial a Medicina, beneficiam-se dessa comunicação rápida entre os países. A informação estrategicamente divulgada pelas campanhas de conscientização contribui para a redução de doenças transmissíveis.

Apesar dos aspectos negativos apresentados, a globalização é uma das premissas do desenvolvimento sustentável e da educação ambiental, conquanto o empenho local seja uma contribuição à melhoria da aldeia global. O processo

está em aperfeiçoamento, e as mudanças estão sujeitas a erros e acertos. Cabe à sociedade cooperar com o desenvolvimento sustentável, em nome da inegociável sobrevivência humana. A paz é a palavra de ordem entre os povos.

Referência

VENTURI, J. **Três fábulas em um mundo globalizado**. Disponível em: <<http://blog.educacional.com.br/articulistaoutros/2009/01/19/p70827/>>. Acesso em: 4 out. 2011.

Literatura recomendada

LEIS, H. R. **O labirinto**: ensaios sobre ambientalismo e globalização. São Paulo: Gaia; Blumenau: Fundação Universidade de Blumenau, 1996.

STRAZZACAPPA, C.; MONTANARI, V. **Globalização**: o que é isso, afinal? São Paulo: Moderna, 1998. 63 p.

Parte 2

Setor primário

Agricultura, pecuária,
silvicultura, aquicultura
e mineração

A segunda seção deste volume trata dos espaços rurais e dos impactos ambientais neles incidentes pelas atividades de produção e extração de matérias-primas, como alimentos, minerais ou não minerais para a indústria ou construção.

Muitos dos impactos ocasionados pela agricultura, pecuária e silvicultura são remanescentes da revolução verde, cuja aplicação do conhecimento não levou em consideração aspectos imprescindíveis do meio ambiente. Como resultado disso, agora lamentamos a ocorrência desses impactos e nos esforçamos para remediar seus efeitos com alto custo e pouca eficácia. Espera-se que, pelo menos, a lição sirva para o futuro e inspire mais prudência na adoção de novas revoluções, que, aliás, estão aí.

Por sua vez, a intervenção ocasionada pelo extrativismo mineral chega a transformar completamente a paisagem e, conseqüentemente, provoca a perda da biodiversidade. Isso nos leva a repensar como é urgente desenvolver novas formas de obtenção desses materiais, principalmente pela reciclagem, formas essas que atendam ao conceito de sustentabilidade, o qual visa a garantir as mesmas oportunidades de uso às gerações futuras.

Agricultura e meio ambiente

Breves considerações

João Fernando Marques



A agricultura, como atividade econômica, difere das demais atividades porque em seu processo de produção utiliza mais intensamente os recursos naturais (ex.: solo e água), além de gerar impactos que podem afetar o próprio sistema de produção.

Não obstante, para que as relações entre a agricultura e o meio ambiente possam ser enfocadas sob diversos ângulos, é comum agrupá-las por meio dos grandes compartimentos ambientais – o homem, o solo, a água e o ar – que são os mais afetados pelas atuais práticas agrícolas. Esses ambientes sofrem impactos negativos ou positivos a partir de basicamente dois subprodutos gerados pelo processo de produção agropecuária: os resíduos de agroquímicos – fertilizantes e agrotóxicos – aplicados nos solos ou nas plantas, e os sedimentos – originados do processo de erosão das terras agrícolas.

Esse conjunto de efeitos gera custos adicionais para os próprios agricultores, para os demais agentes econômicos que sofrem os impactos negativos das atividades agrícolas e para a sociedade em geral. Enquanto as planilhas de custos dos agricultores refletem os impactos negativos das atividades agrícolas, os preços dos produtos cotados pelos mercados convencionais não são capazes de refletir, para os demais segmentos da sociedade, os custos da degradação ambiental. Essa peculiaridade impõe:

- Identificação e quantificação dos efeitos químicos, físicos, biológicos e humanos, causados pelos subprodutos da produção agrícola.
- Desenvolvimento e aplicação de métodos que possam estimar os valores econômicos, não expressos pelo mercado, dos danos ambientais causados pelas atuais práticas agrícolas.
- Adoção de políticas ou medidas econômicas que possam levar à conservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

Impactos ambientais: solo

A erosão antrópica, isto é, provocada pela ação do homem, diferentemente da erosão geológica causada pela própria natureza, é um processo de aceleração das perdas de solo, que compromete o equilíbrio natural entre a formação e a erosão do solo.

Os cientistas desenvolveram o conceito de índice de tolerância de perdas de solo. Esse índice reflete a quantidade de terra perdida por conta da erosão, mas que mantém a produtividade agrícola do solo por longo prazo. Esse conceito, que se traduz em tonelada de terra por unidade de superfície cultivada, embora traga uma preocupação com a depreciação do recurso solo e com a sua capacidade de regeneração, ainda se apresenta como limitado no que tange à questão ambiental mais ampla. Assim, os demais efeitos, principalmente aqueles provocados pelos sedimentos no ambiente, não são lidos em conta quando do cálculo do índice de tolerância de perda de solo. Portanto, considerar de 4 t/ha/ano a 15 t/ha/ano, em termos médios, o índice de tolerância de perdas de solo para o Estado de São Paulo, por exemplo, e estando os níveis de erosão contidos nesse limite, não implica admitir que os impactos ambientais decorrentes sejam negligenciáveis.

A Secretaria da Agricultura de São Paulo estima que 80% das terras cultivadas do Estado de São Paulo estão acima dos limites de tolerância. Isso vem mostrar o agravamento não só da degradação do recurso solo, mas também de outros recursos naturais, como água, peixes e flora aquática.

Com a erosão, o Estado de São Paulo perde, a cada ano, por volta de 200 milhões de toneladas de terras férteis, dos quais 40 milhões vão para o fundo de rios e lagos. Isso representa a perda de 20 cm da camada superficial do solo de uma área de 100 mil hectares ou aproximadamente 500 propriedades rurais de 200 ha. A perda de nutrientes do solo foi estimada em cerca de US\$ 200 milhões. A erosão pode ser ainda representada pelas perdas em produtos cultivados, ou seja, perdem-se 10 kg de solo para cada 1 kg de soja produzida, 12 kg de solo para a produção de 1 kg de algodão e 5 kg de solo para a produção de 1 kg de milho.

Normalmente, usa-se também como indicador da utilização dos solos, a capacidade de uso, definida por suas composições química, física e biológica, pela formação, pelo relevo, entre outras características. Esse conceito tem apoio das áreas ligadas às ciências do solo, voltadas, fundamentalmente, para as características agrônômicas. Embora o indicador “capacidade de uso” desempenhe papel relevante nos programas de conservação do solo, ele não considera as questões dos recursos naturais e dos impactos ambientais de forma global.

A Secretaria da Agricultura aponta que, dos 24,732 milhões de hectares de área total cultivada no Estado de São Paulo, 75% encontram-se no limite de sua utilização. Por não se obedecer rigorosamente às classes de capacidade de uso das terras, mais de 1 milhão de hectares encontra-se exposto ao processo erosivo.

Impactos ambientais: agrotóxicos e saúde humana

Nas últimas quatro décadas, intensificou-se o processo de produção agrícola do País, por meio do uso crescente de fertilizantes, agrotóxicos e máquinas em geral. Na impossibilidade de obter as reais magnitudes da totalidade dos impactos ambientais causados pelas práticas agrícolas, a aferição da tendência ao longo do tempo do uso de agroquímicos (fertilizantes, agrotóxicos, etc.) e da mecanização por área explorada é um indicador do potencial de poluição ambiental e de degradação dos recursos naturais causados pela agricultura.

O consumo aparente de agrotóxicos, que era por volta de 0,60 kg/ha de princípio ativo em 1977, passou para aproximadamente 2 kg/ha em 1999. O uso

de agrotóxicos difere bastante de região para região do País, pela cultura e pelo agrotóxico utilizado. Por exemplo, as regiões Sudeste e Sul respondem por 45% e 38%, respectivamente, do total de agrotóxicos utilizados no País, e, nessas regiões, São Paulo responde por 35,5%, e Paraná, por 21%.

Outra diferenciação que se faz necessária é a que diz respeito à intensidade de uso do princípio ativo por tipo de cultura. Assim, destacam-se pelo uso intensivo de agrotóxicos por área cultivada a batata e o tomate, com valores por volta de 16,6 kg e 28,2 kg de fungicidas por hectare. Por sua vez, outras culturas, apesar de não fazerem uso intensivo por hectare cultivado, ocupam uma extensa área, como é o caso da cana-de-açúcar, por exemplo, com 1,5 kg por hectare. Já a citricultura consome em média 11,7 kg de inseticidas/acaricidas/fungicidas. As culturas que mais utilizam agrotóxicos são: soja, com 29,2% dos herbicidas; batata, com 31,1% dos fungicidas; e citros, com 46,6% dos inseticidas/acaricidas.

O consumo aparente de fertilizantes e adubos no Brasil passou de uma média de 120 kg/ha em 1974 para uma média de aproximadamente 260 kg/ha em 2000. De maneira geral, a eficiência da adubação nitrogenada raramente ultrapassa 50%, mesmo com um bom manejo. Dessa forma, quantidades consideráveis de nitrogênio deixam a zona explorada pelas raízes das plantas, por processos de lixiviação, volatilização e escoamento superficial, e podem poluir o meio ambiente de diversas formas. A adubação fosfatada concentra-se na camada arável do solo e, pelo escoamento superficial, pode poluir o meio ambiente de diversas formas. A perda de potássio dos solos agrícolas também ocorre por meio do escoamento superficial, aumentando, dessa forma, a quantidade de potássio nos sedimentos e, por conseguinte, sua disponibilidade para as algas e outros elementos da flora aquática. A consequência imediata desse processo é a eutrofização, que consiste no crescimento exagerado das algas e das plantas aquáticas, o que causa desoxigenação da água e morte de peixes em rios, lagos e reservatórios.

Os impactos dos agrotóxicos na saúde humana vão desde os riscos de contaminação ocupacional do aplicador até a intoxicação por ingestão de produtos agrícolas e de água contaminados com resíduos de agrotóxicos em níveis acima do permitido pela Organização Mundial de Saúde.

O Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital) publicou uma série de estudos sobre a existência de resíduos de agrotóxicos em produtos alimentícios industrializados a partir da contaminação da matéria-prima. Por exemplo, em 1979, o Ital efetuou um levantamento da contaminação de alimentos processados por resíduos de agrotóxicos, concluindo que a maioria dos alimentos analisados apresentava a presença de DDT. Os valores variavam muito de produto para produto: assim, pescado apresentava limite de DDT tolerável; os sucos de maracujá e laranja e o extrato de tomate não acusaram contaminação; a sardinha e o atum enlatados apresentavam maior concentração de agrotóxicos no óleo; os produtos cárneos apresentaram resíduos de Endrin, Dieldrin e Endossulfan I e II; e, nos produtos de leite, detectou-se a presença frequente de agrotóxicos organoclorados, principalmente DDT, provenientes da matéria-prima, isto é, leite que reteve, em sua parte gordurosa, resíduos que são compostos lipossolúveis altamente resistentes à degradação. Foram detectadas também as presenças de Dieldrin, Endrin e Endossulfan I e II, porém os valores encontrados (0,05 ppm para o DDT e de 0,01 ppm para Endrin e Dieldrin) estavam abaixo dos índices de tolerância definidos pela legislação brasileira. Também foi detectada a presença de agrotóxicos em óleos comestíveis e em margarinas. Os resultados mostraram a presença frequente de DDT, Dieldrin, Endrin e Endossulfan I e II. Os valores encontrados variaram de traços até 0,04 ppm. A legislação brasileira estabelece o limite máximo de tolerância para o óleo de soja de 0,02 ppm e de 0,03 ppm para Endrin e Endossulfan, respectivamente.

A Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos pesquisou os níveis de inseticidas organoclorados em mel de abelha. O maior índice de contaminação ocorreu por meio do inseticida organoclorado HCH. Das amostras analisadas, 22% tinham resíduos de HCH; 4%, resíduos de DDT; e 8%, resíduos de Aldrin. Comparando-se com os níveis máximos de tolerância permitidos para outros alimentos, pode-se afirmar que os níveis de agrotóxicos encontravam-se relativamente baixos. Há que se observar, contudo, que dois desses agrotóxicos tiveram seu uso proibido.

As informações a respeito dos efeitos dos agrotóxicos na saúde humana, por sua presença nos produtos alimentícios, apesar de não permitirem uma conclusão definitiva sobre o estágio atual no Brasil, por falta de uma sequência histó-

rica de dados, informações e pesquisas, permitem apontar que, dada a intensificação do uso de agrotóxicos pela agricultura brasileira – alguns de uso proibido –, os impactos não tenham sido reduzidos na última década.

As estimativas do valor monetário dos danos ambientais causados pelos subprodutos da agricultura, semelhantemente ao quadro geral de dados e informações sobre os impactos ambientais causados pela atividade, também são escassas no que diz respeito à agricultura brasileira. A Tabela 1 descreve alguns resultados disponíveis.

A valoração econômica de custos ou benefícios ambientais ainda não é uma prática sistemática em nosso País, principalmente porque os agregados macroeconômicos ou as chamadas contas econômicas nacionais não incorporam em seus cálculos os valores dos impactos ambientais. Por essa razão, somente alguns estudos procuraram dar valores econômicos aos impactos ambientais causados pela agricultura. Por sua vez, as crescentes indenizações referentes aos danos am-

Tabela 1. Estimativa monetária dos danos ambientais.

Fonte	Local	Estimativa (US\$)	Métodos de cálculo de danos ambientais ⁽¹⁾
Sorrenson e Montoya (1989)	Paraná	121 a 242 milhões ao ano	Custo de reposição dos macronutrientes
Bragagnolo e Parchen (1991)	Paraná	595 milhões	Custo de conservação de rodovias
Lombardi e Drugowich (1994)	São Paulo	212 milhões ao ano	Custo de reposição dos macronutrientes
Cavalcanti (1995)	Rio São Francisco	1,3 bilhão	Custo de reposição dos macronutrientes
Bragagnolo e Parchen (1991)	Paraná	217 mil ao ano	Custo de tratamento de água
Bastos Filho (1995)	São Paulo	176 milhões	Custo de reposição dos macronutrientes
Marques (1998)	Rio Sapucaí, SP	220 milhões	Receita sacrificada e custo de reposição

⁽¹⁾ Métodos de valoração econômica de danos ou benefícios ambientais utilizados para trazer à tona os preços ambientais que não são refletidos pelo mercado.

bientais, deferidas pela Justiça, têm demandado, das universidades e das instituições de pesquisa, cálculos correspondentes aos danos ambientais causados pelas atividades econômicas, uma vez que seus valores não podem ser encontrados nas cotações diárias dos jornais e em revistas especializadas.

Assim, a agricultura, uma fonte não pontual ou fonte difusa de poluição, difere dos demais setores econômicos, principalmente do setor industrial, no que tange à identificação das fontes primárias de poluição e degradação ambientais.

No entanto, no que se refere às questões associadas ao valor econômico dos danos e dos benefícios ambientais, as dificuldades são comuns a ambos os setores econômicos, uma vez que não há ainda uma tradição de incorporação dos aspectos ambientais às contas nacionais do País.

Referências

BASTOS FILHO, G. **Contabilizando a erosão do solo**: um ajuste ambiental para o produto bruto agropecuário paulista. 1995. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1995.

BRAGAGNOLO, N.; PARCHEN, C. A. **Efeito de conservação do solo e água em microbacias hidrográficas na qualidade da água para consumo humano**. Curitiba: Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento/Emater, 1991. 1 v.

CAVALCANTI, J. E. A. Impactos econômicos das perdas de solo no vale do Rio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 33., 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sober, 1995.

LOMBARDI NETO, R.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação do solo e água**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica integral, 1994.

MARQUES, J. E. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 36, p. 71-80, 1998.

SORRENSON, W. J.; MONTOYA, L. J. **Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná**. Londrina: Iapar, 1989. 110 p. (Iapar. Boletim técnico, 21.)

Literatura recomendada

BRAILE, P. M. **Dicionário inglês/português de termos técnicos de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: CNI: SESI, 1992. 470 p.

CÁNEPA, E. M. A problemática ambiental e a função do Estado numa economia mista moderna. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 253-79, 1991.

MACHADO NETO, J. G. Riscos de contaminação ocupacional com agrotóxicos. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 18, n. 1, p. 63-71, 1992.

MAIA, R.; BRANT, P. C. Estudo comparativo da contaminação de carne bovina por resíduos de pesticidas clorados nas regiões do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 15-21, 1980.

MARZOCHI, M. C. de A.; COELHO, R. de B.; SOARES, D. A.; ZEITUNE, J. M. R.; MUARREK, F. J.; CECCHINI, R.; PASSOS, E. M. dos. Carcinogênese hepática no norte do Paraná e uso indiscriminado de defensivos agrícolas: introdução a um programa de pesquisa. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 8, n. 8, p. 893-901, 1976.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental**: problemas e soluções. Rio de Janeiro: FGV, 1979. 102 p.

PIGATTI, A.; GIANNOTTI, O. Determinação biológica do BHC (isômero gama) em solos de lavouras de café com esse inseticida e sua confirmação por cromatografia em papel. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 23, p. 101-7, 1956.

RAZMILIC, B. Presencia de pesticidas organoclorados en aceitunas y aceites de oliva. **Idesia**, Arica, v. 6, p. 3-11, 1982.

SINELLI, O.; AVELAR, W. E. P.; LOPES, J. L. C.; ROZELLI, M. Impacto ambiental nas águas subterrâneas da bacia hidrográfica do rio Pardo (SP): lixões e pesticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 5., 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 1988, p. 247-53.

YOKOMIZO, Y. Levantamento da contaminação de alimentos processados por resíduos de pesticidas. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 41-51, 1979.

YOKOMIZO, Y.; TEIXEIRA FILHO, R. A.; LEITÃO, F. E. M.; FUJIARA, P. H. Resíduos de pesticidas organoclorados em peixes de água doce no Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 327-38, 1980.

ZAMBRONE, R. A. D. Perfil das intoxicações agudas em Centros de Informações Toxicológicas Universitárias. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v. 8, p. 47, 1995.



Capítulo 2

Impactos ambientais da agricultura

Geraldo Stachetti Rodrigues



Com o advento dos 500 anos de descobrimento do Brasil, um conjunto de entidades ambientalistas, agrupadas na Rede Verde, lançou uma campanha de protesto, por meio da divulgação de um pôster que lista 500 crimes contra a natureza no Brasil. Procedendo-se a uma análise dessas denúncias, constatou-se que aquelas relacionadas a atividades agropecuárias (agricultura, pecuária e extrativismo vegetal e animal) correspondiam a 47% do total daqueles crimes ambientais, enquanto as outras atividades (mineração, energia, indústria, urbanização e transportes) correspondiam a 53% (excluindo-se as denúncias atribuíveis a outras causas, relacionadas a comportamento, educação, desgoverno, investimento, entre outras, que compuseram aproximadamente 20% do total). Essa distribuição de problemas ambientais segundo grupos de atividades surpreende pela grande parcela associada às atividades agropecuárias, pois, embora ocupem uma área muito maior que as atividades urbanas/industriais, estas últimas englobam mais de 80% da população e são tipicamente de alto impacto, pois envolvem modificações mais radicais do meio ambiente.

Quais seriam os motivos pelos quais a ocupação do espaço com atividades agropecuárias conduziria a tal profusão de crimes ambientais, conforme denunciados por entidades ambientalistas?

É possível atribuir os impactos ambientais das atividades agropecuárias a três causas principais, que são: as queimadas, o desmatamento e as monoculturas.

As queimadas são utilizadas como prática de manejo em todo o Brasil, para a eliminação da vegetação natural quando é necessária a abertura de novas áreas para a agricultura, para a colheita manual da cana-de-açúcar e, principalmente, para limpeza e renovação das pastagens. Por serem mal executadas, frequentemente o fogo atinge áreas adjacentes e foge ao controle. Esse fato resulta em enormes prejuízos tanto para áreas agrícolas quanto, e principalmente, para ecossistemas naturais, pois ocorre destruição da biodiversidade nas áreas de reserva permanente. Além dessa destruição direta, a ação do fogo também resulta em perdas de nutrientes e de matéria orgânica dos solos e causa diminuição de fertilidade, aumentando a necessidade de uso de adubos, o que traz mais prejuízos ao agricultor.

O problema das queimadas está presente em todo o Brasil: em 2009, nos meses de junho a novembro, mais de 37 mil focos de incêndio foram detectados em território nacional, conforme pode ser observado na Figura 1, com os dados do monitoramento orbital de queimadas feito pela Embrapa. Há muitas alternativas para o uso do fogo no manejo agropecuário, as quais permitem a produção sem destruição da biodiversidade e a conservação da capacidade produtiva dos solos.

Para o caso da abertura de novas áreas para agricultura e pastagens, deve-se primeiramente evitar o desmatamento. Quando esse for necessário, deve-se retirar toda a madeira útil e a lenha e proceder à incorporação da matéria orgânica restante no solo, melhorando sua fertilidade. Se persistir a necessidade de queima de resíduos, deve-se preparar um aceiro em torno da área, para que o fogo não atinja áreas vizinhas. Quanto às pastagens, deve-se proceder ao manejo ecológico, substituindo as queimadas pelo adequado manejo do rebanho, pelo enriquecimento do pasto com leguminosas e pela formação de piquetes, que permitam uso racional da vegetação, com menos perdas. Finalmente, para a colheita da cana e manejo de restos culturais, pode-se proceder à colheita mecanizada da cana crua, evitando a degradação dos solos e a poluição do ar. Os restos culturais podem ser aproveitados pela prática do plantio direto na palha, uma tecnologia que melhora a fertilidade e a infiltração da água no solo, além de diminuir a necessidade de adubos e corretivos.

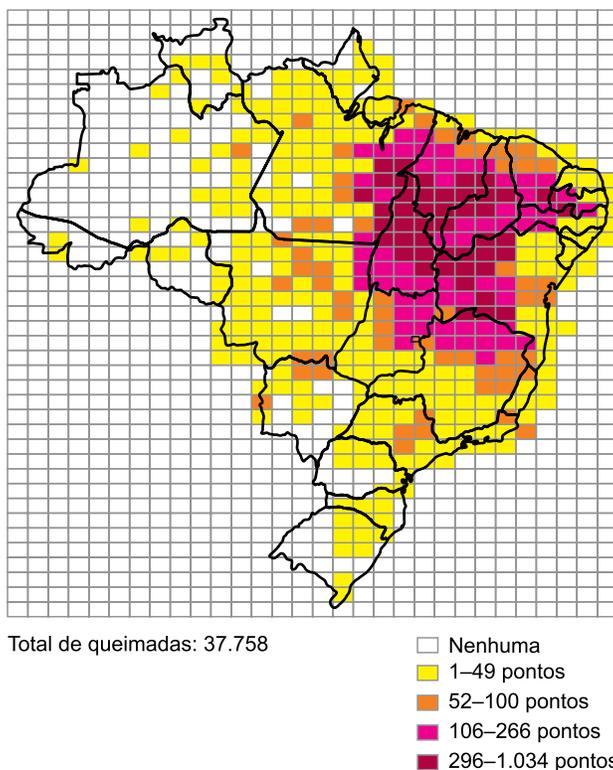


Figura 1. Áreas com ocorrência de queimadas no Brasil, de junho a novembro de 2009.

Fonte: Monitoramento... (2009).

Os desmatamentos ainda são um gravíssimo problema no Brasil. Se dividirmos o território nacional em cinco grandes domínios naturais (as florestas de araucária, de clima temperado da região Sul; a floresta atlântica, nas regiões tropicais a leste e de norte a sul do território; os cerrados do Planalto Central; as caatingas nas regiões áridas do Nordeste; e a floresta equatorial amazônica), podemos afirmar que, à exceção da Amazônia, todos os domínios encontram-se profundamente alterados. Historicamente, a ocupação do Brasil foi feita com a destruição irracional dos recursos, a iniciar-se pela virtual destruição da floresta atlântica (hoje restam menos de 5% desse domínio natural no País) e dos pinheirais (hoje presentes apenas em resquícios isolados), e, recentemente, com a subs-

tituição dos cerrados por áreas de cultivo e pastagens, até a corrente expansão da fronteira agrícola sobre a Floresta Amazônica, procedida de forma predatória e imediatista.

As principais causas da destruição dos domínios naturais do Brasil sempre estiveram relacionadas à agricultura e à pecuária. Primeiramente, a criação de gado bovino e os ciclos agrícolas da cana-de-açúcar, e posteriormente do café, foram responsáveis pela destruição das florestas atlânticas da Zona da Mata do Nordeste e do Sul-Sudeste. Recentemente, a expansão da pecuária e dos monocultivos de soja ocuparam as áreas de cerrado do Centro-Oeste. Finalmente, e em plena expansão no presente, observa-se a destruição da Floresta Amazônica a um ritmo que alcançava mais de 20 mil quilômetros quadrados ao ano na década de 1980 e manteve-se acima de 10 mil quilômetros quadrados ao ano na década de 1990, o que resultou em uma área total desmatada na Amazônia superior à soma da superfície de seis estados brasileiros: Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Espírito Santo (BACHA, 1995).

Se o desmatamento em curso na Amazônia tem na pecuária sua causa mais imediata, o gravíssimo quadro de destruição da natureza tanto no passado quanto no presente, conforme mencionado, está principalmente associado à monocultura, que é o cultivo de uma única variedade vegetal, em extensas áreas contínuas. Embora essa prática facilite os tratamentos culturais e a colheita, as monoculturas criam ambientes homogêneos que são muito diferentes daqueles naturais. As monoculturas tendem a ser muito mais dependentes de fertilizantes, pois todas as plantas têm os mesmos requerimentos e exploram exatamente as mesmas camadas do solo para água e nutrientes, o que aumenta a competição entre elas e causa a necessidade de aplicação de fertilizantes, para suprir as exigências das plantas. Do mesmo modo, as plantas são sujeitas ao ataque das mesmas pragas e doenças que proliferam profusamente, requerendo a aplicação de agrotóxicos que contaminam o ambiente e eliminam os pássaros e outros organismos, inimigos naturais das próprias pragas. Esse fato cria um ciclo de dependência, ou seja, quanto mais se aplicam agrotóxicos, mais se eliminam os inimigos das pragas, aumentando a necessidade de uso de mais agrotóxicos. Por fim, o solo das mono-

culturas tende a permanecer descoberto, seja em virtude do preparo para o plantio homogêneo, seja por conta do combate às ervas invasoras, o que promove a erosão e a perda de fertilidade.

Todos esses efeitos resultam em contaminação das águas, destruição da biodiversidade e degradação ambiental. Para diminuir esses problemas, é necessário desenvolver e aplicar tecnologias que promovam melhor ocupação permanente e diversificada do solo, que aumentem a integração entre as atividades agropecuárias e agroindustriais e fechem os ciclos de geração e aproveitamento de resíduos. Muitas são as tecnologias que vêm sendo aplicadas para permitir o desenvolvimento sustentável da agropecuária, tais como: a rotação de culturas, a integração agricultura-pecuária em plantio direto, o manejo ecológico de pragas, entre outras. É extremamente importante que essas tecnologias sejam aplicadas, a fim de que os impactos ambientais da agricultura sejam controlados. Dessa forma, será possível garantir segurança alimentar para todos em um ambiente produtivo e saudável.

Referência

BACHA. C. J. C. A evolução do desmatamento no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 111-35, 1995.

Uso de fogo na agricultura familiar na Amazônia

Um mal necessário?

Oswaldo Ryohei Kato
Maria do Socorro Andrade Kato
Tatiana Deane de Abreu Sá

O fogo foi descoberto pelo homem muito antigamente e era usado com a finalidade de cozinhar os alimentos e iluminar o ambiente, entre outras finalidades. Depois, observou-se que era possível utilizá-lo para limpar os terrenos.

Assim, o uso do fogo, considerado a ferramenta mais barata para limpeza do terreno, foi repassado de geração em geração e tem persistido por muitos e muitos anos. Também é uma prática utilizada pelos pecuaristas para o controle de plantas invasoras¹.

Como o uso do fogo ou queima faz parte do sistema de produção dos agricultores?

O sistema inclui corte, derruba e queima da capoeira ou vegetação secundária² ou de pouso, plantio das culturas, pouso, corte e assim sucessivamente (agricultura de derruba e queima³). O agricultor corta e derruba a capoeira, deixa

¹ Plantas indesejáveis que surgem entre as plantas cultivadas.

² A vegetação secundária pode ser de diferentes “ciclos”. Por exemplo, pode ser a que cresce depois de a floresta primária ser derrubada ou após alguns ciclos de cultivo. A capoeira ou vegetação secundária ou de pouso é a vegetação que cresce em terrenos que descansam entre dois períodos de cultivo.

³ Modo pelo qual muitos agricultores familiares na Amazônia, e em outras regiões tropicais, preparam suas áreas para o cultivo. Eles cortam a capoeira, deixam secar e queimam, para que os nutrientes contidos na vegetação fiquem disponíveis nas cinzas e sejam usados como fertilizantes para as culturas.

secar por 30 a 90 dias (fatores como tamanho da capoeira e características climáticas influenciam no tempo de secagem do material vegetal) e queima. Com a queima da vegetação, o solo recebe fertilizantes⁴, que serão disponibilizados para as plantas por meio das cinzas.

O fogo é utilizado intensivamente, em virtude da falta de alternativas tecnológicas e de linhas de crédito compatíveis com as condições socioeconômicas desse segmento do setor agrícola dessa região.

Esse tipo de sistema só é sustentável quando se permite deixar a área em pousio por pelo menos 10 anos. Se por algum motivo isso não for possível, o sistema deixa de se tornar sustentável, o que normalmente acontece, porque a família cresce e a população local aumenta; portanto, a disponibilidade de terras se torna mais escassa, forçando os agricultores a reduzir o período de pousio⁵ e, assim, diminuir sua produtividade por causa da redução do acúmulo de nutrientes na biomassa.

Efeitos negativos da queima

Com a queima da vegetação, o solo recebe quantidades de potássio, nitrogênio e fósforo, que fortalecem a terra provisoriamente para o cultivo; por isso, no primeiro plantio, a safra é boa. Porém, com a queima, há uma redução da matéria orgânica e dos nutrientes. Em consequência disso, o solo perde sua força produtiva e, ao longo do tempo, a terra fica empobrecida e o agricultor também.

As perdas de nutrientes durante a queima da vegetação são de 96% de nitrogênio, 47% de fósforo, 48% de potássio, 35% de cálcio, 40% de magnésio, e 76% de enxofre, além de 97% de carbono (KANASHIRO; DENICH, 1998). Essas perdas, associadas à redução do período de pousio, têm comprometido a sustentabilidade do sistema.

⁴ Qualquer substância que acrescenta nutrientes ao solo, melhorando sua capacidade de produzir colheitas e outra vegetação.

⁵ Período de descanso entre dois períodos de plantio.

Ao queimar capoeiras ou matas, o homem acaba com os microrganismos e insetos benéficos que realizam a defesa da vegetação contra as pragas. As minhocas, produtoras de húmus⁶, são também eliminadas.

A queima provoca a poluição atmosférica⁷, o que tem inviabilizado ou dificultado a navegação aérea, além de afetar a saúde humana. Estudos mostram que as doenças respiratórias podem provocar perdas de US\$ 1 a US\$ 11 milhões por ano, como resultado de 4 mil a 13 mil internações registradas. Além disso, a média dos prejuízos causados pelo fogo somam, em geral, de US\$ 107 milhões a US\$ 5 bilhões, ou seja, entre 0,2% e 9,3% do PIB da Amazônia, ou entre 2% e 79% do PIB agropecuário da região (DIAZ et al., 2002).

A fumaça provocada pelas queimadas pode afetar até os mecanismos de formação de chuva, uma vez que, na Floresta Amazônica, a principal fonte de núcleos de condensação de nuvens é a própria vegetação. Com sua eliminação e com as emissões provocadas pelas queimadas, esse quadro é drasticamente mudado, dificultando a formação de nuvens que resultam em chuva (ARTAXO et al., 2002). As emissões das queimadas também reduzem a oferta de energia solar, por isso afetam o potencial de crescimento da vegetação (PIVETTA, 2003).

O fogo acidental⁸ tem sido outro efeito negativo da queimada e vem acarretando grandes prejuízos econômicos e ecológicos a cada ano.

Conclusão

Embora o preparo de área via derruba e queima seja atualmente o menos dispendioso para os agricultores da Amazônia, na realidade ele ocasiona eleva-

⁶ Produto da decomposição parcial dos restos vegetais que se acumulam no chão da floresta, ao qual se juntam restos animais.

⁷ Poluição atmosférica é a contaminação do ar por substâncias que interferem direta ou indiretamente na saúde e no conforto humano, diminuem a segurança pela redução da visibilidade ou prejudicam a propriedade corroendo o metal ou a pedra. Embora a poluição do ar seja produzida geralmente pela atividade humana, inclui também substâncias naturais como pólen, poeira e emissões vulcânicas.

⁸ Fogo que invade áreas onde não era planejada sua presença. É provocado por falta de controle de queimadas na agricultura ou por descuido de pessoas.

dos prejuízos em termos monetários e ambientais, alguns dos quais não perceptíveis, em especial em curto prazo. Uma quantificação precisa, a divulgação desses prejuízos, a promoção de campanhas de educação ambiental e de conscientização das populações envolvidas poderiam ser caminhos relevantes a trilhar para mitigar o problema e dar suporte para que sejam realizadas ações que visem à busca de alternativas ao uso do fogo na agricultura.

Referências

ARTAXO, R.; DIAS, M. A.; SILVA, F.; ANDREAE, M. O mecanismo da floresta para fazer chover. **Scientific American Brasil**, São Paulo, n. 11, p. 38-45, 2002.

DIAZ, M. del C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. **O preço oculto do fogo**: os custos econômicos associados às queimadas e incêndios florestais. Belém: Ipam: Ipea: WHRC, 2002. 43 p.

KANASHIRO, M.; DENICH, M. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira**. Brasília, DF: MCT: CNPq, p. 157, 1998.

MONITORAMENTO orbital de queimadas: dinâmica espacial. Disponível em: <http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/dinamica/dinamica_2009.htm>. Acesso em: 20 nov. 2011.

PIVETTA, M. Sombras sobre a floresta. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 86, p. 30-35, 2003. Disponível em: <<http://www.revistafapesp.br>>. Acesso em: 20 out. 2010.

Literatura recomendada

ARTAXO, P. **Queimadas deixam o ar da Amazônia mais poluído que o da cidade de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

PIVETTA, M. Terra sem fogo. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 76, p. 82-83, 2002. Disponível em: <<http://www.revistafapesp.br>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

Erosão do solo na Microbacia do Córrego Taquara Branca

João Fernando Marques

O solo é um recurso natural básico para a prática da agricultura, pois é nele que as plantas fixam suas raízes e dele retiram seus alimentos. Nos solos, encontram-se elementos minerais, matéria orgânica, água e oxigênio, os quais são essenciais para o desenvolvimento das plantas. O solo em equilíbrio é tido como um recurso renovável, em que as taxas naturais de erosão e de formação equivalem-se ao longo do tempo, em um processo em que não há intervenção do homem. A taxa de formação natural do solo varia, em média, de 0,5 mm/ano a 2,5 mm/ano, enquanto a taxa de erosão natural situa-se em torno de 0 mm/ano a 1,0 mm/ano. Assim, a erosão natural é um fenômeno que se mantém em equilíbrio com o processo de formação do solo. Entretanto, a intervenção do homem na natureza, com o objetivo de satisfazer suas necessidades de alimentação, provisão de áreas para abrigo e moradia, deslocamento e transporte, entre outras, ocasiona um desequilíbrio, porque as taxas de erosão elevam-se a valores acima de 2 mm/ano.

Portanto, a intervenção do homem na natureza, retirando a cobertura vegetal natural, acelera os processos erosivos, que vão afetar tanto os próprios produtores agrícolas quanto uma infinidade de outros setores da sociedade.

No que se refere à área agrícola, seus principais efeitos são observados na redução da produtividade da terra e no aumento dos custos de produção em virtude da necessidade de reposição da fertilidade natural. Portanto, com a perda das camadas superficiais do solo, o subsolo torna-se parte integrante do processo de cultivo, reduzindo a matéria orgânica e a aeração e afetando adversamente

outras características estruturais do solo, fundamentais para o crescimento das plantas. Essa deterioração na estrutura do solo é geralmente acompanhada de uma redução na capacidade de retenção dos nutrientes, o que causa adicionais reduções na produtividade. O uso de fertilizantes químicos pode compensar as perdas de nutrientes causadas pela erosão (com elevações nos custos de produção), porém a deterioração na estrutura do solo é muito difícil de ser reposta.

Os demais efeitos negativos podem ser detectados por meio das seguintes ocorrências: assoreamento de rios, lagos e reservatórios d'água, eliminação de espécies de peixe – diretamente ou pela eliminação de suas áreas de desova e de alimentação –, da degradação da qualidade da água para consumo e de danos em geral à flora e à fauna aquáticas ou dela dependentes, entre outras.

Como exemplo desse processo podem-se mencionar os resultados obtidos da avaliação quantitativa e qualitativa das perdas de solo na Microbacia Hidrográfica do Córrego Taquara Branca (MBTB). Essa microbacia ocupa uma área de 2.315,8 ha, sendo 85% no Município de Sumaré e o restante no Município de Hortolândia, ambos próximos a Campinas, SP. O Assentamento 1 (Sumaré), agricultura de base familiar, localizado dentro da MBTB, ocupa uma área de aproximadamente 216 ha, tendo em média lotes de 7 ha cultivados por 30 famílias.

Na MBTB, a agricultura de base familiar é responsável por parte significativa da produção agrícola, bem como pela ocupação da mão de obra. As atividades agrícolas de maior peso econômico são: tomate, batata, cana-de-açúcar, feijão, milho, mandioca, café e as pecuárias de corte e de leite.

Nos últimos anos, o uso agrícola do solo não apresentou significativas alterações, exceto na área ocupada pela produção familiar, que apresentou expressivo crescimento da área com o cultivo de hortaliças.

As principais culturas, por área ocupada, são: arroz, café, milho, cana-de-açúcar, mandioca e batata. As estimativas para as perdas médias de solo por cultura para o Estado de São Paulo podem indicar o potencial de erosão da área. Assim, há as seguintes estimativas de perdas de solo por cultura, por t/ha/ano: feijão, 38,1; milho, 12; mandioca, 33,9; cana-de-açúcar, 12,4; e arroz, 25,1.

Ainda nessa microbacia, está localizada a Represa do Horto, com 19,5 km² de área de drenagem, ocupando 3,3% da área total da microbacia, responsável pelo abastecimento de Sumaré e de Hortolândia, tendo como contribuinte principal o Córrego Taquara Branca.

Os tipos de solo e das faixas de declividade da área foram classificados pela pesquisa em muito forte, forte, moderado, ligeiramente propenso e nulo, segundo os riscos de erosão na MBTB. Os resultados obtidos foram os seguintes: muito forte (424,3 ha, correspondendo a 19,8% da área); forte (820,6 ha, correspondendo a 38,1% da área); moderado (535,2 ha, correspondendo a 25,0% da área); ligeiramente propenso (207,9 ha, correspondendo a 9,7% da área); nulo (168,43 ha, correspondendo a 7,4% da área). Na área, existe predominância de solos de textura média e arenosa/média, com 63% da área em relevos ondulado e ondulado leve. Setenta por cento da área tem declividade maior que 5%, e quase 22% possuem declividade maior que 10%. Assim, 85% da área da microbacia contém solos com elevada e moderada suscetibilidade aos riscos de erosão.

Essas condições de erosividade do solo estão refletidas também na qualidade da água da Represa do Horto. Estudos feitos na estação de tratamento de água da cidade de Hortolândia e levantamentos sobre os registros da vazão de entrada mostram que os índices de turbidez e de cor da água refletem o considerável aporte de sedimentos produzidos pela MBTB.

A aplicação da equação universal de perdas de solo, um modelo de previsão de taxas brutas de erosão do solo, permitiu estimar uma perda de solo da MBTB de 66 t/ha/ano. O aporte de sedimentos ao reservatório foi estimado, com base em uma precipitação de 100 mm e uma duração de 5 horas, em 35 t e 20,8 t de terra por chuva.

Essas perdas estimadas encontram-se muito acima do limite médio tolerado pelos solos da região, que é de aproximadamente 12 t/ha/ano.

A princípio, os procedimentos indicados para conter a erosão do solo em curto prazo resumem-se na construção de terraços, com o objetivo de reduzir os

comprimentos das rampas. Limitando os comprimentos das rampas de acordo com a declividade, as perdas de solo poderão ser reduzidas em até 70%.

Se além dessas, outras medidas puderem ser implantadas, tais como alterações no manejo das culturas, incentivando-se o plantio com cobertura morta e a recomposição da mata ciliar, provavelmente as perdas do solo deverão atingir níveis que se conformam ao padrão de tolerância média para a região.

A erosão do solo agrícola e a consequente geração de sedimentos são variáveis ambientais que não são refletidas pelos preços de mercado dos produtos agrícolas. A transição para práticas agrícolas mais sustentáveis passa necessariamente pelos conhecimentos dos custos monetários totais, incluindo aqueles relativos aos danos ambientais. Esses valores podem subsidiar a elaboração de estudos ampliados de custo-benefício, o desenho de alternativas tecnológicas, a implantação de práticas conservacionistas, além de propiciar a elaboração de políticas públicas que incorporem a variável ambiental. As estimativas de erosão obtidas por meio da equação universal de perdas de solos, após os procedimentos recomendados, resultaram em 27 t/ha/ano para a área do assentamento dentro da MBTB, e isso causou uma perda total de terra de 5.500 t/ano. Tais perdas, em termos econômicos, aproximaram-se de R\$ 5 mil por ano, significando R\$ 25,32 por hectare e R\$ 190,00 por ano para cada família. Ações essas necessárias, em curto prazo, para que os objetivos de mais longo prazo, que são a sustentabilidade da agricultura e, principalmente, o uso sustentável do recurso solo, possam ser alcançados.

Literatura recomendada

BELINAZZI JUNIOR, R. A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSIÃO, 2., 1981, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1981.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392 p.

BRAGAGNOLO, N.; PARCHEN, C. A. **Efeito de conservação do solo e água em microbacias hidrográficas na qualidade da água para consumo humano**. Curitiba: Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento/Emater, 1991.

BRAILE, P. M. **Dicionário inglês/português de termos técnicos de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: CNI: Sesi, 1992. 470 p.

CÁNEPA, E. M. A problemática ambiental e a função do Estado numa economia mista moderna. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 253-79, 1991.

CARVALHO, N. de O. Cálculo do assoreamento e da vida útil de um reservatório na fase de estudos de inventário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 9., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Recursos Humanos, 1991.

CARVALHO, N. de. **Curso sobre transporte de sedimentos e cálculo da vida útil de reservatórios**. Florianópolis: Eletrosul, 1989.

COIADO, E. M.; COSTA, J. L. A. T. da. Carga total de sedimentos erodidos numa microbacia agrícola e transportada para a calha do rio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 9., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira da Indústria de Hotéis, 1991. v. 3, p. 465-74.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Primeiro plano do Estado de São Paulo - 1990: síntese. São Paulo: DAEE, 1990. 97 p.

DEDECK, R. A. Efeito das perdas de deposições de camadas do solo na produtividade de um latossolo vermelho-escuro no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, n. 3, p. 323-8, 1987.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Economia agrícola paulista: características e potencialidades. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 21, p. 1-201, 1991. Suplemento.

LEPSCH, I. **Solo**: formação e conservação. São Paulo: Melhoramentos, 1977. 160 p.

MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Mural**, Brasília, DF, v. 36, p. 71-80, 1998.

NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L. de; DINIZ, N. C. **Carta geotécnica do Estado de São Paulo**: escala 1:500.000. São Paulo: JPT, 1994. 2 v. (IPT. Publicação, 2089).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura. **Manual de conservação de solo e água**: uso adequado e preservação dos recursos naturais renováveis. 2. ed. Porto Alegre, 1983. 227 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de erosão**: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional: orientações para o controle de voçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1989. 92 p.

SORRENSON, W. J.; MONTOYA, L. J. **Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná**. Londrina: Iapar, 1989. 110 p. (Iapar. Boletim técnico, 21.)



Capítulo 5

Agrotóxicos e seus efeitos na saúde

Vera Lúcia de Castro



O acelerado desenvolvimento tecnológico observado a partir do final da década de 1980 provocou uma série de modificações políticas, sociais e econômicas em escala mundial. Um desenvolvimento econômico sustentável seria aquele em que o estoque de capital natural pudesse continuar a desempenhar seu papel complementar indefinidamente na economia. As questões como desenvolvimento econômico, social e ambiental passaram a ter grande relevância na atual sociedade, principalmente a partir de meados da década de 1990. Atualmente, discute-se desenvolvimento tendo como foco a sustentabilidade. Esse novo foco tem trazido mudanças nos conceitos e objetivos correntes, uma vez que, até bem pouco tempo atrás, considerava-se como padrão somente o crescimento econômico. Nessa perspectiva, os aspectos sociais e ambientais passaram a constituir importantes elementos a serem incorporados na dinâmica econômica. Porém, embora a mudança de perspectiva tenha sido grande, há ainda a necessidade de ampliação da consciência e da responsabilidade sobre o tema, como também de preocupação com a preservação do meio ambiente e com a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

Por muito tempo, o Brasil foi considerado um país agrícola. A adoção de um novo padrão tecnológico a partir da revolução verde ocasionou no País a implantação de sistemas monoculturais com uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos, mas sem haver alteração simultânea na estrutura fundiária. Em consequência disso, em algumas regiões o uso e a ocupação de áreas agriculturáveis vêm ocor-

rendo de forma desordenada e acelerada, sem a devida preocupação ambiental. Acrescentam-se à questão ambiental os problemas por vezes detectados relacionados aos custos sociais do trabalho agrícola sem formalização legal. Nesse processo, muitas substâncias químicas são utilizadas enquanto insumos, uma vez que o Brasil apresenta um dos maiores mercados na área de fitossanidade. Os sistemas de produção intensivos elevam a necessidade de uso de agrotóxicos, os quais aumentam as concentrações residuais e a deriva de agrotóxicos ocorrida durante o processo de aplicação dos produtos.

Muitos agrotóxicos produzem efeitos na saúde humana e animal, portanto necessitam de cuidados em seu manuseio. As fontes de contaminação são estritamente relacionadas às atividades humanas, sejam elas domésticas, industriais ou agrícolas (RISSATO et al., 2006). Seus resíduos são ingeridos com a alimentação e armazenados no tecido adiposo, e podem afetar assim organismos não alvo, por períodos prolongados. Os organoclorados são os agrotóxicos que mais persistem no ambiente. Já os inseticidas organofosforados e os carbamatos não se acumulam nos organismos na mesma extensão, mas possuem grande toxicidade aguda.

Em 2008, o consumo de agrotóxicos no Brasil foi de aproximadamente 673.892 t. Desse total, foram comercializados 57,78% de herbicidas, segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (Sindag). Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), o consumo foi de 312.637 t. Em 2009, o Brasil passou a ser o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, de acordo com estudo da consultoria alemã Kleffmann Group, encomendado pela Associação Nacional de Defesa de Vegetal (Andef).

O uso de agrotóxicos é elevado em sistemas de produção intensivos, o que pode levar ao aumento das concentrações residuais e da deriva ocorridas durante o processo de aplicação dos produtos (WAISSMANN, 2002). Além da questão ambiental, há ainda os problemas por vezes detectados relativos aos custos sociais do trabalho agrícola (ARAÚJO et al., 2007; ECKERMAN et al., 2007). Nesse processo, muitas substâncias químicas são utilizadas como insumos, uma vez que o Brasil apresenta um dos maiores mercados na área de fitossanidade (FARIA et al., 2007; FERREIRA et al., 2007).

Existe uma série de fatores que afetam significativamente o desempenho dos empreendimentos rurais. Alguns deles estão vinculados à própria sustentabilidade desses empreendimentos. A esse respeito, há relatos de que o uso excessivo de inseticidas utilizados na cultura de citrus ocasionou a morte de 700 colmeias em Boa Esperança do Sul e em Brotas, no Estado de São Paulo. Há ainda, por exemplo, preocupação quanto ao risco de contaminação de parques nacionais por agrotóxicos aplicados em lavouras próximas em virtude do acúmulo desses produtos em algumas aves no Estado de Goiás.

Nesse sentido, a contaminação ambiental por agrotóxicos que pode decorrer de sistemas intensivos agrícolas, causa efeitos negativos aos recursos naturais, à saúde humana, além de trazer problemas para a exploração agrícola. A necessidade de uso de agrotóxicos pode levar à deriva do produto ocorrida durante o seu processo de aplicação. Esse fato causa, entre outros problemas, prejuízo à saúde do trabalhador rural e às comunidades vizinhas, constituindo-se em problema de saúde pública. Apesar do ser humano poder entrar em contato com os agrotóxicos por inúmeras maneiras, como em acidentes ou pela ingestão de alimentos e de água, a exposição ocupacional é de singular importância por causa do contato quase que diário dos trabalhadores com essas substâncias. Sem dúvida, a educação e o treinamento desses trabalhadores, aliados à melhoria dos métodos de aplicação, contribuiriam para diminuir os possíveis efeitos decorrentes da exposição aos agrotóxicos.

A exposição também pode ocorrer por diversos fatores como: presença de agrotóxicos estocados na proximidade da moradia; proximidade de algumas residências à área de trabalho; manuseio doméstico da lavagem de roupas utilizadas na aplicação e divisão social do trabalho, que destina às mulheres pequenas tarefas, como a aplicação manual de produtos químicos (CASTRO et al., 1999). Além disso, a exposição humana frequente aos agrotóxicos, tanto ambiental quanto ocupacional, pode ocasionar patologias, ainda que em pequenas doses. Entre as mais comuns, estão as inflamações do sistema nervoso periférico, irritações nas mucosas e na pele, além de distúrbios oftalmológicos. Podem ainda ocorrer distúrbios da reprodução e do controle hormonal. Embora a literatura internacional

registre diversos casos de intoxicação em agricultores, os dados colhidos no Brasil são ainda escassos.

Apesar de a exposição aos agrotóxicos destacar-se entre os vários riscos ocupacionais por se relacionarem a intoxicações agudas, doenças crônicas e problemas reprodutivos, o uso persistente dos agrotóxicos pode também levar a intoxicações crônicas e ao aparecimento de carcinogênese¹ e teratogênese², entre outros problemas.

Em comunidades agrícolas com intensa participação dos membros no processo de plantio, adubação, combate às pragas e colheita, a agricultura é um ciclo familiar. Assim, as mulheres grávidas acabam por também se expor durante o período gestacional (ARAÚJO et al., 2007). Além disso, considerando-se que o trabalho agrícola feminino e/ou infantil é importante na produção de alimentos, principalmente nos países em desenvolvimento, a exposição maternal ambiental e/ou ocupacional pode levar à contaminação de crianças e mesmo de recém-nascidos (DINHAM; SAPNA MALIK, 2003).

O aumento do número de poluentes ambientais que causam prejuízos à qualidade de vida tem demandado na mesma proporção a necessidade de se avaliar o potencial de dano genético de cada um, já que muitos deles, especialmente os agrotóxicos, têm sido relacionados ao câncer e à mutação do material genético (DNA). No caso de crianças, a sensibilidade pode ser maior que nos adultos, o que pode levar à intoxicação por doses menores. Os agrotóxicos podem ainda ocasionar prejuízos no desenvolvimento do embrião e do feto e provocar aborto ou deficiências na formação do feto.

Portanto, a exposição a diversos agrotóxicos concomitantemente pode condicionar severidade a vários problemas relativos à saúde. O problema da exposição ocupacional aos agrotóxicos tem uma dimensão de impacto no que diz respeito à saúde pública, em virtude do grande consumo de agrotóxicos.

¹ Produção de câncer.

² Produção de alterações físicas, desde monstruosidades até alterações mais sutis, como bioquímicas e comportamentais.

O consumo de agrotóxicos e a saúde pública

No Estado de São Paulo, as intoxicações por inseticidas aumentaram 326,5% entre os anos de 1960 até o período de 1982 a 1984 (TRAPÉ, 1984, 1995). Já entre 1992 e 1994, foram registradas 8.785 ocorrências nos onze centros de controle de intoxicações, por causa de manipulação inadequada ou erro de aplicação de agrotóxicos (SCHARF, 1998). Pode-se supor que esse aumento seja decorrente do uso crescente de agrotóxicos e/ou do incremento do diagnóstico e notificação dos casos. Como exemplo, pode ser citado o caso do município de Apiaí, cujo hospital local registrou dez casos de internações em janeiro de 1998 por intoxicação por agrotóxicos na cultura de tomate; número recorde nos últimos 5 anos precedentes. Os produtos eram muitas vezes aplicados por mangueiras de pressão ligadas a motor-bomba. O despreparo e a educação precária do agricultor agravaram os problemas relacionados ao uso de agrotóxicos (BLECHER, 1998).

Para garantir a produção e controlar as pragas que atacam a sua cultura, o tomaticultor apoia-se em pacotes tecnológicos e utiliza a aplicação sistemática de produtos químicos. Em Goiás, no período de dezembro de 2004 a outubro de 2005, foram realizadas visitas, nas quais foram utilizados instrumentos como entrevistas, questionários propostos aos trabalhadores que manipulam os agrotóxicos e observação livre nos seguintes municípios: Bonfinópolis, Corumbá de Goiás, Goianápolis, Leopoldo de Bulhões, Pirenópolis e Silvânia. A partir da análise das informações, foi possível concluir que os trabalhadores estavam constantemente expostos aos agrotóxicos e não estavam preparados para a manipulação dessas substâncias (ALVES et al., 2008).

Segundo o Ministério da Saúde e a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Estado de Mato Grosso do Sul o número de mortes subiu de 143, em 1997, para 181, em 1998. O número de casos de intoxicação por agrotóxicos agropecuários totalizou 5.268 por todas as causas em 1998. Alguns problemas que podem contribuir para casos de intoxicação são a aquisição de informações com leigos, o armazenamento inadequado de restos de produtos e a falta de uso de EPI (equipamento

de proteção individual). Além disso, o analfabetismo impede o entendimento do rótulo do produto e sua aplicação correta.

No ano de 1994, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, foram atendidos 1.860 casos de intoxicações por agrotóxicos em hospitais universitários. Em 95% dos atendimentos a causa foi exposição aguda, enquanto em 5% dos casos a exposição foi de subaguda a crônica. Entre os diversos tipos de intoxicação (acidental, suicídio, ocupacional, etc.), 20,7% dos atendimentos ocorreram em virtude de intoxicações ocupacionais. Entre essas, 22,3% foram relacionados a carbamatos, 9,5% a organoclorados, 25,6% a organofosforados, 15,3% a piretroides e 18,2% a outros tipos. Dos 1.860 casos acima citados, houve 1.440 internações, das quais 70 ocorreram em virtude das intoxicações ocupacionais. No Estado de Santa Catarina, na região Sul do País, já no ano de 1992, de acordo com dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A. (Epagri), de uma amostra de 3.560 agricultores do estado, 47,1% sofreram intoxicação por agrotóxicos (PESQUISA..., 1992).

Dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox) da Fiocruz apontam que 104.181 casos de intoxicação humana e cerca de 500 óbitos foram registrados em 2007 pelos centros de informação e assistência toxicológica em todo o País. O Sinitox tem o objetivo de coordenar o processo de coleta, compilação, análise e divulgação dos casos de intoxicação e envenenamento no Brasil. A região Sudeste registrou aproximadamente 46% dos casos de intoxicação humana, seguido da região Sul com cerca de 30%. De acordo com o Sinitox, as três maiores letalidades por agente tóxico foram observadas para os agrotóxicos de uso agrícola, drogas de abuso e raticidas. Por sua vez, a principal circunstância das intoxicações são os acidentes individuais, coletivos e ambientais, que são responsáveis por aproximadamente 55% do total de casos registrados, seguido da tentativa de suicídio e da atividade de ocupação. Os dados do Sinitox alertam ainda que o sexo masculino apresenta o maior número de mortes por acidente com agrotóxicos de uso agrícola, com 112 registros em 2007, seguido pelas drogas de abuso (58), raticidas (26) e medicamentos (24). Para o

sexo feminino, destacam-se os medicamentos, com 53 óbitos, agrotóxicos de uso agrícola (50) e raticidas (20).

Os inseticidas, principalmente organofosforados e carbamatos, são os principais causadores das intoxicações humanas ocorridas no campo. Alguns estudos relacionam a exposição aos inseticidas organofosforados com sintomas de depressão, outros indicaram que a ocorrência de intoxicações agudas provocadas pela exposição aos agrotóxicos estava associada à prevalência de queixas referentes ao sistema nervoso e a transtornos psiquiátricos menores, e a depressão e a ansiedade são os diagnósticos mais frequentes. O Programa Saúde da Família, atuante no 5º e no 7º distritos do Município de Nova Friburgo, RJ, observou várias queixas no meio rural que foram relacionadas a alterações do sistema nervoso. Após a realização de entrevistas, observações, anotações de campo e levantamento de pesquisas realizadas na área, destacou-se a associação entre as queixas referidas e a exposição a agrotóxicos (LEVIGARD; ROSENBERG, 2004).

A região de Passo Fundo no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, por sua vez, caracteriza-se pela produção de grãos (trigo, soja), nas quais grandes quantidades de agrotóxicos (fungicidas, inseticidas e herbicidas) são utilizadas. Por meio de estudos experimentais, verificou-se maior possibilidade de dano tóxico ao material genético em seres humanos expostos do que em não expostos (PACHECO; HACKEL, 2002). Já em um estudo realizado em uma comunidade agrícola localizada em Nova Friburgo, RJ, os protocolos empregados (questionário ocupacional, coleta de amostras biológicas para exame toxicológico e avaliação clínica – geral e neurológica) apontam a ocorrência de repetidos episódios de sobre-exposição múltipla a elevadas concentrações de diversos produtos químicos, com grave prejuízo para as funções vitais desses trabalhadores. No caso de adolescentes residentes em área rural na região serrana do Rio de Janeiro, foram observados efeitos decorrentes da exposição aos agrotóxicos, como alterações motoras e de atenção, principalmente na faixa de 10 a 11 anos (ECKERMAN et al., 2007). Esses dados demonstram a importância do monitoramento da múltipla exposição a agrotóxicos, uma cadeia de eventos de grande repercussão na saúde pública e no meio ambiente (ARAÚJO et al., 2007). A dificuldade da investigação laboratorial

em um contexto de tamanha complexidade química requer a utilização de todos os recursos existentes para investigar quadros de intoxicação (laboratoriais, avaliações médicas, informações dos trabalhadores agrícolas e de técnicos da área), mesmo que resulte apenas em uma aproximação da realidade (FARIA et al., 2007).

Por sua vez, é comum alegar que os problemas provocados pelos agrotóxicos sejam decorrentes de seu uso inadequado, pois a rigidez e a evolução da legislação e do sistema de registro já garantiriam a segurança dos produtos colocados à disposição do usuário quando utilizados de acordo com as boas práticas agrícolas. Contudo, é importante que as análises periódicas de caráter geral sobre os agrotóxicos registrados sejam realizadas com frequência por entidades de pesquisa e pelos próprios órgãos de controle; o que forneceria subsídios para o aprimoramento da legislação e para o desenvolvimento de uma política de registro e de controle dessas substâncias que visasse atender aos anseios da sociedade pela melhor administração do impacto desses agentes e pela minimização das condições que degradam a saúde e o ambiente (GARCIA GARCIA et al., 2005).

O estudo da exposição aos agrotóxicos

As ações a serem estabelecidas, visando ao conhecimento e à prevenção dos riscos decorrentes da exposição aos agrotóxicos, requerem uma visão abrangente e integrada da relação entre saúde e ambiente. Dessa forma, a análise do risco de contaminação de populações expostas envolve o estudo das fontes de emissão, das transformações, do transporte e do acúmulo em compartimentos do ambiente e de organismos, das rotas de ingresso no organismo, da dose biologicamente efetiva e da biodisponibilidade, e de possíveis efeitos prejudiciais à saúde dos organismos. No caso da exposição humana, as principais vias de entrada do toxicante no organismo são a inalatória, a dérmica e a oral.

Com a finalidade de detectar os possíveis riscos à saúde humana, o monitoramento da população exposta a compostos tóxicos, como os agrotóxicos, pode ser realizado de forma direta ou indireta, constituindo-se, então, em uma sequência de avaliações e interpretações de parâmetros biológicos e ambientais. Assim,

a exposição pode ser avaliada por medida da concentração do agente e/ou de seus metabólitos ou por meio da medida de parâmetros biológicos denominados indicadores biológicos ou biomarcadores.

O biomonitoramento realizado de forma eficiente envolve o estudo da biodisponibilidade do pesticida e da utilização de indicadores apropriadamente selecionados. Geralmente são utilizados dois tipos de biomarcadores, ou indicadores biológicos, para esse fim: a) dose interna – determinam o acúmulo da substância ou de seus metabólitos no organismo e relacionam a exposição ao toxicante presente no ambiente à quantidade que é absorvida pelo organismo; b) de efeito – avaliam os efeitos biológicos que se traduzem em alterações funcionais celulares capazes de evidenciar as alterações instaladas no órgão-alvo (AMORIM, 2003). Os biomarcadores podem ainda ser incorporados a modelos toxicocinéticos³ – usados para avaliar as relações entre a dose e a resposta em uma população de risco – que possibilitam prever a distribuição do toxicante no organismo após diferentes períodos da exposição.

O estudo dos efeitos relacionados à exposição apresenta imensa dificuldade tanto pela caracterização da exposição propriamente dita, quanto pela obtenção de informações sobre seu efeito na saúde ambiental. Embora a pesquisa brasileira a respeito do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana tenha crescido nos últimos anos, ainda é insuficiente para dimensionar a exposição ocupacional e os respectivos danos à saúde, decorrentes do uso intensivo de agrotóxicos. Um dos problemas apontados é a falta de informações sobre o consumo de agrotóxicos e a insuficiência dos dados sobre intoxicações por esses produtos. O problema torna-se ainda mais complexo quando é lembrado que os estudos toxicológicos realizados geralmente privilegiam a observação dos efeitos decorrentes da exposição a uma substância.

De fato, há dificuldade em se estabelecer uma relação causal de uma mistura complexa de poluentes com a resposta biológica. A interação entre agrotóxicos pode resultar em danos à saúde por possuírem alvos celulares comuns ou vias metabólicas comuns.

³ Toxicocinética é o estudo da absorção, distribuição, biotransformação e eliminação do toxicante no organismo.

A relevância do tema é destacada ao se considerar a dimensão e a diversidade dos grupos expostos: os trabalhadores da agropecuária, a saúde pública (controle de vetores), as empresas desinsetizadoras, as indústrias de agrotóxicos e do transporte e comércio de produtos agropecuários (FARIA et al., 2007).

Assim, por exemplo, para o estabelecimento de uma relação causal entre a exposição aos inseticidas organofosforados e carbamatos e casos de intoxicação, pode ser feita a avaliação da atividade da enzima colinesterase plasmática e/ou eritrocitária; sendo considerado como valor de referência a atividade pré-ocupacional. Porém, para vários agrotóxicos não existem exames laboratoriais viáveis para uso em estudos populacionais realizados em área rural, não havendo um indicador biológico de escolha para indivíduos expostos para cada um dos produtos. Boa parte dos produtos vendidos de acordo com o Sindag são herbicidas, fungicidas ou inseticidas que não são inibidores de colinesterases. Embora seja possível realizar alguns exames de monitoramento biológico com indicadores de dose interna, como, por exemplo, dosagem de metabólitos no sangue ou na urina para os ditiocarbamatos, esses exames são de difícil acesso pelos laboratórios, além do custo elevado para uma pesquisa em campo. Há ainda falta de conhecimento científico em virtude do aumento da complexidade, no que diz respeito à análise, dos efeitos dos processos produtivos como o agrícola sobre os vários organismos que habitam a área na qual foi aplicado o agrotóxico.

A elevada utilização de agrotóxicos, sem os cuidados necessários, tem contribuído para a degradação ambiental e para o aumento das intoxicações ocupacionais. Em um estudo que foi realizado na zona rural do município de Pelotas, RS (FEHLBERG et al., 2001), alguns dos fatores de risco associados à maior ocorrência de acidentes, que se mostraram importantes em sua magnitude e significância estatística, foram a satisfação com o trabalho, a cor e a classe social. Outros fatores como a linguagem técnica empregada em ações educativas e de treinamento, a pressão da indústria e do comércio, podem também ajudar no processo falho de comunicação que realimenta a inserção desfavorável do homem do campo em uma economia de mercado mais ampla. Nesse sentido, programas de educação sanitária, em conjunto com associações de classe, poderiam constituir uma medida capaz de reduzir o dano resultante dessa atividade profissional.

Em muitos casos, a combinação do respeito ao ambiente com os interesses socioeconômicos auxiliariam na busca de soluções para o desenvolvimento autossustentável, por meio da adoção de tecnologias apropriadas e de técnicas alternativas, além da participação ativa de cada comunidade. Nesse contexto, faz-se necessário que a preocupação ambiental realmente converta-se em um instrumento de mudança. Assim, ela deve estabelecer a integração dos processos e impactos nas dimensões socioeconômica, de saúde pública e ambiental; uma vez que os agroecossistemas incluem o homem produtor e o consumidor.

Referências

- ALVES, S. M.; FERNANDES, P. M.; MARIN, J. O. Condições de trabalho associadas ao uso de agrotóxicos na cultura de tomate de mesa em Goiás. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1737-1742, 2008.
- AMORIM, L. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 6, p. 1-13, 2003.
- ARAÚJO, A.; LIMA, J.; MOREIRA, J.; JACOB, S.; SOARES, M.; MONTEIRO, M.; AMARAL, A.; KUBOTA, A.; MEYER, A.; COSENZA, A.; NEVES, C.; MARKOWITZ, S. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais. **Ciência e Saúde Coletiva**, Nova Friburgo, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.
- BLECHER, B. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 3 mar. 1988. Agrofolha, Caderno 5, p. 1.
- CASTRO, V.; SILVEIRA, M.; PEREZ, M. Application of clinical indicators of exposition in the evaluation of family agriculture health: the Sumaré case - Brazil. **International Journal of Sustainable and Development World Ecology**, Lancs, v. 6, p. 172-184, 1999.
- DINHAM, B.; SAPNA MALIK, L. Pesticides and human rights. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, Tucson, v. 9 p. 40-52, 2003.
- ECKERMAN, D.; GIMENES, L.; SOUZA, R.; GALVÃO, P.; SARCINELLI, P.; CHRISMAN, J. Age related effects of pesticide exposure on neurobehavioral performance of adolescent farm workers in Brazil. **Neurotoxicology and Teratology**, Oxford, v. 29, p. 164-175, 2007.
- FARIA, N.; FASSA, A.; FACCHINI, L. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 25-38, 2007.
- FEHLBERG, M. F.; SANTOS, I.; TOMASIB, E. Prevalência e fatores associados a acidentes de trabalho em zona rural, **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 269-275, 2001.
- FERREIRA, C.; VEGRO, C.; CAMARGO, M. Defensivos agrícolas: expectativa de aumento da demanda em 2007. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 2, n. 7, p. 432-485, 2007.

GARCIA GARCIA, E.; BUSSACOS, M. A.; FISCHER, F. Impacto da legislação no registro de agrotóxicos de maior toxicidade no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 832-839, 2005.

LEVIGARD, Y.; ROZEMBERG, B. A interpretação dos profissionais de saúde acerca das queixas de "nervos" no meio rural: uma aproximação ao problema das intoxicações por agrotóxicos. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, p. 1515-1524, 2004

RISSATO, S.; GALHIANE, M.; XIMENES, V.; ANDRADE, R.; TALAMONI, J.; LIBÂNIO, M.; ALMEIDA, M.; APON, B.; CAVALARI, A. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in soil and water samples in the Northeastern part of São Paulo State, Brazil. **Chemosphere**, Oxford, n. 65, p. 1949-1958, 2006.

PACHECO, A.; HACKEL, C. Chromosome instability induced by agrochemicals among farm workers in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1675-1683, 2002.

PESQUISA mostra índice elevado de acidentes com defensivos agrícolas. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 17 nov. 1992. p. 1.

SCHARF, R. Estudo mapeia uso errado de agrotóxicos. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 27 maio 1988. p. A-4.

TRAPÉ, A. Z. **Doenças relacionadas a agrotóxicos**: um problema de saúde pública. 1995. 51 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

TRAPÉ, A. Z.; GARCIA, E.; BORGES, L.; PRADO, M.; FAVERO, M.; ALMEIDA, W. Projeto de vigilância epidemiológica em ecotoxicologia de pesticidas: abordagem preliminar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 47, p. 12-20, 1984.

WAISSMANN, W. Health surveillance and endocrine disruptors. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 511-517, 2002.

Literatura recomendada

BACHTOLD, F. Liminar veta agrotóxicos perto do parque das Emas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 jul. 2008. Ciência, Caderno, A14.

RIBEIRO, V. Combate a pragas da laranja dizima abelhas no interior de São Paulo. **Folha de São Paulo**, 19 de ago. 2000. Agrofolha, Caderno B10.

SCHOBINGER, L. Brasil lidera uso mundial de agrotóxicos. **Agência Estado**, São Paulo, 7 ago. 2009. Agronegócio, Caderno B12.



Capítulo 6

Impacto ambiental da deriva de agrotóxicos



Aldemir Chaim
Maria Conceição Peres Young Pessoa

A existência de pragas, doenças e plantas daninhas nas culturas comerciais faz que sejam necessárias medidas de controle para que a produção não seja comprometida ou até mesmo perdida.

Um programa de controle que leva em consideração aspectos ecológicos, econômicos e sociais é o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Esse programa deve ser incentivado por integrar aspectos econômicos, sociais, ecológicos e culturais específicos para a região onde será utilizado e pode existir mais de um a mesma região. Na filosofia de trabalho do MIP, o controle de pragas agrícolas leva em consideração a aplicação de métodos baseados no estudo das interações existentes entre o organismo-alvo (praga/doença/planta daninha), a planta hospedeira e o meio ambiente. Nele, o homem torna-se capaz de acompanhar o nível populacional do alvo e de sugerir ações de controle para reduzi-lo novamente a níveis aceitáveis para a produção comercial do produto agrícola. Assim, no MIP não basta só a presença do organismo-alvo para que o combate seja iniciado, mas o conhecimento da severidade do ataque desse organismo à cultura.

Entre as ações de controle utilizadas em MIP, encontram-se métodos culturais, químicos e biológicos, de acordo com a população da praga que está presente na cultura, levando-se em consideração o ambiente onde ela está sendo produzida (aspectos socioeconômicos, climáticos, de solo, etc.). Nessa proposta, a decisão de iniciar o combate avalia também a ótica financeira. O monitoramento dessa população-alvo indica se é inevitável sua redução imediata. Para orientar o

momento de entrar com ações de controle por agrotóxicos, são considerados o limiar econômico (LE)¹ e o nível econômico de dano (NED)².

Assim, para que o efeito dos danos ambientais seja minimizado, a aplicação de agrotóxicos deve ser orientada por programas de Manejo Integrado de Pragas, sempre que estiverem disponíveis.

O controle da aplicação de agrotóxicos é orientado por profissionais que estudam formas alternativas para equipamentos mais adequados à atividade, tanto no que diz respeito ao produto aplicado, quanto à segurança do aplicador, do ambiente de aplicação e da cultura onde o produto está sendo aplicado, de modo que se reduzam os efeitos residuais acumulados que comprometem também a saúde do consumidor do alimento gerado no campo. Assim, a tecnologia de aplicação de agrotóxicos disponibiliza equipamentos, formas de controle mais eficientes, métodos para avaliar a quantidade de produtos que atingem o alvo e aqueles que, por algum problema, saem da área-alvo em decorrência, principalmente, da tecnologia de pulverização utilizada.

A perda de produtos aplicados, além da perda financeira para o agricultor, pode comprometer a segurança do controle do alvo da aplicação, como também das áreas vizinhas à área-alvo, tais como águas superficiais, solo, animais, crianças e outras culturas.

Segundo a ABNT (TB-344, de outubro de 1988), deriva é definida como desvio da trajetória de partículas liberadas por um equipamento. Dessa forma, dependendo do tipo de equipamento utilizado na aplicação do agrotóxico, podem ser produzidas gotas que, em virtude de condições como cobertura vegetal, relevo, aspectos climáticos, entre outras, sejam desviadas do caminho inicial proposto, ocasionando as chamadas perdas por deriva.

¹ Limiar econômico (LE) é a densidade populacional do organismo-alvo que causaria a primeira perda estatística da produção, ou seja, não houve perda significativa da cultura a ponto de comprometer a produção. Trata-se de um dos indicadores de controle do MIP.

² O nível econômico de dano (NED) expressa a densidade populacional do organismo-alvo que causaria dano equivalente ao custo de uma operação de controle (comunicação pessoal do Prof. Mohamed Habib, Unicamp). Portanto, se aguardada a tomada de ação até que o NED seja evidenciado, haverá comprometimento financeiro da produção e custos adicionais associados ao controle por agrotóxicos.

Assim, um dos parâmetros que mais influenciam a eficiência da aplicação de agrotóxicos é o tamanho da gota. Geralmente, o produto químico do agrotóxico responsável pelo controle (princípio ativo) é diluído em água durante o preparo da solução (calda) que será pulverizada. A calda é colocada no equipamento de pulverização, onde, posteriormente, os bicos produzirão gotas de tamanhos próprios para que elas atinjam o alvo com eficiência. Entretanto, durante o caminho do bico até o alvo de aplicação, as gotas estão sujeitas à ação da temperatura, da umidade, do vento e até das características do próprio equipamento no qual elas são geradas.

A deriva de agrotóxicos ocorre basicamente por duas formas: por vapor e por condução da partícula do produto aplicado para áreas fora do alvo.

A deriva por evaporação ocorre quando as condições ambientais da área onde o produto é aplicado favorecem a ocorrência do processo de evaporação da água da gota na qual o produto foi diluído. Assim, as gotas de produtos aplicados tornam-se menores que as inicialmente geradas nos bicos dos equipamentos de pulverização utilizados e passam a não se depositar no alvo. Dessa forma, podem ser levadas pelo vento para outras áreas dentro do alvo ou fora dele.

A deriva também pode ser decorrente do tamanho das gotas (partículas) inicialmente produzidas pelo bico de pulverização. Assim, independentemente dos processos ambientais, elas não se depositam. Gotas menores que 100 μm são consideradas altamente sujeitas à deriva, por estarem sujeitas a turbulências do ar e gravidade.

O pulverizador pode ser ajustado para que se altere o tamanho da gota produzida, por meio da seleção dos tipos de bico. Assim, o tamanho da gota produzida pelo bico é influenciado pelo tipo de bico e pela pressão imposta.

A velocidade do vento também contribui para a deriva de agrotóxicos, portanto é importante que não haja pulverizações quando os ventos não estejam em condições propícias. Assim, devem ser escolhidas horas do dia em que exista pouco vento ou nos quais esteja fraco e para fora das áreas onde o produto será aplicado.

Se a deriva for definida como perda, ela pode ser subdividida em duas categorias: aquela que ocorre dentro da cultura, por escorrimento do excesso de calda nas folhas das plantas ou por erro do alvo, e aquela que ocorre para fora da área pulverizada, pela ação da evaporação de gotas e do vento.

Nos últimos 10 anos, foram publicados aproximadamente 70 trabalhos relacionados à deriva de agrotóxicos para fora da área tratada. Apesar dessas informações descritas na literatura, a legislação brasileira não é contemplada com leis que definam as zonas-tampão, ou seja, as distâncias que devem ser respeitadas durante as aplicações para que os agrotóxicos não atinjam corpos d'água, matas ou ecossistemas nativos.

Vários trabalhos relacionados ao efeito dos agrotóxicos na biota do solo ou à contaminação do lençol freático por lixiviação têm sido publicados. Entretanto, não se conhece ainda qual a porcentagem dos agrotóxicos que efetivamente se deposita nesse substrato durante as pulverizações, porque são poucos os trabalhos que tratam da deriva que ocorre dentro da área tratada, ou seja, das perdas que ocorrem para o solo, em nosso País.

Algumas pesquisas pioneiras realizadas pela Embrapa Meio Ambiente demonstram que, em pulverização aérea de herbicidas, 50% do produto não atingiu o alvo. Em pulverizações tratorizadas em culturas de feijão e de tomate industrial, 12% a 66% do produto aplicado ficaram retidos nas plantas, 9% a 77% foram perdidos para o solo e 6% a 53% podem ter sido perdidos por deriva para fora da área tratada. Em tomate estaqueado, no qual a pulverização é feita manualmente, as perdas gerais ficaram entre 59% e 76%, dependendo do porte da cultura. Em outro ensaio com essa cultura, demonstrou-se que, alterando a técnica de aplicação, a deposição nas plantas pode ser aumentada e a dose aplicada do agrotóxico pode ser reduzida em até 19 vezes. A contaminação dos aplicadores também pode ser reduzida em até 13 vezes.

Assim, falar do impacto ambiental da deriva de agrotóxicos implica disponibilizar métodos e equipamentos mais efetivos na redução de perdas para áreas não alvo, bem como processos de educação ambiental voltados para os seguintes segmentos da sociedade:

- Agricultores – Aperfeiçoamento ou mudança de técnicas de aplicação, para que as doses aplicadas sejam reduzidas, bem como o custo de produção e a contaminação dos aplicadores.
- Ensino – Disponibilizar orientação correta para estudantes de graduação, de pós-graduação e de cursos técnicos, bem como para profissionais do setor agropecuário que lidam com tecnologia de aplicação de agrotóxicos, a fim de que se conscientizem da importância da utilização de métodos para melhoria da calibração dos equipamentos de aplicação.
- Iniciativa privada – Fomento à importância do trabalho integrado com a pesquisa para que procedimentos de transferência de conhecimento para melhoria de equipamentos e formulações de produtos (redução da evaporação de gotas é um grande desafio) sejam rapidamente incorporados pelo setor produtivo, tornando-os acessíveis aos produtores rurais.
- Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – Conscientização da importância de seu papel na proposição de métodos e equipamentos, e no auxílio à transferência de métodos científicos, resultados de pesquisas e propostas de alternativas mitigadoras.

Assim, conclui-se que falar em minimizar o impacto ambiental decorrente das perdas ocasionadas por deriva de agrotóxicos para áreas não alvo implica estimular ações orientadas para:

- Desenvolver métodos para avaliação de deposição em plantas ou perdas.
- Realizar diagnóstico da eficiência relativa das técnicas de aplicação empregadas nas culturas e técnicas de aplicação.
- Desenvolver ou aperfeiçoar técnicas de aplicação que promovam deposições mais eficientes.
- Estudar a influência dos principais fatores que interferem na deriva de agrotóxicos.
- Desenvolver ferramentas que possibilitem quantificar as perdas decorrentes da deriva nas aplicações de agrotóxicos realizadas.

Referência

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **TB-344**: aplicação de defensivos agrícolas. Rio de Janeiro, 1988.

Literatura recomendada

CHAIM, A. Aperfeiçoamento de bico de pulverização eletrostática para geração de gotas com alto nível de carga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 4, p. 463-70, 1998.

CHAIM, A. **Desenvolvimento de um pulverizador eletrohidrodinâmico**: avaliação do seu comportamento na produção de gotas e controle de trips (*Enneothrips flavens* Moulton, 1951), em amendoim (*Arachis hipogae* L.). 1984. 107 f. Tese (Mestrado) - Facav-Unesp, Jaboticabal, 1984.

CHAIM, A.; CASTRO, V. L. S. S.; CORRALES, F. M.; GALVÃO, J. A. I.; CABRAL, O. M. R.; NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas de agrotóxicos na cultura de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 5, p. 741-747, 1999.

CHAIM, A.; MAIA, A. H. N.; PESSOA, M. C. P. Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos através da análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 963-969, 1999.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; CASTRO, V. L. S. S.; FERRACINI, V. L.; GALVÃO, J. A. H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 9, p. 1-9, 1999.

CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L. Eficiência de deposição de agrotóxicos obtida com bocal eletrostático para pulverizador costal motorizado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 963-969, 2002.

CHAIM, A.; VALARINI, P. J.; OLIVEIRA, D. A.; MORSOLETO, R. V.; PIO, L. C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa, 2).

PESSOA, M. C. Y.; CHAIM, A. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de herbicidas aplicados por pulverização aérea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 45-56, 1999.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; PAVAN, L. A.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 12, p. 43-50, 2002.

Avaliação de efeitos dos agrotóxicos sobre a vida aquática

Cláudio Martin Jonsson

Corpos de água podem ser contaminados por agroquímicos por meio de escoamento superficial, processos de descarga, deposição atmosférica e percolação através do solo. Esse potencial de contaminação é afetado pela mobilidade do agente químico, pelo tipo de aplicação e pela persistência no solo e na água.

Durante a exposição a vários tipos de contaminantes, tais como inseticidas, fungicidas, herbicidas e metais pesados, a incorporação desses agentes a organismos aquáticos pode tanto ocorrer pela água e pelo sedimento quanto pela cadeia alimentar.

As três fases de ação tóxica de agentes químicos compreendem a exposição, a toxicocinética e a toxicodinâmica. A primeira está associada com o período em que o organismo está no meio que contém o agente tóxico e a disponibilidade deste para o organismo. A fase toxicocinética é a que compreende o ingresso do agente tóxico, sua distribuição, seu metabolismo e sua excreção. É nessa fase que ocorre o acúmulo do agente nos tecidos. A fase toxicodinâmica envolve a resposta biológica resultante da chegada do agente aos sítios de ação e a interação com estes para produzir efeito.

Essas respostas que se manifestam nos organismos podem ser de caráter letal ou subletal. Estas últimas não levam à morte, mas acarretam alterações no comportamento (ex.: na locomoção, na alimentação, na predação), na fisiologia (crescimento, reprodução), na bioquímica (atividade enzimática, hormonal, níveis

de íons) e na estrutura (alterações histopatológicas). Deve-se observar que alguns desses efeitos subletais levam indiretamente à letalidade. Assim, por exemplo, determinados efeitos comportamentais, como a perda de equilíbrio, diminuem a capacidade de procura por alimento, o que pode levar à mortalidade.

A medida das respostas biológicas realiza-se por meio de testes de toxicidade. Baseia-se em avaliações das concentrações de um agente químico e na duração de exposição requerida para a produção de determinado efeito. São utilizados, portanto, para detectar e avaliar o potencial de efeito de agentes químicos para organismos aquáticos.

Normalmente, são realizados testes com três organismos pertencentes a diferentes níveis tróficos do ambiente aquático. Assim, por exemplo, os produtores primários são representados por espécies de algas como *Chlorella vulgaris* e *Selenastrum capricornutum*. A *Daphnia* sp. e a *Ceriodaphnia* sp. são microcrustáceos¹ utilizados para avaliar efeitos de poluentes sobre consumidores primários. Como consumidores secundários, utilizam-se peixes. A Cetesb propõe o uso das espécies *Cheirodon notomelas*, *Hemigrammus marginatus* e *Poecilia reticulata*. Peixes da família Characidae são recomendados conforme o *Manual de testes de avaliação de agentes químicos* (IBAMA, 1990).

Os testes em laboratório seguem normalmente uma série de etapas, que progridem de um simples teste de curto prazo para testes de longo prazo, mais sofisticados. Apesar de os detalhes metodológicos descritos nos protocolos diferirem em cada teste, o delineamento experimental é similar e requer controle de condições ambientais, como pH, temperatura, oxigênio dissolvido e fotoperíodo². O delineamento experimental exige que os organismos sejam expostos em recipiente-teste de material que não adsorva o agente tóxico em várias concentrações em solução aquosa. O critério de efeito (ex.: mortalidade, crescimento, reprodução) que foi estabelecido antes da realização do ensaio é realizado,

¹ Pequenos crustáceos componentes do plâncton, que é uma comunidade de pequenos animais (zooplâncton) e vegetais (fitoplâncton), os quais vivem em suspensão em águas doces, salobras e salinas.

² Fotoperíodo é o intervalo de tempo em que o organismo é exposto à presença ou à ausência de luz.

comparando-se com um grupo de organismos não tratados (grupo-controle). Assim sendo, todos os testes devem incluir, paralelamente, um grupo-controle, de modo que seja possível garantir que os efeitos observados sejam atribuíveis à exposição ao material-teste. O controle negativo com água não tratada consiste em um grupo de organismos na mesma água de diluição (sem o material a ser testado), nas mesmas condições e sob os mesmos procedimentos que os tratamentos.

Duas respostas mensuráveis associadas aos efeitos que agentes químicos promovem nos organismos aquáticos são as de natureza aguda e as de natureza crônica. Dados numéricos extraídos desses testes permitem propor concentrações máximas permissíveis de um composto, ou de uma mistura de compostos, na água.

Efeitos agudos são os que ocorrem rapidamente como resultado de uma exposição por curto prazo.

Geralmente, os efeitos agudos são severos, e os mais comumente medidos são: a mortalidade em peixes, a perda de mobilidade em invertebrados e a inibição de crescimento em algas. Tem sido sugerido que esses efeitos sejam denominados de “efeitos de curto prazo”, os quais são definidos pela duração da exposição $\leq 10\%$ do tempo de vida do organismo. Tais testes devem ser conduzidos por um período predeterminado, para estimar a Concentração Letal – CL (24 ou 96 horas) ou a CE50 (48 ou 96 horas). A CL50 é a concentração estimada para produzir mortalidade a 50% da população – teste por um período predeterminado. A duração da exposição é normalmente de 24 a 96 horas, dependendo do organismo-teste. Quando outros efeitos são medidos, a expressão usada é a CE50 (concentração efetiva média), que é a concentração estimada do agente tóxico que produz um efeito específico (ex.: comportamental ou fisiológico) a 50% da população após um período preestabelecido.

As respostas de natureza crônica manifestam-se em um tempo de latência relativamente longo e podem ser letais ou subletais. Em um teste de toxicidade crônica completo, o organismo-teste é exposto a várias concentrações do material-teste durante seu ciclo reprodutivo completo.

A duração dos testes crônicos varia com a espécie testada e é de 15 a 21 dias para o microcrustáceo *Daphnia* sp. e de 275 a 300 dias para o peixe *Pimephales promelas*.

Organismos aquáticos acumulam um agente tóxico de tal forma que seu nível de concentração reflete o nível de concentração no meio ambiente, assim como o período em que o organismo foi exposto. Quando esses organismos são coletados e seus tecidos analisados, é possível estimar as concentrações ambientais do composto de interesse.

Os organismos aquáticos acumulam xenobióticos³, especialmente os que possuem baixa solubilidade em água, pela água ou pelo alimento.

A assimilação pela água ocorre pelo contato íntimo com o meio que contém o agente químico em suspensão ou solução, e, no caso de peixes, pela necessidade de extração de oxigênio do meio por intermédio das brânquias.

De modo geral, os organismos acumulam agentes químicos por meio das brânquias, do tegumento e de outras superfícies externas e pela ingestão de alimento contaminado.

“Bioacumulação” é um termo geral que descreve a assimilação total de agentes químicos do ambiente por meio de qualquer via (dérmica, respiratória ou digestiva) e a partir de qualquer tipo de fonte do compartimento aquático na qual o agente esteja presente, seja na forma dissolvida, seja por associação a material sedimentar ou a outros organismos.

“Bioconcentração” é um termo específico que se refere ao processo de acumulação somente a partir da água. Denomina-se “biomagnificação” o resultado de um processo de acúmulo de um agente químico cuja concentração aumenta por meio de dois ou mais níveis tróficos.

A assimilação de agentes químicos pela água tem sido demonstrada em vários organismos, incluindo algas, anelídeos, artrópodes, moluscos e peixes. Nelas, os processos de absorção de xenobióticos ocorrem principalmente por três

³ Compostos químicos estranhos ao organismo ou material. Normalmente, não são considerados constituintes de um sistema biológico específico.

vias: difusão, transporte especial e adsorção⁴. A maioria dos compostos químicos ingressa nos organismos aquáticos por meio da difusão por membranas semipermeáveis, como as de brânquias e do trato digestivo.

Tanto a toxicidade como o potencial de bioacumulação são intensamente afetados pela taxa de eliminação, já que, pelo fato de o composto químico ser eliminado de forma relativamente rápida, seus resíduos tenderiam a se acumular com menor intensidade e o efeito adverso não ocorreria.

Em vertebrados, a eliminação pode ser realizada por várias vias, incluindo transporte por meio de tegumento ou de superfícies respiratórias e excreção pela bile e pelos rins. A biotransformação de um composto para compostos mais polares é outro meio importante para a eliminação de xenobióticos.

Se o composto estiver solúvel na água, seu ingresso continua até um estado de equilíbrio ser atingido, que é dependente da concentração do meio e das características físico-químicas do composto.

O acúmulo de um agente químico pode ser medido pelo fator de bioconcentração (FBC), que representa o quociente da concentração no organismo (no estado de equilíbrio) e da concentração na água, ou ainda o quociente da taxa de assimilação e da taxa de eliminação quando a concentração do agente químico na água se mantém constante.

A forma mais direta de se medir a bioconcentração é pela exposição de um grupo de organismos a uma concentração constante do agente químico na água, até a concentração nos tecidos atingir um estado de equilíbrio aparente.

O teste de bioconcentração consiste em uma fase de assimilação seguida de uma fase de eliminação. Durante a primeira, os organismos são expostos a uma ou a mais concentrações subletais do agente tóxico em um sistema que proporcione a manutenção da concentração, de modo que não haja depleção significativa dos níveis do composto nos tecidos, assim como da concentração de oxigênio no meio.

⁴ Fixação de moléculas de uma substância na superfície de outra substância.

Quando se conhece a concentração de compostos em determinado corpo de água, o valor de FBC é de grande utilidade na comparação do potencial de acúmulo dos diversos compostos para certa espécie, assim como na estimativa de seus resíduos.

Referência

IBAMA. **Manual de testes para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**: E.2 - Teste para a avaliação da mobilidade. Brasília, DF: Ibama, 1990.

Literatura recomendada

CETESB. **Procedimentos para a utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: Cetesb, 1992. 17 p. (Série Manuais).

SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de testes para a avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. Brasília, DF: Sema: Ibama, 1988.



Capítulo 8

Biotecnologia, OGM e ambiente

Vera Lúcia de Castro
Katia Regina Evaristo de Jesus



Biotecnologia e sua aplicação

A biotecnologia é uma área de biociência aplicada e tecnológica que envolve as aplicações práticas dos organismos biológicos, de seus componentes subcelulares para a manufatura e produtos industriais e para o manejo ambiental. A biotecnologia utiliza bactérias, leveduras, fungos, algas, células de plantas ou culturas celulares de mamíferos como constituintes do processo industrial. Inclui os processos fermentativos, os quais variam de vinhos e queijos até antibióticos e vacinas, tratamento de águas e de lixo, partes de tecnologia de alimentos e uma crescente gama de outras aplicações, como na área biomédica.

A biotecnologia moderna surgiu como uma estratégia de desenvolvimento científico e tecnológico, perpassando uma grande diversidade de áreas e disciplinas e abrangendo temas tão diversos como a saúde humana e animal, a agricultura e a pecuária, a indústria de alimentos, o meio ambiente e a ecologia, serviços, etc. Uma das perspectivas mais importantes da indústria biotecnológica é o desenvolvimento de novos produtos para uso humano, como medicamentos e alimentos. No tocante à produção de alimentos, as estratégias tradicionais de melhoramento genético vegetal e animal produziram, por meio da seleção, características desejáveis e melhoria de desempenho desses recursos alimentares durante milênios. A biotecnologia e suas novas ferramentas de manipulação e transferência gênica permitem o rápido e preciso desenvolvimento de plantas e

animais modificados com grande diversidade de atributos e com rapidez e escala nunca imaginados.

A biotecnologia traz, no entanto, grandes desafios nesta era de globalização. Os interesses ambientais, políticos e econômicos têm dominado o debate em torno dessa tecnologia, e sua aplicação tem levado a questionamentos e dúvidas acerca dos impactos reais e potenciais para a sociedade e para os agroecossistemas.

Nos últimos anos, tem ganhado interesse econômico o uso de organismos geneticamente modificados (OGMs) no controle de pragas, tanto pelo uso dos microrganismos engenheirados (que apresentam ação mais efetiva, maior agressividade ao organismo-alvo do controle) como pela introdução de genes específicos¹ em plantas, de forma que a elas seja conferida ação biocida contra o organismo-alvo de controle.

A aplicação da biotecnologia em novas frentes suscita discussões que dizem respeito aos aspectos técnicos e éticos de seu uso por várias camadas da população, aspectos esses que estão relacionados a conceitos e limites no que se refere à saúde, ao meio ambiente, a mercados, etc. Assim, o contexto socioeconômico em que essas tecnologias são desenvolvidas e utilizadas, tais como os produtores, o mercado consumidor, as instituições de pesquisa pública e privada, é que determinará se seu emprego trará benefícios ou malefícios. No entanto, problemas em pesquisa agropecuária são frequentemente complexos e requerem intensos estudos por longos períodos, o que nem sempre coaduna com a necessidade de ganho rápido. A inserção da biotecnologia nessa realidade e nesse conjunto de forças ocasionará possíveis efeitos ante a sustentabilidade ambiental e no que diz respeito à utilização e conservação da biodiversidade.

¹ São genes que conferem determinada característica, como resistência a um herbicida por intermédio de uma enzima que degrada o produto, como no caso da soja; a expressão de uma toxina que matará os predadores, como no caso do milho e do algodão Bt, e assim por diante. Cada transgênico vai ter um gene introduzido de forma a lhe conferir uma característica específica de interesse.

Biotecnologia e biossegurança

A liberação de OGMs no meio ambiente é um tema extremamente importante quando se consideram as projeções de ampliação do emprego das variedades geneticamente modificadas (GM) em decorrência do impacto comercial resultante de certos produtos desenvolvidos pelas modernas biotecnologias. Dezenas de plantas e microrganismos GM e, recentemente, animais e procedimentos para terapia gênica em humanos estão surgindo fora do campo dos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, motivo que obriga a formulação de métodos e procedimentos que, sem frear o avanço tecnológico, garantam sua inocuidade (JESUS et al., 2006a).

O desenvolvimento de OGMs no laboratório não apresenta dificuldades e existem métodos e procedimentos estabelecidos que asseguram adequadamente a segurança do operador e de seu entorno. A produção em grande escala de OGMs realiza-se geralmente em ambientes físicos isolados, onde são garantidas as condições mínimas de segurança ou, em alguns casos, um elevado padrão de segurança. Os códigos de práticas adequadas de produção (PAP) e de boa manufatura (GMP) europeus ou dos Estados Unidos são suficientemente explícitos e contundentes no que se refere à biossegurança pessoal e à ambiental.

O problema mais sério consiste na liberação do OGM no meio ambiente, onde se prevê um incremento importante no futuro. A utilização desses OGMs em grande escala requer extrema cautela e uma cuidadosa avaliação de riscos antes da liberação. Existem guias com procedimentos detalhados e organismos internacionais, como as Nações Unidas, a Organização dos Estados Americanos, a Organização Internacional de Epizootias, a Organização Pan-Americana da Saúde, que propõem a rápida adoção de mecanismos capazes de garantir a segurança nos âmbitos internacional e regional.

A experiência dos países desenvolvidos tem demonstrado que a utilização de normas e regulamentações por parte dos governos constitui um elemento indispensável para o bom funcionamento de uma economia moderna. Os países em desenvolvimento precisam de mecanismos, procedimentos, normas e recur-

soos humanos qualificados para construir uma estrutura regulatória eficaz e autossuficiente.

Entre os temas fundamentais que são objetos de regulação, destaca-se a biossegurança, que, sobre o aspecto biotecnológico, compreende normas para reduzir os riscos do emprego das técnicas e insumos aplicados à saúde, à alimentação, aos sistemas produtivos e ao meio ambiente. Essas normas buscam resguardar os interesses públicos e privados e facilitar o comércio e a transferência de tecnologia, estabelecendo, para o meio, padrões e práticas aceitos internacionalmente.

As regulamentações estabelecem práticas que tendem a diminuir a probabilidade de incidentes por minimizarem eventuais danos produzidos. Para contar com um bom controle, deve-se dispor de regulamentações baseadas na avaliação e no manejo do risco.

Avaliação de risco ambiental de produtos agrícolas modificados geneticamente

Na avaliação de risco ambiental de novas práticas agrícolas, deve-se também levar em consideração a saúde ambiental, uma vez que o ecossistema tem valor intrínseco e cada um de nós é responsável por manter sua sustentabilidade. Assim, uma melhor compreensão da interação entre organismos transgênicos e ecossistemas torna-se necessária por parte da população e dos órgãos regulamentadores, para assegurar decisões que tenham eco na comunidade no que tange ao ambiente. Nesse sentido, a avaliação e o estabelecimento de métodos para o estudo de impacto ambiental de organismos geneticamente modificados (OGMs) são de grande valia e importância, por não se poder prever com exatidão o comportamento desses organismos no campo e para poder preservar a biodiversidade, a manutenção dos ecossistemas e os respectivos padrões de sustentabilidade requeridos.

A avaliação de risco implica reunir sistematicamente a informação disponível acerca dos riscos potenciais para ser formada uma opinião a respeito do

assunto, isto é, para identificar o perigo e avaliar o efeito dose-resposta à exposição. Essa avaliação costuma ser um exercício teórico, embora baseado em dados empíricos.

Gerenciamento do risco consiste no processo de selecionar as políticas adequadas e a ação regulatória, integrando os resultados da avaliação de risco, decisões sociais, econômicas e políticas. Para a adequada análise dos passos principais da avaliação de risco é conveniente dividir o processo em etapas: descrição prévia do OGM e propósito da liberação. A qualidade de toda avaliação de risco depende do grau de conhecimento sobre o que será realizado e os efeitos esperados.

Uma vez estabelecida a descrição da liberação de OGM, o primeiro procedimento é identificar o perigo, ou seja, a situação que, em determinadas circunstâncias, poderia produzir dano. De maneira geral, poderiam ser apresentadas as seguintes situações de risco: capacidade de transferência de material genético; instabilidade fenotípica e genética; patogenicidade, toxicidade e alergenicidade; potencial de sobrevivência, estabelecimento e disseminação; outros efeitos negativos sobre organismos não alvo da modificação genética (SIQUEIRA et al., 2004a).

O fato de identificar uma característica particular de um OGM como um perigo não significa que seja uma situação de risco. A manifestação desse perigo dependerá da situação específica da liberação, isto é, onde e como será realizada e em que escala será feita. Esses aspectos devem ser levados em conta para identificar e estimar as consequências dos perigos. É conveniente levar em consideração as consequências que cada perigo pode causar, direta ou indiretamente, num curto período de tempo: deslocar ou erradicar populações de organismos; modificar o tamanho das populações das espécies ou a composição da comunidade; colocar em risco espécies como consequência da liberação (JESUS et al., 2006a).

É necessário, portanto, estabelecer uma escala de prioridades para regulamentação dos OGMs de acordo com a probabilidade de ocasionarem efeitos adversos. O estudo do risco da liberação de determinado OGM em determinado ambiente requer um mapeamento simultâneo das características do caso nas várias fases de estudo, que são interdependentes e devem contemplar facilmente

os avanços do conhecimento. A avaliação de cada organismo deve ser estabelecida caso a caso, com o monitoramento das preocupações quanto à biossegurança ambiental específica. Além disso, o propósito e a função do novo gene incorporado devem ser levados em consideração no desenho do novo estudo.

Portanto, o risco potencial à saúde pública e ambiental a partir de uma liberação de OGM, seja intencional seja acidental, é objeto de múltiplas avaliações. Devem ser respondidas questões quanto à sobrevivência, disseminação, colonização e função da liberação desses organismos em regiões de habitat natural, bem como aos aspectos socioeconômicos e aos problemas advindos da ausência de barreiras políticas ou fronteiras que restrinjam a disseminação do organismo. A liberação de OGMs no ambiente sem avaliação apropriada de seu impacto ambiental pode levar a prejuízos socioeconômicos importantes, especialmente em virtude dos custos elevados da tecnologia, que, por causa disso, tem seu foco em poucas espécies de maior valor comercial. Além disso, a biodiversidade está relacionada aos valores e às tradições culturais das comunidades.

Alguns dos efeitos adversos presumíveis como consequência da liberação de um OGM são os danos diretos e indiretos sobre organismos benéficos não visados pela comunidade local, incluindo agentes de controle biológico, organismos polinizadores, representantes da flora e da fauna de importância econômica, ecológica e/ou social; organismos benéficos decompositores de matéria orgânica; fixadores de nitrogênio, etc. Até mesmo a saúde humana pode ser afetada diretamente por meio da ingestão de alimentos, da alteração de infectividade e da patogenicidade de microrganismos, ou indiretamente por alterações ambientais da cadeia alimentar (LEVIDOW et al., 1997).

É importante que os protocolos utilizados para tal avaliação sejam estabelecidos com rigor para avaliar e monitorar exaustivamente os riscos envolvidos, antes que tais tecnologias sejam utilizadas em escala comercial.

Alguns dos aspectos referentes aos organismos e ao ambiente a serem considerados devem ser baseados em atributos da alteração genética, do organismo selvagem, do fenótipo dos OGMs em comparação aos selvagens e em atributos

do ambiente, tais como: a) ausência ou presença controlável ou não de agentes ou vetores de disseminação ou dispersão (ácaros, insetos, roedores, pássaros, homens, máquinas, vento, água, etc.); b) envolvimento direto ou marginal em processos básicos do ecossistema como ciclagem de nutrientes; c) presença de simbiose e possibilidade de hospedeiros alternativos; d) variedade restrita ou ampla de ecossistemas para teste ou uso; e) potencial abrangência geográfica.

Quanto à harmonização de protocolos experimentais que quantifiquem o risco ambiental, ao menos na Comunidade Europeia, não há concordância quanto ao que é risco ambiental e quanto ao modo de medi-lo. Geralmente, há consonância no que diz respeito ao princípio da avaliação em diferentes fases, que, entretanto, ainda não estão bem estabelecidas (LEVIDOW et al., 1997). No atual estágio do conhecimento, só há consenso de que a avaliação de cada OGM deva ser estabelecida caso a caso, por meio do monitoramento das preocupações quanto à biossegurança ambiental específica (BHAT; CHOPRA, 1998; DESHAYES, 1993).

Em relação ao ser humano, no que se refere à liberação planejada de OGMs, podem-se levar em conta somente os aspectos relacionados ao gene adicionado, uma vez que os outros dados poderiam ser obtidos em informações a respeito desses organismos selvagens. As possíveis toxinas expressas são isoladas e avaliadas por meio da construção de curvas dose-resposta e do delineamento experimental dos protocolos descritos para substâncias químicas. A resolução nº 305/2002 (CONAMA, 2002) estabelece que “o empreendedor deverá, também, fazer análise comparativa entre o empreendimento proposto e as tecnologias alternativas, em relação à sustentabilidade, aos impactos sobre o meio ambiente e a saúde humana e as conseqüências socioeconômicas”.

Considerações quanto a plantas modificadas geneticamente (PGMs)

Na natureza, para uma espécie invadir satisfatoriamente um determinado habitat, geralmente são necessárias condições apropriadas; portanto, a sua ocorrência se dá em pequena escala. Contudo, como a liberação em sistema agrícola

deverá ser realizada em larga escala, aumenta assim a probabilidade de seu estabelecimento. Há ainda a impossibilidade de realização de testes que verifiquem os desafios ambientais promovidos pela monocultura intensiva para a qual as plantas transgênicas foram desenhadas. A história tem mostrado que uma grande área plantada com uma única cultivar (monocultura) é muito vulnerável a novos patógenos ou pragas. A uniformidade causada pelo aumento do uso de uma cultivar leva à diminuição do número de variedades e empobrece os ecossistemas marginais (afeta as interações entre as comunidades). Além disso, as pressões seletivas do ambiente só podem ser determinadas em áreas de produção em larga escala (DALE, 1997).

A primeira geração de OGMs foi relacionada principalmente à resistência a herbicidas, o que levou muitos críticos a considerarem que a tecnologia não traz vantagens para o consumidor, especialmente em países em desenvolvimento. Tal ênfase no controle de plantas daninhas baseadas em introdução de genes de resistência a herbicidas promoveria vendas de sementes-herbicidas, o que reduziria possibilidades de manutenção da diversidade genética.

No caso da soja, o perigo de transferência gênica é baixo, por ser uma espécie predominantemente autógama, cuja taxa de polinização cruzada é da ordem de 1%. Trata-se de espécie exótica, sem parentes silvestres sexualmente compatíveis no Brasil, o que torna difícil a polinização cruzada com espécies silvestres no ambiente natural. Além disso, na ausência de pressão seletiva (uso do herbicida Glifosate), a expressão do gene inserido não confere vantagem adaptativa. Já em outras plantas, com altos índices de polinização cruzada, há um grande aumento da possibilidade de transferência do material genético.

Em outra situação, pode também ocorrer desequilíbrio nas populações de um determinado ecossistema por um aumento da pressão seletiva em relação aos insetos em geral, pelo fato de as plantas transgênicas expressarem toxinas para determinados insetos que atacam as culturas de interesse comercial. Nas cultivares que expressam toxina do *Bacillus thuringiensis* (patógeno da lagarta que ataca a soja e é usado em controle biológico), os insetos rapidamente criariam resistência, e a toxina gerada poderia ser incorporada ao meio ambiente

afetando solo e ecossistema aquático, uma vez que a atividade inseticida da toxina pode persistir por 40 dias ou mais (MEADOWS, 1993). O mecanismo envolvido no desenvolvimento de resistência, nesse caso, atuaria de forma semelhante àquele dos agrotóxicos químicos. Nesse contexto, são importantes os estudos em outros organismos não alvo dos diversos compartimentos ambientais até o ser humano para atestar a segurança do uso dos organismos geneticamente modificados (OGM).

Algumas questões importantes a serem respondidas em uma avaliação de risco da introdução de plantas modificadas geneticamente são:

- As plantas transgênicas superam as não transgênicas nos experimentos de reposição de população?
- A cultura apresenta variedades sexualmente relacionadas na região?
- O sistema de melhoramento da cultura permite o escape de genes?
- As espécies transgênicas compartilham os mesmos meios de polinização das não transgênicas?
- Há viabilidade de cruzamento natural, fertilização, viabilidade e fertilidade de sementes entre a variedade transgênica e a não transgênica nas condições de campo?
- Há possibilidades de ocorrência de efeitos na decomposição da matéria orgânica em meio aquático e no solo, em organismos do fito e zooplâncton, em vertebrados aquáticos, em artrópodes ou em microrganismos de solo?

Segundo Jesus-Hitzschky et al. (2007), os principais riscos da liberação de PGMs no ambiente são: o fluxo gênico, que é conhecido como a principal ameaça, pelo fato de desencadear a contaminação não intencional dos cultivos convencionais (não transgênicos); a extinção de plantas convencionais; e o surgimento de novas espécies como, por exemplo, superpragas e superervas daninhas, com tolerância múltipla a herbicidas de amplo espectro.

O fluxo gênico é um fenômeno natural em todas as espécies de plantas, transgênicas ou não, e contribui para o surgimento de novas combinações gêni-

cas. Pode ser auxiliado por insetos, animais e ventos e são dependentes de inúmeros fatores, tais como mecanismo de polinização de cada planta, dispersão das sementes e ambiente da liberação.

No caso da soja, que é uma espécie autógama (realiza predominantemente autofecundação) e não apresenta parentes silvestres sexualmente compatíveis no Brasil, a contaminação gênica natural é menos provável. Já para o milho que é uma cultura de polinização aberta, e para o algodão que possui espécies aparentadas em quatro dos seis biomas brasileiros, a possibilidade de o fluxo gênico ocorrer é maior, portanto é essencial adotar zonas de exclusão para o plantio de espécies geneticamente modificadas (BORÉM, 2002; SIQUEIRA et al., 2004).

Outra preocupação muito discutida ultimamente refere-se aos efeitos adversos sobre os insetos não alvo e ao desenvolvimento de resistência das espécies-alvo. A disseminação do pólen liberado pelas plantas Bt (plantas resistentes a insetos por meio da introdução de um gene extraído da bactéria do solo *Bacillus thuringiensis*) sobre outras plantas pode causar impactos em insetos não alvo úteis, como polinizadoras de plantas ou mesmo controladores biológicos de outros insetos (ARANTES et al., 2002).

De acordo com Pelaez et al. (2004), os riscos relativos à menor produtividade das lavouras são atribuídos à possível redução do nível de fixação de nitrogênio (N_2) e à necessidade de maior uso de defensivos agrícolas ocasionados pela proliferação de ervas daninhas resistentes aos herbicidas empregados. Há riscos de redução de insetos benéficos, aves e pequenos mamíferos e riscos para saúde humana em virtude da maior exposição direta ao herbicida ou da ingestão de alimentos mais contaminados.

Devem ser considerados também os riscos potenciais dos alimentos geneticamente modificados (AGMs) que podem estar associados ao novo gene introduzido, aos produtos de expressão desse gene (proteína) e/ou aos efeitos não intencionais decorrentes da introdução no genoma, e eventuais mutações. Supõe-se que alteração do nível de nutrientes pode ocorrer não como um evento

desejado, mas como um efeito não desejado, com consequências imprevisíveis e potencialmente negativas (LAJOLO; NUTTI, 2003).

Com relação às aprovações comerciais, em 1998 a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) (CTNBio, 1998) aprovou a primeira planta geneticamente modificada no País, mediante a Lei nº 10.688 (BRASIL, 2003b), com a permissão da comercialização da soja Roundup Ready, resistente ao herbicida glifosato, produzida pela Monsanto. As incertezas associadas aos estudos de segurança ambiental e alimentar levaram à suspensão da primeira liberação do plantio comercial de soja transgênica no Brasil, ocorrida em 1998. Em 12 de agosto de 2003, a juíza Selene Maria de Almeida, do Tribunal Regional Federal (TRF) da primeira região (Brasília, DF) determinou a suspensão da sentença que, em junho de 2000, impedia a comercialização das cultivares RR até que estivessem definidas regras de biossegurança e rotulagem e que fosse apresentado um estudo de impacto ambiental. Para suspender provisoriamente a liminar, a juíza considerou os estudos apresentados por organismos internacionais (AMÂNCIO; TEIXEIRA, 2005).

A segunda liberação comercial ocorreu em 2005: algodão Bollgard (com tecnologia Bt, isto é, a variedade teve inserido em seu código genético o gene Cry1Ac da bactéria *Bacillus thuringiensis*) resistente a insetos da ordem Lepidoptera (CTNBio, 2005).

Em 2007, a CTNBio aprovou três liberações comerciais de milho geneticamente modificado: a espécie LibertLink (LL), resistente ao herbicida glufosinato de amônio; a espécie Guardian – evento MON 810, resistente a insetos da ordem Lepidoptera; e a espécie Bt 11, milho resistente a herbicidas e inseticidas (CTNBIO, 2007a, 2007b, 2007c).

Em 2008, cinco cultivos comerciais foram aprovados pela CTNBio: os algodões Roundup Ready – evento MON 1445 (tolerante ao herbicida glifosato) e o LibertyLink – evento LLCotton25 (tolerante ao glufosinato de amônio) e os milhos geneticamente modificados GA21 (tolerante ao glifosato), Roundup Ready2

e o Herculex (tolerante ao herbicida glufosinato de amônio e resistente a insetos) (CTNBio, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e).

Em 2009, a CTNBio (2009a; 2009b) aprovou comercialmente a cultivar algodão Widestrike (resistente a insetos e tolerante ao glufosinato de amônio) e o algodão Bollgard II (resistente a insetos da ordem Lepidoptera). Além disso, houve uma audiência pública para discutir a solicitação de aprovação comercial de arroz tolerante a glufosinato de amônio, na qual houve muitas controvérsias (COLLI, 2009).

A Tabela 1, a seguir, exemplifica todas as aprovações ocorridas no Brasil até o momento da elaboração deste trabalho.

Tabela 1. Número de aprovações de culturas no Brasil.

Cultura	Nome comercial (empresa)	Características	Evento	Liberação ⁽¹⁾
Soja	Soja RR (Monsanto)	RR (Roundup Ready) – Tolerância ao herbicida glifosato	GTS 40-3-2	Setembro/1998
Algodão	Algodão Bollgard I (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas)	MON 531 – Bollgard I	Março/2005
	Algodão LLCotton25 (Bayer)	LL (Liberty Link) – Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	LLCotton25	Setembro/2008
	Algodão RR (Monsanto)	RR (Roundup Ready) – Tolerância a herbicida glifosato	MON 1445	Setembro/2008
	Algodão Widestrike (Dow AgroSciences)	Widestrike – Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas)	Widestrike 281-24-236/3006-210-23	Março/2009
	Algodão Bollgard II (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas)	MON 15985 – Bollgard II	Maió/2009

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Cultura	Nome comercial (empresa)	Características	Evento	Liberação ⁽¹⁾
Milho	Milho LL (Bayer)	LL (LibertyLink) – Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	T25	Maio/2007
	Milho Guardian (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas)	MON 810	Agosto/2007
	Milho Bt11 (Syngenta)	Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas) e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	BT11	Setembro/2007
	Milho RR2 (Monsanto)	RR2 (Roundup Ready2) – Tolerância ao herbicida glifosato	NK 603	Setembro/2008
	Milho GA21 (Syngenta)	Tolerância ao herbicida glifosato	GA21	Setembro/2008
	Milho Herculex (Du Pont)	Resistência a insetos da ordem Lepidoptera (lagartas) e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	Herculex	Dezembro/2008

⁽¹⁾ Liberação no meio ambiente.

Fonte: Cremonesi (2009).

Considerações quanto a microrganismos modificados geneticamente

Na natureza existe a possibilidade da transferência não intencional – sem a interferência do homem – de informações genéticas entre os microrganismos, uma vez liberados no ambiente, os quais sofrem alterações por meio dos proces-

sos de mutação, conjugação ou recombinação. Dessa forma, os organismos originalmente não patogênicos poderiam se tornar patogênicos, ou os organismos já patogênicos poderiam ter sua amplitude de hospedeiros aumentada. Os microrganismos geneticamente modificados podem apresentar, nesse particular, propriedades inesperadas fora do laboratório, e podem ocasionar, em longo prazo, distúrbios ecológicos. A transformação genética pode conferir ao microrganismo várias vantagens reprodutivas, tornando-o capaz de se multiplicar rapidamente e de tornar-se uma praga. Além disso, o uso de genes de resistência a antibióticos como marcadores dos OGMs poderia aumentar os problemas de resistência a esses produtos dependendo de seu uso. Nesse sentido, já estão sendo impostas algumas restrições.

De acordo com Cairns Júnior e Orvos (1992) os passos a serem seguidos em uma avaliação de risco para introdução de microrganismos são os seguintes:

- 1º passo – Avaliação dos riscos associados com a origem do DNA, localização e função.
- 2º passo – Avaliação da sobrevivência do microrganismo com o gene introduzido sob várias condições:
 - a) Em condições de microcosmos ambientalmente realistas, simulando determinados ecossistemas, como sedimento, água e ambiente da planta de áreas alvo e não alvo.
 - b) Em condições de microcosmos alterados, perturbações podem incluir estressores químicos, térmicos, radiações ultravioleta, etc.
- 3º passo – Avaliação da transferência dos genes sob várias condições.
- 4º passo – Avaliação dos possíveis efeitos estruturais ou funcionais da comunidade microbiana.
- 5º passo – Condução de testes em condições naturais de campo em pequena escala.

Já Gustafsson e Jansson (1993) apresentam em seu artigo diversas estratégias para avaliação de risco previamente sugeridas por outros autores ou ins-

tuições governamentais como a EPA-USA e a OECD, demonstrando não haver de fato um consenso internacional a respeito de critérios para a realização dessa avaliação. De acordo com esses autores, a avaliação de risco de OGMs requer os seguintes conhecimentos: a) biologia do organismo; b) natureza de modificação genética; c) destino do organismo no ambiente; d) destino do genoma modificado no ambiente; e) impacto ambiental potencial; f) efeito potencial sobre microrganismos não alvo.

Embora muitos componentes, processos e atributos das modificações genéticas efetuadas sejam quantificáveis, muitos outros não o são. Há necessidade de estudar os riscos à saúde pública à luz do contexto ambiental da população. Em relação ao ser humano, no que se refere à liberação planejada de OGMs, podem-se levar em conta somente os aspectos relacionados ao gene adicionado, uma vez que os outros dados poderiam ser obtidos em informações a respeito desses organismos selvagens. As possíveis toxinas expressas são isoladas e avaliadas por meio da construção de curvas dose-resposta e do delineamento experimental dos protocolos descritos para substâncias químicas.

Legislação Brasileira sobre Organismos Geneticamente Modificadas (OGMs) – Lei nº 11.105 de 24 de março de 2005

Atualmente a legislação sobre biossegurança brasileira é composta por: Lei nº 11.105/2005, Decreto nº 5.591/2005, Lei nº 11.460/2007, resoluções normativas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 08) e instruções normativas (2, 4, 8, 17, 18, 19) da CTNBio (1998a, 2005, 2007a, 2007b, 2007c, 2008b, 2008c, 2009a, 2009b).

Em março de 2005, a Presidência da República sancionou a Lei nº 11.105 (BRASIL, 2005), que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGMs e seus derivados, e dá outras providências. Essa nova legislação, cuja discussão iniciou-se em outubro de 2003, substituiu a Lei nº 8.974/1995 (BRASIL, 1995) e outros dispositivos legais que regulam as ati-

vidades que envolvem organismos geneticamente modificados e seus derivados no Brasil (JESUS et al., 2006b).

A Lei nº 11.105 (BRASIL, 2005), conhecida como Lei de Biossegurança, estabelece uma série de normas e procedimentos que devem ser rigorosamente cumpridos para desenvolvimento, importação, uso e comercialização de OGMs, bem como para emissão de autorização para entrada no País desses produtos e de seus derivados, no âmbito de competência do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Para fins da nova Lei de Biossegurança, considera-se

[...] atividade de pesquisa a realizada em laboratório, regime de contenção ou campo, como parte do processo de obtenção de OGM e seus derivados ou de avaliação de biossegurança de OGM e seus derivados, o que engloba, no âmbito experimental, a construção, o cultivo, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a liberação no meio ambiente e o descarte de OGM e seus derivados. (BRASIL, 2005, art. 1º).

Continua valendo a regra de que somente entidades de direito público ou privado podem desenvolver atividades que envolvam OGM e seus derivados, sendo vedado a pessoas físicas em atuação autônoma e independente realizar tais atividades (AMÂNCIO; TEIXEIRA, 2005).

Segundo Jesus et al. (2006b), para a realização de qualquer pesquisa relacionada a OGM e seus derivados é necessária a autorização da CTNBio, que atualmente a concede mediante emissão do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB).

A Lei continua exigindo a criação da Comissão Interna de Biossegurança – CIBio (BRASIL, 2006) para todas as instituições que desejarem desenvolver atividades que dizem respeito a OGM ou seus derivados, nos moldes da legislação atual. Conforme já mencionado.

A Lei nº 11.105/2005 (BRASIL, 2005) não trata de norma de biossegurança propriamente dita, mas lança as bases de um sistema que tem como objetivo garantir a biossegurança durante a realização de pesquisa, desenvolvimento e uso de produto na área da engenharia genética ou biotecnologia moderna.

Nesse sistema, é atribuído à CTNBio, nos incisos I e II do artigo 14 da Lei nº 11.105/2005 (BRASIL, 2005), competência para estabelecer normas para pesquisa e realização de atividades e projetos relacionados a OGMs e seus derivados.

A Resolução Normativa nº 5, de 12 de março de 2008 (BRASIL, 2008), dispõe sobre as normas para liberação comercial de OGMs e seus derivados.

Referências

AMÂNCIO, M. C.; TEIXEIRA, F. G. de M. **Impacto da aprovação da nova Lei de Biossegurança nos trabalhos de pesquisa da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2005. 7 p.

ARANTES, O. M. N.; VILAS BÔAS, G. T.; VILAS BÔAS, L. A. **Bacillus thuringiensis**: estratégias no controle biológico. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria. Caxias do Sul: EducS, 2002. p. 272-290.

BHAT, S. R.; CHOPRA, V. L. Biosafety of transgenic crops: precautions for case-by-case risk assessment. **Current Science**, Bangalore, v. 74, n. 1, p. 16-7, 1998.

BORÉM, A. **Escape gênico e transgênico**. Viçosa: Ed. Suprema da UFV, 2002.

BRASIL. Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995. Regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal. Estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o poder executivo a criar, no âmbito da Presidência da República, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jan. 1995. Seção 1, p. 4-299.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados - OMG e seus derivados e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mar. 2005b. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 10.688, de 13 de junho de 2003. Estabelece normas para comercialização da produção de soja da safra de 2003 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2003b. Seção 1. p. 1.

BRASIL. Resolução Normativa nº 1, de 20 de junho de 2006. Dispõe sobre a instalação e o funcionamento das Comissões Internas de Biossegurança (CIBios) e sobre os critérios e procedimentos para requerimento, emissão, revisão, extensão, suspensão e cancelamento do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2006b. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Resolução Normativa nº 5, de 12 de março de 2008. Dispõe sobre normas para liberação comercial de Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 mar. 2008b. Seção 1, p. 6.

CAIRNS JÚNIOR, J.; ORVOS, D. R. Establishing environmental hazards of genetically engineered microorganisms. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 124, p. 19-39, 1992.

COLLI, W. **Audiência pública discute pedido de liberação comercial de arroz transgênico.**

Brasília, DF: Agência CT. 2009. Disponível em: <<http://www.agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/50282.html>>. Acesso em: 13 fev. 2009.

CONAMA. Resolução nº 305, de 12 de junho de 2002. Dispõe sobre Licenciamento Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no Meio Ambiente de atividades e empreendimentos com Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 127, Brasília, DF, 4 jul. 2002. Seção 1, p. 81-82.

CREMONEZI, S. M. N. **Avaliação de impactos ambientais e alimentares de plantas geneticamente modificadas (PGM): uma proposta metodológica.** 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, algodão Roundup Ready, evento MON1445.** Brasília, DF, 2008a. (Parecer Técnico nº 1.598/2008). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12385.html>>. Acesso em: 9 nov. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos e tolerante ao glufosinato de amônio evento 281-24-236/3006-210-23.** Brasília, DF, 2009a. (Parecer Técnico nº 1.757/2009). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12884.html>>. Acesso em: 7 abr. 2009.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos, algodão Bollgard II, evento MON 15985.** Brasília, DF, 2009b. (Parecer Técnico nº 1.832/2009). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/13565.html>>. Acesso em: 7 abr. 2009.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos eventos 531.** Brasília, DF, 2005. (Parecer Técnico nº 513/2005). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10950.html>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado tolerante a herbicida Evento LLCotton25.** Brasília, DF, 2008b. (Parecer Técnico nº 1.521/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/608.doc>. Acesso em: 9 nov. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente da ordem Lepidoptera e pragas do milho, evento TC1507.** Brasília, DF, 2008c. (Parecer Técnico nº 1.679/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/625.doc>. Acesso em: 29 dez. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos evento BT 11.** Brasília, DF, 2007a. (Parecer Técnico nº 1.255/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/610.doc>. Acesso em: 10 jan. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos evento MON810**. Brasília, DF, 2007b. (Parecer Técnico nº 1.100/2007). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10931.html>>. Acesso em: 9 maio 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante ao glifosato, milho GA21**. Brasília, DF, 2008d. (Parecer Técnico nº 1.597/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/568.doc>. Acesso em: 9 maio 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante a herbicida evento T25**. Brasília, DF, 2007c. (Parecer Técnico nº 987/2007). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/612.doc>. Acesso em: 9 jan. 2009.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante ao glifosato, milho Roundup Ready 2, evento NK603**. Brasília, DF, 2008e. (Parecer Técnico nº 1.596/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/550.doc>. Acesso em: 20 dez. 2008.

CTNBio. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante a herbicida evento GTS-40-3-2**. Brasília, DF, 1998. (Comunicado nº 54). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10966.html>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

DALE, P. J. Potential impacts from the release of transgenic plants into the environment. **Acta Physiologiae Plantarum**, New York, v. 19, n. 4, p. 595-600, 1997.

DESHAYES, A. La transgenèse végétale: risques éventuels pour l'environnement et la santé humaine. **Cahiers Agricultures**, Paris, FR, v. 2, p. 270-6, 1993.

GUSTAFSSON, K.; JANSSON, J. K. Ecological risk assessment of the deliberate release of genetically modified microorganisms. **Ambio**, Suécia, 22, n. 4, p. 236-41, 1993.

JESUS, K. R. E.; LANA, A. C.; VIEIRA, F. D.; ABREU, A. L.; LIMA, D. U. A proposed risk assessment method for genetically modified plants. **Applied Biosafety**, [S.l.], v. 11, n. 3, 2006b.

JESUS, K. R. E.; PLONSKY, G. A.; DELACHA, J. M.; CARULLO, J. C. **Biotechnologia e biossegurança: integração e oportunidades no Mercosul**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006a. 439 p.

JESUS-HITZSCHKY, K. R. E.; CREMONEZI, S. M. N.; LIMA, D. U. **Método GMP-RAM para avaliação dos riscos ambientais de plantas geneticamente modificadas (PGM): estudo de caso do mamão geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 59 p. Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 45). Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim_45.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2008.

LAJOLO, F. M.; NUTTI, M. R. **Transgênicos: bases científicas da sua segurança**. São Paulo: SBAN, 2003. 112 p.

LEVIDOW, L.; CARR, S.; WIELD, D. Environmental risk disharmonies of European biotechnology regulation. **Agbiotech News and Information**, Oxon, v. 9, n. 8, p. 179N-184N, 1997.

MEADOWS, M. *Bacillus thuringiensis* in the environment: ecology and risk assessment. In: TWISTLE, P.; CORY, J.; BAILEY, M.; HIGGS, S. ***Bacillus thuringiensis, an environmental biopesticide: theory and practice***. Chichester: John Wiley & Sons, 1993. p. 193-220.

PELAEZ, V.; ALBERGONI, L.; GUERRA, M. P. Soja transgênica versus soja convencional: uma análise comparativa de custos e benefícios. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 279-309, 2004.

SIQUEIRA, J. O.; TRANNIN, I. C. B.; RAMALHO, M. A. P.; FONTES, E. M. G. Interferências no agrossistema e riscos ambientais de culturas transgênicas tolerantes a herbicidas e protegidas contra insetos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 11-81, 2004.

TIEDJE, J. M.; COLWELL, R. K.; GROSSMAN, Y. L.; HODSON, R. E.; LENSKI, R. E.; MACK, R. N.; REGAL, P. J. The planned introduction of genetically engineered organisms: ecological considerations and recommendations. **Ecology**, Tempe, v. 70, n. 2, p. 298-315. 1989.



Capítulo 9

Aquicultura e meio ambiente

Julio Ferraz de Queiroz



A aquicultura tem-se mostrado como fonte de renda e de diversificação das atividades produtivas, transformando o espaço rural e dando origem a outros tipos de agronegócios, como, por exemplo, o ecoturismo ou turismo rural, por meio da proliferação de inúmeros pesque-pague, em especial no centro-sul do País. Nessa região, essa atividade está transformando também a piscicultura tradicional: atualmente, mais de 80% dos peixes de água doce cultivados são comprados pelos pesque-pague.

Independentemente dessas projeções, as estratégias e as ações para a manutenção e/ou aumento daquela taxa de crescimento são fundamentais neste momento. Experiências do passado nesse setor registram várias expectativas ousadas, que não se realizaram. O momento atual, com a ampliação do conceito de sustentabilidade moldado pelo veio ambiental – agora, além da dimensão econômica, a ecológica, a social e a política –, recomenda estratégias que integrem e unifiquem tais dimensões. Sem dúvida, com o crescimento dos movimentos ambientais, a rápida expansão da aquicultura intensiva em várias partes do mundo, muitas vezes de forma desordenada e sem a devida regulação social, tem levado a preocupações quanto aos impactos ambientais que essa atividade pode causar ao meio ambiente – o que pode ser, em grande medida, aplicado também ao caso brasileiro.

Quanto a esse aspecto, pode-se afirmar que existe, por parte dos aquicultores, um grande empenho para que haja aumento da produtividade e da rentabilidade. Para tanto, esses produtores têm aumentado as taxas de estocagem

nos diversos sistemas de produção e, associado a isso, têm intensificado as taxas de arraçoamento, sem levar em consideração, todavia, a capacidade máxima de suporte desses ambientes aquáticos. Esse movimento tem causado uma deterioração da qualidade da água utilizada e, conseqüentemente, das condições de sanidade dos organismos cultivados, tornando tais sistemas de produção insustentáveis em curto prazo.

Em decorrência disso, um dos problemas ambientais mais comuns nesses sistemas é a eutrofização, que é uma consequência direta do acúmulo de matéria orgânica no ambiente manejado. As principais fontes de matéria orgânica nos sistemas de cultivo de organismos aquáticos são as rações utilizadas, as quais se somam às fezes e a outros metabólitos. Um aspecto agravante desse problema é o uso indiscriminado de rações com aditivos, como hormônios e outros promotores de crescimento, tais como o cobre e o zinco. Além disso, no esforço de minimizar os custos, vários piscicultores têm utilizado rações inadequadas e ao mesmo tempo poluentes da água. São, na realidade, problemas ambientais, decorrentes não só da falta de informações corretas aos aquicultores, como também do esforço deles na busca de aumento da rentabilidade.

Além disso, há ainda outros potenciais problemas ambientais relacionados à piscicultura: os métodos utilizados para a eliminação de predadores, a calagem e a fertilização dos viveiros, o controle e a eliminação do fitoplâncton, a profilaxia, a utilização de agrotóxicos e pesticidas para o controle de larvas de insetos, o desmatamento e a ocupação de áreas de preservação ambiental – manguezais, matas ciliares, etc. – os quais também estão causando impactos ambientais.

Finalmente, a questão da biossegurança, principalmente no que se refere à introdução de espécies exóticas e à transposição de várias espécies de peixes de suas bacias hidrográficas, vem causando problemas. Um exemplo disso são os vírus e as doenças trazidas do Equador pelo *Penaeus vannamei*, espécie de camarão marinho cultivado em larga escala no Nordeste brasileiro. Outro exemplo bastante ilustrativo é a dominância do nicho ecológico e a predação de várias espécies menos agressivas pelo tucunaré trazido da Bacia Amazônica para as regiões Nordeste e Sudeste do País.

A despeito das preocupações ambientais nas áreas de desenvolvimento da piscicultura, é importante relativizar os impactos dessa atividade em relação a outras fontes poluidoras do meio ambiente. Pode-se afirmar que atualmente a aquicultura não é a principal responsável pela degradação dos ecossistemas aquáticos no Brasil e no mundo. Ao contrário, os impactos ambientais causados por essa atividade aos recursos aquáticos são insignificantes quando comparados às poluições urbana, industrial e agropecuária.

Certamente os esgotos urbanos, os resíduos da indústria e os agrotóxicos utilizados em grande escala na agricultura brasileira têm causado os principais danos aos ecossistemas aquáticos. Todavia, somente um diagnóstico detalhado e atualizado poderá indicar/avaliar os impactos relativos a cada uma dessas atividades, visando a futuros projetos de monitoramento, gestão ambiental e de usos alternativos da água. Tal diagnóstico poderá tanto oferecer subsídios para a gestão ambiental na aquicultura quanto avaliar o real potencial dos recursos hídricos para a piscicultura. Vale lembrar que atualmente há uma proliferação de sistemas de produção próximos aos centros urbanos e industriais que dependem de água captada, cuja qualidade é duvidosa, podendo comprometer a sanidade do produto final visado.

Finalmente, dada a forte interface da questão ambiental com o desenvolvimento de sistemas de produção, é fundamental que a Ciência e Tecnologia (C&T) voltada para a aquicultura esteja organizada para responder às novas demandas do setor. Visualiza-se aqui o papel central da educação agroambiental, que visa a fornecer subsídios para o desenvolvimento sustentável da aquicultura, por meio de programas de orientação de produtores, a fim de otimizar o aproveitamento do potencial ecológico, do material e dos recursos humanos existentes no País.

Literatura recomendada

BARDACH, J. E. **Sustainable aquaculture**. New York: John Willey & Sons, 1997. 251 p.

BAUTISTA, C. **Moluscos: tecnologia de cultivo**. Madrid, ES: Ediciones Mundi-Prensa, 1989. 167 p.

BEVERIDGE, M. C. **Cage aquaculture**. New York: Elsevier, 1991. 231 p. CASTAGNOLLI, N.

Aquicultura para o ano 2000. Brasília, DF: CNPq, 1996. 95 p.

PAIVA, M. P. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. Fortaleza: EUFC, 1997. 278 p.

SETTI, A. A. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos**. Brasília, DF: Ibama, 1996. 344 p.

TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura ao alcance de todos**. São Paulo: Nobel, 1991.

XAVIER, V. C. E.; LEAL, W. O.; FIGUEIRA, M. L. O. A. **Cultivos aquáticos: peixes e camarões de água doce**. São Paulo: Nobel, 1987.

Investigação sobre a mortalidade de peixes e de outros organismos aquáticos

Geraldo Guilherme José Eysink



Num país onde a fome ainda é uma realidade a ser vencida, uma ocorrência de mortandade de peixes (representando todos os outros organismos aquáticos) deve ser vista como perda de uma importante e rica fonte de proteínas, além de causar um impacto no balanço comercial, já que a exploração desse recurso natural mantém um lugar de destaque na economia do País.

No entanto, as constantes agressões ambientais (poluição, lançamento de esgotos domésticos e/ou industriais, lançamento de agrotóxicos, assoreamento, desmatamento das matas ciliares, aterramento de córregos e lagoas marginais, degradação de manguezais, introdução de espécies exóticas, entre outras) têm ocasionado mortandades cada vez mais frequentes, e algumas são de grandes dimensões. E para que ações corretivas sejam tomadas de forma rápida, evitando-se que o dano atinja dimensões maiores, é necessário que a causa da mortandade seja identificada.

Mas fazer uma investigação da *causa mortis* é uma tarefa complexa e muitas vezes frustrante, principalmente pelo alto grau de variabilidades e complexidades de alguns casos, somado ao fato de que, muitas vezes, a ausência de informações detalhadas dificulta ou até inviabiliza que se chegue à conclusão sobre a verdadeira causa. No entanto, sem esse diagnóstico, poucas ações corretivas podem ser efetuadas e, pior, não se pode traçar um plano de ações que evite novas ocorrências.

Para assegurar a identificação, é necessário ter uma estratégia de atendimento, considerando-se as rápidas alterações físicas, químicas e biológicas que podem ter causado essa mortandade, garantindo, assim, a obtenção dos dados que facilitem determinar a(s) causa(s).

Essa estratégia se dá, primeiramente, no momento em que a informação da ocorrência é dada, geralmente por telefone; depois, na ida ao local, para coletar os dados necessários; e, por fim, na interpretação e na elaboração de um parecer técnico, que necessariamente deve ter recomendações corretivas.

Sabe-se que a mortandade pode ser resultante de agressões ambientais consequentes das atividades antrópicas, sejam elas clandestinas ou não, ou simplesmente de um fenômeno ambiental natural; por isso, é importante frisar que ela deve ser atendida de forma rápida, pois a causa pode cessar e os peixes apodrecem rapidamente, sobretudo nas águas quentes do Brasil, nas quais o processo de decomposição é mais intenso. Assim, os sinais nos peixes, que servem para ajudar na identificação, podem desaparecer e comprometer a investigação em pouco tempo.

Mas todas as mortandades de peixes, independentemente do tempo que passou de sua ocorrência, devem ser atendidas, pois, no mínimo, há a necessidade de alertar a população, especialmente as comunidades ribeirinhas, em geral as mais carentes, que têm aproveitado para coletar todos os exemplares mortos ou moribundos, visando ao consumo.

Independentemente desses fatos, é necessário implantar todas as medidas corretivas e, dependendo da magnitude da mortandade, os órgãos responsáveis devem optar pela proibição do consumo de peixes e de outros organismos até que a causa seja esclarecida, o fator estressante tenha sido completamente eliminado e o ambiente, devidamente recuperado.

Estratégias para realizar o atendimento

A preocupação inicial é a de que o atendimento seja realizado o mais rápido possível, principalmente pelo fato de que a água que provocou a morte dos peixes pode estar sendo usada para abastecimento público.

Por isso, é importante obter o máximo de informações antes de ir ao local da ocorrência, uma vez que isso pode levantar suspeitas das prováveis causas, facilitando, até mesmo, a separação dos materiais necessários para a coleta das amostras, bem como a necessidade de outro apoio logístico.

Na definição da(s) causa(s) determinante(s) da morte, todos os detalhes são importantes; portanto, deverá ser realizada uma investigação completa. Para tal, é necessário obter, no mínimo, as seguintes informações: características do sistema aquático onde está ocorrendo a mortandade e localização exata do local; início da ocorrência; prováveis causas (suspeitas); se choveu ou não; espécies que estão sendo afetadas; presença de plantações a montante ou nos arredores da ocorrência e se usaram agrotóxicos ou algum outro produto; presença de indústria que lança seu efluente diretamente no ecossistema aquático; e se a água onde está ocorrendo a mortandade é usada para abastecimento público.

Em paralelo, devem ser observados ainda as áreas que foram atingidas e os melhores pontos para amostragem. Além disso, deve-se coletar água para analisar condições físicas, químicas e biológicas, como temperatura, cor, transparência, oxigênio dissolvido, pH, teste de toxicidade, etc.

A escolha das variáveis físicas e químicas a serem determinadas deve seguir alguns critérios básicos, como as características da ocupação do solo na região, os despejos orgânicos ou inorgânicos, etc. A escolha das variáveis biológicas deve-se, principalmente, às suspeitas de florações de algas ou bacteriológicas em virtude do lançamento de esgotos na região.

A escolha dos pontos de coleta das amostras de água (sedimento somente deve ser coletado quando estritamente necessário) deve ser definida conforme as suspeitas, mas deve-se usar o bom senso. Por exemplo: não tem sentido fazer análises de oxigênio dissolvido se o fator que causou a mortandade foi o uso de agrotóxicos. No entanto, é de suma importância que seja coletada uma amostra de água a montante – a chamada referência (pois facilita, até mesmo, os processos jurídicos) – e outra no próprio local onde está ocorrendo a mortandade.

As análises básicas consideram os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido; odor; turbidez; pH; teste de toxicidade (com Microtox, alga, Daphnia ou peixes); temperatura; cor; transparência; dureza; e análise externa do peixe. Não se deve esquecer de anotar o dia e a hora da coleta. Por sua vez, nas análises complementares, os parâmetros avaliados são: análise interna do peixe; parasitologia e fungos; fitoplâncton; compostos orgânicos (incluindo agrotóxicos); série de fósforo e nitrogênio; DBO/DQO; metais pesados; coliformes totais, fecais e estreptococos. Outros parâmetros também devem ser avaliados.

Com relação aos peixes moribundos, deve-se observar seu comportamento (se estão nadando em círculos ou de lado), bem como os aspectos externos (presença de fungos, coloração das brânquias, etc.). Além disso, deve-se realizar uma análise específica para verificar se existem sintomas que possam contribuir para a identificação da causa, tais como presença de parasitas, hematomas, ou se as brânquias estão totalmente esbranquiçadas, hemorrágicas ou esfareladas.

Uma documentação fotográfica também deve ser feita, além da avaliação da quantidade de exemplares mortos, por espécie, e da extensão da mortandade (informações básicas com o objetivo de avaliar o dano ambiental).

Após a coleta das amostras, elas devem ser processadas e analisadas o mais rápido possível, para que seja elaborado um parecer técnico com recomendações para ações imediatas e futuras.

O parecer técnico deve ser simples e objetivo, e deve ser composto por: histórico, material e métodos, descrição dos pontos de coleta, discussão dos resultados, conclusões, recomendações e referências bibliográficas consultadas. Esse parecer deve ser encaminhado a todas as instituições envolvidas/afins e principalmente ao Ministério Público Estadual e ao Ministério Público Federal, para que possam ser tomadas as medidas cabíveis. Obrigatoriamente, a população afetada também deve receber um retorno.

Questões a serem consideradas

- A pesca no local deve ser proibida? Por quanto tempo?

- Os peixes que sobreviveram podem ser consumidos?
- Que ações devem ser tomadas para evitar novas mortandades?

Recomendações

- Não devem ser poupados esforços para a identificação da causa.
- Deve-se dimensionar a mortandade a fim de avaliar o grau de impacto.
- Retirar todos os peixes mortos e enterrá-los, evitando-se assim que pessoas menos esclarecidas colem esses organismos para consumo.
- Deve ser implantada a proposta metodológica para valoração do dano ambiental por meio da mortandade de peixes.
- Deve-se aplicar a Lei de Crimes Ambientais, bem como obrigar o causador a assumir a recuperação integral do ecossistema afetado, de modo que a vida aquática tenha garantia de um retorno.
- O causador deve indenizar a população afetada, especialmente a ribeirinha e aquela que sobrevive da pesca, enquanto o ecossistema impactado não garantir condições da exploração do recurso em questão.

Literatura recomendada

AMERICAN FISHERIES SOCIETY. **Monetary values of freshwater fish and fish-kill counting guidelines**. Bethesda: American Fisheries Society, 1982. 40 p. (Special publication, n. 13).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater, 18. ed. Washington, DC: APHA: AWWA: WPCF, 1992. 1461 p.

BUIKEMA JÚNIOR, A. L.; NIEDERLEHNER, B. R.; CAIRNS JÚNIOR, J. Biological monitoring: toxicity testing. **Water Research**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 239-62, 1982.

CETESB. **Rotina de ações de emergência**: mortandade de peixes. São Paulo: Cetesb, 1985. 23 p. (Relatório técnico).

CONAMA. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Publicada no Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil de 30 jul. 1986. In: **RESOLUÇÃO CONAMA 1984-1986**. Brasília, DF: Sema, 1986. p. 72-89.

EPA. **Quality criteria for water**. Washington, DC: Usepa, 1976. 501 p.

EYSINK, G. G. J.; CARVALHO, M. C.; BRANDÃO, C. J. **Técnicas de investigação de mortandade de peixes**. São Paulo: Cetesb, 2001. 138 p.

HUNN, J. B. Field assessment of the effects of contaminants on fishes. U.S. Fish and Wildlife Service, **Biological Report**, Washington, DC, v. 88, n. 19, 1988. 25 p.

MEYER, E. P.; BARCLAY, L. E. **Field manual for the investigation of fish kills**. Washington, DC: Resource Publication, 1990. 120 p.

RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R. **Fundamentals of aquatic toxicology**. Washington, DC: Hemisphere Publications Company, 1985. 66 p.

ROBERTO, S.; NAVAS-PEREIRA, D.; PÁDUA, H. B.; EYSINK, G. G. J. Procedimento em casos de mortandades de peixes. **Revista Cetesb de Tecnologia**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 13-7, 1990.



Capítulo 11

Controle de pragas

Maria Aico Watanabe



A maioria das espécies de insetos não costuma prejudicar as culturas agrícolas, e há muitas que são úteis aos interesses do agricultor.

Os insetos podem ser úteis quando controlam outros insetos prejudiciais às culturas, os quais são chamados de pragas. Algumas espécies de insetos tornam-se pragas em virtude da abundância de alimentos propiciada pelas lavouras, de condições climáticas favoráveis a sua multiplicação e da diminuição das populações de insetos úteis, seus inimigos naturais. O controle de pragas exercido pelos inimigos naturais é denominado controle biológico (GALLO et al., 1988).

O que é “espécie de organismo vivo”?

Aqui convém ser explicado o que é “espécie de organismo vivo”. Os cientistas reconhecem os organismos vivos conhecidos por seus nomes científicos. Assim como as pessoas são conhecidas por seu prenome e sobrenome (nome de família), os organismos vivos são conhecidos no meio científico pelo nome do gênero, que corresponde ao nome de família, e pelo nome da espécie, que corresponde ao prenome da pessoa. Como exemplo disso, cita-se a lagarta-do-cartucho-do-milho que é conhecida pelo nome científico *Spodoptera frugiperda*, em que *Spodoptera* é nome do gênero e *frugiperda* é nome da espécie. Dizemos que dois ou mais organismos vivos pertencem a uma mesma espécie quando são capazes de se acasalar (cruzar) e produzir descendentes capazes de se reproduzir.

Os organismos incapazes de se acasalar e de produzir descendentes férteis constituem espécies distintas. As plantas de milho cultivado podem cruzar e produzir sementes que darão origem a novas plantas de milho. Então, todas as plantas de milho pertencem à mesma espécie, cujo nome científico é *Zea mays*. Já o milho é incapaz de cruzar com a planta de arroz, cujo nome científico é *Oryza sativa*. O milho e o arroz são organismos de espécies e gêneros distintos. As lagartas *Spodoptera frugiperda* e *Spodoptera littoralis* pertencem ao mesmo gênero, mas constituem espécies distintas, pois são incapazes de se acasalar e dar origem a descendentes férteis.

Controle biológico

Os inimigos naturais podem controlar as pragas, matando-as. Os predadores matam as pragas que constituem seu alimento. Essa atividade constitui a predação. O organismo predado, isto é, a vítima do predador, é a presa.

Há outras espécies de inimigos naturais que causam a morte das pragas, parasitando-as: são os parasitos ou parasitoides, que se desenvolvem no organismo das pragas, seus hospedeiros, dos quais retiram o alimento. Os parasitos ou parasitoides necessitam de um único hospedeiro para completar seu desenvolvimento. Os adultos dos parasitoides são organismos de vida livre. Convém lembrar que existem predadores que destroem as pragas sugando-as até matá-las, o que poderia ser confundido com parasitismo. Acontece que os predadores que sugam suas presas ou os que as devoram geralmente necessitam de várias presas para completar seu desenvolvimento. Os parasitoides completam o desenvolvimento explorando um único hospedeiro.

A distinção entre parasitos e parasitas é ainda mais complicada. Os parasitas, assim como os parasitos ou parasitoides, vivem à custa da exploração do hospedeiro. Os parasitas podem necessitar de um único hospedeiro ou de várias espécies de hospedeiros para completar seu desenvolvimento. Os parasitas enfraquecem seus hospedeiros e geralmente não chegam a matá-los, a não ser em casos extremos. Existem, todavia, parasitos que não chegam a matar o hospedeiro, como é o caso de

alguns que parasitam pulgões. Porém, os pulgões que sobreviveram ao parasitismo são estéreis, incapazes de se reproduzir. Os parasitas são organismos que exploram seus hospedeiros também na fase adulta, o que os distingue dos parasitos, cujos adultos são, como já foi visto, organismos de vida livre.

Como inimigos naturais das pragas, existem ainda microrganismos (micróbios), como os vírus, os fungos e as bactérias. Eles controlam as pragas, causando-lhes doenças que chegam a matá-las ou a prejudicar seu desenvolvimento e sua alimentação (GALLO et al., 1988).

Colheita: o interesse do agricultor

Ao agricultor interessa que sua cultura produza colheita abundante, que possa ser vendida, para que, assim, obtenha a renda. A colheita pode ser constituída de frutos, como no caso da citricultura (cultura de laranjeiras, limoeiros e limeiras); de sementes ou de grãos, como no caso do arroz, do feijão e do milho; de raízes, como no caso da mandioca; de folhas, como no caso da couve; e de flores, como no caso da couve-flor e dos brócolis.

Para a obtenção de colheita abundante, o agricultor precisa adubar, irrigar a cultura e controlar as pragas, as doenças e as ervas invasoras. Ao executar essas atividades, o agricultor gasta dinheiro, cuja soma representa o custo de produção. Se o custo de produção for maior que a renda proveniente da venda da colheita, o agricultor não terá lucro, e sua atividade ficará economicamente inviável. Ao agricultor deve interessar cuidar da cultura, mas deverá fazê-lo controlando o custo de produção para que não se torne maior que o valor de venda da colheita (METCALF; LUCKMANN, 1975).

Controle químico e as consequências de seu abuso

Existe ainda outro método de controle de pragas, que é o controle químico. No controle químico, o agricultor aplica pesticidas químicos, que são agrotóxicos que matam as pragas.

Porém os pesticidas químicos, principalmente os de largo espectro de ação (atuam sobre várias espécies de organismos), prejudicam também os inimigos naturais. Apesar de existirem atualmente pesticidas seletivos, ainda assim não se recomenda abusar das aplicações de agrotóxicos, pelas razões a seguir descritas.

Com a morte dos inimigos naturais, as pragas que conseguiram sobreviver à aplicação dos pesticidas passam a se multiplicar de forma descontrolada. Assim, é muito frequente que o ataque de pragas se torne ainda mais severo que no período anterior à aplicação, fenômeno conhecido como “ressurgência das pragas”. Isso exigirá aplicações mais frequentes e em dose maior de agrotóxicos. Com isso, os inimigos naturais serão ainda mais prejudicados, e as pragas se multiplicarão. Assim, a aplicação descontrolada de pesticidas químicos, em vez de resolver os problemas com as espécies que se tornaram pragas, pode agravá-los.

Além disso, quando se aplica um mesmo pesticida (agrotóxico) repetidas vezes, as pragas desenvolvem resistência a esse produto. As pragas tornam-se resistentes ao pesticida, pois em toda a população de insetos existem alguns indivíduos que são resistentes. Os insetos sensíveis ao agrotóxico morrem, porém os resistentes sobrevivem e passam a se multiplicar, mesmo quando se aplica o pesticida. Com o passar do tempo, a maioria dos insetos da população da praga torna-se resistente ao pesticida. Então, será necessário usar doses maiores e aplicações mais frequentes do produto, ou trocar o pesticida. Se o agricultor aplicar o segundo produto repetidamente, a praga poderá tornar-se resistente a esse novo agrotóxico. O número de formulações de pesticidas encontrados no comércio é limitado. Assim, chegará um momento em que não haverá mais pesticida para o controle da praga.

Normalmente, a maioria dos insetos tem inimigos naturais, que os mantêm sob controle. Quando se aplicam pesticidas prejudiciais aos inimigos naturais, estes serão eliminados. Na ausência dos inimigos naturais, os insetos que constituíam pragas secundárias tornam-se pragas primárias ou pragas-chave, e suas populações aumentam drasticamente. Em decorrência disso, aumentam os estragos na lavoura (GALLO et al., 1988; METCALF; LUCKMANN, 1975). O controle

de pragas exercido pelos “inimigos naturais” é denominado “controle biológico” (GALLO et al., 2002).

Referências

GALLO, D.; NAKAMO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988.

METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. **Introduction to insect pest management**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 587 p.

Literatura recomendada

BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, R. C. O. **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1995. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 21).

DEBACH, P. **Biological control by natural enemies**. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. 323 p.

FILGUEIRA, K A. R. **Manual de olericultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1996. 127 p.

IAPAR. **O feijão no Paraná**. Londrina: Iapar, 1983. 303 p. (Iapar. Circular técnica, 63).

YOKOYAMA, M. Principais pragas e seu controle. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. R.; ZIMMERMANN, M. J. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996.

Condições ecológicas para a sustentabilidade agrícola

Stephen R. Gliessmann
Osmar Coelho Filho



O panorama ecológico agrícola pode fornecer parâmetros ecológicos que podem ser estudados e monitorados ao longo do tempo para estipular o movimento em direção à sustentabilidade ou contrário a ela. Esses parâmetros incluem fatores como diversidade das espécies, conteúdo de matéria orgânica dos solos e profundidade da camada superficial do solo. As razões específicas, níveis, valores e status desses parâmetros, que juntos indicam a condição de sustentabilidade, irão, contudo, variar em cada agroecossistema, em virtude das diferenças de cultivo, recursos usados, clima local e outras variáveis locais. Cada sistema, portanto, deve ser estudado separadamente para gerar grupos específicos e sistêmicos de indicadores de sustentabilidade.

Os parâmetros listados em seguida proveem a pesquisa de um guia, indicando o que é necessário para o funcionamento sustentável de um agroecossistema. Explicações a respeito do papel de cada parâmetro num sistema sustentável não foram, porém, apresentadas.

Os parâmetros de sustentabilidade de um agroecossistema são descritos a seguir.

Características dos recursos dos solos

Em longo prazo

- Profundidade do solo, especialmente a da camada superficial do solo e seus componentes orgânicos.

- Porcentagem de matéria orgânica na camada superficial do solo e sua qualidade.
- Densidade total e outras medidas de compactação da área arável.
- Taxas de percolação e infiltração de água no solo.
- Níveis de minerais e salinidade.
- Capacidade de trocar cátions e pH.
- Relações entre níveis de nutrientes, particularmente carbono e nitrogênio.

Em curto prazo

- Taxas de erosão anuais.
- Eficiência na absorção de nutrientes.
- Disponibilidade e fontes de nutrientes essenciais.

Fatores hidrogeológicos

Eficiência do uso da água na fazenda

- Taxas de infiltração da água de irrigação ou precipitação.
- Umidade do solo.
- Taxas de perdas por erosão.
- Quantidade de água presente na zona das raízes.
- Efetividade da drenagem.
- Distribuição da umidade do solo em relação às necessidades da planta.

Fluxo de água superficial

- Sedimentação de cursos d'água e proximidade de brejos e áreas alagadas.

- Níveis de agroquímicos e seu escoamento para os rios.
- Erosão superficial e formação de sulcos no solo.
- Efetividade de sistemas de conservação na redução da poluição de diversas fontes.

Qualidade da água subterrânea

- Movimento descendente da água conforme o perfil do solo.
- Lixiviação de nutrientes, especialmente nitratos.
- Lixiviação de agrotóxicos e outros contaminantes.

Fatores biológicos

No solo

- Biomassa microbiológica total no solo.
- Taxas de recomposição de biomassa.
- Diversidade de microrganismos do solo.
- Taxas de ciclagem de nutrientes em relação à atividade microbiana.
- Quantidade de nutrientes ou biomassa estocada analisada em vários locais do agroecossistema.
- Balanço entre microrganismos benéficos e patogênicos.
- Estrutura e funcionamento dos rizomas no solo (absorção de nitrogênio).

Acima do solo

- Diversidade e abundância das populações de pestes.
- Grau de resistência a agrotóxicos.

- Diversidade e abundância de inimigos naturais e benéficos ao controle biológico.
- Diversidade de nichos ecológicos e coexistência.
- Durabilidade de estratégias de controle de pragas.
- Diversidade e abundância de plantas nativas e animais.

Características do ecossistema

- Produção total anual.
- Componentes da produtividade.
- Diversidade estrutural, funcional, horizontal e temporal.
- Estabilidade e resistência a mudanças.
- Resiliência e capacidade de se recuperar de distúrbios.
- Intensidade de uso e origem dos insumos externos.
- Fontes de energia e eficiência de uso.
- Taxas e eficiência da recomposição cíclica dos nutrientes (ciclagem).
- Taxas de crescimento da população.
- Complexidade e interações da comunidade.

Economia ecológica – lucratividade da fazenda

- Custos e retorno por unidade produzida.
- Taxa de investimento em recursos e conservação.
- Débitos contraídos e taxas de juros.
- Variação dos retornos econômicos ao longo do tempo.
- Dependência de insumos e preços subsidiados.
- Retorno relativo em termos globais dos investimentos e práticas ecológicas.

- Externalidades ou custos negativos que a operação da fazenda gera no meio ambiente.
- Estabilidade dos resultados econômicos e diversidade das práticas agrícolas.

Ambiente social e cultural

- Equilíbrio dos retornos econômicos para fazendeiros, trabalhadores rurais e consumidores.
- Autonomia e nível de dependência de forças externas.
- Autossuficiência e uso de recursos locais.
- Justiça social, especialmente entre culturas e gerações.
- Equilíbrio de envolvimento das pessoas no processo de produção.

Usando uma orientação ecológica

O emergente campo da pesquisa agroecológica estuda as bases ambientais dos agroecossistemas, bem como a complexidade de manutenção da produtividade em longo prazo, a qual estabelece a base ecológica da sustentabilidade no que se refere ao uso dos recursos e à conservação, incluindo solo, água, recursos genéticos e qualidade do ar. Em seguida, examina as interações entre os muitos organismos de um agroecossistema, iniciando pelas interações no âmbito das espécies individuais e culminando com o nível do ecossistema no qual a dinâmica do sistema inteiro é revelada.

Os conceitos e os princípios ecológicos nos quais a Agroecologia é baseada estabelecem uma perspectiva holística para a criação e o gerenciamento de sistemas sustentáveis. A aplicação dos métodos ecológicos é essencial para determinar: a) se a prática agrícola, o insumo ou a decisão de gerenciamento são sustentáveis; b) qual é a base ecológica do funcionamento de uma estratégia de gerenciamento da produção em longo prazo.

A perspectiva holística da Agroecologia significa que, em vez de focalizar a pesquisa em determinados problemas ou simples variáveis de um sistema de produção, tais problemas são estudados como parte de um sistema maior. Não há dúvida de que certos problemas requerem uma pesquisa especializada. Mas, em estudos agroecológicos, qualquer visão localizada é colocada num contexto maior. Impactos sentidos fora da unidade de produção que resultam de determinado jeito ou estratégia de gerenciamento (por exemplo, redução de biodiversidade) podem ser parte da análise agroecológica. O último passo em pesquisa agroecológica é entender a sustentabilidade ecológica no contexto dos sistemas sociais e econômicos.

Quantificação e sustentabilidade

Para que a pesquisa agroecológica contribua para uma agricultura sustentável, ela deve estabelecer um guia para medir e quantificar a sustentabilidade (GLIESSMANN, 2000; LIVERMAN et al., 1998). Os agricultores precisam ser capazes de avaliar o quanto um sistema de produção agrícola está distante da sustentabilidade, quais aspectos são minimamente sustentáveis, o que está destruindo a sustentabilidade e como essa situação pode ser mudada em direção a um funcionamento sustentável. Uma vez que um sistema de produção agrícola é criado com o intuito de ser sustentável, os agricultores devem ser capazes de monitorar esse sistema e determinar se o funcionamento sustentável está sendo alcançado.

As metodologias e as ferramentas para realizar tal tarefa são emprestadas da ciência da Ecologia. A Ecologia dispõe de uma série de metodologias bem desenvolvidas para quantificar as características de um ecossistema, tais como: ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, dinâmica da população, interações entre as espécies e modificação do habitat. Usando essas ferramentas, as características dos agroecossistemas e a forma como elas são impactadas pelos seres humanos podem ser estudadas no âmbito das espécies ou no âmbito mais amplo do meio ambiente global.

Uma das abordagens analisa agroecossistemas específicos para quantificar em que nível ou patamar dado parâmetro ecológico ou grupo de parâmetros deve estar para que o funcionamento sustentável ocorra. Poucos pesquisadores têm feito esse trabalho nessa área, e alguns desses resultados são apresentados na Tabela 1. Embora os resultados sejam dados individualmente, é importante lembrar que devem ser interpretados no contexto de um sistema maior e na complexidade das interações das quais eles são apenas uma parte. A escassez desse tipo de dados demanda a realização de muitas pesquisas que ainda necessitam ser feitas.

Tabela 1. Parâmetros ecológicos quantificáveis e seus mínimos valores aproximados para um funcionamento sustentável de agroecossistemas específicos.

Parâmetro	Nível mínimo para a sustentabilidade	Agroecossistema	Fonte
Conteúdo de matéria orgânica no solo	2,9%	Plantações de morangos na Califórnia	Gliesmann et al. (1998)
Insumo: razão de perda de colheita por macronutriente	Balço líquido positivo ao longo do tempo	Diversas culturas aráveis associadas na Costa Rica	Jansen et al. (1995)
Índice de uso de biocidas ⁽¹⁾ : agrotóxicos, herbicidas	Manutenção num nível menor que 15	Diversas culturas aráveis associadas na Costa Rica	Jansen et al. (1995)
Capital biofísico ecossistêmico ⁽²⁾	GPP NPP < 1	Variável	Giampetro et al. (1994)
Atividade enzimática do solo	15 µg de p-nitrophenol/g/hr	Forragem/capim Sementes/vegetais	Dick (1994)
Máxima produção permanente	> 300 g/m ²	Pastagens perenes	Risser (1995)
Diversidade das espécies de plantas	Índice de Shannon > 5,0	Pastagens perenes	Risser (1995)

⁽¹⁾ Índice baseado em vários fatores: taxas de uso, toxicidade, área de aplicação; valores acima de 50 são considerados indicativos de uso excessivo de biocidas.

⁽²⁾ Definido como a absorção de adequada energia solar para sustentar os ciclos de matéria em um ecossistema.

Outro tipo de abordagem inicia sua análise a partir do sistema maior. Alguns pesquisadores, por exemplo, têm trabalhado no desenvolvimento de métodos para determinar a probabilidade de um agroecossistema ser sustentável em longo prazo. Usando uma abordagem sistêmica para medir a capacidade de suporte de uma região geográfica particular, eles aplicam uma metodologia que integra as taxas de mudança de uma série de parâmetros de sustentabilidade e determinam quão rápidas as mudanças avançam ou se afastam de um objetivo específico. Tal análise é limitada pela dificuldade de escolher quais parâmetros integrar ao modelo. Contudo, essa abordagem tem o potencial de permitir prever se o sistema de produção será capaz de permanecer produzindo.

Estabelecendo um amplo contexto

A abordagem agroecológica consiste mais do que simplesmente aplicar a ciência da Ecologia à agricultura. É necessário levar em conta a perspectiva cultural que a Agroecologia apresenta, incluindo os seres humanos e seus impactos nos ambientes agrícolas. Sistemas agrícolas desenvolveram-se como resultado de uma coevolução que ocorre entre o ambiente e a cultura humana, e uma agricultura sustentável deve valorizar tanto o homem quanto os componentes ecológicos, além da interdependência que pode ocorrer entre os dois.

Uma das fragilidades da pesquisa agrícola convencional está na maneira como ela reduz seu foco de análise, atendendo aos problemas da produção e ignorando os impactos sociais e econômicos da modernização agrícola. A pesquisa agroecológica não pode cometer o mesmo erro. Mesmo prestando muita atenção às bases ecológicas da produção agrícola, a Agroecologia deve entender a agricultura em seu contexto social. Entender os agroecossistemas como sistemas ecossociais permite que sejam avaliadas essas qualidades dos agroecossistemas em diferentes estratégias de produção, destacando a importância do elemento humano na produção e a relação entre Ecologia e Economia no gerenciamento de agroecossistemas.

Referências

DICK, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science of American, 1994. p. 107-124. (Special publication, 35).

GIAMPETRO, M.; BUKKENS, S. G. F.; PIMENTEL, D. Models of energy analysis to assess the performance of food systems. **Agricultural System**, Barking, v. 45, p. 19-41, 1994.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecology**: ecological process in sustainable agriculture. Chelsea: Ann Arbor Press, 1998. 357 p.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2000.

JANSEN, D. M.; STORVOGEL, J. J.; SCHIPPER, R. A. Using sustainability indicators in agricultural land use analysis: an example from Costa Rica. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 43, p.61-82, 1995.

LIVERMAN, D. M.; HANSON, M. E.; BROWN, B. J.; MERIDETH JÚNIOR, R. W. Global sustainability: towards measurement. **Environmental Management**, New York, v. 12, p. 133-43, 1998.

RISSE, P. G. Indicators of grassland sustainability: a first approximation. In: MUNASINGHE, M.; SHEARER, W. (Ed.). **Defining and measuring sustainability**: the biophysical foundations. Washington, DC: World Bank, 1995. p. 310-9.

Bioindicadores de impacto em sistemas orgânicos

Roberto Mangiéri Júnior



Os bioindicadores são seres vivos que aparecem em determinada cultura e em quantidade proporcional ao desequilíbrio. Podem ser animais, insetos, vegetais, fungos, bactérias, vírus, etc.

Função

São organismos que se instalam em quantidade suficiente para incomodar. Os desavisados enxergam-nos como pragas, mas, na realidade, aparecem para indicar que ali, naquele sistema, há algo errado. São sinalizadores. O excesso ou a carência de algum elemento e/ou nutriente deve levar o bom observador a se perguntar por que isso aconteceu (Tabelas 1 e 2). Em seguida, ele deve sair imediatamente em busca de explicações para, enfim, corrigir a situação.

Há ainda uma infinidade de bioindicadores, que variam de acordo com o clima e relevo da região.

A correção dos desequilíbrios deve ser criteriosa e feita com muita cautela para não causar um segundo desequilíbrio, que, por sua vez, terá de ser corrigido. Se houver dúvidas quanto à forma de agir, os animais devem ser retirados ou a cultura deve ser abandonada.

A sabedoria da natureza se autoequilibra em pouco tempo. É só experimentar.

Tabela 1. Plantas sinalizadoras e seus indicadores.

Planta sinalizadora	Indicador
Amendoim-bravo	Carência de molibdênio
Carrapicho-de-carneiro	Carência de cálcio
Guaxuma	Laje dura superficial
Erva-lanceta	pH baixo
Capim-sapé	pH baixo
Papoula	Excesso de cálcio
Barba-de-bode	Queimadas anuais
Nabo-bravo	Carência de boro e manganês
Urtiga	Excesso de nitrogênio e falta de cobre
Maria-mole	Água com penetração fácil (baixa retenção)
Capim-caninha	Carência de fósforo e solo úmido
Capim-arroz	Horizonte sem oxigenação
Capim-marmelada	Solo arado e deficiência de zinco
Picão-bravo	Lavoura antiga e falta de cobre
Carqueja	Muita umidade no inverno e seca no verão
Capim-colchão	Deficiência de potássio
Tiririca	Laje dura

Tabela 2. Animais sinalizadores e seus indicadores.

Animal sinalizador	Indicador
Muitas aranhas	Poucos pássaros predadores (o que também pode significar excesso de agrotóxicos, local pouco sombreado, etc.)
Muitos carrapatos	Poucos predadores (aves) Excesso de sombreamento (umidade) Pasto muito alto
Cigarrinhas	Pasto alto e úmido Poucos animais no lote
Muitas moscas e suas larvas (bernes/bicheiras)	Excesso de matéria orgânica em decomposição sem devida cobertura
Besouro rola-bosta (carência)	Resíduos de agrotóxicos nas fezes dos animais ⁽¹⁾
Ausência de abelhas	Resíduos de agrotóxicos

⁽¹⁾O besouro rola-bosta reproduz-se nas fezes dos animais. Ele escava as fezes e leva seus resíduos para dentro da terra, operação que, além de incorporar matéria orgânica, também faz aeração do solo.

Literatura recomendada

CAPRA, F. **O tao da física**: um paralelo entre a física moderna e misticismo oriental. São Paulo: Cultrix, 1985.

CHABOUSSOU, F. **Les plantes malades des pesticides**: bases nouvelles d'une prévention contra malades et parasites. Paris, FR: Debard, 1980. p. 255-65.

DEFFUNE, G.; SCOFIELD, A. M.; LEE, H. C. Preliminary results of comparative systems field trials on the allelopathic effects of bio-dynamic preparations on yield and quality of wheat and potatoes. **Star and Furrow**, n. 90, p. 16-9, 1998.

KOEPF, H.; PETERSON, D. B.; SCHAUMAN, W. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo: Nobel, 1983.

PFEFFER, E.; KOEPF, H. **Biodinamie et compostage**. Paris, FR: Le Courier du Livre, 1980.

PRIMAVESI, A. M. **O manejo ecológico do solo tropical**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1982.

STEINER, R. **A course of eight lectures**. London, UK: Rudolf Steiner Press, 1976.

Impacto ambiental da mineração

Luciano S. Taveira



A palavra “impacto” vem do latim *impactu* e, como substantivo, traz conotações associadas à noção de algo forte, como colisão, encontro de projétil, míssil, bomba com o alvo, ou relacionadas à ideia de um fato chocante, impressionante, ou ainda como impressão muito forte, muito profunda, de origens variadas.

“Impacto ambiental”, conforme a Resolução nº 1/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), é conceituado como

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- A saúde, a segurança e o bem-estar da população.
- As atividades sociais e econômicas.
- A biota.
- As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.
- A qualidade dos recursos ambientais.

Na mineração, os impactos ambientais podem ser apresentados como:

- Focos de erosão.
- Assoreamento dos vales, cursos d’água e lagos.
- Poluição visual.
- Poluição sonora.
- Poeira.

- Poluição das águas.
- Tráfego.
- Disposição de rejeitos e de material estéril.

A erosão é um processo de desgaste das rochas e/ou do solo que se manifesta como consequência de fatores como: topografia, vegetação, tipo de rocha, clima ou intervenção humana.

A extração mineral provoca a remoção da cobertura vegetal e cortes no terreno, geralmente realizados de forma errônea, deixando as áreas mineradas expostas aos efeitos climáticos, como as chuvas, que as submetem, muitas vezes, a processos erosivos profundos. Uma das consequências dessas erosões é o assoreamento dos cursos d'água próximos, causado pela sedimentação (deposição) do material removido pela erosão.

A atividade mineral provoca também a remoção de grande quantidade do material estéril que recobre ou envolve o minério, acumulando-o, sem cuidado algum, ao lado ou nas vizinhanças da mina. Esses depósitos tornam-se instáveis e, no período chuvoso, vão para as partes mais baixas, ou seja, para os cursos d'água e reservatórios.

Esse problema poderia ser minimizado por meio do armazenamento adequado do estéril para sua utilização posterior no reaterro de áreas já mineradas.

A poluição visual é um dos primeiros efeitos notáveis da mineração no meio ambiente, refletida na cobertura vegetal pela presença de imensas escavações, de depósitos de rejeitos e/ou estéril. É comum e constrangedora a presença, lado a lado, de, por exemplo, áreas de lazer e urbanizadas com áreas agrícolas impactadas pela mineração.

O desmonte de rochas em pedreiras é feito por explosivos e resulta em ruídos quase sempre prejudiciais à tranquilidade pública. Tais empreendimentos são colocados em regiões relativamente afastadas dos centros urbanos, mas existem numerosos casos cujo objetivo não pôde ser cumprido e há certas situações nas

quais a jazida ou a pedreira foi gradualmente envolvida pelo avanço da urbanização.

Há também o transtorno sofrido pelos habitantes que vivem próximo às minerações, com a poeira que se apresenta como fração muito fina e em suspensão no ar, espalhando-se por extensas áreas.

O tráfego intenso de veículos pesados e muito carregados causa uma série de transtornos à comunidade, especialmente àquelas situadas próximo às áreas de mineração: poeira, ruídos e a frequente deterioração do sistema viário.

Referência

CONAMA. Resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Define as situações e estabelece requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

Setor secundário

Indústria

Esta seção trata dos impactos ambientais ocasionados pela indústria – setor de transformação dos recursos naturais ou de material reciclável – para produzir bens de consumo que atendam à crescente demanda da população.

Os efeitos causados pela indústria sobre os recursos naturais ocorrem tanto pela extração de matéria-prima utilizada nos processos industriais quanto pela demanda de energia de diversas fontes. Por esses fatores, as informações desta seção são de relevante valor para o processo de construção do conhecimento sobre a qualidade de vida e para que a sociedade possa discernir e colaborar no estabelecimento de uma demanda diferenciada no mercado por produtos industrializados que ocasionem o mínimo de impacto, tais como produtos recicláveis, com menos embalagens, etc.



Capítulo 1

Nossas indústrias

Margarete Casagrande Lass Erbe



Com a ruptura tecnológica iniciada no Renascimento, surgiu uma nova sociedade, maravilhada pelos novos processos e utensílios. Como num mundo paralelo, surgiram também o desemprego, as novas doenças, a poluição ambiental e as montanhas de lixo. A ruptura tecnológica trouxe consigo a possibilidade da degradação do meio ambiente. Nossas indústrias estão aí. Ser otimista ou pessimista perante elas depende da forma com que os problemas ambientais são enfrentados, sobretudo no gerenciamento do desenvolvimento industrial.

A indústria da extração de minério vem acompanhando o desenvolvimento do homem, passando da pedra lascada, pela idade do bronze ao aço, chegando à busca de ligas tão ou mais caras que os “metais preciosos”.

A tecnologia do ferro e do aço traz consigo a exploração e o beneficiamento do minério de ferro. As jazidas exploradas a céu aberto ou em galerias são fontes de riqueza oriundas de fontes não renováveis. Com essa tecnologia estão a extração e o beneficiamento de todos os demais minerais: alumínio, chumbo, cobre, urânio, zinco, etc.

O impacto instalado com a presença dessas indústrias se dá não só pela extração do mineral-base e de seus rejeitos, mas também pela forma de obtenção e quantidade necessária de energia para seu processamento.

O minério de ferro é extraído, e a utilização de uma matriz energética¹ (normalmente o carvão mineral) fornece o ferro fundido, o qual, fazendo uso de uma matriz energética mais limpa (normalmente energia elétrica), fornece o aço e suas ligas.

Fica claro que o impacto ambiental no gerenciamento do desenvolvimento industrial está na escolha da matriz energética. O emprego do carvão mineral traz consigo o impacto da mineração e a necessidade de minimização e controle das emissões de gases nocivos durante sua queima (enxofre, material particulado, etc.). A forma de obtenção de energia elétrica também impõe uma responsabilidade empresarial, seja pelo alagamento de áreas e suas consequências, quando sua origem vem de uma hidrelétrica, seja pelos resíduos de alto grau de toxicidade, quando sua origem é a energia atômica.

A Figura 1 apresenta o fluxo de interação entre a produção do aço e suas ligas com os diferentes impactos ambientais, abrangendo a geração de energia.

As indústrias estão interligadas

A siderurgia, ligada à metalurgia, fornece utensílios de uso diário: máquinas, aparelhos e equipamentos que movimentam as indústrias de transformação; fabricação de estruturas metálicas, artefatos de metal estampado, trefilados; fabricação de tanques, reservatórios e recipientes metálicos; máquinas e aparelhos para produtos alimentícios, para a indústria têxtil e de confecção, para a agricultura e beneficiamento agrícola, para postos de gasolina, entre tantos outros.

A tecnologia do ferro e do aço, preocupada com o processo de corrosão, que leva à destruição de seus produtos, movimenta as indústrias de tintas e vernizes e as diferentes formas de proteção oferecidas pela indústria galvânica (eletrodeposição de metais).

Esse mesmo desenvolvimento industrial gera o impacto do resíduo sólido quando suas máquinas e equipamentos entram em desuso; daí a importância do gerenciamento que leve à reutilização e à reciclagem.

¹ Matriz energética é a fonte de energia empregada em um processo, caracterizada pela disponibilidade e possibilidade de dano ao meio ambiente durante sua obtenção e/ou uso.

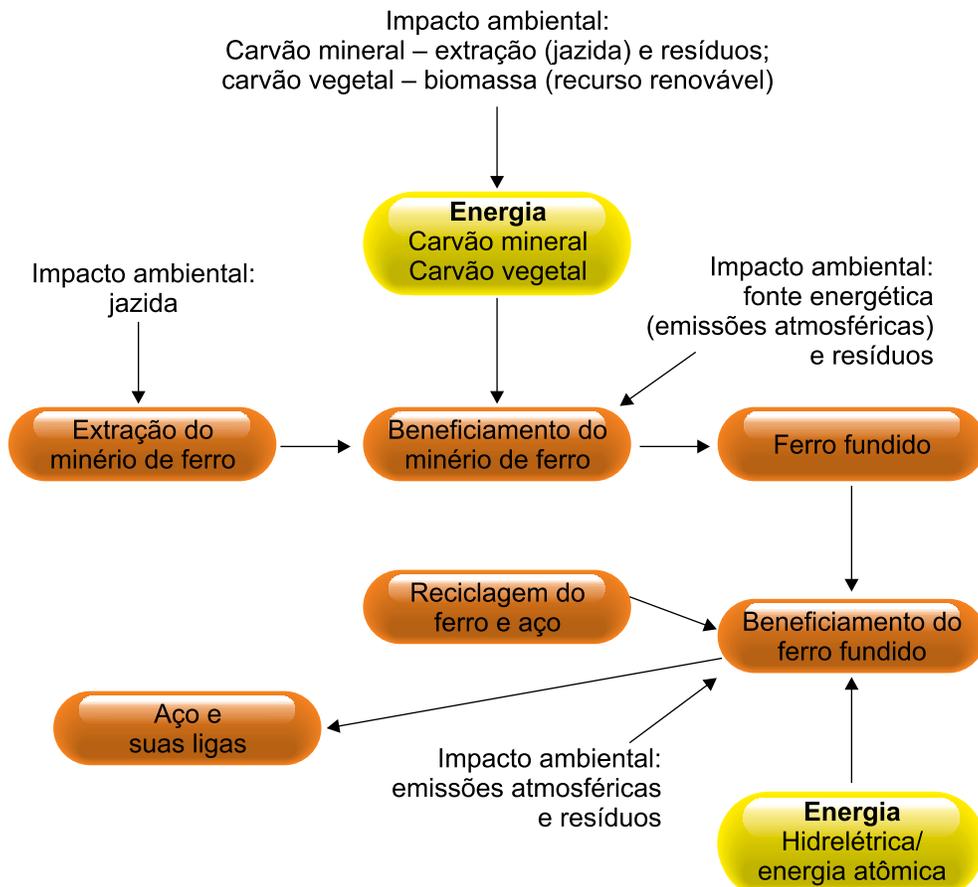


Figura 1. Produção do aço e suas ligas e os impactos ambientais.

A indústria do cimento, da cal, de revestimentos cerâmicos e de louças de mesa e porcelanas faz parte do segmento da extração de materiais não metálicos². Essas tecnologias exploram jazidas, que são fontes de riqueza oriundas de fontes não renováveis. A matriz energética empregada varia de acordo com o processo e com o produto. A Tabela 1 apresenta algumas tecnologias que empregam a extração de materiais não metálicos, relacionadas com exemplos de emprego, tipo e origem da matriz energética, além da energia elétrica.

² Matéria-prima extraída de jazidas de calcário, argila, etc.

Tabela 1. Extração de materiais não metálicos.

Tecnologia	Emprego ⁽¹⁾	Matriz energética	Origem
Cimento	Construção civil	Carvão mineral Óleo combustível Combustível secundário	Exploração de jazidas Petróleo Resíduos industriais
Cal	Agricultura	Óleo combustível	Petróleo
Revestimentos cerâmicos	Construção civil	Gás natural do petróleo	Petróleo
Porcelanas	Doméstico e industrial	Carvão vegetal Gás natural do petróleo	Renovável Petróleo

⁽¹⁾ Principais empregos.

Observando-se esse quadro, o petróleo aparece como fonte energética em todas as tecnologias citadas. O petróleo não é importante apenas como fornecedor de energia; é também uma importante fonte de matéria-prima, classificada como mais uma fonte de riqueza oriunda de fonte não renovável. A indústria do plástico, com suas diferentes resinas, faz parte desse processamento. Da indústria petroquímica obtêm-se diferentes tipos de combustíveis e solventes (fracionamento em fases gasosas, leves e pesadas) e, entre eles, é produzida a nafta, que, reprocessada, dá origem a plásticos com características específicas. Quando não segue pelo caminho da reciclagem ou reaproveitamento, o plástico descartado apresenta-se como o material que ocupa o maior volume na montanha de lixo citada anteriormente. Fertilizantes, produtos químicos, materiais para a indústria de perfumaria e cosméticos e muitos produtos farmacêuticos e têxteis têm sua origem nesse material orgânico, não renovável, formado ao longo de milhões de anos.

O desenvolvimento industrial busca constantemente alternativas de uso de materiais não renováveis. A indústria farmacêutica busca a cura em produtos da natureza e procura sintetizá-los nas indústrias químicas, o mesmo ocorrendo na área de cosméticos. A biotecnologia processa e transforma materiais trabalhando com microrganismos.

A indústria não para. O aumento da população não para. É para esse desenvolvimento, bem-estar e conforto do ser humano que a tecnologia está disponível. Grandes indústrias, interligadas, necessitam que os problemas ambientais sejam enfrentados, sobretudo de forma globalizada.

Literatura recomendada

GAARDER, J. **O mundo de Sofia**. São Paulo: Schwarcz, 1996.

UNEP. **United Nations Environment Programme**: two decades of achievement and challenge. Nairobi: KPC, 1992. 52 p.

Setor terciário

Turismo e rede viária

Entre as diversas atividades econômicas, os serviços sempre permearam a vida cotidiana das sociedades, seja pelo atendimento básico de educação, saúde, etc., seja pelo comércio de produtos.

A dinâmica da vida contemporânea tem proporcionado a criação de novas atividades que vêm se incorporando a nossas vidas. Todas elas provocam efeitos ao ambiente, principalmente relacionados à emissão de resíduos, mas que, de um modo ou de outro, já foram abordados anteriormente, em outras seções.

No entanto, há dois tipos de atividades que afetam nossa qualidade de vida sem que nos apercebamos disso, que são o turismo e a construção de estradas interligando pessoas, culturas, bairros, cidades, estados e países.

Considerando-se a importância de todas as atividades econômicas para o desenvolvimento desejado, destacam-se o turismo e a rede viária como estímulos ao enfrentamento dos prováveis efeitos ambientais.

Turismo no espaço rural

Efeitos físicos, econômicos, socioculturais e políticos

Valéria Sucena Hammes



Os impactos ambientais de empreendimentos turísticos no espaço rural diferem dos gerados por outras atividades econômicas, porque afetam diretamente os recursos e as comunidades que são sua razão de ser.

De maneira geral, o turismo exige uma infraestrutura de acesso e hospedagem, disponibilidade de serviços básicos de comunicação e emergência. Requer, ainda, um atendimento diferenciado e, por isso, tende a estimular o aumento dos níveis de emprego, divisas, condições de saneamento, transporte, telefonia, programas de habitação e elevação do nível cultural e profissional da população.

No entanto, os recursos naturais e o padrão de urbanização normalmente não recebem os cuidados necessários no que se refere à sustentabilidade da atividade, e isso afeta até mesmo os possíveis investimentos estrangeiros, comuns no setor. Os recursos naturais e culturais são os mais afetados negativamente pelo turismo, tanto em âmbito regional como local. Além disso, ocorre o aumento de preços dos produtos consumidos pelos turistas.

Motivados pelos benefícios econômicos da conservação ambiental, muitos governos estimulam a implantação do turismo alternativo sem considerar as adequações necessárias a cada região, estado ou país. Dessa forma, a sustentabilidade da atividade novamente fica comprometida, como no caso do agroturismo.

A estimativa de queda da produção primária em 10 anos é de no mínimo 30%, e a causa disso é a substituição gradativa das áreas produtivas por equipa-

mentos e instalações turísticas. A especulação imobiliária ocasionada pela valorização dos produtos e da terra é mais um motivo para a redução das atividades agrícolas, principal atrativo do agroturismo. Dessa forma, os efeitos positivos dessa modalidade de turismo coloca em risco a sustentabilidade.

A estreita relação entre impactos sociais e culturais do turismo e as comunidades receptoras dificulta estabelecer uma distinção entre elas. O fato é que o intercâmbio cultural estimula, entre outros, a adoção de costumes impróprios, como o uso de drogas e a prostituição. Esse é um efeito característico do turismo de massa, que também provoca a descaracterização cultural da paisagem rural, com construções inadequadas, poluição das águas e aceleração dos processos erosivos.

Ao investigar os impactos causados pela atividade turística numa represa, observa-se a interferência na qualidade da água, por contaminação decorrente das inúmeras construções que surgem com o processo de parcelamento irregular das propriedades e com a especulação imobiliária. Além disso, o adensamento populacional passa a demandar maior quantidade de água potável, e a retirada da mata ciliar causa alterações à flora e à fauna aquáticas.

As atividades de esporte e recreação perturbam o ambiente e alteram a paisagem em áreas naturais sensíveis, tanto por lixo quanto por ruídos, arrançamento e pisoteio de plantas. De maneira geral, o risco das atividades relacionadas ao lazer é o aumento da sensibilidade da terra à erosão nas trilhas.

A remoção de cobertura vegetal mostra-se como impacto grave, que merece atenção especial pela sequência de efeitos negativos sobre os demais parâmetros ambientais, como a redução da vida aquática e do solo, em especial de microrganismos. Os impactos previstos para os entretenimentos que envolvem a vegetação natural baseiam-se no comportamento do turista de massa e na expansão das áreas edificadas.

O superpovoamento do meio ambiente, o vandalismo e o grafite são alguns dos efeitos provocados por ocasião das manifestações culturais.

Como o turismo é uma atividade que envolve público de procedências diferentes, incorpora sempre novos equipamentos e novas formas de ocupar o espaço, modificando constantemente sua relação com o meio ambiente.

Literatura recomendada

EMBRATUR. **Manual de ecoturismo**. Brasília, DF: Embratur, 1994. 80 p.

OS IMPACTOS ambientais causados pelo ecoturismo. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira para a Valorização do Meio Ambiente, 1997, p. 121-3.

QUEIROZ, O. T. M. M. Os impactos ambientais decorrentes das atividades turísticas na represa do Lobo, Itarapina. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO MUNDIAL DE ECOTURISMO, 1997, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira para Valorização do Meio Ambiente, 1997, p. 121-3.

RUSCHMANN, D. M. **O planejamento do turismo e a proteção do meio ambiente**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1994. 267 p.

SIGNER, S. Inserção regional de programas rodoviários. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL, 3., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Panamericano de Carreteras, 1998. 31 p.

O impacto ambiental causado pela rede viária

Luciano S. Taveira
Guaraci M. Diniz Jr.

Embora necessário e muito desejado pela população, o sistema de redes viárias terrestres, representado pelas rodovias e ferrovias, embute durante sua implantação pesados danos ao meio ambiente de modo geral.

São inúmeros os efeitos provocados por essa implantação, tais como: erosões causadas pelos cortes e aterros executados nos morros (o material dos solos e das rochas, ao serem desagregados, aumenta enormemente o potencial de perda de solo e o assoreamento dos cursos d'água); a destruição de maciços vegetais ou mesmo de exemplares de árvores ao longo do traçado, com consequências nefastas sobre a fauna; a extinção de importantes fontes de água e de mananciais para a vida causada pelo aterramento de nascentes para colocação dos subleitos; a interrupção da infiltração necessária ao abastecimento do lençol freático; a poluição sonora ocasionada pelo ruído permanente que afeta os seres humanos nas proximidades dos centros urbanos; e, finalmente, o atropelamento dos animais e aves silvestres que tentam cruzar o leito carroçável.

Em virtude das sucessivas passagens de motoniveladoras, mesmo em vias secundárias, como estradas vicinais e municipais, sem pavimentação, pode-se observar nas margens dos barrancos, o aprofundamento de leito, que, por causa da remoção da cobertura superficial do solo (Horizonte A) mais resistente, torna-se suscetível à erosão. Dessa forma, se for somada toda a quilometragem de vias secundárias, rodovias e autoestradas do Brasil, levando-se em conta os impactos

ambientais já citados, tem-se uma dimensão incalculável dos prejuízos ambientais diretos.

As ferrovias representam, em virtude de sua menor largura para implantação, um dano significativamente menor quando comparadas com estradas, e estas últimas, quando executadas em maior conformidade com a geomorfologia e com a topografia da região, impactam menos o meio: compare-se uma estrada sinuosa para tráfego de menor velocidade (como as estradas europeias para turismo) com uma autoestrada moderna, na qual o automóvel e a velocidade são a prioridade. Para que os carros não enfrentem curvas ou tenham de diminuir sua velocidade de percurso, observam-se rampas (chamadas de greides da estrada) muito suavizadas, à custa de maiores cortes e aterros e, portanto, com implicação direta no meio ambiente.

Por fim, deve-se ressaltar o benefício do uso de túneis, comparando-se a nova pista da Rodovia dos Imigrantes com a imensa degradação provocada pela execução da pista antiga na década de 1970. Os jornais da época registraram erosões, desmatamentos de trechos da Mata Atlântica, escorregamentos de solo, além da morte de operários para a execução das estradas de serviços, considerados necessários à execução do projeto da pista ascendente, que hoje já não aparecem tanto, mas que foram extremamente impactantes naquela ocasião, com sequelas evidentes até hoje.

Um caso especial: estradas rurais

As estradas rurais causam os mesmos impactos ambientais que todas as redes viárias, embora o leito de rodagem na maioria delas seja feito de terra e cascalho. E é nesse ponto que a situação é especial, porque as águas pluviais possuem grande força destruidora e arrastam com elas essa terra.

Estando sempre às margens de áreas de produção agropecuária, o manejo inadequado dessas águas faz que o impacto seja sentido na desestruturação do solo produtivo, e isso favorece a formação de erosão, voçorocas e ainda leva todo esse material sólido até os leitos de rios e ribeirões, lagos ou açudes que se situam

terreno abaixo, provocando seu assoreamento. Por sua vez, as águas pluviais das áreas cultivadas às vezes invadem as estradas causando problemas nos barrancos e em seu leito carroçável.

Vejamos o exemplo de um município que tenha 400 km de estradas rurais, com largura aproximada de 10 m de terra e precipitação pluviométrica de 1.100 mm por ano, já considerando a evaporação e outras perdas. Calculando-se a área da estrada, tem-se $400.000 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 4.000.000 \text{ m}^2$; o volume de água nessa estrada é de $4.000.000 \text{ m}^2 \times 1.100 \text{ mm/m}^2 = 4,4$ bilhões de litros de água por ano. A terra que é transportada junto com todo esse volume de água provoca o assoreamento dos rios, e isso faz a água deslocar-se de seu leito natural, produzindo o alagamento de áreas produtivas e até de centros urbanos.

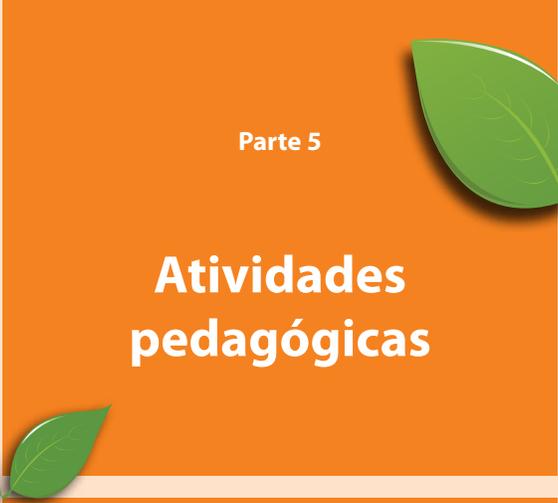
Com a maior turbidez da água, ocorre menor incidência da luz, e isso diminui também a microvida nesse ambiente responsável pelo oxigênio dissolvido na água; assim, a biodiversidade é afetada, e a multiplicação do alimento de uma diversidade infinita de seres vivos fica comprometida.

As águas que escorrem pela superfície dessas estradas, se conduzidas corretamente, infiltram-se no solo, quando feitas bacias de contenção, drenos laterais e terraços em nível, e, dessa forma, abastecem o lençol freático e aumentam a disponibilidade de água para o consumo humano, dos animais no pasto e para irrigação das áreas de plantio. Por isso, não vale a pena asfaltar, pois a impermeabilização do solo causaria danos ainda maiores.

Isso evidencia que estradas na zona rural devem também fazer parte do planejamento dos órgãos municipais, por meio de ações conservacionistas que proporcionem o aproveitamento racional das águas das chuvas, o controle da erosão e a manutenção da viabilidade de trânsito nas estradas.

Se esses cuidados são observados, um desperdício inimaginável de água será evitado, os solos férteis serão conservados e as estradas continuarão a serviço do homem.

É importante ressaltar, ainda, como as estradas se apresentam como agentes pioneiros de impactos ambientais em áreas de interligação entre a zona rural e a urbana.



Parte 5

Atividades pedagógicas

As atividades pedagógicas são variadas quanto à tradição científica em que se apoiam e quanto ao nível de conhecimento do público, estudantil ou não, a que se dirigem prioritariamente.

Como os demais artigos deste volume, enfatizam a percepção do ambiente e do impacto ambiental, e fornecem métodos e instrumentação cientificamente ancorados para que os julgamentos se fundamentem em observações fidedignas e as atitudes, em percepções tanto quanto possíveis confiáveis.

Avaliação ambiental estratégica

Conceitos, princípios
e metodologias

Luiz José Maria Irias

Trata-se de um poderoso instrumento de gestão ambiental concebido para, antecipadamente, avaliar os impactos ambientais de propostas de políticas, planos, programas e projetos. Seus princípios se alicerçam em sistemas organizacionais abertos e responsáveis, sustentabilidade, saúde organizacional e base na legislação. Os instrumentos metodológicos utilizados são praticamente os mesmos da avaliação de impactos ambientais, ajustados à percepção de uma avaliação estratégica.

Os seres humanos têm, cada vez mais, elevado seu nível de consciência sobre o estado ambiental do planeta e sobre a necessidade premente de adotar medidas conservadoras ou preservadoras da natureza. Medidas mitigadoras têm apenas minimizado os danos ambientais causados pelas ações dos seres humanos. Cada vez mais, torna-se urgente a busca por alternativas sadias de convivência com a natureza. Tais alternativas serão saudáveis se permitirem realizar seu potencial por meio de padrões de relações equilibradas não ameaçadoras (BERNDT; COIMBRA, 1993). A avaliação ambiental estratégica (AAE) procura determinar, antecipadamente, o valor dos impactos ambientais positivos e negativos das proposições de políticas, planos, programas e projetos. Com isso, pode potencializar aquelas ações desejáveis, ambientalmente saudáveis, bem como sugerir a procura por alternativas também saudáveis para aquelas ações antecipadamente identificadas como danosas à natureza.

Conceitualmente, a avaliação ambiental estratégica é um processo sistemático e contínuo para que sejam avaliadas, no estágio inicial mais apropriado das

decisões públicas, a qualidade e as consequências ambientais das visões e intenções de desenvolvimento incorporadas às iniciativas de políticas, planos, programas e projetos, assegurando a completa integração de relevantes considerações biofísicas, econômicas, sociais e políticas (PARTIDÁRIO, 1999). Trata-se, portanto, da avaliação ambiental de propostas de políticas, planos, programas e projetos. Objetiva ter, antecipadamente, uma total percepção e integração de relevantes considerações biofísicas, econômicas, sociais e políticas das ações propostas, que posteriormente serão implementadas de alguma forma.

Princípios e metodologia

Os princípios norteadores da AAE são centrados na preservação da sustentabilidade dos recursos naturais, em sistemas organizacionais abertos e responsáveis, na busca da saúde das organizações e na observância da legislação pertinente. A AEE procura, dessa forma, garantir que todas as gerações tenham as mesmas possibilidades de relações saudáveis com a natureza, em todos os tempos.

As metodologias utilizadas na AAE são praticamente as mesmas empregadas na avaliação de impactos ambientais ajustadas ao enfoque estratégico, isto é, ao fato de que se está fazendo uma avaliação ambiental de uma ação proposta para se efetivar num futuro próximo. Entre os instrumentos mais usados, destacam-se: lista de verificação (*checklist*), desenvolvimento de indicadores, questionários de opiniões de especialistas, desenvolvimento de cenários e desenvolvimento dos mais diferentes modelos de representação de determinada realidade.

Discute-se, a seguir, uma proposta metodológica relativamente simples, desenvolvida por Rodrigues et al. (2000). Os parâmetros incluídos na análise, qualificando determinada proposta, ação, alternativa ou atividade, são divididos em cinco categorias.

- Alcance

É dimensionado segundo critérios que espelham a “abrangência geográfica” possível do impacto do projeto, em quilômetros quadrados, hectares

ou metros quadrados (local, regional e nacional); a “influência”, que é a abrangência geográfica possível ponderada pela porcentagem de aplicação específica; e a “relevância”, que representa um resultado de benefício de determinada proposição.

- Eficiência ecológica – Fazer bem feito

Essa categoria é tratada segundo os critérios de “conservação de insumos usados” num processo particular de produção (melhorias no uso, economia de energia ou redução no uso) e de “conservação dos recursos naturais”, quando se procura dimensionar a diminuição da pressão de uso dos recursos naturais em geral e, especificamente, dos compartimentos solo, água, ar e sistemas vivos (organismos, sistemas sociais e ecossistemas).

- Eficácia ambiental – Fazer o que é correto

Nesse parâmetro, procura-se dimensionar o atendimento à legislação pertinente, a quantificação dos riscos à saúde e o atendimento às políticas estratégicas.

- Resiliência¹ dos ecossistemas – Contribuição para a recuperação de funções ambientais

Esse parâmetro indica o potencial da proposição que permite promover a recuperação da qualidade ambiental por meio da melhoria das condições ou propriedades de compartimentos ambientais ou estoque de recursos.

- Conservação da qualidade ambiental

Parâmetro que permite dimensionar as alterações nos compartimentos ambientais, segundo indicadores específicos de qualidade ambiental:

- a) Água superficial (turbidez, agrotóxicos, sais minerais, substâncias orgânicas).
- b) Água subterrânea (nitrato, agrotóxicos, sais minerais).

¹ Capacidade de um material ou sistema recuperar-se de uma alteração imposta, ou habilidade de recobrar a forma original depois de cessada uma pressão deformadora.

- c) Ar (gases, particulados).
- d) Solos (erosão, salinidade, metais pesados, agrotóxicos, matéria orgânica).
- e) Sistemas vivos (homem, flora, fauna, microrganismos).

Referências

BERNDT, A. E.; COIMBRA, R. C. As organizações como sistemas saudáveis. In: ENCONTRO SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 2., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEA/USP, 1993. p. 146-51.

PARTIDÁRIO, M. R. **Strategic environmental assessment**: course manual: pre-meeting training course. Glasgow: International Association for Impact Assessment, 1999.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de desenvolvimento tecnológico agropecuário II**: avaliação da formulação de projetos: versão 1.0. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa, 10).

Capítulo 2

Oficina de trilhas interpretativas

Renata Minopoli
Giovana Storti Camargo
Valéria Sucena Hammes

O exercício de elaboração de trilha pretende facilitar o planejamento de atividades externas nas escolas e na extensão rural, além de ressaltar alguns cuidados nessa prática tão comum. As ações mais importantes são:

- Conforme o tema a ser desenvolvido, escolher e delimitar a área e desenhá-la.
- Plotar¹ os elementos temáticos (córregos, matas, estradas, núcleos urbanos ou pontos de impacto, como lixo nos córregos, esgoto a céu aberto, poluição, assoreamento) e as linhas imaginárias das cotas máximas (morro) e mínimas (vales) no mapa.
- De acordo com o tempo disponível, estabelecer um circuito em nível, se for feito a pé. É possível, principalmente para os extensionistas, que o circuito seja feito em parte por automóvel.
- Numerar os pontos de observação.
- Elaborar um questionário ou um roteiro sobre as questões a serem discutidas com os alunos ou agricultor(es).
- Sempre que possível, incrementar com uma atividade lúdica. Mesmo com adultos, podem ser realizadas dinâmicas temáticas, conforme o objetivo dessa vivência.

¹ Localizar, localizar a posição dos elementos; desenhar uma imagem, especialmente um gráfico, baseando-se em informação fornecida por uma série de coordenadas.

- Antes de iniciar a atividade, dar orientação sobre os cuidados mínimos necessários em áreas externas (fora das salas de aula) e de convívio comum:
 - a) Explicar que as brincadeiras poderão ser feitas após as atividades, e o silêncio possibilita melhor percepção dos elementos da natureza.
 - b) Vestir-se apropriadamente, com boné, calçado antiderrapante e, se necessário, usar filtro solar e repelente.
 - c) Levar sacolas de plástico para o armazenamento e a coleta de lixo produzido pelo próprio grupo.
 - d) Retirar somente amostras de folhas e flores caídas.
 - e) Evitar colocar as mãos em buracos onde possam se esconder cobras, aranhas e escorpiões.
 - f) Conforme a distância e o tempo do trajeto a ser percorrido, levar água, lanche e material de primeiros-socorros.
 - g) Respeitar o local de visitação, contribuindo para sua preservação e conservação, possibilitando futuras atividades no mesmo local.

Questionamentos

Na trilha, o professor deve fazer observa es para auxiliar o aluno no preenchimento dos questionários estruturados ou de lacunas de composi es. Em sala de aula, desenvolvem-se os temas abordados na forma de composi es (Português), equa es matemáticas, rela es com as atividades econômicas e conforma o do solo (Geografia), rela o histórica e cultural (História), rela o ecossist mica (biodiversidade, clima, conserva o dos recursos naturais, como solos, águas, flora e fauna locais), e a rela o com a qualidade de vida, saúde, educa o, habita o, alimenta o, etc. (Ciências). A abordagem temática facilita a compreensão dos processos, porém   importante ressaltar sua interdependência.

- Vegeta o – diversidade de espécies (natural ou plantada), estado do conjunto florístico, quantidade e tipos de “bichinhos”, contribui o para

microclima, utilidade das espécies, associação com outras espécies e associação com espécies animais.

- Animais – Diversidade de espécies, tipos de animais, questões de saúde pública, compactação do solo.
- Solo – Impermeabilização por construções, declividade, barranco sem cobertura vegetal, perda de solo e assoreamento dos cursos d'água.
- Água – Bacia de captação, atividades econômicas a montante, tratamento da água, poluição das águas.
- Resíduos – Quantidade e destinação do lixo e de efluentes, esgotos.
- Edificações – Tratamento e destino do esgoto, água, lixo (1 kg por pessoa/dia), eletricidade (consumo de fontes não renováveis ou hidrelétricas), bacias de captação de água pluvial.
- Vias de acesso – Lixo e erosão das estradas.
- Uso agrícola – Diversidade de culturas e dependência econômica, organização dos agricultores, relações ambientais de uso do solo, mecanização² e uso intensivo de agroquímicos nos processos de produção.
- Ocupação – Densidade populacional, poluição difusa³, uso multifuncional da terra e descaracterização da paisagem rural.

O extensionista pode utilizar os atributos de uso e ocupação da terra para desenvolver, com o agricultor, a compreensão de uma agricultura sustentável. Enfocando a possibilidade do agricultor, deve compatibilizar produção e rentabilidade de sua empresa agrícola com a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida no campo. A observação dos processos de degradação ambiental ocasionados pelo manejo agrícola inadequado facilita a adoção de práticas conservacionistas.

² Emprego generalizado da máquina para substituir o esforço humano na indústria, na ciência, na agricultura, etc.

³ É a poluição ocasionada por diversas fontes espalhadas desordenadamente, ou seja, não pontual, muito relacionada aos hábitos e costumes da comunidade.

Questões temáticas

- Vegetação – Diversidade de espécies, dependência econômica, comercialização, preço, consorciação com pecuária e silvicultura, rotação de culturas, agroecologia.
- Animais – Diversidade de espécies, tipos de animais, questões de saúde pública, homeopatia veterinária, compactação do solo.
- Solo – Práticas conservacionistas, plantio em nível, terraços, murundus⁴, drenos de água pluvial, drenagem profunda, perda de solo.
- Água – Bacia de captação, atividades econômicas a montante, tratamento da água, erosão laminar, assoreamento, perda da diversidade e quantidade de peixes nos cursos d'água.
- Resíduos – Quantidade, tratamento e destinação do lixo e dos efluentes, tríplice lavagem⁵, tratamento biológico, reciclagem, sistema agrometeorológico para uso racional ou de agrotóxicos, agricultura orgânica, etc.
- Edificações – Tratamento e destino do esgoto, da água, do lixo (aproximadamente 1 kg por pessoa/dia), eletricidade (consumo de fontes não renováveis ou hidrelétricas), construções rurais interligadas para aproveitamento e tratamento dos resíduos, ecotécnicas⁶ e permacultura⁷.
- Vias de acesso – Comercialização, aumento incontrolável de visitantes (além do desejável), aceiros⁸, bacias de captação de águas pluviais, corredores de acesso, erosão.

⁴ Pequenos montes.

⁵ Tríplice lavagem é a técnica de limpeza das embalagens de agrotóxicos, na qual o enxágue é realizado três vezes em tanque apropriado para posterior descarte.

⁶ São técnicas alternativas, que consideram o uso racional dos recursos naturais.

⁷ Planejamento e manutenção do sistema agrícola produtivo integrado de forma harmoniosa em relação à recuperação e à conservação do ambiente e ao bem-estar das pessoas.

⁸ Aceiro é a limpeza, feita em faixas, destinada a impedir o acesso do fogo a cercas, árvores, casas, etc., a 1 km de distância de cada lado, mediante roçada, carpa ou desobstrução.

- Uso agrícola – Diversidade de culturas, organização dos agricultores para baixar o custo de produção e facilitar a comercialização-distribuição, atividade tóxica dos insumos químicos para a saúde humana, relações ambientais de uso do solo, “vencer” a pressão da urbanização e da industrialização, paisagem rural e conservação ambiental como elementos de multifuncionalidade da terra, além de uso agrícola, agricultura familiar, diversificação da produção, práticas conservacionistas, etc.
- Ocupação – Densidade populacional, poluição difusa, especulação imobiliária e turismo desordenado como fatores de redução da produção agrícola.

A queimada e a estrutura física do solo

Valéria Sucena Hammes

A queimada é uma prática comum, principalmente nas atividades agrícolas. No entanto, fere um dos princípios da sustentabilidade (RODRIGUES et al., 2000): o da precaução, pela desobediência às restrições das fontes e da manutenção do capital natural nos níveis atuais ou próximo deles. É importante, no processo de conscientização, reconhecer alguns de seus efeitos (Figura 1).

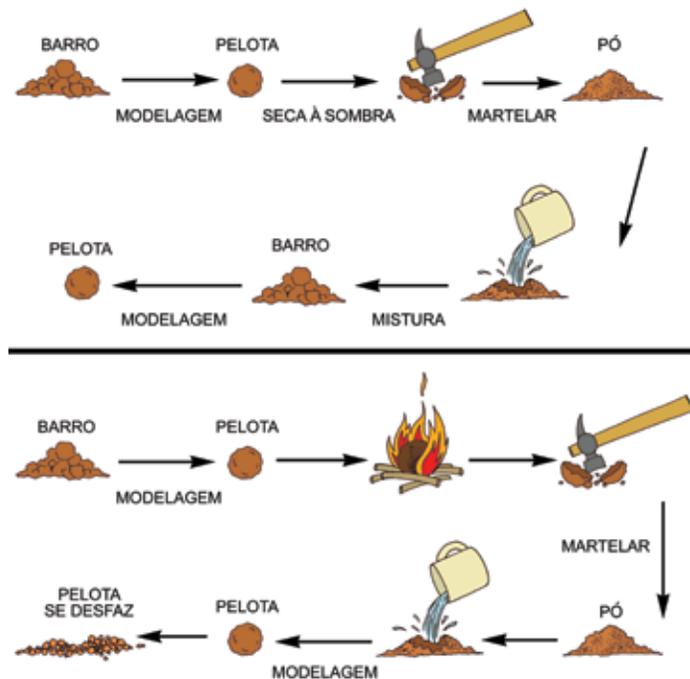


Figura 1. Etapas do experimento
Fonte: Dirani (1989).

Objetivo

- Verificar a alteração de propriedades físicas do solo ocasionada pela queimada.

Procedimento

- Resultado esperado: verificar como a queimada elimina a propriedade, a pegajosidade dos solos e sua exposição à erosão.

Referências

DIRANI, A. **Férias na fazenda ecológica**. Goiânia: Ed. da Universidade Federal de Goiânia, 1989. 210 p.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; IRIAS, L. J. M.; LIGO, M. A. V. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de desenvolvimento tecnológico agropecuário II: avaliação de formação de projetos: versão 1.0**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 28 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa, 10).

Literatura recomendada

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 4. ed. São Paulo: Gaia, 1992. 400 p.

JUCKEM, P. A. (Coord.). **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. 2. ed. Curitiba: I.A.P.; G.T.Z., 1993.

INFORME AGROPECUÁRIO, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 20-44, jan./fev. 2000.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: Cetesb/Terragraph Artes e Informática, 1993. 354 p.

WALPOLE, B. **Ciência divertida: ar**. São Paulo: Melhoramentos, 1991. 40 p.



Capítulo 4

Poluição ambiental

Renata Minopoli



As substâncias desprendidas no ar atmosférico espalham-se por transmissão e podem acabar agindo sobre o homem, animais e plantas. Entre a emissão e a imissão¹ do contaminante, decorre um certo lapso de tempo, em que se processa sua propagação; a concentração ativa da substância nociva no local da imissão não poderá apresentar-se mais elevada como no local da sua emissão. (FELLENBERG, 1980).

Os principais poluentes do ar, segundo Gewandsznajder (1992), são: CO, poeira, fumaça, chumbo e derivados, CO₂, SO₂, NO₂ e NO. Os óxidos de hidrogênio, juntamente com os gases contidos nos aerossóis, estão destruindo a camada de ozônio. A inversão térmica agrava os efeitos da poluição.

Uma parte da poluição, segundo Baines (1992), rapidamente se precipita no solo antes de ser absorvida pela umidade do ar; o resto pode permanecer no ar por mais de uma semana e é transportado pelo vento a longas distâncias ou pelas chuvas ácidas.

A poluição das águas ocorre pelo lançamento de esgotos urbanos, por água com resíduos de origem agropecuária ou industrial, em lagos, rios e mares.

Para Fellenberg (1980), Baines (1992) e Gewandsznajder (1992), são também responsáveis pela poluição das águas: o lançamento de petróleo e águas aquecidas utilizadas nos sistemas de refrigeração de centrais elétricas, térmicas e nucleares.

¹ Absorção ou penetração.

Objetivos

Despertar o interesse dos alunos de forma que estejam preparados para:

- Conhecer as possibilidades de poluição ambiental.
- Conceituar o padrão de qualidade.
- Julgar, com base no padrão de qualidade, se um ambiente está ou não poluído.
- Concluir que, em virtude da tendência natural de espalhamento, um poluente lançado em uma região pode poluir outras regiões.
- Conscientizar-se sobre a necessidade de conservação do meio ambiente.

Metodologia

- Método – Pesquisa experimental; simulação homem-modelo.
- Técnica – Aula experimental.
- Recursos – 1 azulejo ou pires; 1 assadeira; 1 frasco que contenha poluente X (solução de 20 gotas de tinta para 200 mL de água); 1 frasco que contenha o padrão de qualidade (solução de 1 gota de tinta para 200 mL de água); pigmento (tinta); 1 proveta; 2 conta-gotas; 2 cliques de papel; 1 etiqueta.

Procedimento

Nesta atividade, os alunos simularão um lago – no qual vivem várias espécies de animais e plantas – e lançarão nesse lago um poluente para poder estudar o seu espalhamento. Na experiência, o seguinte roteiro deve ser seguido:

- Relembrar os alunos de que a poluição está diretamente ligada à concentração de poluentes no ambiente.
- Dividir a classe em grupos de cinco alunos.

- Colocar água na assadeira até a metade da sua altura. Essa assadeira representará o lago.
- Utilizando os cliques, dividir o lago em duas regiões: região 1 e região 2.
Obs.: Será simulada a descarga de um poluente no lago (região 1). Como o poluente utilizado é colorido, a intensidade da cor deverá ser relacionada com a concentração. Informar que, quanto mais intensa for a cor, maior será a concentração.
- Colocar no frasco mais ou menos 200 mL de água para uma gota de pigmento. Tampá-lo e agitá-lo,
Obs.: A mistura resultante representará o padrão de qualidade do lago em relação ao poluente. O padrão de qualidade é a maior concentração que um poluente pode atingir em um ambiente, sem poluí-lo.
- Rotular o frasco e, na etiqueta, anotar PQ (padrão de qualidade).
- Colocar uma gota da solução PQ no azulejo.
- Medir 20 mL do poluente X (200 mL de água para 20 gotas de pigmento) e despejá-lo em uma região do lago (região 1), sem agitar.
- Em seguida, utilizando-se dois conta-gotas, dois alunos deverão retirar, ao mesmo tempo, uma gota da região 1 (lançamento) e uma gota da região 2. Em seguida, as gotas devem ser colocadas no azulejo e devem ser comparadas.

Questionamento:

Logo após o lançamento, a concentração do poluente X estava mais intensa na região 1 ou na 2?

- Comparar as gotas (cor) com o PQ.

Questionamentos:

- a) Em que região a concentração do poluente X ultrapassou o PQ?
- b) Qual região está poluída: 1 ou 2?
- c) O poluente está se espalhando pelo lago?
- d) Um poluente tende a espalhar-se naturalmente. Na situação real, como seria esse espalhamento?

- Agitar a água do lago e retirar amostras das duas regiões.

Questionamento:

Agora, a concentração do poluente é muito diferente entre as duas regiões?

- Comparar a cor das gotas das primeiras e das segundas amostragens.

Questionamentos:

- a) Em relação à primeira amostra, a concentração do poluente X na região 1 aumentou ou diminuiu?
- b) E na região 2?
- c) Na segunda amostragem, há região poluída?
- d) O poluente lançado em uma região do lago espalhou-se, atingindo todo o ambiente. Esse espalhamento trouxe alguma vantagem ou desvantagem? Qual?
- e) Se se continuasse a lançar o poluente, o que aconteceria nas regiões 1 e 2?

Referências

BAINES, J. **Preserve o mundo**: chuva ácida. São Paulo: Scipione, 1992. 112 p.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: EPU-Springer, 1980. 196 p.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ecologia hoje**: a conservação da natureza. São Paulo: Ática, 1992. 112 p.



Capítulo 5

Madeira

Um recurso natural renovável
de grande utilização

Carlos Alberto Aquino



O desenvolvimento tecnológico industrial trouxe consigo uma grande diversificação na utilização dos recursos naturais. Muitas vezes, encontram-se informações sobre algum tipo de matéria-prima utilizada na fabricação de produtos que, por suas características, guardam pouca ou nenhuma relação com seu estágio primário e final, já como um produto. Dessa maneira, fica mais difícil de entender essa relação com o meio ambiente, fonte primária da extração ou exploração desse recurso.

Objetivo

Feita a apresentação de produtos industrializados ao grupo debatedor (professor, alunos, etc.), essa atividade terá por finalidade identificar qual matéria-prima é comum a todos os objetos apresentados e discorrer sobre sua utilização, avaliando-a nas diversas fases do processo de produção de cada um.

Material

Uma bancada para exposição, um tijolo, uma telha, papel, papelão, tecido (preferencialmente Tencel), embalagem de ovos, retalhos de folhas de porta ou janela, alimento (pão, torta, bolo) e o próprio local onde será realizada a atividade.

Método

Apresenta-se ao grupo debatedor a questão do uso do recurso natural, indicando os objetos expostos na bancada. A seguir, faz-se a primeira pergunta:

- Qual matéria-prima ou recurso natural é comum à produção desses objetos?

À medida que a discussão avança, dando indicações sobre a fase de produção que usa o recurso natural em estudo, o grupo rapidamente poderá chegar a uma resposta.

A partir da identificação do uso da madeira, são propostas questões para serem discutidas entre os participantes do grupo e com seus colegas de classe, escola e da vizinhança. São elas:

- Quais são as indústrias existentes no entorno da escola?
- Qual(is) a(s) fonte(s) de energia é(são) utilizada(s) por ela?
- Quais matérias-primas são utilizadas no processo de fabricação?
- Em que fase da produção entra cada uma delas?
- De onde vem a matéria-prima?
- Há, por parte da empresa, preocupação com a reposição da matéria-prima (recurso natural renovável)?
- Que impactos o uso da matéria-prima causa no entorno da fábrica, no caminho da fonte ao consumo e no local de exploração?

Resultado

Ao final da atividade, os participantes poderão, a partir das questões apresentadas, propor um trabalho de pesquisa sobre as diversas atividades econômicas do bairro e seus respectivos impactos.

A Tabela 1 poderá ser utilizada para conversão dos parâmetros envolvidos nas atividades desenvolvidas.

Tabela 1. Conversão de valores.

Valor	Equivalência
1 ha	10.000 m ²
1 ha	2.000 pés de eucalipto
1 m ³ de eucalipto	5 árvores
1.000 tijolos/telhas	1 m ³ de lenha
1 m ² de parede	60 tijolos

A agressão dos agroquímicos na vida aquática

Cláudio Martin Jonsson

Os agroquímicos são produtos usados nas lavouras para aumentar e garantir a produção de alimentos. São utilizados, por exemplo, agrotóxicos para combater as pragas que destroem as lavouras e enriquecer o solo com fertilizantes para nutrir e fazer crescer as plantações. Mas os agroquímicos podem ser transportados pelas chuvas, para córregos, rios, lagos e oceanos, e isso ocasiona efeitos prejudiciais para os organismos que ali habitam.

Esses efeitos podem ser: morte do organismo, danos à reprodução, alterações de comportamento, etc.

Por meio de experimentos no laboratório, é possível obter dados para estabelecer limites máximos de quantidade de agroquímicos nas águas para prevenir esses efeitos daninhos.

Material

- Nitrato de amônio 99% de pureza.
- Sal para a preparação de água de mar sintética (adquirido em loja de aquários).
- Ovos de artêmia (adquiridos em loja de aquários).
- Bombinha de aeração (adquirida em loja de aquários).
- Mangueira para bomba (adquirida em loja de aquários).

- Pedra porosa (adquirida em loja de aquários).
- Água destilada.
- 12 recipientes de vidro com capacidade de 20 mL.
- 1 recipiente de vidro aferido em 100 mL.
- 1 pipeta graduada de 20 mL.
- Pipeta Pasteur com pera de borracha.
- 1 lupa.
- 1 recipiente aferido em 1 L.
- Balança.

Procedimento

- Prepara-se 1 L de água de mar sintética, segundo as instruções do rótulo do sal comprado, diluindo-se na água destilada.
- Em meio litro dessa água, adiciona-se uma pontinha de faca de ovos de artêmia e, por meio da bombinha de aeração, mangueira e pedra porosa, introduz-se ar durante pelo menos um período de 24 horas, prazo após o qual se devem observar as artêmias nascidas.
- Pesam-se 2 g de nitrato de amônio, que é adicionado ao recipiente aferido em 100 mL, misturando-se até sua dissolução.
- Utilizando-se a pipeta graduada, em dois recipientes aferidos para 20 mL, adicionam-se 2 mL da solução de nitrato de amônio.
- Repete-se o procedimento, adicionando-se 5 mL, 7 mL, 9 mL e 12 mL.
- Nos dez recipientes, completa-se o volume até 20 mL, com água de mar sintética (sem o nitrato).
- Em outros dois recipientes, que servem como controle, adicionam-se somente 20 mL de água de mar sintética.
- Utilizando-se a pipeta Pasteur, colocam-se cinco artêmias em cada um dos 12 recipientes preparados.

- Deixam-se os recipientes em repouso e, após 4 horas, conta-se (com a ajuda da lupa) o número de artêmias que não se movimentam bem ou que já morreram.
- Anota-se o número contado para cada recipiente.

O que aconteceu?

As artêmias (*Artemia salina*) são animais aquáticos (crustáceos) que habitam mares e oceanos.

O nitrato de amônio é um fertilizante de solos de lavouras. Se esse produto chega aos mares ou oceanos, por intermédio de rios ou de outros meios, poderá provocar danos aos organismos marinhos, como as artêmias, e causar um desequilíbrio na fauna marinha, pois as artêmias servem como alimento de outros organismos superiores, como os peixes.

A experiência demonstrou que foi aumentando o efeito daninho para as artêmias à medida que houve aumento da quantidade de agroquímico nos recipientes.

Demonstrou-se também que existe uma quantidade máxima de nitrato que não prejudica as artêmias. Essa quantidade máxima estabeleceria o limite máximo de agroquímicos na água para a proteção das espécies.

Modo de vida e impactos ambientais globais

José Maria Gusman Ferraz

Ecoauditoria em casa e na escola

Uma boa atividade para verificar nosso grau de conscientização e o quanto contribuimos para os grandes impactos ambientais, na escola ou em casa, é fazer uma análise de nossas atitudes cotidianas.

- Fazer um diagnóstico, pela observação dos hábitos em família e na escola.
- Realizar propostas e medidas de melhorias, e de como realizá-las, implementando um planejamento e um cronograma dessas melhorias ambientais, com a família ou, se for na escola, com alunos, professores e funcionários.
- Implementar as ações de melhorias propostas, de forma que todos estejam cientes dos planos e assumam parte da responsabilidade sobre eles.
- Estabelecer medidas de acompanhamento (monitoramento) da implementação das ações propostas.

Itens a serem avaliados:

- Consumo de água e hábitos de uso.
- Reciclagem do lixo.
- Escolha de embalagens menos agressivas ao meio ambiente.
- Utilização de materiais mais duráveis.

- Consumo de energia elétrica, mudanças de hábitos.
- Uso de eletrodomésticos.
- Produtos de limpeza (uso de detergentes sem tensoativos ou fosfatos, etc.).
- Uso de transporte coletivo ou de carro para locomoção.

Resíduos perigosos em casa

A análise é desenvolvida em casa, de modo que seja realizada com a família. Depois o resultado é levado para a sala de aula.

No armário de produtos de limpeza, recolhem-se todos os produtos existentes, colocando-os em um local seguro. Anotar, por escrito, os produtos de cada embalagem e as observações de seu grau de periculosidade ou o mal que podem fazer à saúde e sua finalidade (para limpar forno, vidros, piso, para lavar louças, etc.). Anotar o número de produtos encontrados.

Em classe, faz-se uma estatística dos tipos de produtos, dos graus de toxicidade e do número de produtos tóxicos encontrados, no total e na média por habitação.

Discutem-se os problemas ambientais que podem ser causados por esses produtos, se realmente são necessários, os perigos diretos acarretados à saúde de quem os manipula e os procedimentos a serem tomados no caso de ingestão ou contaminação acidental.

Coleta e classificação de embalagens de plástico

Os plásticos podem levar até um ano para serem degradados, e alguns, como o PVC, estão sob suspeita de contaminar os alimentos que armazenam e o meio ambiente onde estão.

Para conhecer os diversos tipos de plástico e aprender a diferenciá-los, pode-se construir um mural com os diferentes tipos.

Depois, durante uma semana, os alunos devem coletar embalagens ou itens de plástico em casa e trazê-los para a escola, para que sejam separados por tipo:

- PET (polietilentereftalato) – Com ele são fabricadas as embalagens de água mineral, refrigerantes, etc. Quando reciclado, pode transformar-se em poliéster.
- PEad (polietileno de alta densidade) – É utilizado para fabricar embalagens de iogurte, amaciantes de roupa. Pode ser reciclado e usado para fabricar outros recipientes de plástico, como baldes e lixeiras.
- PVC (cloreto de polivinil) – É um produto altamente tóxico, que gera muitas polêmicas. Com ele fabricam-se atualmente cadeiras plásticas, acessórios de automóveis, encaixamentos, cartões de crédito, etc. A indústria que o fabrica garante que faz sua reciclagem, mas, como o processo é caro, uma mínima parte deve ser realmente reciclada.
- PEbd (polietileno de baixa densidade) – É empregado na composição de envoltórios transparentes, fitas adesivas. Sua reciclagem é muito difícil.
- Polipropileno – Plástico que não se pode reciclar. É usado para fabricar tampas de garrafas.
- Poliestireno (isopor) – Não pode ser reciclado, e sua degradação compromete a camada de ozônio.

Para dar continuidade à atividade de classe, pode-se fazer uma lista dos tipos de plásticos mais encontrados, estabelecer a proporção entre eles e a porcentagem de recicláveis e não recicláveis.

Discutir os cuidados na compra de produtos e a geração de resíduos, principalmente os não recicláveis.

Aproveitamento de óleo de fritura usado

Com óleos de cozinha já utilizados, pode-se fabricar sabão, que antigamente era feito em casa, com gordura animal. Essa atividade deve ser feita sempre com a supervisão de um adulto.

- Ingredientes – 1.250 mL de água, 100 g de soda cáustica, 1 L de óleo usado. Podem-se acrescentar essências naturais para obter um odor agradável, ou glicerina, ou ainda uma colher de sabão de máquina de lavar para dar mais espuma.
- Modo de fazer – Dissolver, lenta e cuidadosamente, a soda em água (a soda pode causar queimaduras graves). Colocar a mistura para ferver e depois acrescentar o óleo. Mexer com uma espátula ou colher de pau, até formar uma pasta homogênea. Depois, colocar a pasta em uma caixa de madeira ou de papelão, para esfriar e secar. Depois de seca, cortar a pasta em pedaços, com uma faca.



Capítulo 8

Jogo com cartões relacionados¹

Rosana Helena Avoni de Camargo
Sílvia Carvalho de Barros Faria



Objetivos

- Fixar o tema abordado durante a aula.
- Trabalhar questões pertinentes às atitudes individuais.

Número de participantes

- Indeterminado.

Material

- Cartões em número suficiente (um para cada participante), feitos com sulfite branco, medindo 4 cm x 10 cm.
- Metade deles terá um texto escrito com caneta azul, enquanto a outra metade, com caneta vermelha. O texto terá ligação com o assunto estudado.
- A cada cartão escrito em azul (com um elemento ambiental) corresponde um, e apenas um, cartão escrito em vermelho (com um tipo de impacto associado). Assim, por exemplo, ao cartão que trazer escrito a palavra “água” em azul corresponderá o cartão no qual estará escrita a palavra “assoreamento” em vermelho.

¹ Adaptado do material pedagógico da Escola da Montanha (FARIA, 1996), Piracaia, SP.

Desenvolvimento

- Solicitar aos alunos que dividam a classe em duas equipes.
- Cada componente de equipe receberá um cartão com escritos da mesma cor. Portanto, uma equipe ficará com cartões grafados em azul, enquanto a outra equipe, com cartões grafados em cor vermelha.
- Escolher um representante de cada equipe para disputar o par ou ímpar e decidir quem iniciará o jogo.
- A equipe que ganhar inicia o jogo e lê um dos cartões.
- Imediatamente o elemento da outra equipe que estiver com o cartão correspondente ao que foi lido se levantará e dará a resposta.
- Se a resposta estiver correta, a equipe ganhará um ponto, que será marcado na lousa.
- Então, será a vez de permutar. A equipe que respondeu fará a pergunta, e assim por diante, até que todos participem. A equipe que tiver maior número de pontos ganha o jogo.

Resultados esperados

- Melhorar o desempenho dos alunos em relação à compreensão das avaliações de impacto e estimular mudanças de atitudes.

Referência

FARIA, S. C. de B. **Jogos de fixação de aprendizagem da Escola da Montanha**. Piracaia, 1996. Não publicado.





Na Livraria Embrapa, você encontra
livros, fitas de vídeo, DVDs e
CD-ROMs sobre agricultura,
pecuária, negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse
www.embrapa.br/liv

ou entre em contato conosco

Fone: (61) 3448-4236

Fax: (61) 3448-2494

vendas@sct.embrapa.br

Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.



Meio Ambiente

O leitor desta edição *Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável* deve ser informado de uma peculiaridade significativa: a série aqui chegou como resultado da força das ideias que fundamentam a obra. Cresceu em mais dois volumes, como que se enramando em quadrantes da sociedade que não havia contemplado inicialmente – as empresas e as escolas enquanto organizações a serem geridas em favor da cidadania planetária. Nisso conservou, porém, o vigor da metodologia original, perseguindo a percepção arguta da realidade, a proposição de soluções realísticas para mudança, de técnicas pedagógicas continuamente testadas e, principalmente, a criatividade, a cooperação grupal e a fundamentação na melhor evidência científica e técnica disponível. Depois disso, reflexão, avaliação, reavaliação, revisão, aprimoramento, até chegar a um texto maduro sobre verdadeiros experimentos de educação para o câmbio.

Tudo que esta série oferece é a contribuição participativa de autores dos muitos capítulos e dos mais diferentes grupos sociais envolvidos nesse enorme empreendimento, que é criar e praticar uma metodologia para gerir, de modo adequado, o ambiente de que nós e as gerações futuras vamos precisar para sobreviver.

Como tem acontecido historicamente em assuntos de sua competência, a Embrapa mais uma vez oferece, na hora certa, a visão necessária dos problemas com os quais nos defrontamos, sugere alternativas de enfrentamento e convida a sociedade para se engajar em suas soluções.

Tarcízio Rego Quirino

Ph.D. em Sociologia, pesquisador aposentado da Embrapa



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 9731