Volume 3

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Ver

Percepção do diagnóstico 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 3

Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável

Ver
Percepção do diagnóstico 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

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 pelo conteúdo
Embrapa Meio Ambiente

Unidade responsável pela edição
Embrapa Informação Tecnológica

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

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
Iara Del Fiaco Rocha

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 (2007): 4.082 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 n° 9.160).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).
Embrapa Informação Tecnológica

Ver : percepção do diagnóstico ambiental / Valéria Sucena Hammes, editor técnico – 3. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2012.
298 p. : il. color ; 16 cm x 22 cm. – (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 3).

ISBN 978-85-7035-019-0

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

CDD 375.0083

© Embrapa 2012

Autores

Aluísio Einir Peres
Engenheiro-sanitarista, especialista em Gestão de Negócios, diretor da Essencis Soluções Ambientais, Belo Horizonte, MG
aperes@essencis.com.br

André Luiz Amansio Franco
Geógrafo, mestre em Impacto Geoambiental, professor da Diretoria de Ensino de Bragança Paulista, Piracaia, SP
andre639@itelefonica.com.br

Cláudio Spadotto
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência, Solo e Água e Geociências e Meio Ambiente, Pesquisador da Embrapa Gestão Territorial, Campinas, SP
spadotto@cnpm.embrapa.br

Escolástica Ramos de Freitas
Engenheira-agrônoma, especialista em Agroecologia, assistente agropecuário das áreas de agroecologia e educação ambiental da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, SP
escolastica@cati.sp.gov.br

Flávia Pires de Carvalho
Pedagoga, especialista em Biologia, Psicopedagogia e MBA em Gestão Avançada de Pessoas, analista de treinamento de saúde, segurança e meio ambiente da Alcoa Alumínio S.A., Poços de Caldas, MG
flavia.carvalho@alcoa.com.br

Heloisa F. Filizola
Geógrafa, doutora em Geografia Física, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP
filizola@cnpma.embrapa.br

Iridan Neri de Faria Ishikawa
Geógrafa, professora aposentada da Educação Básica II, Diretoria Regional de Ensino de Bragança Paulista, SP
iridan@hotmail.com

Izilda Aparecida Rodrigues
Geógrafa, doutora em Demografia, consultora independente em gestão ambiental de atividades rurais, Jaguariúna, SP
isisaprodrigues@hotmail.com

João Carlos Belluzzo Maia
Engenheiro-agrônomo, especialista em Agricultura Orgânica, agricultor e proprietário rural da Fazenda Pau a Pique, Capivari, SP
maiaimoveisrurais@gmail.com

José Henrique Conti
Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, extensionista da Casa de Agricultura, Valinhos, SP
jhconti@uol.com.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

Ladislau Araújo Skorupa
Engenheiro-florestal, doutor em Botânica, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
skorupa@cnpma.embrapa.br

Lilian Ferreira Gomes da Silva
Pedagoga, especialista em Biologia, Educação Ambiental e Sustentabilidade, instrutora de Educação Ambiental e Sustentabilidade da empresa Alcoa Alumínio S.A., Poços de Caldas, MG
lilian.silva@alcoa.com.br

Luiz Fernando de Andrade Figueiredo
Médico, primeiro-secretário do Centro de Estudos Ornitológicos, São Paulo, SP
luizfigueiredo@uol.com.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 Alice de Lourdes Bueno Souza
Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora aposentada da FCA/UNESP, Botucatu, SP
mabuenosousa@bol.com.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, ex-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.

Nilza Patrícia Ramos
Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
npramos@cnpma.embrapa.br

Osmar de Carvalho Bueno
Engenheiro-agrônomo, doutor em Energia na Agricultura, professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Botucatu, SP
osmar@fca.unesp.br.

Osmar Coelho Filho
Engenheiro de alimentos, especialista em Agroecologia, coordenador de projetos para a América Latina, Youth for Environmental Sanity, Califórnia, USA
osmar@fca.unesp.br

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

Paulo Fernando Carvalho Junqueira
Ecólogo, gerente do Centro de Educação Ambiental da Alcoa, Poços de Caldas, MG
paulo.junqueira@alcoa.com.br

Raquel Ghini
Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
raquel@cnpma.embrapa.br

Simone de Andrade
Bióloga, técnica de laboratório do Instituto Médico Legal, Campinas, SP
biosi@bol.com.br

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

Wagner Bettiol
Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia. Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP
bettiol@cnpma.embrapa.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. Bettiol, 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. Baider, 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 ensinos 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. Ghiraldelli, 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. Towsend 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. Trícolli 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. Bellix 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. Ghiraldelli, 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 Argentini 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.

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 faltem 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 ensinos 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. Meio físico 37

Capítulo 1. Clima: atmosfera e energia 39

Capítulo 2. Agroenergia 43

Capítulo 3. Climas no mundo 57

Capítulo 4. As águas superficiais e subterrâneas no diagnóstico ambiental 63

Capítulo 5. Solo: conceitos, origem, caracterização e capacidade de suporte 69

Parte 2. Meio biológico 75

Capítulo 1. Valor da biodiversidade 77

Capítulo 2. Visão geral sobre ecossistema 83

Capítulo 3. Capacidade de suporte 87

Capítulo 4. Polinização e dispersão de sementes 91

Capítulo 5. Biodiversidade: a fauna 97

Capítulo 6. Hábitos alimentares: caracterização 105

Capítulo 7. A observação de aves 109

Capítulo 8. Fragmentação de ecossistemas 117

Capítulo 9. Preservação e conservação 125

Capítulo 10. Serviços ambientais prestados pela cobertura vegetal 129

Capítulo 11. Microrganismos e sua importância no ecossistema 133

Capítulo 12. Transgênicos 139

Parte 3. Meio antrópico 145

Capítulo 1. Diversidade e complexidade de uso do espaço geográfico 147

Capítulo 2. A extensão rural na sustentabilidade dos ecossistemas produtivos rurais 151

Capítulo 3. A dominância das capoeiras na paisagem agrícola da Amazônia 155

Capítulo 4. As árvores no ambiente urbano 161

Capítulo 5. Agroecologia: construindo uma agricultura sustentável 171

Capítulo 6. Diagnóstico da propriedade 179

Capítulo 7. A qualidade de vida da população e a conservação ambiental 183

Capítulo 8. O lixo em nossa vida 189

Capítulo 9. Resíduos urbanos: uma abordagem sistêmica 195

Capítulo 10. Resíduos industriais 201

Capítulo 11. Resíduos perigosos 207

Parte 4. Atividades pedagógicas 213

Capítulo 1. Trilhas de interpretação da natureza 215

Capítulo 2. Na trilha da árvore 231

Capítulo 3. Como investigar o ambiente próximo 239

Capítulo 4. Como investigar o solo 241

Capítulo 5. Ciclo hidrológico e qualidade da água 243

Capítulo 6. Estudo ecológico do manguezal 257

Capítulo 7. Estudo ecológico de uma praia arenosa 261

Capítulo 8. Estudo ecológico do costão rochoso 267

Capítulo 9. Como investigar o plâncton 271

Capítulo 10. Microrganismos 275

Capítulo 11. Como investigar o lixo 297

Parte 1

Meio físico

Em seu conjunto, os artigos deste volume põem à disposição do leitor informações básicas para ajudar na percepção dos meios físico, biológico e antrópico. Tais informações devem ser complementadas por outras, advindas das experiências pessoais e da comunidade, das leituras sugeridas ao final de cada artigo e da literatura – felizmente cada dia mais abundante – que circula em livros e revistas especializados, na mídia e na Internet. Mas o principal aspecto do método é que o conhecimento esteja baseado na percepção do ambiente local e que as informações disponíveis sejam apenas a referência de enquadramento das ciências naturais e sociais para tornar inteligíveis as experiências locais.

Esta seção começa pelo clima, sua dinâmica e sua influência sobre as localidades e as pessoas. Em seguida, considera a água e o motivo pelo qual ela vem adquirindo uma posição central nas preocupações dos ambientalistas em geral e dos que praticam a prospecção e o planejamento estratégico, em particular. E finaliza com o solo e suas diversas funções de suporte fundamental à manutenção da vida.

Capítulo 1

Clima

Atmosfera e energia

Valéria Sucena Hammes

A radiação solar é a energia primária de todas as coisas na Terra, "movimenta o mundo", além de afetar o aquecimento das águas, o movimento das massas de ar, a fotossíntese e a manutenção do planeta aquecido.

Antes de alcançar o solo, a energia radiante atravessa a atmosfera terrestre, que é um fluido gasoso, composto por aproximadamente 78% de nitrogênio (N_2), aproximadamente 21% de oxigênio (O_2), além de gases nobres como argônio, xenônio, criptônio e outros. É composto, ainda, por uma porção variável de vapor d'água, gás carbônico (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), P_2O_4, cujas concentrações variam com a posição no globo. Também possui um teor variável de partículas sólidas em suspensão (aerossóis), tais como argila, sais marinhos, etc.

Em termos práticos, o nitrogênio (N_2), o oxigênio (O_2), o vapor d'água, o gás carbônico (CO_2) e os aerossóis interferem no espectro de emissão solar.

Os aerossóis atuam como núcleos de condensação e de cristalização, como absorvedores e espalhadores de radiação, além de participarem de vários ciclos químicos. A estrutura molecular do oxigênio, por exemplo, interage com os menores comprimentos de onda (220 nm e 280 nm), em um processo fotoquímico na camada de ozônio, que elimina radiações biologicamente danosas à superfície terrestre. O dióxido de carbono desempenha função termorreguladora do efeito estufa, motivo pelo qual sua emissão excessiva com a queima de combustíveis

fósseis pode causar superaquecimento da atmosfera e desequilíbrio climático da Terra, colocando em risco a sobrevivência da humanidade. O vapor d'água atua como termorregulador no transporte de calor latente[1], além de influir no efeito estufa pelo fato de deixar passar a radiação de onda curta e de absorver com eficiência a radiação infravermelha (onda longa) reemitindo-a à sua temperatura (VIANELLO; ALVES, 1991).

Portanto, a massa fluídica que envolve a Terra tem a função de equilibrar o ciclo energético, que se inicia com a energia radiante do Sol, interage em reações fotoquímicas e circula pelo globo (circulação geral da atmosfera) tanto com substâncias naturais (gases, aerossóis) quanto com aquelas geradas pela atividade humana, como os desmatamentos.

A incidência diferenciada de radiação, no globo terrestre, cria diferenças de pressão que condicionam o movimento das massas de ar e determinam os diferentes climas. Mudanças de temperatura e de pressão movem as grandes massas de ar. A diferença de pressão ocasiona o movimento das massas de ar, no sentido da alta pressão para a baixa, ou melhor, o ar quente pesa menos que o frio, o ar úmido pesa menos que o seco. Por isso, a massa de ar quente ou úmida torna-se mais leve, "sobe" e, no seu lugar, penetra a massa de ar fria, seca e mais pesada. O movimento da massa de ar quente substituída pela massa de ar fria provoca o vento (corrente de convecção), medido pelo anemômetro. A velocidade dos ventos influi na dispersão das sementes, dos micróbios e da poeira. A direção do vento predominante em determinado momento, apontada pela biruta, pode significar a mudança das condições do tempo[2].

Em uma escala local, os pigmentos fotossintetizadores das plantas captam a luz, e a produção primária dá início à cadeia alimentar. O uso racional dos recur-

[1] Calor latente – Ao passar da fase líquida para a gasosa, absorve calor do ar circunvizinho, resfriando-o, e, ao retornar da fase gasosa para a líquida, libera calor (latente) acumulado, aquecendo a atmosfera. Desempenha, assim, função de transporte de calor latente e interfere no efeito estufa, na medida em que impede a camada de ar junto ao solo de se esfriar em demasia durante a noite.

[2] Manifestação climática do dia: ensolarado, nublado, chuvoso, quente, frio, com ou sem vento.

sos naturais é um mecanismo natural. O fototropismo é o movimento das plantas em direção à luz, para receber maior quantidade de energia e aumentar sua eficiência fotossintética. O vento e o calor do Sol afetam a evaporação dos corpos d'água e a transpiração das plantas (evapotranspiração[3]) e dos animais. Fisiologicamente, as plantas e os animais também possuem artifícios para poupar água em condições desfavoráveis.

Essas informações são importantes para compreender que o clima é fator determinante tanto para a flora nativa quanto para a fauna silvestre, bem como para a formação do solo (intemperismo[4]), pois integra os diversos ciclos da natureza.

A divisão do ano em estações resulta da inclinação (23° 27') do eixo de rotação da Terra em relação a seu plano de translação ao redor do Sol (eclíptica), períodos mais conhecidos como primavera, verão, outono e inverno (OMETTO, 1981). Nos trópicos, as estações não são bem definidas, mas normalmente estão associadas a duas estações: um período seco, sem chuvas, e um período úmido, chuvoso. Essa sazonalidade influi no ciclo de vida dos vegetais e animais e nas atividades do ser humano, como turismo, moda e alimentação.

A chuva ou precipitação pluviométrica é a condensação do vapor d'água pelo resfriamento ocasionado pela altitude e pela impossibilidade de flutuação das gotículas ao tornarem-se mais pesadas. A quantidade e a frequência das chuvas influem na disponibilidade de água, energia, ar puro, bem como na produção agrícola, além de causar enchentes, secas e, consequentemente, influenciar nas questões sociais, causando, por exemplo, o êxodo rural. O enxofre e os óxidos de nitrogênio lançados pelas indústrias misturam-se ao vapor d'água presente na atmosfera, nas "nuvens", originando as chuvas ácidas. A precipitação de ácido

[3] É o fenômeno associado à perda conjunta de água do solo pela evaporação e da planta pela transpiração (OMETTO, 1981).

[4] O mesmo que meteorização; é o conjunto de modificações de ordem mecânica, físico-química ou bioquímica que ocorrem com as rochas no contato com os agentes atmosféricos – temperatura, umidade, chuva, etc. – ou biológicos, provocando a decomposição das rochas e formando os solos.

sulfúrico e de ácido nítrico destrói monumentos, a vegetação e causa problemas de saúde.

No Brasil, verifica-se uma grande variação climática entre as regiões, em virtude da proporção continental do País, pois a distância do oceano e o relevo influenciam na condução de vapor d'água e de calor pelas massas de ar. As chuvas orográficas ou chuvas de relevo impedem o avanço dos ventos úmidos para o interior e criam uma condição de seca atrás desses acidentes geográficos, como, por exemplo, a Zona da Mata e o Sertão nordestino.

Não é raro observar a influência desses fenômenos físicos em escala microclimática, como a proximidade de uma mata, a existência de árvores em estacionamento ou a presença de edifícios ocasionando sombra, impedindo a circulação do ar e aumentando a amplitude térmica do bairro.

Assim, as condições climáticas refletem não só o balanço de energia, mas também o equilíbrio hidrológico da Terra.

Referências

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Ed. da UFV, 1991. 449 p.

Capítulo 2

Agroenergia

Nilza Patrícia Ramos

O termo agroenergia popularizou-se nos últimos 5 anos, aparecendo frequentemente não só em textos científicos e técnicos, mas também em veículos de grande alcance, como em jornais, revistas, na televisão, nos blogs e na Internet de maneira geral. Quem nunca ouviu dirigentes importantes do País bradar a plenos pulmões que o Brasil pode vir a se tornar uma grande potência na produção de biocombustíveis, como o etanol, obtido da cana-de-açúcar, e o biodiesel, fabricado a partir da soja, da mamona ou do dendê? Entretanto, ouvir falar não significa conhecer e compreender a real importância do termo para a vida de cada um, para a região em que se vive, para o País e mesmo para o mundo.

Energia

Inicialmente, é indispensável compreender a importância que a energia em suas diversas formas (mecânica, elétrica, térmica, nuclear, luminosa, química, cinética, entre outras) tem para a vida. Essa diversidade além de esclarecer o quanto a energia é essencial para a vida e aproximar o termo do cotidiano de cada um, dificulta uma definição precisa. Segundo o Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (FERREIRA, 2010, p. 750), a palavra energia é "[...] a propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho, ou executar uma ação". A etimologia da palavra tem origem no idioma grego, no qual ergos (*ergos*) significa trabalho.

Fujiy et al. (2008), em recente explanação sobre os conceitos básicos da energia, afirmam que ela não deve ser encarada como uma "coisa", mas sim como uma "coisa" e um processo juntos, uma vez que pode ser observada quando está em transformação ou transferência. Assim, na natureza a energia é transferida de um corpo para outro, ou transformada de uma modalidade para outra, praticamente em todas as situações e processos, quer sejam físicos, químicos ou biológicos. Isso remete à Lei da Conservação da Energia (HEWITT, 2002, p. 115): "A energia não pode ser criada ou destruída; pode apenas ser transformada de uma forma para outra, sendo que sua quantidade total permanece constante".

Agroenergia

O fato de a energia transformar-se de uma modalidade para outra facilita o entendimento da palavra agroenergia, que, fracionada em "agro" e "energia", passa a ser tratada como a energia proveniente de fontes agrícolas e florestais (biomassa) ou como agricultura para energia. De forma bastante simplificada, na agroenergia a energia da biomassa é transformada em energia combustível que pode alimentar indústrias, veículos e, até mesmo, ser disponibilizada para uso doméstico. Há que se recordar que, desde os primórdios da civilização, o homem utiliza a energia térmica, proveniente da queima da lenha; assim como a energia mecânica, gerada nos moinhos de água e de vento.

No exemplo anterior de exploração energética fica claro que a biomassa é uma fonte de energia originada dos recursos naturais, considerada uma fonte renovável, que teoricamente é designada como inesgotável. Isso porque os recursos renováveis são considerados capazes de se regenerar naturalmente; ao contrário dos recursos não renováveis, que são finitos e não podem ser repostos pela natureza. Como exemplos de fontes renováveis (Figura 1) têm-se: hidráulica (água), biomassa (material orgânico), solar (sol), eólica (vento), geotérmica (interior da terra), maremotriz (ondas do mar) e de hidrogênio. Já como exemplos de fontes não renováveis encontram-se os combustíveis fósseis e a energia nuclear.

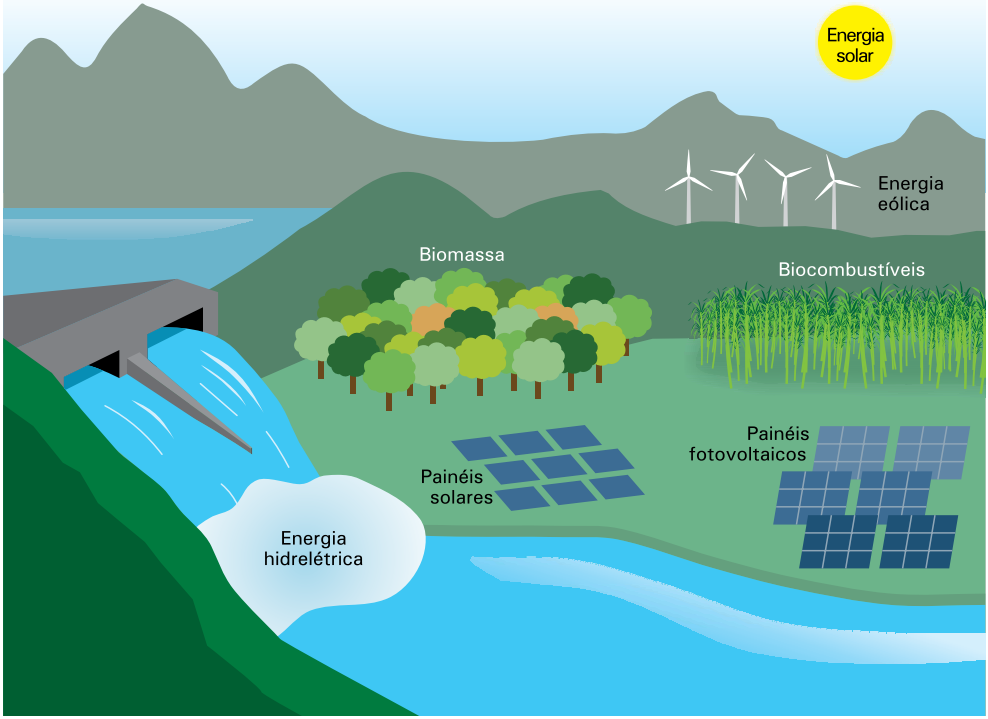

Figura 1. Tipos de fontes de energia renováveis.
Ilustração: Leandro Sousa Fazio
Fonte: adaptado de Mendeleck (2008).

Tecnicamente, considera-se mais adequado o uso dos termos "bioenergia" ou "energia de biomassa" no lugar de "agroenergia", por serem termos mais amplos que envolvem resíduos agrícolas (ex.: palha), animais (ex.: sebo) e até mesmo rejeitos industriais (ex.: bagaço) e algas. Em linhas gerais, a biomassa pode ser definida como todo material orgânico acumulado em qualquer organismo, em amostra particular (nas folhas, no caule, nos grãos, nos resíduos, etc.), população ou área. No entanto, sob o ponto de vista da energia, o termo biomassa envolve todo o recurso renovável proveniente de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada para a produção de energia.

A biomassa de origem vegetal é gerada a partir da conversão da energia solar em energia química pela fotossíntese (Figura 2). Essa energia pode ser liberada

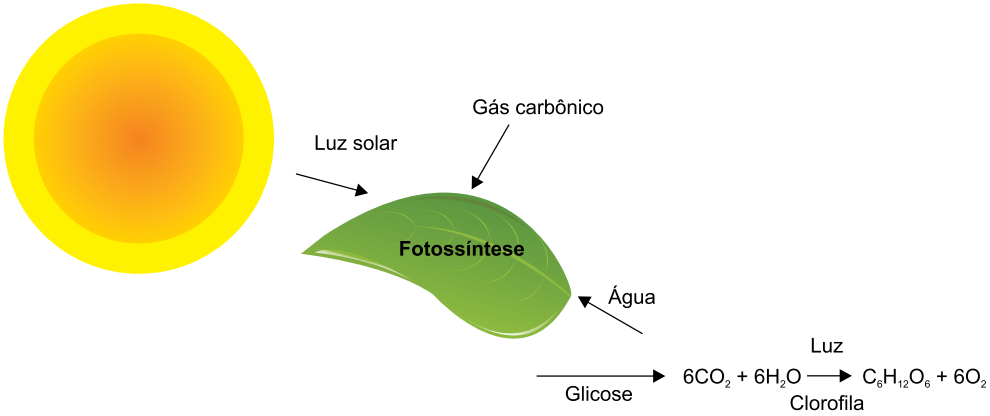

Figura 2. Reação de fotossíntese em plantas.
Ilustração: Carlos Eduardo Felice Barbeiro

pela combustão, ou ser convertida, por meio de diferentes processos, em produtos energéticos de natureza distinta (Figura 3), tais como carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e de síntese, óleos vegetais combustíveis, entre outros. De forma bem simplificada, pode ser citado o exemplo do etanol. Na cana-de-açúcar, há conversão da energia pela fotossíntese em açúcares (nos colmos = tipo de caule da cana-de-açúcar onde se concentram os açúcares), que, combinados com leveduras, sofrem fermentação e produzem álcool.

Antes de prosseguir com a explanação da importância e dos usos da bioenergia, seria interessante responder à seguinte pergunta: como o mundo vem utilizando as diferentes fontes de energia ao longo do tempo? Resumidamente, pode-se dizer que o homem sempre explorou as únicas fontes renováveis de energia disponíveis no início dos tempos, tais como a biomassa (lenha) e o calor (fogo). Com o desenvolvimento, passou a utilizar a energia hidráulica e a eólica (moinhos e hidrelétricas). O consumo de fontes não renováveis como o carvão mineral, e posteriormente o petróleo, foi mais recente, porém bem mais intenso, e chegou a reduzir significativamente o uso de fontes renováveis na matriz mundial. A grande explosão no uso de fontes não renováveis acompanhou o crescimento exponencial da população mundial e permitiu o rápido desenvolvimento da industrialização e o surgimento de grandes potências econômicas.

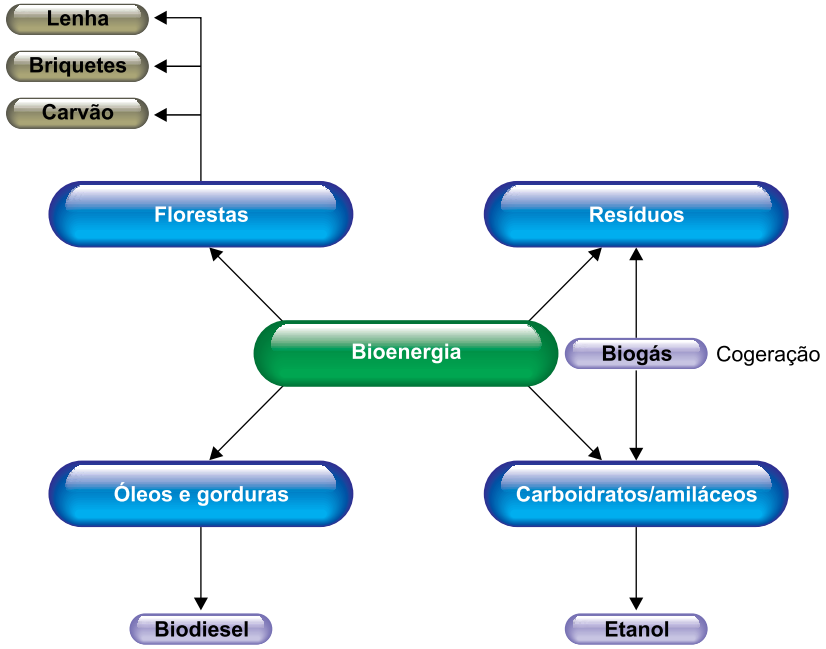

Figura 3. Recursos renováveis e biocombustíveis associados.
Fonte: adaptado de Brasil (2006).

Com a crise do petróleo, na década de 1970, ocorreram investimentos em fontes alternativas de energia, como a biomassa e a nuclear; e algumas logo foram abandonadas diante da queda no preço desse combustível fóssil. Entretanto, na última década, a preocupação com as mudanças climáticas, associada novamente aos elevados valores do barril do petróleo, estimularam o interesse mundial pelas fontes renováveis, chamadas de "mais limpas". Conclui-se desse relato que as mudanças na matriz mundial de energia variam conforme a disponibilidade e o preço das fontes, além da demanda energética. Por sua vez, o interesse por fontes alternativas deve-se fortemente à elevação nos valores do petróleo e sensivelmente à preocupação com as mudanças climáticas e o aquecimento global.

Matriz energética brasileira

Numa análise mais recente da matriz energética brasileira (Figura 4), nota-se leve variação para a participação do petróleo e de seus derivados e para maior expressividade da hidroeletricidade e do bagaço de cana-de-açúcar, já a partir da década de 1980. O inverso foi observado para a lenha, que, cada vez menos utilizada, foi substituída pelo carvão vegetal e por outras fontes. São exemplos de outras fontes: o gás natural, o carvão mineral e a energia nuclear. Entre essas, o gás natural foi o que aumentou mais expressivamente, com redução no uso do carvão mineral. Para o período compreendido entre 2006 e 2008 (Tabela 1), a matriz energética nacional apresentou ligeiro incremento no uso de biomassa, além de leves reduções no uso de derivados de petróleo e até mesmo da hidroeletricidade e do carvão mineral. Esse resultado confirma o aumento da participação de fontes renováveis em detrimento das não renováveis e destaca o Brasil no cenário mundial, uma vez que possui 45,4% de sua matriz energética "mais limpa" (biomassa e hidroeletricidade), em relação à média mundial, que chega a 13%.

Em termos práticos, pode-se interpretar que quanto "mais limpa" for a matriz energética de um país, menor seu impacto sobre o meio ambiente e, conse-

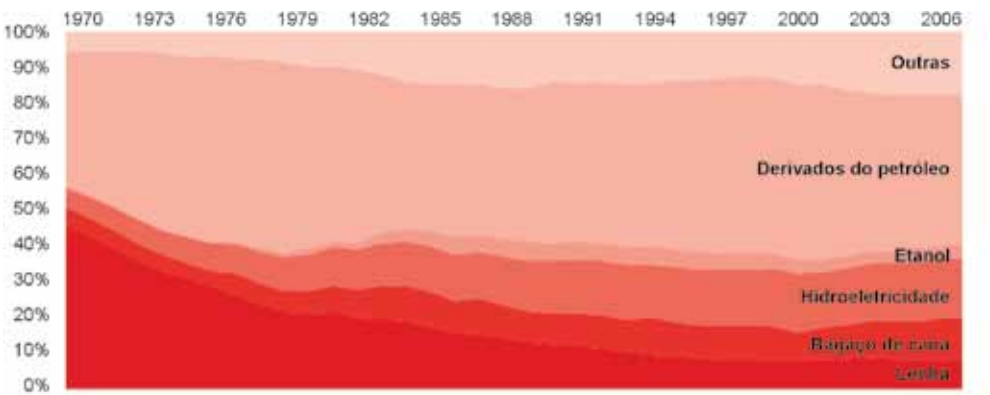

Figura 4. Evolução da participação de diferentes fontes de energia na matriz brasileira.
Fonte: Brasil (2008).

Tabela 1. Matriz energética brasileira disponibilizada pelo Ministério de Minas e Energia.

Fontes	2006	2007	2008
Petróleo e derivados	38,4	37,4	37,3
Biomassa	29,7	30,9	31,5
Hidráulica e eletricidade	15,0	14,9	13,9
Gás natural	9,3	9,3	10,2
Carvão mineral	6,4	6,0	5,7
Urânio	1,2	1,4	1,4

Nota: energia ofertada – 226,1 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) (2006), 238,3 milhões de tep (2007) e 251,5 milhões de tep (2008).

Fonte: Brasil (2008).

quentemente, sobre as mudanças climáticas globais. Entretanto, a exploração das fontes renováveis, ao mesmo tempo em que causa menos impactos do que o uso do petróleo e do carvão mineral, exige outros cuidados que envolvem técnicas para a conservação dos solos, da biodiversidade e da água. Isso ocorre porque a produção e a expansão desordenada, mesmo que de fontes renováveis, também pode ser maléfica. É possível imaginar essa questão quando se pensa no tamanho da área ocupada por um lago de hidrelétrica e nos efeitos que a falta de planejamento pode trazer para a biodiversidade e para a região. Questiona-se ainda a contaminação por agrotóxico que as áreas agrícolas promovem, caso não se faça o manejo adequado. Nota-se que esses efeitos só são observados quando há falta de planejamento e de comprometimento das empresas e das pessoas.

Além de conhecer quais são as fontes de energia mais utilizadas no Brasil e no mundo é interessante saber quais setores da economia mais consomem essa energia gerada. Essa informação permite aos gestores traçarem estratégias para que, no futuro, não se tenha deficit que prejudique o desenvolvimento global e o meio ambiente. Assim, na Tabela 2, observa-se que a indústria e o transporte são os dois setores que juntos consomem mais de 50% da energia total, tanto no Brasil, como nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), desde 1973 até os tempos atuais. Mesmo com essa similaridade

Tabela 2. Consumo percentual de energia por diferentes setores de atividade econômica.

Fontes	Brasil		OCDE		Outros	
	1973	2007	1973	2005	1973	2005
Indústria	29,8	37,8	30,8	20,8	35,8	27,5
Transporte	25,0	26,7	23,3	31,3	23,4	19,7
Setor energético	3,3	9,7	8,3	7,0	6,9	7,9
Outros setores	38,7	19,0	30,4	31,5	29,7	37,6
Uso não energético	3,1	6,8	7,1	9,3	4,2	7,2
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total (milhões de tep)	76,3	238,3	3.097,4	4.144,2	1.478,3	4.215,5

Fonte: Brasil (2007).

na porcentagem de consumo, deve-se destacar que o volume total em milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo) é significativamente superior para os países da OCDE e para outros países, quando comparado ao volume brasileiro. Assim, o consumo dentro do setor de transportes nos países da OCDE seria de 1.298 milhões de tep, em 2005, enquanto o do Brasil chegou a 57 milhões de tep, em 2007. Isso permite entender por que os combustíveis são tão importantes para os diferentes países e o quanto os biocombustíveis podem auxiliar no caminho para o desenvolvimento sustentável.

Biocombustíveis

No Brasil, entre os biocombustíveis já em uso (Figura 3) destacam-se o etanol e o biodiesel, que, no setor de transportes, podem substituir ou complementar, respectivamente, a gasolina em veículos leves e o biodiesel em veículos pesados. Comparativamente aos combustíveis fósseis, os biocombustíveis podem contribuir para a redução nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), além de trazer outros benefícios indiretos, como a geração de empregos nas áreas de produção de biomassa e na agroindústria e o aproveitamento de resíduos e rejeitos.

Um exemplo seria o uso do bagaço de cana-de-açúcar para a cogeração de energia elétrica, que atualmente chega a 10 mil megawatts. A capacidade atual de Itaipu, a maior usina brasileira, é de 12 mil megawatts, o suficiente para suprir em 15% o consumo do País (BNDES; CGEE, 2008). Assim, a partir da cana-de-açúcar, além da extração do etanol e do açúcar, há ainda a possibilidade de produção de energia elétrica e térmica do bagaço e, num futuro próximo, de mais etanol da palha e também de parte desse bagaço.

Com relação ao setor industrial, dados do Ministério de Minas e Energia apontam para a redução expressiva (74%) do uso de petróleo e de seus derivados, nas três últimas décadas; substituído, em grande parte, pela biomassa, pela eletricidade, pelo gás natural, e também pelo carvão mineral. Em termos de biomassa, a maior contribuição foi do carvão vegetal e, mais timidamente, pelos resíduos (briquetes, bagaço, palha, etc.).

Analisando as estatísticas apresentadas anteriormente é possível confirmar que o Brasil destaca-se positivamente no cenário mundial, quando se fala em uso de fontes de energia renováveis. Lógico que não se deve deixar de mencionar que as condições de clima tropical e a favorecida disponibilidade de recursos hídricos são estratégicas para esse protagonismo, mas a chave do sucesso é justamente aproveitar as oportunidades e trabalhar as limitações. Entretanto, ainda não é possível afirmar com segurança a sustentabilidade dessa matriz, uma vez que ainda não se sabe se os atuais sistemas de produção de biomassa respeitam a capacidade do ambiente no que diz respeito ao fornecimento de recursos naturais com garantias ao bem-estar e ao padrão de vida das atuais e futuras gerações. Assim, é importante analisar se há recursos renováveis em quantidade suficiente para garantir a necessidade de todos. Essa questão é relevante porque o caráter sustentável e responsável do agronegócio só é alcançado quando essa capacidade for garantida (FERREIRA, 2008), o que demonstra a necessidade de se avaliarem as atuais cadeias produtivas agrícolas de forma mais complexa e abrangente, em relação às realizadas no passado.

Quando se fala em desenvolvimento responsável e sustentável há necessidade de se equilibrarem os aspectos econômicos, sociais e ambientais (ecoló-

gicos) ao longo do tempo (Figura 5), deixando para trás sistemas de produção que priorizavam apenas a rentabilidade. A precaução e a mitigação de impactos ambientais e sociais negativos devem ser fortemente consideradas para que se consiga garantir a mesma disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras. Além disso, as diversas comunidades atuais também devem ter acesso a esses recursos e não só umas poucas favorecidas. É importante considerar também o acesso aos alimentos, à terra, à água e, até mesmo, à energia, além de menor exposição aos contaminantes que trazem riscos à saúde.

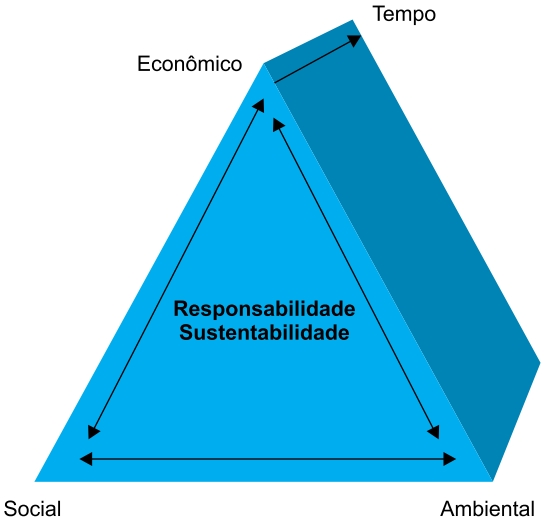

Figura 5. Aspectos envolvidos no desenvolvimento sustentável.
Ilustração: Nilza Patrícia Ramos

A preocupação dos setores envolvidos na produção de biocombustíveis, principalmente do etanol, no que diz respeito ao caminhar para o desenvolvimento responsável, fica evidente em uma recente proposta (BNDES; CGEE, 2008, p. 74) na qual as políticas relacionadas a esses produtos devem ser orientadas por quatro princípios fundamentais:

> a) orientação para o mercado, de forma a reduzir as distorções nos mercados agrícolas e de biocombustíveis e evitar a introdução de novas restrições; b) sustentabilidade ambiental, para buscar o desenvolvimento de biocombustíveis com efeitos positivos líquidos em termos energéticos e diminuição sensível nas emissões de gases de efeito estufa, sob reduzido

impacto ambiental no contexto de sua produção; c) promoção do desenvolvimento econômico, valorizando a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação para melhorar a eficiência física e econômica da produção de matérias-primas e sua conversão em biocombustíveis; e d) proteção às populações de baixa renda e melhora na segurança alimentar, a fim de corrigir os problemas criados pelo déficit de alimentos e pela dependência de importações de petróleo dos países mais pobres e com maiores problemas de fome.

Se esses critérios forem realmente seguidos, benefícios de ordem social e ecológica poderão ser alcançados.

A proposta dos critérios anteriores, entre outros termos, procura melhorar a estreita relação entre a bioenergia, o uso da terra e a competição com alimentos; evitando conflitos. Essa questão é importante porque o uso de áreas agrícolas para a produção de biomassa para energia (cana-de-açúcar, oleaginosas e florestas) não pode concorrer com áreas de produção de alimentos, nem promover problemas fundiários ou desmatamentos, e necessita respeitar áreas frágeis. Atualmente, as culturas de energia nacionais estão substituindo principalmente as áreas de pastagens com baixo rendimento (menos de uma cabeça por hectare), mas existem também casos de substituição de grãos, como soja, e mesmo de laranja. Porém, numa análise macro, que avalia o País como um todo, não é possível afirmar que a bioenergia compete com os alimentos, diferentemente da situação de outros países, como é o caso da Europa, onde há cultivo de canola para biodiesel em extensas áreas de produção de alimentos, e dos Estados Unidos que deslocaram parte do milho para etanol.

No Brasil, no que se refere ao uso da terra, as áreas de produção de biomassa para energia estão se expandindo em áreas de pastagens, principalmente nas degradadas. Isso ocorre porque, das terras aráveis nacionais, têm-se 60 milhões de hectares de áreas agrícolas e 237 milhões de hectares com pastagens em diversos graus de conservação, o que totaliza 297 milhões de hectares sem alterações em florestas e em outras áreas de preservação (Tabela 3). Para evitar a expansão desordenada de culturas potenciais como a cana-de-açúcar e procurar conter a ocupação de áreas frágeis e de produção de alimentos, o Governo Federal decretou, em 17 de setembro de 2009, o Zoneamento Agroecológico da cana-de-açúcar – ZAEcana (BRASIL, 2009) –, no qual foram estabelecidas regras de ex-

pansão que delimitaram em 64 milhões de hectares as novas áreas de cultivos. Na safra 2009, a área colhida com cana-de-açúcar foi de 7,5 milhões de hectares (CONAB, 2009), sem considerar as áreas de cana-planta, e as áreas que não foram colhidas pelas dificuldades climáticas, uma vez que 2009 foi um ano de muitas chuvas na colheita.

Tabela 3. Distribuição da cobertura vegetal do Brasil.

Cobertura	Área (ha)	Distribuição (%)
Agricultura e pastagem	297	37
Florestas	464	55
Campos e Cerrado	73	9
Cidades, rios e outros	17	2
Total	851	100

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2002).

O uso de áreas degradadas com bioenergia é uma alternativa bastante interessante no que diz respeito à recuperação de solos e à maior conservação, ao mesmo tempo em que é gerado um produto de grande relevância (energia) e valor. Assim, a agroenergia ou bioenergia no Brasil é mais que uma alternativa de energia é também uma oportunidade de melhor aproveitamento de áreas e de geração de empregos, tomadas as devidas precauções para se evitar a expansão desordenada.

Deve ainda ser mencionado que a maior exploração de outras fontes renováveis de energia, como a eólica e a solar, com certeza auxiliaria significativamente a caminhada para o desenvolvimento sustentável. Entretanto, as iniciativas de uso ainda são muito tímidas, tanto em termos globais como nacionais. Outros pontos de relevância que poderiam contribuir para a sustentabilidade, além do uso de fontes renováveis, estão relacionados às seguintes questões: aumento da eficiência produtiva nas indústrias, com maior produção e menor consumo energético, envolvendo também o aproveitamento de resíduos gerados dentro das

próprias unidades; mudanças no modo de transporte de cargas, com redução do rodoviário e favorecimento do ferroviário, dutoviário e aquaviário; melhorias nos sistemas coletivos de transporte e muitas outras iniciativas que trariam forte benefício ao meio ambiente e mais ainda ao homem.

Para o desenvolvimento sustentável, além das iniciativas em nível macro, que dependem de ações mais complexas, deve-se considerar a participação de cada indivíduo por meio de ações cotidianas simples. Entre essas, podem ser citadas: evitar o desperdício de água, de alimentos, de energia elétrica e de combustíveis (mudanças nos hábitos de higiene e alimentação, preferência por eletrodomésticos e lâmpadas mais eficientes, boa regulagem de veículos); usar transporte coletivo; consumir preferencialmente produtos regionais; reciclar; evitar uso de descartáveis; além de outras iniciativas pessoais. Também não pode ser negligenciada a necessidade de continuidade de pesquisas com produção e processamento da biomassa, com células combustíveis, com energia solar, eólica, nuclear e até mesmo com o petróleo.

Ao final deste texto, fica clara a importância da energia para o desenvolvimento das nações, de uma região e até mesmo para o nosso cotidiano. Nota-se que essa energia pode ser "mais limpa" e impactar menos o meio ambiente. Além disso, a preocupação com sua produção e disponibilidade deve priorizar o uso racional e responsável, pois a ação de cada um faz a diferença no grande todo.

Referências

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento; CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Bioetanol de cana-de-açúcar**: energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316 p.

BRASIL. **Decreto nº 6.961 de 17 de setembro de 2009**. Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento. 2009. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/20430747/DECRETO-N%C2%BA-6-961-DE-17-DE-SETEMBRO-DE-2009>. Acesso em: 13 dez. 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço nacional de energia de 2007**. 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 25 jun. 2009.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço nacional de energia de 2008**. 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 13 dez. 2009.

BRASIL. Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano nacional de agroenergia 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar, safra 2009: primeiro levantamento, abril/2009. Brasília, DF, 2009. 15 p.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Mapa da cobertura vegetal do Brasil**. Disponível em: <http://www.cobveget.cnpm.embrapa.br/resulta>. Acesso em: 15 abr. 2002.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010. 2.272 p.

FERREIRA, C. M. **Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 228 p.

FUJIY, O. K.; PANTANO, P. M.; PANTANO FILHO, R. Energia: conceitos básicos. In: PANTANO FILHO, R.; ROSA, D. S.; IRIAS, L. J. M. **Desenvolvimento sustentável**. Itatiba: Berto Editora, 2008. p. 17-29.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 682 p.

MENDELECK, A. Energia, engenharia e efeito estufa. In: PANTANO FILHO, R.; ROSA, D. S.; IRIAS, L. J. M. **Desenvolvimento sustentável**. Itatiba: Berto Editora, 2008. p. 41-63.

Capítulo 3

Climas no mundo

Iridan Neri de Faria Ishikawa

No mundo há diversos tipos de clima. O clima tem influência muito grande na vida humana e dos animais em geral. É também responsável pela formação e pela distribuição da vegetação natural em todo o planeta.

Regiões muito frias ou muito quentes dificultam a fixação humana e, consequentemente, a formação de cidades, vilas, povoados, bairros, etc.

Mas o que significa o termo "clima"? Para defini-lo, é necessário ter conhecimento de tempo.

O tempo varia de um dia para o outro, até mesmo de uma hora para a outra. Em dado momento do dia, o Sol pode estar brilhando e a temperatura alta e, na hora seguinte, poderá cair a temperatura e chover. Portanto, o tempo é o estado da atmosfera em dado momento. É uma combinação dos elementos do clima, temporariamente.

Temperatura, chuva, umidade, ventos, massas de ar e pressão atmosférica são elementos do clima.

Nas previsões meteorológicas (do tempo) são usadas as expressões: tempo bom, instável ou chuvoso. Essas expressões dão ideia da combinação dos elementos do clima.

As previsões do tempo fornecidas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), situado em São José dos Campos, SP, resultam da interpretação de imagens de satélites meteorológicos que "fotografam" as massas de ar e seus deslocamentos (ADAS, 1998).

As condições do tempo são anunciadas nos canais de televisão e nas estações de rádio, e publicadas em jornais diariamente.

Para que se defina qual é o clima de certo lugar, a observação do tempo e suas variações no espaço de um ano não são suficientes. São necessários aproximadamente 30 anos para defini-lo, pois

> os elementos meteorológicos ocorrentes no globo terrestre têm relativamente a sua intensidade e distribuição regulados por diversos fatores, são eles: latitude, cordilheiras, correntes marítimas, circulação geral da atmosfera, etc., os quais condicionam a regularidade diferencial de parâmetros meteorológicos, para diferentes locais. Essas variações ocasionam a classificação de climas diferentes. (OMETTO, 1981, p. 388).

Os climatologistas e os meteorologistas classificam o clima segundo a temperatura e a umidade.

Quanto à temperatura, o clima pode ser: muito úmido, úmido, semiúmido, semiárido e árido.

Na classificação dos climas, a climatologia procura utilizar os nomes das zonas climáticas: equatorial, tropical, subtropical, temperada e polar.

Tipos climáticos, vegetação e os animais

Na zona intertropical, ocorrem climas dos tipos: equatorial, tropical e desértico.

Clima equatorial

Esse tipo de clima tem as seguintes características: temperaturas elevadas e chuvas abundantes durante o ano todo.

Nesse tipo de clima, a biodiversidade é ampla, com uma vegetação predominantemente de florestas, como a Amazônia, e uma fauna variada, constituída de macacos, cobras, aves de cores vivas (tucano, papagaios e araras), além de insetos e microrganismos.

Clima tropical

O clima tropical é um fator determinante da abundante biodiversidade nessas regiões. Além da latitude, inúmeros fatores isolados e combinados[1] influem na variada classificação. No Brasil, a precipitação média anual, por exemplo, varia de 500 mm a 2.000 mm anuais, e é muito influenciada pela topografia, que, associada à continentalidade contrastada com a maritimidade, é determinante em escala local dessa variedade (VIANELLO; ALVES, 1991).

A vegetação natural é diversificada e se apresenta na forma de florestas, cerrados, com predominância de plantas herbáceas e árvores tortuosas, além de campos, com espécies rasteiras descontínuas, onde vivem onças, lobos-guarás, jacarés, tamanduás, veados, calangos, cobras e muitos roedores e aves.

Clima desértico

Clima de pouca umidade, pluviosidade muito baixa, chove raramente. As temperaturas são elevadas. Durante o dia faz muito calor (até 50 °C) e, à noite, muito frio.

Nesse tipo de clima, a vegetação é xerófila, geralmente espinhenta, com plantas adaptadas ao clima seco. Os animais que vivem nos desertos são poucos: camelos, cobras, lagartos, etc.

Clima subtropical

É a transição entre os climas quente e temperado, com temperaturas moderadas no inverno e quentes no verão, e com chuvas que ocorrem tanto no inverno quanto no verão.

[1] Fatores isolados ou combinados – Relevo, albedo da superfície, penetração de frentes frias ou quentes, mecanismos de brisas marítimas e terrestres, linhas de instabilidade, mecanismos atmosféricos de grande escala, maritimidade, continentalidade, montanhas elevadas, depressões intermontanas, baixadas litorâneas, etc.

Os climas temperados são denominados: oceânicos, continentais, mediterrâneos e subtropicais. As temperaturas médias anuais são mais baixas do que nas regiões de clima equatorial ou tropical. As quatro estações do ano diferem umas das outras.

Sua vegetação é composta por área de florestas, campos ou pradarias (florestas temperadas).

Clima polar

Nesse tipo de clima, os invernos são longos e rigorosos, e a temperatura é muito baixa (-50 °C a -70 °C). Nessa região, há queda de neve de 100 mm a 200 mm ao ano ou mais.

Nas áreas continentais, a vegetação apresenta-se na forma de floresta boreal, ou *taiga*. Nas regiões de clima polar, no verão, aparece a *tundra* (vegetação baixa que fica coberta de gelo durante o inverno). Os animais mais comuns são resistentes ao frio, como ursos, lobos, renas, etc.

A influência do clima na vida humana

Uma das atividades exercidas pelo homem é a agricultura. A produção de alimentos está intimamente ligada ao clima. A escolha do produto e a época do plantio dependem, em grande parte, das chuvas e das temperaturas durante o ano.

Em regiões de clima frio ou em regiões de clima quente, os produtos agrícolas cultivados são diferentes.

Com o avanço da tecnologia, o homem tem conseguido controlar alguns aspectos climáticos na agricultura.

As condições climáticas também influenciam o modo de vida do ser humano, a habitação, o vestuário, o transporte, etc.

Em áreas onde o inverno é rigoroso, os habitantes são obrigados a usar roupas de lã e a morar em casas bem fechadas, para suportar o frio excessivo. Em áreas quentes, ocorre o inverso.

Enfim, as condições climáticas, no dia a dia, interferem na vida humana em diversos aspectos e é fator determinante no planejamento de qualquer atividade; por isso, as mudanças evidenciadas no clima mundial, interessam e afetam toda humanidade.

Referências

ADAS, M. **Geografia, noções básicas**. São Paulo: Moderna, 1998. v. 1.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Ed. da UFV, 1991. 449 p.

Literatura recomendada

AZEVEDO, G. G. **Geografia, o espaço e os homens**: o espaço brasileiro. São Paulo: Moderna, 1996. v. 1, 175 p.

Capítulo 4

As águas superficiais e subterrâneas no diagnóstico ambiental

Marco Antonio Ferreira Gomes

O diagnóstico ambiental, como parte inicial de um trabalho de pesquisa de campo, constitui ferramenta indispensável para que se tenha uma visão "em tempo real" da situação das condições relacionadas, principalmente, à vegetação, ao solo, ao ar e à água. Todos esses ambientes, também chamados de compartimentos, refletem o estado ou o nível de interferência a que estão submetidos, principalmente pela ação antrópica. Essa interferência normalmente afeta, incondicionalmente, todos os compartimentos de forma simultânea. Tanto é que, quando surgem problemas de alteração/remoção da vegetação, por exemplo, ocorre também alteração da umidade relativa do ar e, consequentemente, da temperatura nas proximidades; tal reflexo se dá também no solo, que tem, de imediato, parte de suas propriedades modificadas, principalmente por causa da maior exposição ao sol e do impacto direto das chuvas. No caso da água, normalmente ocorre alteração no regime hídrico de um curso d'água, por exemplo, cuja nascente estava em equilíbrio com a cobertura vegetal que foi removida ou alterada. Assim, pode-se perceber a importância de manter todos esses ambientes ou compartimentos em equilíbrio, como única forma de manutenção da sustentabilidade ambiental[1].

Na presente abordagem, será destacado o compartimento água, integrando as águas superficiais e subterrâneas, que são partes essenciais e vitais do meio ambiente, em todo seu conjunto, uma vez que sem ela seria impossível a manutenção da vida no planeta.

[1] Sustentabilidade ambiental – Condições ambientais sob equilíbrio.

As águas superficiais

As águas superficiais, aqui retratadas como as águas doces disponíveis para consumo, tanto humano quanto animal, merecem atenção especial, dadas as condições de deterioração da qualidade e quantidade[2] que vêm sofrendo ao longo dos anos em todo o mundo, sobretudo nas duas últimas décadas.

Definida atualmente como commodity[3], ou seja, uma mercadoria de valor que deve, portanto, ser comercializada, a água passou a ser o centro das atenções em todos os foros ambientais. Todo esse cenário é decorrente da diminuição de oferta desse líquido vital, o que pode tornar toda a população mundial bastante vulnerável no que diz respeito a sua disponibilidade para consumo.

No diagnóstico ambiental, a água deve ser tratada em conjunto, ou seja, tanto a superficial quanto a subterrânea, uma vez que, na prática, elas estão interligadas de alguma forma. Didaticamente, entende-se como água superficial aquela que escorre ao ar livre na forma de um "filete" d'água, riacho ou rio, conforme seu volume, independentemente de sua origem, embora se saiba que ela possa ser proveniente tanto de uma chuva como também, e principalmente, de uma nascente, cuja origem está relacionada a um reservatório subterrâneo. Todavia, para facilitar o entendimento, do ponto de vista didático, normalmente procede-se à divisão em águas superficiais e águas subterrâneas.

As águas subterrâneas

As águas subterrâneas são definidas como aquelas águas acumuladas em profundidade, tanto nas rochas sedimentares, no espaço entre seus poros, dando origem aos aquíferos sedimentares, quanto nas rochas ígneas e metamórficas, acumulando-se nas fraturas existentes, originando os aquíferos fissurados

[2] Deterioração da qualidade e quantidade – Piora na composição e diminuição no volume disponível.

[3] Bem de grande valor econômico; mercadoria.

ou fraturados. Normalmente, são aquíferos profundos, em razão da existência de grande cobertura de rochas. Existem, ainda, os aquíferos freáticos, que ocorrem em baixas profundidades, normalmente em virtude da ausência de cobertura de rochas, com acúmulo de água somente em sedimentos e em materiais inconsolidados ou moles.

Os aquíferos profundos, pela própria natureza, estão mais protegidos quanto à possibilidade de contaminação por algum produto químico, tornando-se, assim, pouco vulneráveis a um processo contaminante qualquer. O mesmo não ocorre com os aquíferos freáticos ou menos profundos, nos quais a vulnerabilidade é maior.

O conhecimento dessas características é importante no diagnóstico ambiental, porque auxilia na definição da vulnerabilidade da área em relação a sua exposição a determinada carga contaminante (tipo e quantidade de agrotóxicos, por exemplo), permitindo, assim, uma avaliação de risco de contaminação da água, que constitui um dado muito importante de impacto ambiental negativo[4].

O diagnóstico das águas superficiais e subterrâneas

O diagnóstico relativo à água, seja ela superficial, seja subterrânea, deve então envolver aspectos qualitativos, quando são definidas as prováveis fontes que interferem em sua qualidade, com inferências sobre tipos de produtos químicos ou tipo de ação (manejo do solo, práticas culturais, atividades urbano-industriais, etc.). Concluído esse levantamento de informações que compõe o diagnóstico, estabelecem-se os indicadores de qualidade da água[5] (ex.: eutrofização[6], nitri-

[4] Impacto ambiental negativo – Qualquer alteração que resulte em danos ao ambiente.

[5] Indicadores de qualidade da água – Parâmetros ou propriedades físicas, químicas e biológicas que indicam ou mostram as condições de qualidade da água.

[6] Processo de enriquecimento da água com fósforo, tornando-a imprópria para o consumo humano e para a sobrevivência de diversas espécies aquáticas.

ficação[7], turbidez[8], pH[9], DBO[10], DQO[11], agrotóxicos[12], dioxinas[13], etc.), que serão avaliados quantitativamente por meio das ações de monitoramento, as quais darão subsídios na avaliação dos impactos negativos identificados. Isso significa que o monitoramento não pertence mais à fase de diagnóstico, e sim à fase de avaliação de impactos, quando então será dada ênfase aos aspectos quantitativos dos indicadores de qualidade de água.

Literatura recomendada

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Pantanal - PCBAP**. Brasília, DF, 1997. 3 v. em 7 tomos.

CONDINI, P. **Subsídios para a educação ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga**. São Paulo: SMA, 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).

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

7 Processo de conversão de amônia em nitrato. O nitrogênio na água pode ser quebrado em compostos orgânicos nitrogenados (ex.: proteínas, ureia, etc.), que são hidrolisados com o tempo, formando amônia. Bactérias autotróficas assimilam então a amônia e formam nitritos (NO_2^-) e nitratos (NO_3^-).

8 Índice que determina a presença de materiais sólidos em suspensão na água, podendo ser de origem tanto orgânica quanto inorgânica.

9 Potencial hidrogeniônico. Indica se a água está ácida, neutra ou alcalina.

10 A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é calculada pela medição da quantidade de oxigênio consumido, por ação microbiológica, na degradação da matéria orgânica presente na água.

11 A demanda química de oxigênio (DQO) é calculada pela quantidade de matéria oxidável, em que o agente químico oxidante utilizado é o permanganato de potássio.

12 Compostos químicos sintéticos usados no controle de pragas e doenças na agricultura. Dividem-se em três grupos principais: herbicidas, inseticidas e fungicidas.

13 Constituem uma família de compostos denominada policlorodibenzo-para-dioxinas, classificada como a dos compostos químicos mais tóxicos produzidos pelo ser humano. Normalmente geradas durante a produção de clorofenóis e de herbicidas, caracterizam-se pela natureza sintética, pela afinidade pelos lipídios e pela persistência no ambiente e nos tecidos, nos quais se acumulam e se concentram.

INSTITUTO GEOLÓGICO. **Diagnóstico do meio físico da média bacia do rio Piracicaba para fins de gestão ambiental**. São Paulo, 1996. 75 p. (Boletim do Instituto Geológico, 13).

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

Capítulo 5

Solo

Conceitos, origem, caracterização e capacidade de suporte

Heloisa F. Filizola

O solo, cobertura superficial dos continentes, é o suporte de vida vegetal e animal. É também a interface[1] entre as rochas e a atmosfera e está em contínua transformação.

Para todas as sociedades humanas, o solo é fonte de vida, pois elas o utilizam em diversas atividades, tais como agricultura, pecuária, exploração de matas e florestas, exploração mineral, suporte e fonte de materiais para as construções, entre outras. A vida humana é extremamente dependente da qualidade do solo, que, apesar de ser usado pelos homens há milhares de anos, é ainda pouco conhecido e tratado como se fosse um recurso inesgotável – o que não é verdade, pois o solo, se não for conservado, degrada-se e deixa de produzir os alimentos necessários à vida.

Apesar de o solo ser um recurso renovável, os processos necessários à transformação das rochas em solo levam milhares de anos e estão fora da escala da vida humana, daí a necessidade de conhecê-lo para melhor utilizá-lo e preservá-lo. Se o solo desaparecer, a vida humana também desaparecerá.

[1] Superfície que separa dois meios com propriedades físicas ou químicas diferentes.

Os solos diferenciam-se basicamente pela fertilidade[2] e pela organização[3]. Essas variações são consequência da interação entre o clima, a rocha, o relevo, os organismos (animais e vegetais) e seu tempo de formação (Figura 1).

O solo é a ligação entre o mundo mineral e o biológico. Em termos mais científicos, define-se o solo como a parte superior da litosfera[4] transformada pela presença e pela ação conjunta da hidrosfera[5], da atmosfera e da biosfera[6].

Isso significa que as rochas, em contato com a água da chuva, com o ar e com os organismos vivos, transformam-se em solo. As primeiras mudanças ocor-

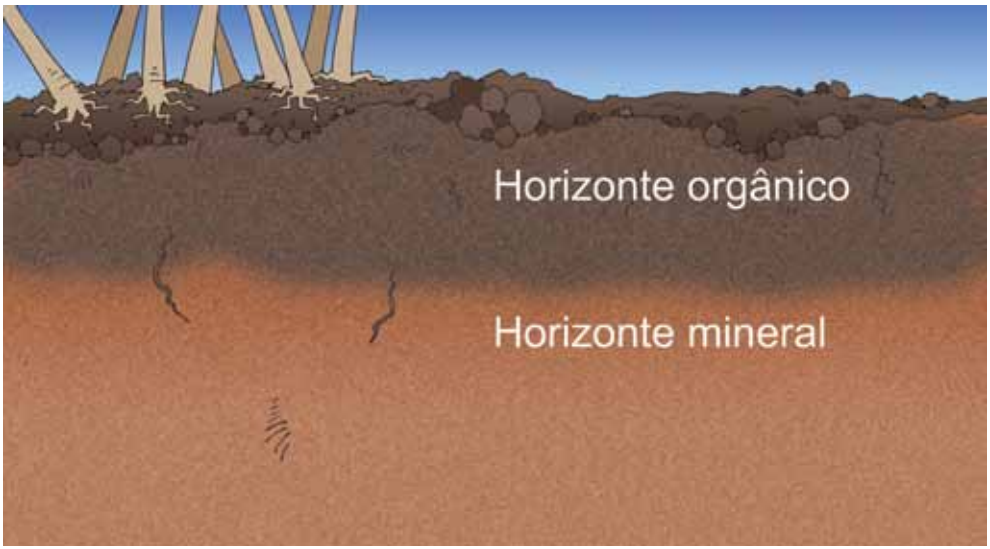

Figura 1. Perfil do solo.
Ilustração: Cacá Soares.

2 Qualidade de quem ou do que produz muito. Fertilidade do solo é a capacidade de produção do solo graças à disponibilidade equilibrada de elementos químicos e de uma boa estrutura física (estrutura em blocos grandes, de 2 cm a 5 cm, a muito pequenos, menores que 0,5 cm) que permite uma boa circulação de água e de ar.

3 Organização do solo é a maneira pela qual estão agrupados os volumes que constituem o solo.

4 Parte sólida da crosta terrestre, com espessura avaliada entre 60 km e 120 km.

5 Conjunto das águas continentais da superfície da Terra.

6 Conjunto dos seres vivos que habitam a Terra.

rem quando certos minerais das rochas transformam-se em argila[7]. Mas só isso não basta, é necessário que a biosfera atue. Inicialmente, são liquens[8] e fungos[9] que interagem com a rocha criando condições para que as plantas, chamadas pioneiras[10], bem como pequenos animais passem a contribuir com o processo de transformação. A matéria orgânica[11] proveniente dessa atuação é fundamental para a transformação completa da rocha em solo.

O solo tem quatro funções principais, vitais para o homem: biológica, alimentar, de filtro e de fonte de material.

Função biológica

O solo abriga numerosas espécies vegetais e animais. Diversos ciclos biogeoquímicos[12] ocorrem no solo, que é parte integrante de vários ecossistemas[13].

Função alimentar

O solo contém pequenas quantidades de elementos minerais (ferro, cálcio, magnésio, etc.) e de matéria orgânica, além de água e ar, necessários à vida das plantas e dos animais. Quando o homem se alimenta de vegetais ou animais, ele ingere esses elementos vindos do solo, os quais são essenciais a nossa saúde.

---

7 Termo que designa um mineral ou uma rocha composta por esse mineral (argilito). Material finamente dividido, consolidado ou não, constituído essencialmente de argilominerais, mas que pode conter outros minerais e matéria orgânica. Termo que designa o tamanho de partículas do solo ou de uma rocha: fração menor que 0,002 mm de diâmetro.

8 Vegetal formado pela associação de uma alga verde ou azul com um fungo.

9 Organismo vegetal que não sintetiza seu alimento, alimentando-se de organismos mortos ou da seiva de vegetais vivos; cogumelos.

10 Primeiros vegetais superiores que se estabelecem em um local sem vegetação.

11 Matéria orgânica – Substâncias de origem vegetal ou animal que formam parte do solo, em todos os estados de decomposição.

12 Ciclos biogeoquímicos – Sequência de transformações e de trocas bioquímicas que ocorrem no solo ou na rocha.

13 Comunidade de organismos e o ambiente no qual vivem. Compreende o conjunto dos seres vivos que habitam em uma área determinada, os fatores que o caracterizam e as relações que se estabelecem entre os seres vivos e entre estes e o meio físico.

Função de filtro

O solo é um meio poroso; assim, a água proveniente da chuva pode atravessá-lo. Ao percorrer esse caminho até a água subsuperficial[14] e a subterrânea[15], a água vai se carregando de produtos solúveis[16], por meio de processos físicos, químicos e biológicos. O solo pode reter os agentes danosos ao homem, os quais são utilizados na agricultura, mas até certo limite. Se esse limite for ultrapassado, os produtos são levados para a água subterrânea e para os rios, poluindo-os.

Função de fonte de material

O solo é, ao mesmo tempo, fonte de material e suporte para as construções humanas (por exemplo, estradas). Além disso, muitos metais, como o alumínio, o ferro, entre outros, são retirados do solo.

Em decorrência de seu uso pelo homem, o solo pode sofrer graves danos, pois tem uma capacidade de suporte que, muitas vezes, é ultrapassada. É uma questão de equilíbrio entre a capacidade de uso, a renovação dos solos e a pressão antrópica[17]. Se o uso é muito intenso, ou se é feito de maneira inadequada, o solo perde sua fertilidade pela diminuição das qualidades físicas, pela redução de nutrientes[18] e de matéria orgânica, e também pelo acúmulo de sais. Há diminuição da atividade biológica, o solo é erodido[19], compactado[20], há a formação de crostas em superfície, e tanto o solo como as águas podem também se tornar poluídos pelos agroquímicos utilizados na agricultura.

14 Que se encontra pouco abaixo da superfície do solo.

15 Que se encontra debaixo da terra.

16 Que podem ser dissolvidos.

17 Que é resultado da ação do ser humano.

18 Nutriente – Aquilo que é nutritivo, que alimenta.

19 Que sofreu o processo de erosão; que foi desgastado e transportado pela água, vento ou gelo.

20 Comprimido. Diminuição do volume do solo ocasionado por compressão, provocando um rearranjo mais denso das partículas do solo e uma consequente redução da porosidade.

O solo faz parte da paisagem, do meio natural. Da mesma maneira que as paisagens variam de acordo com o meio onde se desenvolvem, o solo também é diferente de um local para outro (Figura 2).

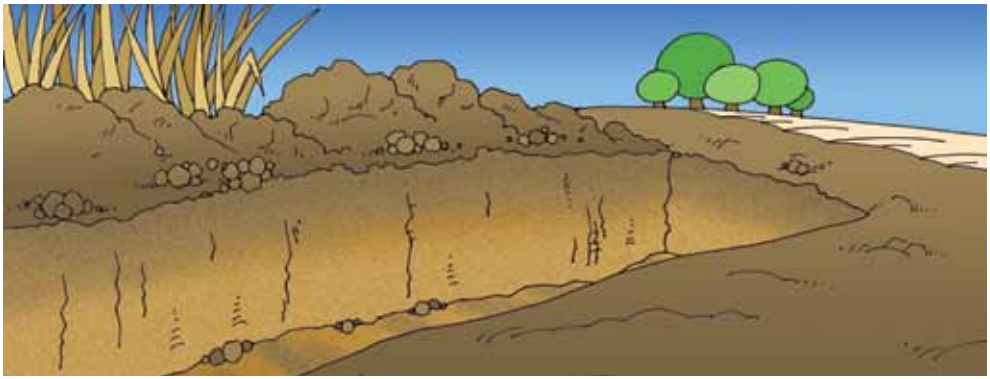

Figura 2. Variação rápida do solo.
Ilustração: Cacá Soares.

Os diferentes solos têm diferentes comportamentos; portanto, reagem de maneira diferenciada ao uso que se fizer dele. Por isso, é importante que, antes de se utilizar o solo, seja para a agropecuária, seja para construções, que se conheçam suas principais características físicas (estrutura[21], textura[22] e porosidade[23]), químicas (pH[24], matéria orgânica, metais presentes) e mineralógicas[25] e suas características hidráulicas[26]. São essas informações que permitirão o uso do solo de maneira mais adequada, permitindo, assim, que esse recurso possa ser utilizado pelas gerações que virão.

[21] Arranjo relativo aos componentes. A estrutura do solo refere-se ao agrupamento de partículas primárias, separadas de agregados adjacentes por superfícies de fraca resistência. São classificadas quanto à forma, ao tamanho e ao grau de distinção.

[22] A textura do solo refere-se às proporções relativas das frações de areia, de silte e de argila contidas no solo.

[23] Conjunto dos vazios de uma rocha ou solo, que pode ser ocupado por ar, água ou outro fluido.

[24] Medida da acidez ou da alcalinidade de um sólido ou líquido. O pH varia de 0 a 14, sendo 7 o estado neutro – água destilada. Um pH abaixo de 7 indica acidez, e acima de 7, alcalinidade.

[25] Referente à mineralogia, que é a ciência que estuda os minerais.

[26] Hidráulica – Referente ao movimento dos líquidos, em especial a água.

Parte 2

Meio biológico

A concepção de ecossistema é a principal base teórica para toda análise ambiental e, por isso, conduz esta seção, que trata sobre o meio biológico. A fauna, a flora e os microrganismos são a ele referidos. A biodiversidade é um dos aspectos focalizados, visto que nem sempre o desaparecimento de espécies conhecidas e desconhecidas é entendido, mesmo pelos que compartilham da defesa dessa bandeira.

Capítulo 1

Valor da biodiversidade

Ladislau Araújo Skorupa

O termo "biodiversidade" é empregado para designar o somatório da variabilidade de formas de vida do planeta. Em sentido amplo, inclui a diversidade de espécies da flora, da fauna e dos microrganismos, a diversidade de genes dentro das espécies e de suas populações, a diversidade de interações entre os membros das espécies e de suas funções ecológicas dentro do ecossistema, bem como a diversidade de ecossistemas.

Comumente, a biodiversidade é avaliada apenas pela diversidade de espécies existentes, por ser o modo mais mensurável e mais perceptível. Nesse caso, toda a variabilidade genética existente entre os indivíduos de uma espécie, as interações entre os indivíduos da mesma espécie e com outros de diferentes espécies, assim como suas funções no ecossistema, devem ser implicitamente consideradas.

Os inventários mais recentes indicam que cerca de 1,4 milhão de espécies de organismos de todos os tipos já foram reconhecidas e descritas pela ciência (Figura 1). Desse total, aproximadamente 751 mil são insetos; 248.400 são plantas superiores; 281 mil são animais diversos; e cerca de 132.500 são espécies representadas por algas, protozoários, fungos e outros microrganismos. Apesar de ser um número relativamente elevado, admite-se que ele representa apenas uma pequena fração do total de espécies existentes na face da Terra. O grande número de novas espécies descrito continuamente em publicações científicas a cada ano sugere essa tendência. A maior parte da diversidade ainda desconhecida estaria habitando ambientes pouco explorados, como as copas das árvores das florestas

tropicais, os recifes de coral, os solos do fundo dos oceanos e os solos das florestas tropicais. Entre os grupos de organismos em que há grande expectativa de novas descobertas, incluem-se os insetos, ácaros, plantas epífitas, fungos, bactérias, nematelmintos e protozoários.

Algumas estimativas sugerem que exista entre 5 milhões e 30 milhões de espécies de organismos vivos. Outras sugerem que esse número pode chegar a 100 milhões.

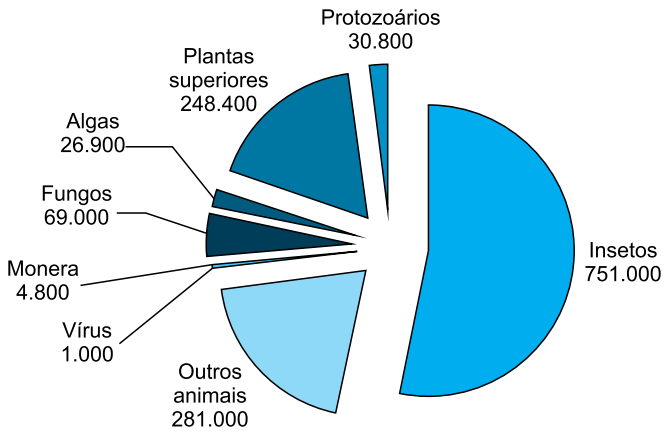

Figura 1. Número de espécies de organismos vivos descritos e reconhecidos pela ciência (total em torno de 1.412.900).
Fonte: adaptado de Wilson (1992).

Essas estimativas tão superiores, quando comparadas com o atual nível de conhecimento da diversidade biológica, e, ao mesmo tempo, tão imprecisas, refletem notadamente o desconhecimento do homem do mundo que o cerca. Quando esses números são analisados à luz do conceito de "biodiversidade", como colocado inicialmente, verifica-se que a lacuna do conhecimento científico nesse tema é ainda maior.

Apesar do pouco conhecimento a respeito da biodiversidade global, nacional, regional ou mesmo local, os benefícios por ela gerados são indiscutíveis, embora muitas vezes não sejam muito perceptíveis. Uma de suas contribuições

mais significativas está relacionada aos serviços prestados aos ecossistemas naturais e aos ecossistemas agrícolas ou agroecossistemas. Apenas para citar alguns exemplos, pode ser mencionada a atuação da cobertura vegetal na contenção de processos erosivos do solo, no controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, na proteção dos mananciais, no abastecimento dos lençóis freáticos, na criação de condições propícias para a manutenção de populações de organismos benéficos – como insetos polinizadores de culturas e inimigos naturais de pragas – ou ainda o papel dos organismos das micro, meso e macrofaunas do solo que participam do processo de reciclagem de nutrientes, fundamental para a manutenção da vida na Terra. Como exemplo emblemático, e tomando por base apenas os insetos e os artrópodes terrestres, calcula-se que a ausência desses organismos nos processos de reciclagem de nutrientes inviabilizaria a vida na Terra em apenas poucos meses, diante da importância de seus papéis na cadeia trófica, na reciclagem de nutrientes, de que participam ativamente.

Em sistemas agrícolas, um exemplo clássico da importância da biodiversidade relaciona-se ao crescimento populacional desordenado de alguns organismos e ao surgimento de pragas agrícolas. Em grande parte, esse crescimento populacional desordenado deve-se à existência de um desequilíbrio no agroecossistema, geralmente ocasionado pela simplificação de habitats (por exemplo, a eliminação da cobertura vegetal com destruição de habitat de organismos da fauna para a implantação de monocultivos). Frequentemente, esse desequilíbrio decorre de perturbações ambientais que afetam as populações dos organismos de forma diferenciada e, por conseguinte, causam desequilíbrios nas relações presa-predador. Nesse caso, quando um dos fatores limitantes para o crescimento populacional de determinado organismo deixa de ser a atuação de seu predador natural – fato motivado pela perturbação no equilíbrio do agroecossistema –, sua população pode aumentar, e este pode vir a se tornar uma praga, ou seja, vir a causar danos econômicos a determinada cultura. Quando isso ocorre, os sistemas agrícolas tradicionais adotam agrotóxicos para o controle da praga causadora do dano, muitas vezes com impactos ambientais negativos para outros organismos do agroecossistema pela contaminação do solo, do ar, da água, da fauna, da flora e do homem.

Sistemas agrícolas modernos têm buscado o emprego racional desses insumos, considerando também os benefícios da biodiversidade na prevenção e no controle populacional de organismos que possam vir a se tornar pragas (ex.: incentivo à manutenção de vegetação nativa próximo de áreas agrícolas de modo que sejam criadas condições favoráveis para as populações de predadores naturais).

Outros exemplos de grande visibilidade do valor da biodiversidade podem ser buscados no dia a dia; os mais marcantes, nesse caso, são aqueles em que a biodiversidade é fonte de produtos alimentícios e de matérias-primas para a indústria. No primeiro caso, sua contribuição pode se dar de forma direta, como na produção de frutas, grãos e tubérculos, ou de forma indireta, por meio do fornecimento de genes para o melhoramento genético de rebanhos e de espécies cultivadas. No segundo caso, proporciona matéria-prima para a produção de medicamentos, agrotóxicos, adoçantes, espessantes, aromatizantes, óleos comestíveis, sabões, tintas, lubrificantes, etc.

Muitas espécies das quais se originaram as plantas cultivadas ainda continuam a existir na natureza, na forma silvestre, em condições naturais. No Brasil, nessas condições, podem ser citados a mandioca, o abacaxi, o maracujá e o amendoim, entre outros. Esses parentes silvestres das plantas cultivadas geralmente não possuem as qualidades desejáveis de seus equivalentes cultivados, como porte, tamanho e forma de folhas, frutos ou sementes, cor, sabor, etc. Entretanto, ao longo de sua história, no processo de seleção natural, adquiriram uma constituição genética que os tornaram aptos a enfrentar uma vasta gama de situações adversas, como seca, inundações, calor e frios extremos, solos pobres e ácidos, etc. Muitas delas, nesse processo, também desenvolveram resistências às pragas e doenças comuns a seus parentes cultivados. O melhoramento genético, seja por meio dos cruzamentos tradicionais, seja pelo uso das modernas técnicas de engenharia genética, possibilita a transferência de características desejáveis dos parentes silvestres às formas cultivadas, melhorando, dessa maneira, a produção e a produtividade das culturas ou transferindo outras características de interesse ao produto final. Trata-se, portanto, de um instrumento para a utilização da biodiversidade.

No fornecimento de matéria-prima para a indústria, a importância da biodiversidade pode ser mais bem exemplificada no caso da produção de drogas para a indústria farmacêutica. Parte significativa das drogas (naturais ou semissintéticas) utilizadas no mundo provém de plantas. No entanto, as 121 substâncias em uso corrente de origem vegetal são obtidas a partir de apenas 95 espécies. Até o início da década de 1980, estimava-se que menos de 1% das espécies da flora brasileira era conhecido quanto a seus constituintes químicos, revelando o enorme potencial existente em nossas florestas.

De forma paradoxal, no entanto, apesar do reconhecimento do valor da parcela conhecida da biodiversidade e do potencial inequívoco da parte ainda inexplorada ou desconhecida, observa-se uma clara tendência de extrema redução dessa riqueza, em grande parte pela destruição e fragmentação de habitats. Assim, por exemplo, quando uma floresta é destruída, não apenas as espécies florestais, arbustivas e herbáceas existentes nessa área são eliminadas. Junto com elas, todos os organismos associados a esse habitat, direta ou indiretamente, são afetados ou eliminados permanentemente.

Ficam claras, pelos exemplos aqui expostos, a complexidade e as diversas formas com as quais é possível abordar o tema "biodiversidade", que pode ser discutido por sua importância tanto global quanto local, em virtude de seu papel em um agroecossistema. Em ambos os casos, contudo, com impactos sobre o meio ambiente e sobre as qualidades de vida presente e futura.

Sem dúvida, muitos esforços, tanto no âmbito acadêmico como no político, têm sido despendidos com o intuito de tornar compatíveis o desenvolvimento das atividades humanas e a conservação da biodiversidade. Nesse ponto, a difusão do conhecimento tem tido papel importante no debate de ideias. A difusão desses conhecimentos e os debates de ideias no âmbito escolar será, certamente, o fator decisivo para o futuro das próximas gerações.

Referência

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

Literatura recomendada

GOTTLIEB, O. R.; MORS, W. B. Potential utilization of Brazilian wood extractives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 28, n. 2, p. 196-215, 1980.

HOYT, E. **Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas**. Wilmington: Addison-Wesiey Iberoamericana, 1992.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

SOEJARTO, D. D.; FARNSWORTH, N. R. Tropical rain forest: potential source of new drugs? **Perspectives in Biology and Medicine**, Baltimore, v. 32, p. 244-56, 1989.

WALTER, B. M. T. **Biodiversidade e recursos genéticos**: questões e conceitos. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 48 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 46).

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

Capítulo 2

Visão geral sobre ecossistema

André Luiz Amansio Franco

O ambiente dos seres vivos é formado por um conjunto de fatores abióticos (sem vida) e bióticos (seres vivos – homem, animais, vegetais e microrganismos), inter-relacionados. Alterações nas condições abióticas têm sempre profunda repercussão nos componentes bióticos, e vice-versa. Essa interação entre tais elementos denomina-se ecossistema.

Qualquer unidade natural, como um lago, uma floresta, uma horta ou um simples aquário, constitui um ecossistema. Cada um desses ambientes é um todo integrado, uma unidade funcional da natureza.

O tamanho de um ecossistema é determinado apenas por consciência de caracterização e estudo, pois na natureza eles estão interligados, e constituem a biosfera como um todo.

A distribuição e os efeitos dos fatores abióticos são diferentes em distintas partes da biosfera, configurando-lhe aspectos biológicos diversos. Isso condiciona, grosso modo, três modos de vida na Terra, cada um relacionado a um diferente ambiente da biosfera, denominado biociclo. São três os biociclos: epinociclo (ambiente terrestre), limnociclo (ambiente da água doce) e talassociclo (ambiente marinho). Cada biociclo pode ser dividido em parcelas menores, com características distintas: são os biomas.

Ambiente terrestre

No ambiente terrestre, o tipo de cobertura vegetal que determina a fauna existente sofre influência do clima, manifestado em dois aspectos principais: temperatura e precipitação.

Os biomas terrestres naturais podem ser agrupados em três categorias, de acordo com o tipo de vegetação dominante: florestas (com árvores como cobertura vegetal), campos (com predominância de arbustos e gramíneas) e deserto (sem cobertura vegetal contínua). Existem ainda biomas artificiais, como as cidades e as plantações, criados pela interferência do homem, onde se procura controlar a fauna e a flora presentes, bem como o ritmo e o percurso da reciclagem dos nutrientes, criando condições mais favoráveis à existência do ser humano.

As florestas vêm sofrendo graves reduções em razão da influência e da dominação do homem, no que diz respeito à expansão das cidades, indústrias, campos de cultivo, pecuária, etc. Em consequência disso, ocorre a extinção de diversas espécies de animais, árvores, folhas, frutos, raízes que poderiam ser úteis à medicina, além de alterações no clima, no curso e na forma dos rios. Com o solo descoberto de vegetação, existe a ação erosiva, provocada principalmente pelas chuvas, o que causa o assoreamento dos rios e as grandes enchentes. A grande parte das florestas tropicais encontra-se em solos pobres; elas mantêm-se graças a uma fina camada de húmus. A retirada da cobertura vegetal acelera a erosão e a lixiviação do solo, tornando-o, em poucos anos, inapto para a agricultura e incapaz de reconstruir e suportar a vegetação original. Ainda que haja o reflorestamento com fins industriais, as espécies nativas não se recuperam. Por isso, não é possível resolver o problema da degradação e do desequilíbrio ambiental, porque a sobrevivência de animais depende das árvores nativas.

Os campos possuem um único extrato de vegetação, geralmente baixo, e são uma resposta às condições de baixa disponibilidade de água e à carência de nutrientes no solo (em geral argiloso ou arenoso). No Brasil, esse tipo de vegetação denomina-se Cerrado e vem sendo devastado em larga escala para pastagens, campos de cultivo e fornecimento de lenha. Apesar da pobreza da vegeta-

ção, a fauna é bastante variada, e abriga várias espécies ameaçadas de extinção, como o lobo-guará, o tamanduá-bandeira e o tatu-canastra.

Muito diferente do Cerrado, a região do Pantanal Mato-Grossense é um campo tropical inundável, na época das chuvas. Os rios da região sobem até 4 m acima do nível normal. Quando as águas retrocedem, deixam para trás o solo fertilizado e muitas lagoas perenes. Essas condições criam um ambiente rico para a fauna e para a flora, além de viabilizar a existência de extensas pastagens.

Ainda que o ambiente urbano tenha surgido como um ecossistema criado pelo ser humano, e moldado de acordo com as necessidades de suas populações, nem sempre oferece as melhores condições de existência. Aliás, são muitas as cidades que apresentam graves problemas ambientais, como a falta de saneamento básico, poluição sonora, poluição atmosférica, contaminação de mananciais e de reservatórios de água potável.

Grandes ecossistemas aquáticos

As águas continentais que compõem o limnociclo – água doce – são as de menor volume (apenas 190 mil quilômetros). Justamente o menor de todos os biociclos é muito importante para nós, por ser a fonte mais acessível e barata de água para o consumo doméstico e industrial. Três fatores limitantes principais caracterizam os ecossistemas de água doce: clima, oxigênio e propriedades químicas da água.

Os ecossistemas do limnociclo podem ser agrupados em dois biomas distintos: as águas lênticas (paradas) e as lóticas (correntes).

- Águas lênticas – A produtividade primária[1] dos lagos depende da quantidade de nutrientes que lhe chegam pelos cursos d'água. Correntes que

[1] Quantidade de microalgas (fitoplâncton) que um ambiente aquático tem capacidade de produzir e cuja concentração pode ser determinada pela quantidade de clorofila, que é expressa em microgramas por litro. A produtividade primária está relacionada com a qualidade da água do local, com a disponibilidade de oxigênio dissolvido e de fósforo e com a quantidade de matéria orgânica existente nos ambientes aquáticos. A coloração e a transparência da água também podem ser utilizadas como indicadores da abundância de fitoplâncton e determinar o grau de eutrofização, um indicativo da poluição causada nos ambientes aquáticos pelo acúmulo de matéria orgânica.

vão do fundo para a superfície carregam muitos nutrientes e incrementam a produtividade, pois a maior parte dos produtos concentra-se na camada superficial, com até 10 m de profundidade.

- Águas lóticas ou correntes – Compreendem os rios, riachos e córregos. Esses ambientes possuem a água muito oxigenada e rica em nutrientes importados de outros ecossistemas pela lixiviação (processo de separação de certas substâncias por meio de lavagem). Mas o fitoplâncton apenas se desenvolve no curso médio dos rios onde aparecem os remansos. Os consumidores primários são peixes e larvas de insetos.

Os rios estão sujeitos a diversas formas de poluição. Uma das mais comuns e prejudiciais é a provocada pelos detergentes sintéticos. Com seu acúmulo, acabam formando uma película superficial que impede a oxigenação e provoca a morte dos peixes. Além disso, os detergentes lavam a gordura que impermeabiliza as penas das aves aquáticas. Com as penas embebidas de água, as aves ficam pesadas e acabam morrendo afogadas.

Quando o impacto poluidor não é muito profundo, o rio consegue recuperar-se, graças a sua capacidade de autodepuração. Em outras situações, é preciso esforços coletivos, que envolvam a comunidade e os órgãos públicos.

Finalmente, não se pode esquecer a necessidade de uma atenta fiscalização, não só das autoridades competentes como da população em geral, no que se refere ao uso desnecessário e abusivo dos agrotóxicos e dos adubos sintéticos, bem como do lançamento de resíduos industriais poluentes. Só a aplicação séria e coordenada dessas medidas, acompanhada por um trabalho de conscientização, pode garantir que os rios voltem a ter a vida que perderam.

Literatura recomendada

GOWDAK, D.; MATTOS, N. S. de. **Biologia**. São Paulo: FTD, 1991.

SARIEGO, J. C. **Educação ambiental**: as ameaças ao Planeta Azul. São Paulo: Scipione, 1994.

Capítulo 3

Capacidade de suporte

Ladislau Araújo Skorupa

Para o entendimento da essência do conceito de capacidade de suporte, é necessário primeiramente que se conheça um conceito básico em ecologia: o de ecossistema. Ecossistema é a unidade funcional básica na ecologia, constituída pela comunidade biótica e pelo ambiente abiótico. A comunidade biótica é formada por todos os organismos de determinada área (plantas e animais), e o ambiente abiótico, pelo ambiente físico, que compreende o clima, o solo, os recursos hídricos, a atmosfera, etc. No ecossistema, a comunidade biótica interage com o ambiente abiótico, e cada um deles influencia as propriedades do outro. Essa interação é fundamental para a manutenção da vida na Terra. Tal interação permite que o ecossistema seja mantido sob certa estabilidade ao longo do tempo (autorregulação), tornando possíveis os ajustes necessários diante de eventuais perturbações.

Os ecossistemas podem ser considerados em vários níveis. O maior deles é a própria Terra, ou a biosfera. Abaixo desse nível podem ser reconhecidos inúmeros outros, como, por exemplo, os ecossistemas terrestres, marinhos ou mesmo um pequeno lago. Em todos os casos, as interações entre os componentes bióticos e abióticos estarão ocorrendo.

A produção de alimentos, de fibras e de outros produtos essenciais para satisfazer as necessidades básicas do homem requer que os ecossistemas naturais sejam modificados. Essas modificações implicam a substituição de parte da cobertura vegetal para dar lugar aos plantios, às construções, às estradas, etc. Esse ecossistema modificado recebe o nome de agroecossistema. Como os ecossistemas naturais, os agroecossistemas podem também ser considerados em vários

níveis: uma pequena propriedade, uma microbacia hidrográfica, a bacia hidrográfica inteira, o Estado, o país, e assim por diante. Ao contrário dos ecossistemas naturais – cuja única fonte de energia é a energia solar –, os agroecossistemas são projetados para produzir alimentos por meio do uso da energia solar e de outras fontes de energia (trabalho humano e animal, combustíveis, insumos diversos). A exemplo dos ecossistemas naturais, as interações entre os organismos ali presentes (meio biótico) e o componente abiótico continuam existindo.

Naturalmente, durante o processo de produção, o homem lança mão dos recursos naturais existentes, como o solo, os recursos hídricos, a fauna e a flora. Nesse ponto, duas necessidades podem ser apontadas. A primeira está relacionada à conservação desses recursos para que possam estar disponíveis e garantir as produções futuras. Como exemplos, destacam-se: a conservação dos solos em cultivos agrícolas, onde o emprego de técnicas adequadas de uso evita sua erosão ao longo do tempo; a conservação dos mananciais, cuja proteção por cobertura vegetal adequada garante o fornecimento de água para o consumo nas atividades agropecuárias e para o consumo humano; e a conservação da flora, que propicia a existência de polinizadores e de inimigos naturais das culturas.

A segunda necessidade diz respeito à reposição dos recursos utilizados durante o processo produtivo, pelo fato de não serem renovados com a mesma velocidade com que são consumidos, como no caso dos nutrientes do solo, cuja reposição, por meio de adubações, é necessária para a manutenção das produções futuras.

Em cada agroecossistema particular há uma limitação (física ou biológica) da capacidade de produção e manutenção estáveis, acima da qual não se verifica nenhum aumento, dada determinada quantidade de recursos disponíveis (bióticos e abióticos). Esse ponto é conhecido como "capacidade máxima de suporte". Exemplos: a) um pequeno lago - considerando-se as necessidades particulares das espécies de peixes ali existentes, como espaço, densidade, oxigênio dissolvido na água e outras condições que garantam sua sobrevivência - comporta certo número de exemplares, acima do qual haverá mortandade até que seja atingida a quantidade adequada de indivíduos; b) uma pequena pastagem - considerando-se o espaço disponível e as espécies forrageiras presentes - comporta determinado número de animais, acima do qual haverá desnutrição e degradação da pastagem e do solo.

Ao contrário dos ecossistemas naturais, que se autorregulam, nos agroecossistemas há ainda a necessidade suplementar da intervenção humana para a superação de perturbações de maior magnitude frequentemente observadas. Essa intervenção inclui a identificação dos fatores limitantes de sua produção, bem como daqueles que possam ameaçar a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais disponíveis. A não observância desses fatores, seja do ponto de vista da conservação dos recursos disponíveis, seja da reposição dos recursos utilizados, pode acarretar a diminuição da capacidade máxima de suporte do agroecossistema e os consequentes impactos negativos sobre os recursos naturais. Do ponto de vista teórico, acredita-se que a situação ideal seja uma condição anterior ao atingimento do limite máximo permitido, ou da capacidade máxima de suporte, uma vez que esse ponto é frequentemente ultrapassado. A condição ideal seria de 50% dessa condição máxima, situação na qual haveria tempo suficiente para tomadas de decisão, evitando os riscos na produção e a exaustão dos recursos. Esse ponto também pode ser definido como "capacidade ótima de suporte" (Figura 1).

Na sociedade, o aumento populacional, a disponibilidade de alimentos, o consumo e os impactos das atividades agrícolas e urbano-industriais sobre o

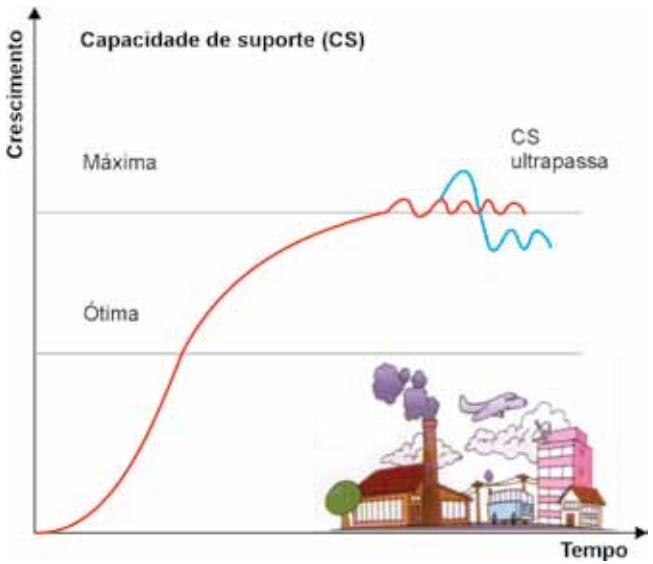

Figura 1. Capacidade de suporte exemplificada em um diagrama que representa determinado crescimento populacional sigmoide.
Fonte: adaptado de Odum (1988).

meio ambiente são fatores que contribuem para a determinação da capacidade de suporte de uma área ou região. Por exemplo, a existência de fome e desnutrição, associada à pressão e à deterioração dos recursos naturais, pode ser indicativa da superação da capacidade de suporte de determinada região. Da mesma forma, a crise no abastecimento de água que se vislumbra, em razão dos baixos níveis dos reservatórios, e a crise de fornecimento de energia elétrica recentemente verificada podem estar sinalizando que o País está superando sua capacidade de suporte.

Em âmbito global, o aumento da concentração de gases na atmosfera, provenientes das atividades humanas, como o dióxido de carbono, o metano e os clorofluorcarbonetos (CFCs), tem sido apontado como o responsável pelo aquecimento da terra pelo efeito estufa. Aos clorofluorcarbonetos e a outros alógenos vem também sendo atribuída a destruição da camada de ozônio, que protege a Terra dos raios ultravioleta. Tais fenômenos podem indicar que a capacidade de suporte da Terra está sendo superada.

Referência

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

Literatura recomendada

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 470 p.

Capítulo 4

Polinização e dispersão de sementes

Simone de Andrade

As plantas utilizam mecanismos interessantes e variáveis de reprodução, de acordo com cada espécie. Com a evolução, esses mecanismos foram sendo adaptados para atender à necessidade das plantas, conforme o meio em que viviam. Algumas dessas adaptações serão descritas a seguir.

Polinização

Denomina-se polinização a transferência do pólen do local de origem (antera) para uma superfície receptora (estigma).

Geralmente, o agente envolvido pode ser vivo (biótico), como, por exemplo, os pássaros, ou inanimado, ou seja, não possuir vida (abiótico), como, por exemplo, a água.

A polinização pode ocorrer entre flores da mesma planta. Nesse caso, é chamada de autopolinização. No caso de envolver o transporte de pólen de uma planta para outra, recebe o nome de polinização cruzada, que propicia maior intercâmbio genético e, portanto, maior variabilidade.

A maioria das plantas utiliza, para a polinização, o serviço de diferentes tipos de animais, tais como insetos, pássaros, morcegos, formigas, macacos, ratos, etc. Entre os atrativos e as recompensas oferecidas pelas flores aos visitantes, estão incluídos a atração visual, o odor, o pólen, o néctar, a cera e o óleo.

É costume referir-se às flores de borboletas, às flores de abelhas, às flores de pássaros, pois assim tem-se uma ideia da harmonia existente entre as flores e seus visitantes. Tal harmonia, ao longo da evolução, proporcionou diversas síndromes[1], que caracterizam as flores e os insetos que as polinizam.

Quanto aos tipos de polinização, podemos citar:

- Anemofilia – Polinização pelo vento.
- Hidrofilia – Polinização pela água.
- Entomofilia – Polinização por insetos.
- Ornitofilia – Polinização por pássaros.
- Quiropterofilia – Polinização por morcegos.

A polinização realizada por insetos (Figura 1) servirá de modelo para explicação dos processos acima citados. Inicialmente, o inseto é atraído pela flor. Isso é feito por meio da cor e do odor, nem sempre agradável; há flores com cheiro de carne podre, bastante atraente para certos besouros e moscas. O animal pode entrar na flor em busca de alimento, como néctar ou pólen. Enquanto o animal está se alimentando, pode cair pólen em seu corpo, aderindo-se a ele. Quando o inseto levanta voo, leva certa quantidade de pólen, deixando-o no estigma de outra flor que vai visitar.

Já na polinização pelo vento, que ocorre em plantas dotadas de flores pouco atraentes, isto é, sem cor vistosa e sem odor, o pólen é seco e abundante, o que compensa a baixa probabilidade de se efetivar a polinização. A parte feminina também pode contribuir, com um estigma de grande superfície.

Na polinização feita por água, encontram-se exemplos na chuva, que carrega consigo os diversos elementos reprodutivos dos diferentes tipos de plantas, levando-os para diferentes locais.

Alguns elementos atrativos (ou recompensas) são utilizados para atrair os polinizadores:

[1] Reunião de características que se desenvolveram em conjunto, provocadas por um mesmo mecanismo.

Figura 1. Besouro polinizador de plantas.
Ilustração: Cacá Soares.

- Pólen – É considerado um dos mais antigos atrativos para os polinizadores. É geralmente produzido em grande quantidade e fica exposto e disponível. O pólen, por ser rico em proteínas, é uma boa fonte de alimento. Pode ser ingerido diretamente por besouros e lepidópteros primitivos e de maneira indireta por outros insetos. As abelhas geralmente usam grande quantidade de pólen para alimentar suas larvas.
- Néctar – Enquanto o pólen é uma recompensa com uma longa história evolutiva, o néctar parece ser algo novo e restrito às angiospermas. O néctar pode ser produzido por nectários florais ou extraflorais. Estes últimos são localizados especialmente sobre folhas e brácteas. De todos os atrativos, o néctar é o mais democrático, pois atende todos os visitantes, invertebrados ou vertebrados.
- Óleo – Em algumas famílias de angiospermas, há presença de glândulas ou tricomas que secretam óleos (lipídios). O óleo é coletado por abelhas solitárias, e as fêmeas raspam o óleo que é transportado para o ninho, onde é misturado com o pólen, servindo de alimento para as larvas.

É importante destacar a importância das diferentes síndromes de dispersão de sementes e polinização na organização comunitária de espécies arbóreas e na biologia de conservação de fragmentos florestais. Por causa desses mecanismos, existem as inúmeras e distintas floras mundiais.

Dispersão de sementes

A dispersão de sementes representa o desfecho do processo reprodutivo das plantas superiores. É caracterizada como um evento complexo, influenciado por uma série de fatores ambientais.

Em termos ecológicos, a dispersão de sementes representa a oportunidade que determinada espécie tem de colonizar novas áreas ou manter-se regenerando em certa comunidade. Já do ponto de vista genético, a dispersão é uma das formas de fluxo gênico entre populações de uma espécie, em uma mesma comunidade ou entre comunidades distintas. Contudo, os padrões de distribuição podem ser alterados por outros fatores, como predação de sementes, necessidade de local específico para germinação, entre outros.

O conjunto de adaptações morfológicas, fisiológicas e de relação com agentes dispersores define as denominadas síndromes de dispersão de sementes. Assim, determinadas sementes e/ou frutos apresentam colorações atrativas para certos animais, ao passo que outros possuem adaptações morfológicas que lhes conferem a capacidade de transporte por manifestações naturais.

Quanto à dispersão de frutos e sementes, podemos citar:

- Autocoria – Dispersão pela própria planta.
- Anemocoria – Dispersão pelo vento.
- Hidrocoria – Dispersão pela água.
- Ictiocoria – Dispersão por peixes.
- Mamalocoria – Dispersão por mamíferos.
- Ornitocoria – Dispersão por aves.

- Quiropterocoria – Dispersão por morcegos.
- Saurocoria – Dispersão por répteis.

Literatura recomendada

CURSO COC. **Apostila [de] biologia**. Campinas, 1998. v. 3.

MARTINS, S. V.; PINTO, S. L. G. Aspectos ecológicos da dispersão de sementes. **Folha Florestal**, Viçosa, n. 98, p. 14-15, 2000.

Capítulo 5

Biodiversidade

A fauna

Mauro Cezar de Almeida

A variedade de organismos de todos os níveis de classificação, levando-se em conta desde as variações genéticas dentro de uma mesma espécie até as diversas espécies, gêneros e níveis de classificação taxonômica[1] mais elevados, considerando-se não apenas as espécies de seres vivos, mas também o habitat e os ecossistemas com suas condições físicas nos quais elas vivem, é denominada biodiversidade (SILVA et al., 1999). Com isso, biomas[2] ricos em espécies animais vertebrados ou invertebrados, como os recifes de coral, lagos geologicamente antigos e terras úmidas costeiras, merecem muita atenção. Os oceanos são um exemplo disso, pois abrigam uma diversidade muito maior no tamanho dos corpos do que no ambiente terrestre. Isso também implica maior complexidade na teia alimentar e consequente aumento de níveis tróficos na cadeia alimentar, pois decifrar essa complexidade torna-se um desafio difícil em virtude do menor conhecimento dos sistemas marinhos e aquáticos em relação aos sistemas terrestres. Por esse motivo, atualmente as florestas tropicais servem como ponto de referência da crise em nível global (WILSON; PETER, 1997).

Recentemente, estudiosos voltaram seus olhos para essas florestas, tendo duas razões principais para isso. Em primeiro lugar, além de ocupar uma pequena parcela da superfície terrestre – apenas 7% –, abrigam a maior parte da bio-

1 Ato de descrever, nomear, classificar os organismos.

2 Categoria de habitat em determinada região do mundo (ex.: floresta pluvial amazônica, Mata Atlântica, etc.).

ta[3] mundial. Em segundo lugar, as florestas são destruídas muito rapidamente. Estima-se que podem ser destruídas por completo no século 21 (WILSON; PETER, 1997). Essa destruição comprometerá toda a fauna local, forçando-a a migrar para outras localidades, fato que irá torná-la vulnerável (PAIVA, 1999).

A diversidade biológica mundial indica que cerca de 1,15 milhão de espécies animais de todos os tipos já foram descritas. Entre essas espécies, as mais abundantes são os insetos, com aproximadamente 750 mil espécies, e os vertebrados, com 41 mil (Tabela 1) (WILSON; PETER, 1997).

Sem dúvida, a grande diversidade de insetos benéficos é muito importante para a manutenção da vida na Terra, uma vez que eles atuam no processo de polinização, sendo atraídos pelos recursos oferecidos pelas flores, como o néctar e o pólen, e, ao se alimentarem, transferindo pólen de uma flor para outra. A manutenção da diversidade de polinizadores em uma floresta é essencial para que as espécies reproduzam-se regularmente e para que não ocorra declínio e até extinção local dessas populações no longo prazo (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995).

O Brasil é líder mundial em diversidade biológica. Possui o maior número de espécies animais e mais de três vezes a cobertura florestal tropical do que qualquer outra nação do planeta, o que o coloca entre os três países mais ricos do mundo (FONSECA et al., 1994).

Por ser um país de clima tropical, apresenta diversidades de habitat florestal, marinho e aquático, como, por exemplo, campo[4], Cerrado[5], cerradões[6], matas ciliares, Mata Atlântica, Floresta Amazônica, floresta de araucárias[7], Caatinga[8],

[3] Conjunto de seres vivos de um ecossistema; a fauna e a flora juntas.

[4] Ecossistema caracterizado por vegetação de gramíneas, geralmente em planícies.

[5] Vegetação caracterizada por árvores baixas e arbustos espaçados, associados a gramíneas.

[6] Vegetação caracterizada por árvores baixas retorcidas e arbustos espaçados em maior frequência que no Cerrado.

[7] Vegetação composta por araucárias, árvores com origem no Sul do País.

[8] Ecossistema formado por árvores e arbustos espinhosos que perdem as folhas durante o período de seca. Engloba áreas do Nordeste, desde a Bahia até o nordeste de Minas Gerais.

manguezais[9], buritizais[10] e pantanal (BURTON et al., 1981; RIZZINI et al., 1988; RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000; SICK, 1997), e isso possibilita a instalação de uma grande diversidade faunística (Tabela 1). A interação dos animais com o ambiente onde vivem garante sua sobrevivência por meio de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas. Essa interação permite-lhes ainda a vida nos meios terrestres, aquáticos e aéreos, além de facilitar a procura por alimentação e por abrigo, bem como a reprodução, proporcionando, dessa forma, a perpetuação das espécies (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000; SILVA, 1994).

A diversidade de espécies animais tem-se mantido em ritmo de crescimento vagaroso (WILSON; PETER, 1997), mas tende a aumentar a cada ano. Como destaque, encontra-se o grupo dos primatas, que constitui a maior ordem do mundo, com 16 gêneros e 69 espécies. Quatro das 69 espécies de primatas foram descritas após 1990, indicando que outras ainda poderão ser descobertas (FONSECA et al., 1994).

Períodos breves de extinção acelerada a cada poucas dezenas de milhões de anos (WILSON; PETER, 1997) pontuaram o surgimento de espécies novas. A extinção, nesse caso, propiciou o aparecimento de novas formas de vida por meio de um processo de evolução e adaptação (STORER et al., 1991).

A extinção pode ser causada por vários fatores, mas vale ressaltar que a própria natureza pode se encarregar de provocar a extinção de alguma espécie, dando condições favoráveis ao surgimento de uma nova forma de vida. Os dinossauros foram um exemplo disso. As teorias propõem que eles foram extintos por causa das modificações climáticas na Terra, o que acarretou o surgimento de novas espécies animais por um processo de descendência com modificação linear, ou seja, as novas espécies herdam alguma característica (aparelhos semelhantes para digestão, excreção, etc.) dos animais de tempos geológicos. Ocorre também a seleção natural, em que um indivíduo de alguma espécie carente de adaptações ao ambiente onde vive morreria ou não se reproduziria, eliminando seus carac-

[9] Ecossistema situado em áreas costeiras tropicais, regularmente inundado pela água salobra, protegido do impacto direto das ondas; abriga alimento e é local de reprodução de muitos animais.

[10] Vegetação constituída por buritis.

Tabela 1. Diversidade faunística no mundo e no Brasil.

Reino e subdivisões	Nome popular	Número de espécies descritas no mundo	Total	Número de espécies descritas no Brasil	Total
Vírus	Vírus	1.000	1.000	Não encontrado	
Monera					
Bactéria	Bactéria	3.000		Não encontrado	
Mycoplasma	Bactéria	600	3.600		
Protozoários					
	Protozoários (sarcodinos, flagelados, ciliados e pequenos grupos)	30.800	30.800	Não encontrado	
Animalia					
Porifera	Esponjas	5.000			
Cnidaria, Ctenophora	Águas-vivas, corais, anêmonas	9.000			
Platyhelmintes	Vermes chatos (ex.: solitária)	12.200			
Nematoda	Nematódeos (vermes cilíndricos; ex.: lombriga)	12.000			
Annelida	Anelídeos (minhocas, sanguessugas, etc.)	12.000			
Mollusca	Moluscos (caramujos, lulas, etc.)	50.000			
Echinodermata	Equinodermos (estrela-do-mar, ouriço-do-mar, etc.)	5.990			
Arthropoda		249.000			
Insecta		900.000			
	Outros artrópodes	123.161		Não encontrado	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Reino e subdivisões	Nome popular	Número de espécies descritas no mundo	Total	Número de espécies descritas no Brasil	Total
Filos de invertebrados menores		9.300	1.387.651		
Chordata					
Tunicata	Tunicados (ascídias)	1.250		Não encontrado	
Cephalocordata	Cefalocordados (anfioxo)	23		Não encontrado	
Agnatha	Lampreias e outros peixes sem mandíbula	63		Não encontrado	
Chondrichthyes	Tubarões, raias, etc.	843		91	
Osteichthyes	Peixes de esqueleto ósseo	18.150		656	
Amphibia	Anfíbios	4.184		Não encontrado	
Reptilia	Répteis	6.300		Não encontrado	
Aves	Aves	9.040		1.677	
Mammalia	Mamíferos	4.000	43.853	524	2.948
Total de todos os organismos			1.466.364		2.948

Fonte: compilado de Lara (1992), Paiva (1999), Sick (1997), Storer et al. (1991) e Wilson e Peter (1997).

teres genéticos da população. Tal processo em gerações sucessivas resultaria em adaptações mais perfeitas para o meio ambiente e, com isso, a biodiversidade coexistiria (DARWIN, 1994).

Temos de ser solidários e compreender os grandes esforços para descobrir a diversidade de espécies que existe. Não há substituto para aprender o funcionamento dos sistemas, as implicações de sua diversidade característica e o papel que

as espécies individuais desempenham. Isto é, a comunidade científica necessita fazer o levantamento das espécies e descobrir as relações ecológicas, para melhor proteger a biodiversidade. A descrição de espécies não é suficiente. Em vez disso, é necessário identificar as espécies que são importantes contribuintes para os processos do ecossistema, as que ajudam a estruturar suas comunidades, as que aumentam a produtividade e as que contribuem para reciclar os nutrientes essenciais.

Como membros da comunidade biológica, temos um objetivo comum: a preservação do máximo possível de toda a diversidade existente (WILSON; PETER, 1997).

Referências

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.

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

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

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

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

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

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, 2000.

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

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. 247 p.

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

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

Literatura recomendada

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

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

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

BORROR, J. D.; DELONG, M. D. **Introdução ao estudo dos insetos**. [S.l.]: Aliança, 1969.

DUNNING, J. S. **South American birds**. [S.l.]: Newtown Square, 1987.

FERREIRA, C. A. G.; KAKIMANI, S. H.; COIMBRA, M. M. Fauna ameaçada de extinção em fragmentos florestais de Poços de Caldas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DA BIODIVERSIDADE, 1., 1999, Ribeirão Preto. **Resumos**... Ribeirão Preto: [s.n.], 1999. p. 60-70.

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

MORAIS, M. B. Intoxicações em aves cativas. ***Melopsittacus*** **Publicações Científicas**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2/4, p. 67-68, 1999.

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

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

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, n. 2, p. 400-406, 1992.

WITECK, A. J. Dados preliminares sobre *Falco peregrinus* na cidade de Rio Grande, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANILHADORES DE AVES, 3., 1987, São Leopoldo. **Anais**... São Leopoldo: Ed. da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1988. p. 117-119.

ZANUNCIO, J. C. (Ed.). **Manual de pragas em florestas - Lepidoptera desfolhadores de eucalipto**: biologia, ecologia e controle. Viçosa: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 140 p.

Capítulo 6

Hábitos alimentares

Caracterização

Mauro Cezar de Almeida

Os hábitos alimentares dos animais são influenciados por características morfológicas, anatômicas e fisiológicas. Alguns deles podem até apresentar mais de um tipo de dieta. No caso de animais frugívoros, esses padrões estão relacionados com a coloração, aroma, forma e tamanho dos frutos (AGUIAR et al., 1993; MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995) (Tabela 1). Nos demais animais com dietas diferentes, a variação se dá por causa de suas estruturas anatômicas adaptadas ao tipo de captura ou de apanha do alimento.

Tabela 1. Padrões de coloração e de odor associados aos sistemas de dispersão de sementes.

Tipo de dispersão	Coloração	Odor
Abiótica		
Barocoria (gravidade)	Variável	Nenhum
Autocoria (abertura do fruto)	Variável	Nenhum
Hidrocoria (água)	Várias; mais comuns são verde ou marrom	Nenhum
Anemocoria	Várias; mais comuns são verde ou marrom	Nenhum
Biótica		
Mamalocoria (mamíferos)	Marrom, verde, branco, laranja e amarelo	Fraco ou aromático
Ornitocoria (aves)	Preto, azul, vermelho, laranja, branco, verde e púrpura	Nenhum
Quiroptocoria (morcegos)	Verde, branco e levemente amarelado	Aromático

Fonte: compilado de Aguiar et al. (1993).

Essa inter-relação de animais, plantas e seus hábitos alimentares constitui um sistema denominado cadeia alimentar (Figura 1), que é formada por um indivíduo produtor, por consumidores (primário, secundário, etc.) e por decompositores. O conjunto de cadeias dá origem a um sistema mais complexo chamado teia alimentar, que é constituída por vários indivíduos produtores, vários consumidores e decompositores em um mesmo nível trófico – posição na cadeia alimentar, que representa todas as relações alimentares de uma comunidade biótica (STORER et al., 1991).

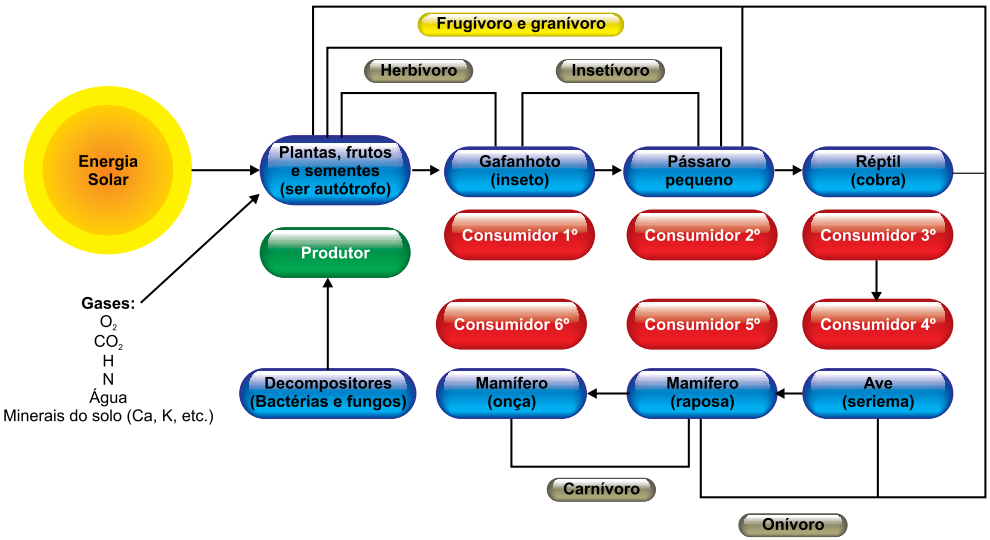

Figura 1. Esquema que mostra a cadeia alimentar e o hábito alimentar dos componentes.

Carnívoros

Envolve todos os animais heterotróficos[1] que se alimentam de carne. Dentro da cadeia alimentar, podem atuar como vários consumidores (secundário, terciário, etc.), alimentando-se de animais herbívoros ou onívoros (ex.: uma onça que se alimenta de um veado ou de uma lebre; uma coruja que se alimenta de rato) (PAIVA, 1999; SILVA et al., 1999). Animais carnívoros possuem estruturas bem de-

[1] Organismos incapazes de produzir o próprio alimento; usam materiais orgânicos como fonte de energia e nutrientes.

senvolvidas e adaptadas à caça, como presas e garras fortes e afiadas para segurar e rasgar a carne.

Herbívoros

São animais heterotróficos que se alimentam de folhas e ervas vivas (plantas) ou de parte delas. Podem ser insetos ou mamíferos. Estes últimos, em geral, participam do controle populacional de plantas, pastando-as. Atuam como consumidores primários dentro da cadeia alimentar (ex.: um cervo ou um boi que se alimentam de capim). Mamíferos herbívoros possuem dentição adaptada para cortar e macerar o alimento e estômago dividido em quatro cavidades que lhes permitem que o bolo alimentar engolido seja devolvido à boca depois de certo tempo de ingestão para que possa ser novamente mastigado. Por esse motivo são chamados de ruminantes (STORER et al., 1991).

Frugívoros

Nome dado aos animais que se alimentam de frutos carnosos, podendo engoli-los inteiros (ex.: sanhaço alimentando-se de pitanga) ou comer apenas algumas partes (ex.: sanhaço alimentando-se de goiaba). No caso de os frutos serem engolidos inteiros, será digerida apenas a parte carnosa (polpa). A semente será eliminada, juntamente com as fezes do animal, em alguma área próxima ou distante do local de origem. Se a semente eliminada germinar, diz-se que o animal é dispersor daquela espécie (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995).

Onívoros

São indivíduos que possuem uma dieta ampla e se alimentam tanto de animais como de plantas, além de participar em mais de um nível trófico dentro da cadeia alimentar (SILVA et al., 1999). Podem ser incluídos vários animais, até mesmo o ser humano. O lobo-guará, o cachorro, a raposa, o gambá e o tucano, entre outros, são onívoros (= omnívoros) que se alimentam tanto de animais vivos como de mortos, bem como de frutas, sementes, folhas, insetos, etc.

Insetívoros

São animais que se alimentam de insetos ou de suas larvas, embora alguns mamíferos e répteis admitam insetos em sua dieta. A ênfase maior é dada às aves e aos anfíbios. Aves insetívoras possuem o bico adaptado à captura de insetos, que pode ser realizada durante o dia (pica-paus, andorinhas, etc.) ou à noite (curiangos, bacuraus, etc), estando o animal parado ou em voo. Os pica-paus receberam esse nome pelo hábito de perfurar troncos de árvores à procura de larvas de insetos. Os anfíbios têm atividade noturna e apresentam uma língua que é lançada em direção ao alimento (protração), que fica enrolado na língua e é trazido até a boca.

Granívoros

Nome dado aos animais que se alimentam de grãos (sementes). As aves (ex.: pombos) possuem esse hábito alimentar. Animais granívoros muitas vezes não participam do processo de dispersão de sementes, porque a semente, ou o grão, ao passar por seu trato digestivo, é triturada e eliminada nas fezes totalmente macerada.

Referências

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

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

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

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. 247 p.

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

Literatura recomendada

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

Capítulo 7

A observação de aves

Luiz Fernando de Andrade Figueiredo

A observação de aves, ou *birdwatching,* é uma prática que envolve milhões de pessoas em todo o mundo. Nenhum outro grupo de animais silvestres exerce maior atração sobre as pessoas, ainda que seja para simples contemplação. Certamente algumas qualidades notáveis das aves são responsáveis por isso, como sua capacidade de voo, invejada pelo homem por centenas de anos, seu colorido, muitas vezes impossível de ser retratado em uma pintura, já que algumas cores são decorrentes de iridescências devidas à própria estrutura das penas, seu canto, melodioso e agradável ao ouvido humano, sua grande conspicuidade, pois podem ser vistas voando a grandes alturas ou sobrevoando ondas em alto-mar, nos desertos mais áridos, no inóspito inverno antártico e, certamente, nos jardins e quintais das casas. Além da inofensividade das aves, sabe-se que agridem o ser humano somente quando este tenta aproximar-se de ninhos de corujas ou de falconiformes (águias, gaviões e falcões), no alto de alguma árvore.

A prática da observação de aves é mais antiga e muito mais intensa em países do Hemisfério Norte. Estima-se que nos Estados Unidos existam em torno de 70 milhões de pessoas que se dedicam de alguma forma ao *birdwatching*. Uma prática de observação "caseira" das aves é o *wildlife gardening,* chamada em nosso meio de "atração de aves" ou "jardim ecológico", que consiste em instalar, nos jardins e quintais, comedouros com alimentos para aves, bebedouros com água açucarada para beija-flores, fontes diversas de água, como bacias, pequenos

lagos e caixas que servem de locais para as aves fazerem ninhos, além do plantio de espécies vegetais atrativas para aves.

Alguns questionamentos foram feitos a essa prática naquele país. Um deles era de que o ajuntamento de aves no "jardim" poderia propiciar a transmissão de doenças entre elas, causando epidemias. Alguns relataram ter encontrado aves mortas próximo de suas casas. Uma investigação demonstrou que aves doentes por outros motivos e velhas tendiam a ficar perto dessas fontes de alimento, acabando por morrer ali. Outra dúvida era de que poleiros e outros pousos metálicos no inverno poderiam congelar os pés das aves. Pesquisas em laboratório demonstraram que isso não acontece. Questionou-se também o fato de as aves acostumarem-se com a fonte fácil de alimentos. Nesse caso, caso a oferta seja interrompida abruptamente, as aves podem morrer antes de descobrir outras fontes. Em países com invernos rigorosos, essa é uma preocupação real. Acredita-se que algumas aves deixam de migrar pelo fato de disporem dessas fontes extras de alimento. Recomenda-se que, caso alguém tenha de interromper o fornecimento de alimentos, o faça de forma gradativa, dando tempo para as aves acharem outras fontes.

O naturalista Augusto Ruschi, estudioso de beija-flores e fundador do Museu Mello-Leitão, do Espírito Santo, divulgou a ideia de que bebedouros para beija-flores poderiam causar candidíase na boca dessas aves. Entretanto, até hoje não há nenhum trabalho científico comprovando isso, e, como o *Candida albicans* é um fungo naturalmente presente em muitos lugares, inclusive na boca de seres humanos e, certamente, também dos beija-flores, os casos encontrados por Ruschi podem estar relacionados a aves com imunodeficiência por algum motivo. De qualquer forma, é prática generalizada a recomendação de que os bebedouros sejam bem lavados com bastante frequência, de preferência diariamente. Fontes de água para as aves devem ser instaladas com grandes cuidados, pelo fato de poderem ser criadouros do mosquito *Aedes aegypti,* transmissor da dengue e da febre amarela. Outro problema, também evitável, ocorre nas casas onde existem grandes vidraças. Por refletirem o espaço externo, as aves se confundem e colidem com o vidro, acidentando-se e muitas vezes morrendo. A solução encontrada é

colar figuras de falcões (predadores de pássaros menores) nesses vidros, pois, ao vê-los, as aves desviam suas rotas de voo. O Centro de Estudos Ornitológicos sugere colar em vidraças adesivos para evitar colisões de aves.

A observação e o reconhecimento das espécies de aves podem ser feitos, em grande parte, por sua simples visualização e escuta. Prova disso é que muitos moradores das áreas rurais são grandes conhecedores das aves de sua região. No entanto, o uso de diversos equipamentos pode ser muito útil. Tudo dependerá do maior ou menor interesse pela observação e aprofundamento em suas técnicas.

O observador de aves experiente reconhece em campo a maioria das espécies por sua vocalização (a vocalização refere-se a todas as expressões vocais da ave, que podem ser cantos, pios, chamados, gritos de alarme, etc.). Esse recurso é de extrema utilidade no caso de alguns grupos de aves em que as espécies são muito parecidas entre si, por esse motivo chamadas de "espécies gêmeas" ou "espécies crípticas". Felizmente, nesses casos, suas vozes costumam ser bastante distintas. Para aprender os cantos das aves, são de grande utilidade os discos e as fitas de vozes de aves. Alguns discos pioneiros no Brasil foram editados por Johan Dalgas Frish, e mais recentemente quatro outros foram editados por Jacques Vielliard, do Laboratório de Bioacústica da Unicamp.

Gravadores equipados com parábolas (pequenas "antenas parabólicas" portáteis, destinadas a concentrar o som no microfone) ou microfones direcionais (gravam apenas o som proveniente de um ponto, eliminando o som ambiental) também são equipamentos muito utilizados na observação de aves, pois permitem gravar vozes para posterior identificação ou realizar a técnica do playback. Com essa técnica, a voz da é "provocada" e aproxima-se da fonte do som, o que permite que seja mais bem visualizada ou fotografada. Isso se dá pelo comportamento territorialista de grande número de aves, que não permitem intrusos em sua "propriedade".

Também de grande utilidade, principalmente para os principiantes no reconhecimento das espécies, são os guias de campo, que são livros em geral com formato pequeno que podem ser levados para campo, com desenhos ou fotos de todas as aves de determinada região. Há guias para todo o País, ou para ape-

nas um Estado ou mesmo para uma localidade restrita, como o *Aves no campus* (HOFLING; CAMARGO, 1993), que retrata as espécies de aves da Cidade Universitária da USP, em São Paulo. Dois guias de abrangência nacional foram publicados no Brasil: o *Aves brasileiras* (FRISCH, 1981) e o *Todas as aves do Brasil* (SOUZA, 1988).

O observador de aves usa algumas técnicas próprias. Sua vestimenta deve ser discreta, para não espantar as aves, em tons de verde ou marrom, camuflando-se no ambiente. O andar deve ser cauteloso e silencioso. Descobriu-se que gestos rápidos assustam as aves, no entanto é possível aproximar-se bastante delas quando se anda "em câmara lenta". Andar diretamente na direção de uma ave pode assustá-la, porém quando se anda em zigue-zague, ela não se assusta tanto, pois tem a impressão que se está apenas passando perto dela. Por questão de segurança e pelo companheirismo, sempre é bom fazer os passeios de observação de aves acompanhado por uma ou mais pessoas. Contudo, quanto menor o número de pessoas do grupo, menor a possibilidade de assustar as aves.

O observador de aves pode levar diversos outros equipamentos, como máquina fotográfica, filmadora e tripé; Global Position System (GPS)[1] para marcar as coordenadas exatas dos pontos visitados; trena, paquímetro e pequena balança científica para fazer medidas de ninhos e ovos e a biometria de aves; rede de neblina *(mist net)* para a captura de aves; anéis de tamanhos diversos, alicates, etc. para os trabalhos de anilhamento de aves; cordas para escalar; botas de borracha para vadear riachos e entrar em áreas encharcadas; facão para abrir trilhas; aparelhos portáteis de CD para fazer playback; repelentes de insetos; anestésicos para dor de dente e para picadas de insetos ou pele ofendida por urtiga; *blind*, que é uma pequena barraca suficiente apenas para uma ou duas pessoas se esconderem nela e observarem as aves por pequenas aberturas; boné para evitar luz sobre os olhos, melhorando a luminosidade do binóculo; lanternas possantes para passeios noturnos e para surpreender aves pelo reflexo dos olhos e outras menores de reserva, para o caso de a lanterna maior apresentar algum problema e deixar o observador na escuridão; fitas coloridas impermeáveis para marcar pontos na mata; relógio com cronômetro; pios para imitar algumas aves.

[1] Instrumento de localização geográfica, que fornece dados relativos à latitude, longitude e altitude.

Alguns horários são melhores para a observação, pelo fato de as aves estarem mais ativas, como ocorre logo nas primeiras horas da manhã e nas últimas horas do dia. Mas muitas espécies estão ativas durante todo o dia e há, naturalmente, as espécies noturnas, na grande maioria corujas e curiangos. Também há épocas do ano melhores para as observações, que são os períodos reprodutivos, que se iniciam no final do inverno e estendem-se pela primavera e pelo verão. Nessa época, as aves estão muito ativas, defendendo seus territórios e construindo seus ninhos, e em geral cantam muito. No verão, podemos ver as aves migratórias que vêm da América do Norte, fugindo do inverno boreal, e, no inverno, as que vêm do Sul.

Todo lugar é interessante para observar aves, mas certamente as unidades de conservação são os preferenciais, por serem, em geral, áreas naturais preservadas. A região da Mata Atlântica é mundialmente conhecida por sua grande biodiversidade.

A observação de aves é uma atividade que traz diversas vantagens aos que a praticam. Como envolve frequentemente caminhadas por áreas naturais, é uma excelente atividade física. Do mesmo modo, é uma oportunidade de relaxamento e descanso mental, cada vez mais necessários ao homem moderno. O fato de ir para campo em pequenos grupos é também uma oportunidade para fazer novas amizades. A busca por lugares novos onde é possível contemplar as aves permite que se conheçam paisagens naturais de grande beleza. O contínuo aprendizado e a leitura de livros a respeito das aves e da natureza permite que se construa um novo campo de conhecimentos, muitas vezes bem diferente da atividade profissional que se exerce no dia a dia. Alguns observadores dedicam-se com amor à prática da fotografia de aves e da natureza e também a seu desenho, transformando-se em grandes artistas nessas artes.

A melhor forma de iniciar um aprendizado na observação de aves é associar-se a alguma entidade de observadores. O contato com pessoas experientes abrevia muito o aprendizado. Em São Paulo, existe o Centro de Estudos Ornitológicos e, em diversas outras capitais e cidades, há núcleos do Clube de Observadores de Aves.

Por fim, os que se dedicam ou se dedicarão à observação de aves e a outras práticas de contemplação da biodiversidade devem lembrar que toda intervenção que exija captura, coleta ou qualquer tipo de atividade que possa prejudicar os processos biológicos naturais das espécies silvestres na natureza, mesmo que para finalidades científicas, precisa estar devidamente autorizada pelo órgão ambiental competente, que, no caso do Brasil, é o Ibama[2].

Tão importante quanto as exigências legais é ter plena consciência da importância da preservação da biodiversidade. É importante que todo cidadão cuide dela, sempre que tiver oportunidade. A American Birding Association[3] dá algumas indicações de como o observador de aves, e qualquer outro contemplador da natureza, deve comportar-se:

- Evite estressar ou expor as aves ao perigo.
- Use com parcimônia técnicas de playback e outros métodos de atração de aves, principalmente em áreas frequentadas por muitos observadores, ou para atrair espécies ameaçadas de extinção ou raras.
- Mantenha-se sempre a uma distância adequada de ninhos, ninhais, arenas de exibição (onde algumas espécies executam performances próprias de seu comportamento reprodutivo), locais de alimentação. Use sempre que possível um *blind*, para não perturbar as aves nesses locais.
- Utilize o flash de câmeras fotográficas com moderação, bem como outras fontes de luz artificial.
- Sempre que possível, mantenha-se nas estradas e trilhas, evitando adentrar os ambientes naturais.
- Zele para que seus companheiros de grupo respeitem os princípios éticos do contato com a natureza, orientando-os a esse respeito. Quando participar de excursões, comunique o fato aos coordenadores.

[2] Disponível em: <www.ibama.gov.br>.

[3] Disponível em: <http://americanbirding.org>.

Mais importante que qualquer técnica ou equipamento é o verdadeiro amor e o gosto pela contemplação das aves. Isso foi muito bem descrito por João Guimarães Rosa em uma passagem de seu *Grande sertão: veredas*, em que Riobaldo, lembrando-se das palavras de Diadorim, que um dia lhe disse: "é o passarim mais bonito e engraçadinho de rio-abaixo e rio-acima: o que se chama manoelzinho-da-croa... É preciso olhar para esses com um todo carinho" (ROSA, 1994, p. 195), pensou, e concluiu: "até aquela ocasião, nunca tinha ouvido dizer de se parar apreciando, por prazer de enfeite, a vida mera deles pássaros, em seu começar e descomeçar dos vôos e pousação" (ROSA, 1994, p. 195).

Referências

FRISCH, J. D. **Aves brasileiras**. São Paulo: Dalgas Ecoltec, 1981. v. 1, 300 p.

HOFLING, E.; CAMARGO, H. F. de A. **Aves no campus**: da Cidade Universitária Armando Salles Oliveira. São Paulo: Edusp, 1993. 168 p.

ROSA, J. G. **Grande sertão**: veredas. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1994. 875 p. (Biblioteca Luso-Brasileira. Série Brasileira, v. 2).

SOUZA, D. G. S. **Todas as aves do Brasil**: guia de campo para identificação. Feira de Santana: Dali, 1988.

Literatura recomendada

CEMAVE. Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres. **Manual de anilhamento de aves silvestres**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Ibama, 1994. 146 p.

FRISCH, J. D. **Cantos de aves do Brasil**. São Paulo: Hi-Fi Sabiá, 1961. 1 disco sonoro.

GOODERS, J. **The practical ornithologist**. New York: Fireside Book, 1990. 160 p.

HARRISON, G. H. **The backyard bird watcher**. New York: Simon and Schuster, 1979.

HICKEY, J. J. **A guide to bird watching**. New York: Dover, 1975.

SCHUT, W. E. **How to attract, house and feed birds**. New York: Collier Books, 1970.

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

VIELLIARD, J. M. E. **Aves do Pantanal**. Manaus: Sonopress, 1999. 1 CD.

VIELLIARD, J. M. E. **Aves do Parque Nacional Serra da Capivara**: vozes de aves da caatinga. Rio de Janeiro: Sony Music Entertainment, 1995. 1 CD.

VIELLIARD, J. M. E. **Cantos de aves do Brasil**. Manaus: Sonopress, 1995. 1 CD.

VIELLIARD, J. M. E. **Guia sonoro das aves do Brasil**. Manaus: Sonopress, 1995. 1 CD.

Capítulo 8

Fragmentação de ecossistemas

Mauro Cezar de Almeida

O homem é o próprio centro de interesse em suas relações com seus semelhantes, com os animais e com os vegetais, e ainda com todo o meio físico. Considerando-se o homem do ponto de vista ecológico, é necessário estudar sua íntima ligação com o meio físico e cultural nos quais vive. Tudo leva a crer que a adaptação do homem ao território é diferenciada, em virtude do clima, da terra e de outros fatores físicos. Está claro que, à medida que o ambiente natural é modificado pela ação dos seres humanos ou de outros animais, as alterações do meio registradas influem na adaptação do homem (BAPTISTA FILHO, 1977).

O crescimento acelerado das populações urbanas, bem como as atividades que suprem suas necessidades, fazem que as áreas de habitat natural se tornem cada vez mais escassas, proporcionando, dessa forma, o desaparecimento de várias espécies de animais e plantas.

O processo de fragmentação florestal[1] tem tido pouca atenção, levando-se em consideração o estudo de suas características e consequências (VIANA et al., 1992).

O desmatamento e as atividades agropecuárias são os principais fatores contribuintes para a degradação dos solos. O uso e a ocupação dos solos associam-se diretamente às principais causas dos processos de fragmentação dos

[1] Processo de redução de uma vasta área de vegetação em pequenas frações de matas isoladas, ou seja, divisão de uma área florestal grande em pequenas porções.

ecossistemas. A fragmentação provocada por construções de barragens, rodovias e ferrovias e por atividades de mineração sensibiliza mais significativamente a população; no entanto, constitui atividades de grande impacto ao meio ambiente, ainda que sejam de pequena magnitude se comparadas ao desmatamento e às atividades agropecuárias (FERREIRA et al., 1999; PAIVA, 1999).

A dinâmica e a estrutura dos fragmentos florestais podem ser afetadas por vários fatores, entre os quais se destacam o histórico das perturbações, a área, a forma, o tipo de vizinhança e o grau de isolamento (VIANA et al., 1992).

Entre as diversas agressões ao meio ambiente estão os fatores que ocasionam perda da biodiversidade, os quais promovem o deslocamento de algumas espécies que eram exclusivamente florestais e sua adaptação a ambientes urbanos. Um exemplo disso ocorre com o formicarídeo, denominado choca-barrada (*Thamnophilus doliatus*), habitante de matas de várzea, capoeiras, caatinga, etc. (ANDRADE, 1992; SICK, 1997), o qual foi observado construindo ninhos em praça pública. O gambá (*Didelphis albiventris*) é um marsupial que pode ser encontrado tanto em matas como na cidade (SILVA, 1994), onde muitas vezes é confundido com a raposa. Também já houve relatos de que um lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), animal ameaçado de extinção, tenha sido visto nas proximidades da cidade de Sumaré, SP.

Dani (1994) destaca a fauna do Rio Arno, em Florença, como local de grande diversidade de espécies. Por causa dos esgotos lançados no rio, a qualidade da água é tão ruim que permite a sobrevivência de fauna aquática variada, podendo-se citar a enguia (*Anguilla anguilla*), o carassio (*Carassius carassius*) e algumas introduzidas, como o peixe-gato (*Ictalurus nebulosus*) e a perca-real (*Perca fluviatilis*). Além da ictiofauna, é preciso ressaltar que várias espécies de aves visitam o local.

Infelizmente, essa habitação de animais silvestres em cidades pode trazer alguns prejuízos aos animais e aos seres humanos. Ao se deslocarem das florestas para as cidades, é necessário, na maioria das vezes, atravessarem rodovias movimentadas, onde correm o risco de ser atropelados (ex.: gambás, lagartos, aves, quatis, etc.). Outro problema é a transmissão de doenças à civilização. Os pombos (*Columba* sp.), por exemplo, podem transmitir a toxoplasmose, vírus encontrado em suas fezes, ineficaz ao animal, mas que pode trazer sérios danos à saúde hu-

mana; alguns morcegos hematófagos[2], que se alimentam de sangue bovino ou de outros animais domésticos, podem transmitir a raiva (SILVA, 1994).

Geralmente, os fragmentos existentes localizam-se nas proximidades de áreas urbanas. Um exemplo é a mata de Santa Genebra, localizada dentro do Município de Campinas, SP, que ainda abriga uma fauna bastante rica de vertebrados e invertebrados. Nesse caso, quanto maior for a cobertura vegetal e menor a interferência humana, maior será a diversidade de espécies animais. A reserva abriga diversas espécies de vertebrados, tais como: macaco-prego (*Cebus apella*), bugio (*Alouatta fusca*), esquilo (*Sciurus ingrami*), gambás (*Didelphis* sp.); 21 espécies de répteis, como a jararaca (*Bothrops jararaca*), corais (*Micrurus* sp., *Simophis* sp.), cobra-d'água (*Helicops* sp.) e caninana (*Spilotes pullatus*); e 134 espécies de aves, como corujas (*Speotyto cunicularia, Otus choliba*), pica-pau-anão (*Pcumnus cirratus*), curiango-tesoura (*Hydropsalis brasiliana*), etc. (GALETTI, 1995 citado por MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1995). Apesar de espécies como a paca (*Agouti paca*) e a cotia (*Dasyprocta azarae*) terem sido extintas da reserva, o local ainda é um refúgio para vários animais silvestres.

Existem muitas espécies de vertebrados e invertebrados que são exclusivamente urbanos. O pardal (*Passer domesticus*) é um deles. Essa ave foi introduzida no Brasil, mais especificamente no Rio de Janeiro, em meados de 1806. Antônio B. Ribeiro trouxe de Portugal 200 indivíduos para serem liberados em uma campanha de higienização da cidade de Campo de Santana, RJ, pois os pardais eram considerados inimigos dos mosquitos e de outros insetos transmissores de doenças que ameaçavam o Rio naquela época (SICK, 1997). Depois disso, tornaram-se abundantes em ambientes urbanos, em quase todo o território brasileiro (DUNNING, 1987), instalando-se em construções e sobrevivendo de vários alimentos (onívoros) (FERREZ, 1992), não sendo encontrados em áreas de floresta (PIRATELLI et al., 1998).

As andorinhas (*Notiochelidon cyanoleuca*) são migratórias no Brasil e residentes em áreas urbanas, nas regiões Sudeste e Sul, em épocas quentes, onde se alimentam de insetos e se reproduzem (ANDRADE, 1992; DUNNING, 1987; SICK, 1997).

[2] Animais que se alimentam de sangue.

Existem vários animais que vivem unicamente em áreas urbanizadas, mas também há espécies capazes de se adaptar a ambientes urbanos e naturais (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição de algumas espécies que podem ser encontradas em ambientes antrópicos ou naturais.

Nome vulgar	Espécie	Local de ocorrência	
		Amb. antrópico	Amb. natural
Insetos			
Pernilongo	Diptera	X	X
Mosca	Musca domestica	X	
Barata	*Periplaneta* sp.	X	
Gafanhoto	Orthoptera	X	X
Besouros	Coleoptera	X	X
Grilo	*Gryllus* sp.	X	X
Louva-a-deus	*Paratenodera* sp.	X	X
Tesourinha	*Forficula auricularia*	X	X
Borboletas	Lepidoptera	X	X
Mariposas	Lepidoptera	X	X
Formigas	Hymenoptera	X	X
Percevejos	Hemiptera	X	X
Abelhas e vespas	Hymenoptera	X	X
Aracnídeos			
Escorpiões	*Tityus serrulatus*	X	X
Aranha-do-mato	*Lycosa* sp.	X	X
Papa-mosca	*Salticus* sp.	X	
Viúva-negra	*Latrodectus* sp.	X	X
Aranha-magra	*Phalangium* sp.	X	X
Carrapato	*Demacentor* sp.	X	X
Ácaros		X	X
Anfíbios			
Sapos	*Anura*	X	X
Pererecas	*Anura*	X	X

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome vulgar	Espécie	Local de ocorrência	
		Amb. antrópico	Amb. natural
Répteis			
Lagartixas	Gekkonidae	X	X
Aves			
Pomba-doméstica	*Columba livia*	X	X
Rolinha-caldo-de-feijão	*Columbia talpacoti*	X	X
Pardal	*Passer domesticus*	X	X
Sanhaço-cinzento	*Thraupis sayaca*	X	X
Choca-barrada	*Thamnophilus doliatus*	X	X
Seriema	*Cariama cristata*	X	X
Coruja-buraqueira	*Speotyto cunicularia*	X	X
Suindara	*Tyto alba*	X	X
Anu-branco	*Guira guira*	X	X
Guará	*Eudocimus ruber*	X	X
Garça-branca-grande	*Casmerodius albus*	X	X
Urubu-de-cabeça-preta	*Coragyps atratus*	X	X
Gavião-carijó	*Rupornis magnirostris*	X	X
Gavião-carrapateiro	*Milvago chimachima*	X	X
Quero-quero	*Vanellus chilensis*	.X	X
Sabiá	*Turdus sp.*	X	X
Tesourão	*Eupetomena macroura*	X	X
Beija-flor-de-rabo-branco	*Phaetornis pretrei*	X	X
Pica-pau-do-campo	*Colaptes campestris*	X	X
Bem-te-vi	*Pitangus sulphuratus*	X	X
Sebinho	*Coereba flaveola*	X	X
Suiriri	*Tyrannus melancholicus*	X	X
Gralha-de-topete	*Cyanocorax cristatellus*	X	X
Andorinha-pequena	*Notiochelidon cyanoleuca*	X	
Azulão	*Passerina brissonii*	X	X
Coleirinha	*Sporophila caerulescens*	X	X
Bigodinho	*Sporophila lineola*	X	X

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Nome vulgar	Espécie	Local de ocorrência	
		Amb. antrópico	Amb. natural
Sabiá-do-campo	*Mimus saturninus*	X	X
Mamíferos			
Gambá-de-orelha-branca	*Didelphis albiventris*	X	X
Camundongo	*Mus musculus*	X	
Ratazana	*Rattus norvegicus*	X	
Rato-comum	*Rattus rattus*	X	
Ouriço	*Coendou villosus*	X	X
Morcego-borboleta	*Eptesicus brasiliensis*	X	X
Morcego-borboleta-escuro	*Myotis nigricans*	X	X
Morceguinho-das-casas	*Tadarida brasiliensis*	X	X

Fonte: Sick (1997), Silva (1994) e Storer et al. (1991).

São poucos os animais que apresentam comportamento exclusivamente de áreas antrópicas. A maioria é totalmente de áreas naturais ou atua nos dois ambientes.

Sem dúvida, o insulamento[3] proporciona a diminuição do habitat natural por meio do desmatamento, da caça, da oferta de recursos alimentares, dos locais para reprodução e do aumento da competição intraespecífica das espécies, tornando-se um dos principais fatores que ocasiona a vinda dos animais para o meio urbano, onde muitas vezes não são bem-aceitos ou sofrem danos físicos (atropelamentos e mudança de hábito alimentar, os quais são prejudiciais a sua saúde) ou mentais (estresse). Como consequência, ocorre queda na abundância da população, que pode tornar-se insuficiente para a manutenção do processo reprodutivo, ocasionando o endocruzamento e o aparecimento de doenças genéticas (PAIVA, 1999).

[3] O mesmo que ficar isolado em fragmentos florestais.

Referências

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

BAPTISTA FILHO, O. **O homem e a ecologia**: atualidades sobre problemas brasileiros. São Paulo: Pioneira, 1977.

DANI, S. U. **Ecologia e organização do ambiente antrópico**. Belo Horizonte: Fundação Acangaú, 1994.

DUNNING, J. S. **South American birds**: a photographic aid to identification. Newtown Square: Harrowood Books, 1987. 351 p.

FERREIRA, C. A. G.; KAKIMANI, S. H.; COIMBRA, M. M. Fauna ameaçada de extinção em fragmentos florestais de Poços de Caldas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DA BIODIVERSIDADE, 1., 1999, Ribeirão Preto. **Resumos**... Ribeirão Preto: [s.n.], 1999. p. 60-70.

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

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

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

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

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

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

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, n. 2, p. 400-406, 1992.

Literatura recomendada

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

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

BORROR, J. D.; DKLONG, M. D. **Introdução ao estudo dos insetos**. [S.l.]: Aliança, 1969.

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.

FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; COSTA, C. M. R.; MACHADO, R. B.; LEITE, Y. L. R. **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. 67-68, 1999.

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

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

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Edusp, 2000.

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. 247 p.

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

WILSON, E. O.; PETER, F. M. **Biodiversidade**. 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., 1987, São Leopoldo. **Anais**... São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1988. p. 117-119.

ZANUNCIO, J. C. (Ed.). **Manual de pragas em florestas - Lepidoptera desfolhadoras de eucalipto**: biologia, ecologia e controle. Viçosa: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 140 p.

Capítulo 9

Preservação e conservação

Ladislau Araújo Skorupa

Muitas vezes empregados como sinônimos, os termos "preservação" e "conservação" apresentam conotações distintas quando o assunto é meio ambiente. Enquanto o primeiro termo aponta para a proibição ao acesso ou ao uso de alguma área ou de algum elemento ambiental em termos de exploração e usos diretos – como do solo, da fauna e da flora –, o segundo traz consigo a noção de permissibilidade ao acesso e ao uso direto de elementos do meio ambiente de forma sustentável.

Como exemplos emblemáticos do uso adequado dos dois termos podem ser tomadas as Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Reserva Legal, ambas tratadas no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965).

Áreas de Preservação Permanente

São áreas destinadas à preservação, as quais, dessa forma, não são passíveis de exploração, ainda que de forma sustentável. Dentro dessa categoria podem ser citadas as áreas mantidas com vegetação que têm o objetivo de conter processos erosivos, como aquelas de encostas íngremes. A preservação da vegetação nessas áreas garante maior estabilidade ao solo e evita que ocorram erosões e desmoronamentos que possam causar prejuízos às porções mais baixas do terreno, como estradas, ambientes aquáticos (ex.: córregos, rios e lagos) ou moradias. Também podem ser citadas as áreas ao redor das nascentes e as matas ciliares. A preservação da vegetação nativa nessas áreas contribui para a recarga dos lençóis freáticos e

para o controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água superficial e subsuperficial, de sedimentos, nutrientes e agroquímicos entre as áreas mais altas de uma bacia hidrográfica e o sistema aquático. Também atua como um filtro ou como um "sistema tampão", ou seja, atenua impactos potencialmente negativos, como o assoreamento e a contaminação dos ambientes aquáticos. Além disso, essas áreas atuam como reservas da diversidade florística e como áreas de refúgio para a fauna local. Os benefícios da manutenção das Áreas de Preservação Permanente têm reflexos positivos não apenas nas áreas rurais, mas também no ambiente urbano, pelo grande número de serviços ambientais[1] prestados.

São, portanto, áreas de interesse público, uma vez que os benefícios advindos de sua preservação interessam não apenas aos proprietários das áreas onde elas se encontram, mas à comunidade e à sociedade como um todo. A exemplo disso, a questão da quantidade e da qualidade da água que abastece os centros urbanos está diretamente ligada à preservação dessas áreas.

Outros exemplos de preservação dizem respeito aos animais silvestres, particularmente aos ameaçados de extinção.

Áreas de Reserva Legal

São áreas da propriedade rural que devem ser conservadas com vegetação nativa. Sua extensão depende da região do País e é definida pelo Código Florestal (BRASIL, 1965). A exemplo disso, na região da Amazônia Legal, essa área deve ser de 80% de cada propriedade rural situada em área de floresta. Nas demais regiões do País, esse percentual é de 20% de cada propriedade.

Ao contrário das Áreas de Preservação Permanente, são áreas passíveis de exploração pelo produtor rural para a obtenção de benefícios diretos, desde que de forma sustentável. Essa exploração pode se dar, por exemplo, pelo corte seletivo de espécies florestais para a obtenção de madeira ou pela extração de produ-

[1] Benefícios indiretos ofertados pela natureza. Ex.: proteção dos mananciais pelas matas ciliares; proteção de encostas íngremes pela vegetação e, por sua vez, proteção das estradas, dos recursos hídricos e das habitações; sequestro de carbono pela cobertura vegetal; descontaminação de solos pela ação da fauna microbiana; polinização de culturas por insetos, entre outros benefícios.

tos florestais, como frutos, plantas medicinais, entre outros. A legislação brasileira condiciona o uso dessas áreas à apresentação de um plano de manejo que deve ser aprovado pela autoridade ambiental local ou regional. Ou seja, um plano de exploração que garanta o uso racional de determinados recursos naturais sem que haja sua exaustão, garantindo sua perpetuação na natureza ou, de outra forma, sua renovação, para que sejam possíveis outras explorações no futuro. Esses planos são também conhecidos como planos de manejo sustentável.

Ao lado das Áreas de Preservação Permanente, as Áreas de Reserva Legal também desempenham importantes papéis ecológicos dentro das propriedades rurais. Além disso, reúnem diversidade florística, abrigam a fauna nativa, incluindo-se aqui os insetos polinizadores de culturas ou predadores naturais de pragas agrícolas, além de contribuírem para a melhoria da composição da paisagem rural. Como aquelas, também oferecem uma série de serviços ambientais.

Outros exemplos de conservação são as Florestas Nacionais[2], os recursos hídricos e pesqueiros, os solos em áreas agrícolas, a base dos recursos naturais, os recursos naturais renováveis.

Referência

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 23 jun. 2007.

Literatura recomendada

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 23 jun. 2007.

[2] As Florestas Nacionais pertencem à categoria de Unidades de Conservação do Governo Federal. São providas de cobertura vegetal nativa ou plantada e têm os seguintes objetivos: promover o manejo sustentável dos recursos naturais, com ênfase na produção de madeira e de outros produtos vegetais; garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos; e fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo.

Capítulo 10

Serviços ambientais prestados pela cobertura vegetal

Ladislau Araújo Skorupa

Cobertura vegetal é toda vegetação presente nas reservas legais, nas áreas de preservação permanente e de reflorestamento, naquelas ocupadas por espécies cultivadas (perenes ou não), as constituintes de cercas vivas, quebra-ventos e plantas invasoras. Embora de maneira artificial, a importância da cobertura vegetal em um agroecossistema pode ser descrita de duas formas: em termos de seu significado como um componente físico e em termos de seu papel biológico. Em ambos os casos, participa como importante elemento na resiliência[1] do sistema.

O valor da cobertura vegetal como elemento físico no agroecossistema relaciona-se com a proteção dos recursos naturais básicos, como o solo e a água, e com a proteção das áreas cultivadas, como barreiras de proteção. Além disso, contribui para o bem-estar das comunidades pela melhoria das condições climáticas e do lazer. A importância da presença da cobertura vegetal pode ser enfatizada nos seguintes casos:

- Em encostas acentuadas, a cobertura vegetal promove a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, pois evita sua perda por erosão, além de proteger as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água.
- Na área agrícola, como cordões de vegetação, evita ou estabiliza os processos erosivos.

[1] Capacidade de um sistema retornar às condições originais ou ao estado estável depois de uma perturbação.

- Nas áreas de cultivo, a cobertura funciona como quebra-vento.
- Nas áreas de nascentes, atua como amortecedor das chuvas, evitando que seu impacto direto sobre o solo provoque sua paulatina compactação. Permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e seja capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos. Por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, tornando-os poluídos e causando assoreamento.
- Nas margens de cursos d'água ou reservatórios – matas ciliares ou de galeria –, a cobertura vegetal estabiliza as margens para evitar que seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos, além de atuar como um filtro ou como uma faixa de estabilização. Essa interface entre as áreas agrícolas e de pastagens com o ambiente aquático possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água. Isso evita o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidrelétricas e dos sistemas de irrigação.
- No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, a cobertura vegetal regula o fluxo de água superficial e subsuperficial e, assim, controla o nível do lençol freático.

Em termos biológicos, a biodiversidade é considerada a essência para a operação dos mecanismos ecológicos internos de controle do equilíbrio de um ecossistema. Quanto maior a diversidade, maior a estabilidade, por sua maior capacidade de responder a eventuais perturbações, considerando a existência de um maior número de organismos e de interações entre eles, e entre eles e o meio abiótico. Nesse aspecto, a cobertura vegetal, pelo fato de ocupar o primeiro nível da cadeia alimentar, constituído pelos produtores, tem importante papel no equilíbrio dos demais elos da cadeia, além de criar condições para que outros organismos prestem importantes contribuições ao agroecossistema. Desse modo,

por exemplo, alguns serviços prestados pela cobertura vegetal podem ser assim descritos:

- Geração de sítios para os inimigos naturais de pragas para alimentação e reprodução.
- Fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores.
- Abrigo e alimento para as faunas silvestre e aquática.
- Detoxificação de substâncias tóxicas provenientes das atividades agrícolas por organismos da meso e microfauna do solo associadas às raízes das plantas.
- Reciclagem de nutrientes.
- Supressão de pragas do solo.
- Fixação de carbono atmosférico.

Embora muitos impactos decorrentes da presença ou da ausência de uma cobertura vegetal adequada, no agroecossistema, possam ser reconhecidos localmente, em geral extrapolam os limites de propriedades ou do ambiente rural. Em virtude disso, os impactos devem ser vistos como de interesse da sociedade e não apenas de um indivíduo em particular, uma vez que os benefícios ou prejuízos daí decorrentes são absorvidos pela sociedade como um todo. Essa questão adquire maior visibilidade quando focalizamos particularmente o papel físico da cobertura, como descrito inicialmente, em que a ausência de cobertura florestal adequada no agroecossistema pode ocasionar o assoreamento de rios, lagos e represas, erosão de encostas, degradação de mananciais, etc. Nos ambientes urbanos, por exemplo, esses impactos se expressam particularmente no comprometimento do volume e da qualidade da água destinada ao abastecimento público ou mesmo na geração e no fornecimento de energia elétrica.

Do ponto de vista ecológico, os benefícios da cobertura arbórea no agroecossistema nem sempre são facilmente perceptíveis, constituindo, portanto, um campo fértil para ações de educação ambiental nas escolas e no campo.

O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) traz, de forma direta ou indireta, todas as ideias aqui apresentadas, e reconhece a importância da cobertura vegetal bem como a necessidade de compatibilizar a atividade produtiva com a conservação dos recursos naturais para a sustentabilidade de um agroecossistema. Para isso, estabelece algumas normas e limites para sua utilização.

Referência

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 23 jun. 2007.

Literatura recomendada

BARBOSA, I. M. **Simpósio sobre mata ciliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 335 p.

CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 19-55.

SKORUPA, L. A.; SAITO, U. L.; NEVES, M. C. Indicadores de cobertura vegetal. In: MARQUES, J. R.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Ed.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 155-189.

Capítulo 11

Microrganismos e sua importância no ecossistema

José Maria Gusman Ferraz

A vista humana é incapaz de perceber objetos com diâmetro inferior a 0,1 mm. As células estão quase sempre abaixo desse limite de tamanho. Portanto, os menores organismos, aqueles constituídos de uma só célula, são imperceptíveis a nossa visão. Por isso, a existência dos microrganismos só foi reconhecida pelo homem quando o progresso da tecnologia resultou na invenção do microscópio, fato que ocorreu no início do século 17.

O descobridor do mundo do microscópico foi o holandês Anthony van Leeuwenhoek (1632–1723). Antes disso, os processos de putrefação da matéria orgânica, da fermentação, etc. eram tidos como fatos causados pela geração espontânea, teoria defendida fortemente por vários sábios desde a Antiguidade, como Aristóteles. Por volta de 1860, alguns cientistas começaram a compreender que existe uma relação causal entre o desenvolvimento de microrganismos em infusões orgânicas e as alterações químicas que ocorrem nessas infusões. O maior pioneiro desses estudos foi o francês Louis Pasteur (1822–1895).

Como são agrupados os microrganismos

Os vírus são seres vivos constituídos basicamente por uma proteína que os envolve e por ácido nucleico, embora não sejam considerados microrganismos, pois não conseguem reproduzir-se a não ser no interior de células vivas. Por isso, estão sempre associados a doenças. Existem inúmeros trabalhos que mostram a

viabilidade do controle biológico por meio da utilização de vírus. O mais conhecido no Brasil é o controle da lagarta-da-soja.

Os *pleuro-pneumonia like organisms* (PPLO) são organismos que passam através de filtros, como os vírus, mas possuem a capacidade de viver em meios desprovidos de células. Pertencem a um grupo intermediário de microrganismos, situados entre vírus e bactérias, pois, apesar de serem parecidos com as bactérias no que se refere à forma de vida, não são considerados bactérias.

As bactérias e as cianofíceas, "algas azuis", são caracterizadas como procariotos, ou seja, apresentam células desprovidas de um núcleo organizado. Estão presentes em praticamente todos os lugares da Terra.

As bactérias são normalmente envolvidas por uma parede espessa (parede celular). Podem ser móveis ou imóveis. Em geral dotadas de flagelos (filamentos móveis), as bactérias móveis são classificadas de acordo com sua forma e, hoje em dia, de acordo com seu material genético. Quanto à forma podem ser agrupadas em: cocos (células em forma esférica), bacilos (células em forma de bastonete), espirilos (células em forma espiralada) e vibrião (células em forma de vírgula).

As formas de colônia são decorrentes da agregação das células. Por exemplo, nos diplococos, as colônias são formadas por dois cocos unidos; nos estreptococos, os cocos são unidos em fileiras como um colar; já nos estafilococos, os cocos são agregados desordenadamente.

Os actinomicetos são bactérias que apresentam estruturas filamentosas (que se assemelham aos filamentos dos fungos); a maioria é imóvel. Nesse grupamento, encontram-se os actinomicetos do gênero *Streptomyces,* que têm grande importância industrial na produção de antibióticos, notadamente os compostos estreptomicina, terramicina, aureomicina e neomicina. Os actinomicetos são habitantes comuns do solo, onde ocorrem em grande abundância, e o odor característico de terra molhada é causado pelas substâncias voláteis emanadas por eles.

As cianofíceas assemelham-se mais às bactérias do que às algas, tanto na composição química quanto na estrutura, motivo pelo qual a designação "algas

azuis" é inadequada. Elas, por outro lado, possuem clorofila e apresentam a particularidade de conseguir fixar o nitrogênio atmosférico.

Os fungos são classificados como eucariotos, pois apresentam o material genético bastante organizado, dentro de um núcleo na célula. Podem ser unicelulares ou filamentosos, formando micélios. São heterótrofos, ou seja, não sintetizam seu próprio alimento, por isso são saprofíticos (decompositores), e desempenham importante papel na ciclagem de materiais, pelo fato de serem eficientes decompositores. Podem também ser parasitas, que causam doenças como micoses, ferrugem-do-cafeeiro, etc.; ou, ainda, podem aparecer como simbiontes com plantas, no caso de fungos micorrízicos, ou com algas, formando os liquens.

As leveduras são usadas desde a Antiguidade pelo homem. O fungo *Penicillium* é utilizado para fabricação de queijos famosos e para a extração da penicilina.

Os protozoários são organismos microscópicos e unicelulares, que vivem em ambientes aquáticos ou terrestres. Quanto ao modo de vida, podem ser de vida livre, simbiontes ou parasitas. Podem viver no interior de plantas ou em animais, como parasitas, como no caso da doença de Chagas, da doença do sono, da malária e da disenteria amebiana, ou como simbiontes, como no caso de protozoários e animais ruminantes. Sua classificação é feita de acordo com a presença e com o tipo de estruturas de locomoção.

Função dentro do ecossistema

Os microrganismos estão presentes em todos os compartimentos da biosfera e têm funções importantes na manutenção da vida no planeta, das quais citaremos algumas, sem esgotar o vasto assunto.

Como agentes geoquímicos, têm a capacidade de agir como mineralizadores (decompositores de rochas) graças a suas elevadas taxas de crescimento e metabolismo, aliadas a sua capacidade de atacar todos os compostos orgânico-minerais de ocorrência natural. As águas superficiais, o fundo dos oceanos e a

camada superficial dos solos estão repletos de microrganismos, prontos para decompor qualquer matéria orgânica que ali aporte.

A participação dos microrganismos é de extrema importância no ciclo da matéria, ou seja, na transformação de todos os elementos que entram na composição da matéria viva, propiciando sua reciclagem no ambiente. Apresenta, dessa forma, papel crucial nos ciclos do carbono, do oxigênio, do nitrogênio, do enxofre, do fósforo, dentre outros. A utilização de microrganismos como agente despoluidor no tratamento de resíduos domésticos e industriais cresce a cada dia.

Relações simbióticas dos microrganismos com as plantas e animais

As relações entre microrganismos e plantas e animais superiores faz lembrar que os primeiros causam doenças e frequentemente levam à morte. No entanto, existem inúmeros exemplos de relações simbióticas mutualísticas com plantas e animais.

A simbiose dos animais ruminantes (bois, carneiros, cabras, camelos e girafas), que pastam, e cuja alimentação consiste no capim verde, rico em celulose, que é insolúvel, com microrganismos que decompõem a celulose em açúcares solúveis, permite a esses animais a utilização desse tipo de alimento. Essa decomposição é realizada principalmente por protozoários e bactérias.

Outro exemplo de associação é a que ocorre entre plantas e bactérias fixadoras de nitrogênio, pela qual o nitrogênio da atmosfera é fixado, servindo como nutriente (adubo) para a planta, cuja morte ou consumo por um animal o tornará disponível no solo. Essas associações podem ser acompanhadas de formação de nódulos nas raízes das plantas, caso das leguminosas e das associações semelhantes de bactérias com gramíneas.

Graças à melhoria dessa associação por técnicos da Embrapa, a soja plantada no Brasil, quando inoculada com a bactéria *Rhizobium,* não necessita ser adubada com nitrogênio, e isso economiza milhões de dólares para o País.

A associação de fungos e plantas aumenta em muito a capacidade que essas plantas têm de solubilizar e absorver o fósforo no solo, que é um nutriente essencial para seu desenvolvimento, chegando, em alguns casos, a apresentar as condições necessárias para o estabelecimento da planta em alguns habitat.

As diversas associações que ocorrem na rizosfera[1] entre plantas e microrganismos favorecem em muito o solo e conferem proteção contra doenças e parasitas.

Relações de parasitismo e patogenicidade

Os microrganismos podem agir como parasitas de outros organismos, e, dessa forma, prejudicam seu hospedeiro, o que pode levá-lo à morte. Outras vezes, um microrganismo pode causar doenças em condições especiais, apenas quando o hospedeiro está debilitado, multiplicando-se com grande rapidez.

Alguns microrganismos podem causar doenças por meio de seus metabólicos[2], como é o caso do *Clostridium botulinum,* que se multiplica nos alimentos e libera uma toxina, que causa uma doença grave, o botulismo, que pode levar à morte por envenenamento. O homem aproveita a capacidade que os microrganismos têm de causar a morte do hospedeiro, usando-os no controle de pragas na agricultura e até para matar o ser humano, no caso de guerra biológica.

O corpo humano apresenta uma microflora, com a qual convive de forma harmoniosa, a não ser em casos de desnutrição ou em infecções causadas por vírus ou por outros patógenos que debilitam o organismo. O intestino do ser humano apresenta também uma microflora em simbiose, que age até mesmo na defesa contra patógenos que porventura venham a ser ingeridos.

Utilização de microrganismos pelo homem

Os microrganismos são utilizados pelo homem há muito tempo, mesmo antes de se ter conhecimento de sua existência como tais.

1 Região de influência da raiz.

2 Substâncias que são originárias de seu metabolismo.

A produção de fermentados, como o vinho, a cerveja e o álcool, é devida à presença de leveduras que metabolizam os açúcares em álcool e aldeídos e produtos secundários. O vinagre é o produto da fermentação do vinho por bactérias. A produção de pão também é produto da ação de leveduras.

A fabricação de medicamentos pela fermentação, que é o caso dos antibióticos, a produção de microrganismos usados no controle de insetos, a utilização de microrganismos como degradadores de substâncias tóxicas ou poluentes são outros exemplos de como o homem utiliza esses organismos para sobreviver no ambiente.

Literatura recomendada

ALVES, S. B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1986. 407 p.

AMABIS, M. J.; MARTHO, G. R.; MIZUGUCHI, Y. **Biologia**. São Paulo: Moderna, 1998. 475 p.

STAINER, R. Y.; DOUDOROFF, M.; ADELBERG, E. A. **Mundo dos micróbios**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 741 p.

Capítulo 12

Transgênicos

José Maria Gusman Ferraz

A preocupação em minimizar a fome no mundo foi o argumento utilizado para a implantação do modelo de agricultura industrial, conhecida também como revolução verde. Mas a fome continua sendo um grande flagelo da humanidade, com o agravamento dos impactos socioambientais originários desse modelo de produção. O argumento utilizado para o desenvolvimento de produtos transgênicos apropria-se do mesmo discurso, de que essa tecnologia poderia resolver a fome no mundo.

No entanto, o diagnóstico da fome e da má nutrição mundial aponta para a pobreza e para a dificuldade de acesso a recursos produtivos como causas da existência de 800 milhões de famintos e de 2,4 bilhões de desnutridos.

Com a produção atual de alimentos, cada pessoa no mundo poderia comer todos os dias: 1,7 kg de cereais, leguminosas e nozes; 200 g de carne, leite e ovos; e 0,5 kg de frutas e vegetais. Mais que suficiente para uma boa nutrição.

Genética clássica e transgênicos

O homem sempre procurou na natureza plantas e animais que fossem mais adequados para seu consumo ou que apresentassem melhor sabor, maior resistência a doenças e pragas, enfim, características que julgasse interessantes para produzir fibras e alimentos. Para esse mesmo fim, posteriormente, utilizando-se

dos conhecimentos da genética, passou a cruzar espécies entre si, o que foi chamado de melhoramento genético clássico.

No melhoramento genético clássico, programas de cruzamentos com o objetivo de obter espécie melhorada sempre foram praticados. Em outras palavras, a partir de uma espécie vegetal ou animal qualquer, e por meio do cruzamento entre indivíduos de uma mesma espécie ou de espécies muito próximas, é possível obter a prole (filhos) chamada de Fl. Entre os indivíduos dessa prole, escolhem-se os melhores que serão cruzados entre si, originando a prole F2. Sucessivos cruzamentos a partir dos melhores indivíduos obtidos em cada prole são realizados, selecionando-se as características desejáveis.

Os transgênicos, também conhecidos como organismos geneticamente modificados (OGMs), resultam de experimentos da engenharia genética nos quais o material genético é retirado de um organismo (microrganismo, planta ou animal) e inserido em outro organismo de espécie diferente, para obtenção de características específicas. Em condições normais e em programas tradicionais de cruzamentos, espécies diferentes não se cruzam entre si. Com essas técnicas transgênicas, materiais genéticos de espécies divergentes podem ser incorporados por outra espécie, por exemplo: um gene de rato incorporado em uma batata, o gene de um peixe incorporado em um morango, etc.

O organismo transgênico apresenta características impossíveis de ser obtidas por técnicas de cruzamento tradicionais – melhoramento genético clássico.

Como é a técnica de produção de transgênicos?

Essa tecnologia, também conhecida como DNA (ácido desoxirribonucleico) recombinante, ao permitir a introdução de genes estranhos em outro organismo, acarreta efeitos imprevisíveis sobre sua fisiologia e bioquímica. Dessa forma, um gene transferido a outro organismo pode resultar em uma manifestação de características com reações imprevisíveis e diferentes das esperadas pelos cientistas. Essas técnicas de engenharia genética, desenvolvidas em laboratório, permitem

"cortar e colar" genes de um organismo para outro, mudando a forma do organismo e manipulando sua estrutura natural a fim de obter características específicas.

A transferência de genes se faz por meio de "vetores", que são "parasitas genéticos", como os vírus e os plasmídeos, que têm a capacidade de invadir e inserir-se no material genético da célula. Na manipulação genética de plantas, o vetor mais utilizado é o derivado de um plasmídeo – indutor de tumores vegetais; para os animais, os vetores mais comuns são do grupo do retrovírus – vírus cujo material genético é o RNA (ácido ribonucleico).

Esses vetores têm a capacidade de desativar os mecanismos de defesa das células, para que não degradem o material genético (DNA) estranho. Além disso, para verificar se o material genético foi realmente transferido, são usados "genes marcadores", que normalmente conferem resistência a antibióticos. Dessa forma, a probabilidade de acelerar a resistência aos antibióticos fica muito acentuada, podendo vir a ser um problema de saúde pública.

Do mesmo modo que esses vetores conseguem penetrar na célula à qual se deseja transferir o gene para "construir" o organismo modificado geneticamente, nada impede que esse gene possa, por meio dos vetores, invadir espontaneamente outras células não alvo.

Por que transgênicos?

Os transgênicos já são utilizados em várias situações, como no caso de genes produtores de insulina humana que foram transferidos para bactérias *Escherichia coli*. Essas bactérias passam a produzir grandes quantidades de insulina humana que podem ser utilizadas com fins medicinais.

Outros exemplos são usados na produção de compostos, como hormônios, antibióticos, interferon – classe de glicoproteínas de produção endógena com a propriedade de interferir na replicação dos vírus, utilizadas no tratamento de hepatite viral –, além de diversos fármacos.

Em condições de laboratório, o risco de escape do OGM fica muito restrito e, assim, as chances de riscos ambientais são minimizadas. O risco existe somente no caso de transferência de outras características desconhecidas e que não seriam desejáveis, ocasionando efeitos colaterais para a saúde humana.

Em condições de campo e, portanto, não controladas, os riscos potenciais devem ser avaliados pela pesquisa.

Os alimentos transgênicos

A maioria dos brasileiros não considera o setor agrícola essencial à vida humana, para garantir oferta de alimentos de boa qualidade e acessível a toda a população. Segundo pesquisa do Ibope realizada no final de 2002, 61% da população não sabe o que é um produto geneticamente modificado (IBOPE, 2002).

No entanto, a agricultura é o setor que apresenta maior crescimento no desenvolvimento de OGMs. Pesquisas recentes na Inglaterra revelaram aumento de alergias com o consumo de soja transgênica.

A inserção aleatória de genes estranhos pode causar modificações inesperadas, fazendo surgir toxinas, moléculas capazes de provocar alergia. Quem for alérgico a peixe e comer um morango com gene de peixe (já existe esse produto), pode apresentar fenômenos alérgicos sem saber por quê.

Relatório da Sociedade Real (FARFAN, 2005), principal associação científica britânica, disse que aperfeiçoamentos nos testes são necessários, principalmente se produtos geneticamente modificados entrarem na composição de alimentos para bebês.

Ainda são imprevisíveis as consequências e as interações com outros seres vivos, se liberada sua produção em ambiente aberto.

A rotulagem proposta em lei, que obriga as indústrias a colocar a informação de que se trata de produto transgênico, permite ao consumidor optar se quer ou não comer um produto com essas características.

Referências

FARFAN, E. von. Relatório Britânico condena as sementes transgênicas. **Revista Eco 21**, Rio de Janeiro, ano XV, n. 101, abr. 2005.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública. **Pesquisa pública sobre transgênicos**. [São Paulo], 2002. 48 p. OPP 53.

Literatura recomendada

HOBBELINK, H. **Biotecnologia**: muito além da revolução verde. Porto Alegre: AGE, 1990. 196 p.

RIECHMANN, J. **Argumentos recombinantes sobre cultivos y alimentos transgénicos**. Madrid, ES: Los Libros de la Catarata, 1999. 158 p.

Parte 3

Meio antrópico

Esta seção examina o meio antrópico, isto é, aquele que resulta do impacto da ação do homem em suas manifestações urbana e rural, e considera seus aspectos positivos e negativos. Esses aspectos são os mais importantes de se analisar, pois são eles que convidam à ação, ou, mais precisamente, obrigam-nos à tomada de providências para sanear o presente e salvar o futuro.

De certa forma, esse é o assunto do livro, o fundamento da proposta, e está em todas as páginas. No entanto, a abordagem da seção mostra os vínculos e alarga o quadro de referência para que melhor se perceba o que fizemos, e estamos fazendo, com nosso planeta, as contingências históricas a que estamos submetidos e o que temos de fazer para nos libertar delas e preparar as novas gerações com conhecimentos e atitudes relevantes às mudanças essenciais.

Capítulo 1

Diversidade e complexidade de uso do espaço geográfico

Valéria Sucena Hammes

Se os meios físico e biológico de uma área urbana não estão em equilíbrio, tendem à regeneração natural. Uma nova dinâmica de relações é determinada pela mudança climática, extinção ou introdução de espécies, eliminação ou alteração de elemento natural. Além disso, a intervenção antrópica pode impedir a ocorrência de sucessão secundária[1].

Apesar de resguardadas pela legislação brasileira, continua o avanço acelerado sobre as áreas naturais nos grandes centros. Pelos artigos 2º e 3º, o Código Florestal assegura aos locais de relevante valor natural a criação de áreas de preservação, onde é proibida toda forma de intervenção humana. Já no artigo 5º, a criação de áreas de conservação permite o uso limitado, conforme sua finalidade. O artigo 19 restringe a exploração florestal em área de formações sucessoras, e o item g do artigo 26 considera o impedimento ou a dificuldade imposta à regeneração natural de florestas e demais formas de vegetação como contravenção penal (BRASIL, 1965). A Lei de Crimes Ambientais, artigo 29, item I do § 1º, condena o impedimento à procriação faunística sem licença da instituição competente (BRASIL, 1998). Enfim, não é por falta de leis de proteção ambiental que ocorre a ocupação desordenada dos espaços.

[1] Processo natural de regeneração ecossistêmica. O estabelecimento de espécies (florísticas e faunísticas) pioneiras torna o ambiente propício ao desenvolvimento de espécies secundárias, que, por sua vez, condicionam o crescimento de espécies de clímax.

A natureza possui diversidade de espécies e complexidade de relações que as tornam interdependentes e sua continuidade necessita das áreas de conservação natural.

O ambiente antrópico também possui uma série de elementos que caracterizam sua diversidade e complexidade.

Como as relações não são cíclicas e dependem dos recursos naturais, as áreas de conservação são parte integrante de seu espaço. A tipologia dos elementos de uso e de ocupação em ambiente antrópico é:

- Urbanização.
- Núcleos de ocupação rural.
- Infraestrutura.
- Atividades industriais.
- Extrativismo mineral.
- Atividades agrárias.
- Deposição de resíduos.
- Lazer, esporte, cultura e turismo.
- Conservação e recuperação da natureza.

A compreensão realística do aspecto harmônico ou não das relações entre os diversos atributos depende da caracterização correta, que varia de região para região e de sua representação ambiental, no contexto do desenvolvimento sustentável. Uma palafita em uma grande lagoa na Amazônia, com serviço de restaurante e abastecimento de combustível, talvez atenda apenas a comunidade de pescadores locais, mas pode ser considerada uma unidade de serviço turístico.

A maior ou menor complexidade do espaço pode ser observada pela descaracterização funcional da área, como quando um bairro antes residencial (baixa complexidade) adquire outras funções (aumento da complexidade).

A leitura da paisagem identifica esses atributos (diversidade) distribuídos espacialmente, de forma ordenada ou não (complexidade). A interpretação resul-

ta no diagnóstico do ambiente degradado ou não, que, normalmente, baseia-se no aspecto visual da beleza cênica, devidamente contextualizado, tal como um animal selvagem em uma jaula: por mais bela que seja a paisagem ao redor, está fora de seu ambiente natural.

A percepção é aprimorada à medida que o grupo de estudo se permite discutir todos os aspectos. O processo dialógico possibilita a construção do ver, como se a cada debate, a cada atividade, a cada projeto, uma nova "lente" se apresentasse diante dos olhos e possibilitasse a identificação dos diferentes atributos da paisagem, assim como a melhor compreensão do papel de cada um na melhoria da qualidade de vida da comunidade local.

Referências

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 15 nov. 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em: 15 nov. 2006.

Capítulo 2

A extensão rural na sustentabilidade dos ecossistemas produtivos rurais

José Henrique Conti

Extensão rural é a atividade de pessoas ligadas ao meio rural, em sua maioria engenheiros-agrônomos, com o objetivo de promover o desenvolvimento rural sustentável, por meio de programas e ações participativas, com envolvimento da comunidade, de entidades parceiras e de todos os segmentos do setor agrícola.

O impacto das cidades na área rural

O crescimento das cidades e a consequente maior demanda por alimentos pressionam o setor agrícola para ser cada vez mais produtivo e, ao mesmo tempo em que crescem, as cidades deslocam o produtor de suas áreas de cultivo tradicionais.

O avanço da cidade sobre áreas produtivas, por falta de conhecimento, coloca em conflito os mundos rural e urbano, em virtude das marcantes diferenças existentes entre eles.

A chegada do meio urbano é sempre acompanhada de alterações no instável equilíbrio da sustentabilidade dos ecossistemas produtivos rurais em seus três aspectos: econômico, social e ambiental.

- No econômico, traz esperanças, hoje geralmente falsas, de maiores rendimentos.
- No social, altera os valores culturais e os conceitos de justiça social.

- No ambiental, polui as águas utilizadas na irrigação, polui o ar, impermeabiliza o solo e provoca as consequentes erosões.

A ocupação do espaço rural pelas cidades desagrega a família rural, que vai morar no meio urbano, em detrimento de sua qualidade de vida, perdendo sua identidade cultural.

A venda de seu patrimônio, a terra, para ir morar na cidade, pelo fato de não conseguir se sustentar no meio rural, representa para o agricultor a venda de um patrimônio natural (solo produtivo) e cultural da sociedade, porque, após a sua saída, a perda ambiental é certa.

O setor agrícola, no mundo moderno, além de garantir a segurança alimentar, passou a ter as funções de geração de emprego, garantia de habitação, preservação da história e da cultura e preservação do ambiente, a custo muito baixo para a sociedade.

Os investimentos públicos em agricultura mostraram que é muito mais barato para a sociedade investir em ações que garantam a permanência do produtor no espaço rural do que criar infraestrutura nas cidades.

O agente de extensão que garante a sustentabilidade rural

Neste contexto, destaca-se a importância do agente de extensão rural, como o profissional que conhece a realidade e as peculiaridades do mundo rural, e detém a confiança do produtor. Além disso, ele interage com as lideranças urbanas dos setores público, privado e da sociedade civil organizada.

A extensão rural atual pressupõe uma atuação do extensionista, como também é chamado, na função de agente agregador, motivador e articulador, dentro da enorme gama de ações que acontecem hoje no espaço rural.

Há grande quantidade de ONGs e de entidades públicas, de economia mista, filantrópicas, da iniciativa privada que procuram maneiras de atuar na área

rural. Assim, o extensionista passou de mero técnico a pessoa de confiança do agricultor que articulará todas essas ações.

O extensionista trabalha diretamente com os produtores rurais. Entre as funções que exercem, estão as seguintes: orientar, motivar a organização, incentivar, cuidar de sua formação, integrar e, sobretudo, valorizar, com o objetivo de indicar os caminhos mais corretos, mais justos e mais viáveis, técnica e ecologicamente.

O agente de extensão tem duas funções bem definidas, uma tipicamente rural e outra urbana.

- Na função rural, ele age como gestor de ações que levam conhecimento e formação ao produtor, para que ele próprio seja o agente de suas mudanças, que terão como consequência aumento dos rendimentos, melhoria da qualidade de vida e garantia de permanência na área rural.
- A função urbana mostra as características da área rural, destacando sua importância para os moradores das cidades, para que, bem informados, possam criar dispositivos de ordenação territorial e de expansão urbana que estimulem e protejam a permanência dos moradores rurais. Pretende-se evitar, assim, que o crescimento das cidades seja acompanhado de abandono dos campos próximos.

Literatura recomendada

LACKI, P. **O que pedem os agricultores e o que podem os governos**: mendigar dependência ou proporcionar emancipação? [S.l.]: FAO, 1999. 5 p.

Capítulo 3

A dominância das capoeiras na paisagem agrícola da Amazônia

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

A maior parte das áreas alteradas[1] da Amazônia está, já esteve ou tende a estar em algum momento coberta por capoeiras[2], que são as vegetações secundárias[3] que crescem após o abandono da área para pousio[4], no caso da agricultura rotacional, conhecida como migratória ou itinerante. Na realidade, é um sistema agroflorestal sequencial[5] em que o componente arbóreo é representado pela capoeira (SÁ; ALEGRE, 2001). Nessas áreas, em geral, o preparo de área para plantio é feito pela derruba-e-queima[6] da capoeira.

A relevância das capoeiras na paisagem agrícola

Em áreas tradicionais desse tipo de agricultura, como é o caso da região nordeste do Estado do Pará, onde essa prática remonta ao final do século 19, mais

1 Áreas onde a vegetação original foi eliminada para a implantação, em geral, de atividades agrícolas. Na Amazônia, essas áreas, em sua maioria, eram originalmente cobertas por floresta densa.

2 Vegetação que cresce em terrenos que descansam entre dois períodos de cultivo; vegetação secundária em pouso.

3 Vegetações que crescem após a eliminação da vegetação nativa.

4 Período de descanso entre dois períodos de plantio.

5 Sistema de uso da terra em que componentes arbóreos ou arbustivos e cultivos não arbóreos ocorrem alternadamente.

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

da metade da área de alguns municípios está coberta por vegetações secundárias de diversas idades e origens (METZGER, 2000).

Como consequência da pressão populacional que tem forçado os agricultores a reduzir o período de pouso, capoeiras jovens vêm gradativamente sendo mais utilizadas que capoeiras mais antigas (METZGER, 2000). Com essa realidade, grande parte das espécies vegetais que se reproduzem preferencialmente por sementes tende a diminuir sua presença, ou mesmo a desaparecer, levando a que a maioria das espécies presentes nas capoeiras seja originária da brotação de raízes e dos tocos da vegetação anterior (KANASHIRO; DENICH, 1998). Esse quadro é agravado pela quase inexistência de fragmentos de floresta primária que poderiam contribuir para a reprodução de algumas espécies que tendem a se reproduzir por sementes.

A adoção de práticas de aração e gradagem para o preparo de área para plantio tende a piorar ainda mais a situação, pois pode prejudicar o potencial de rebrotação das raízes e dos tocos. Isso altera drasticamente a composição da capoeira, à medida que reduz os exemplares de espécies arbóreas e arbustivas, apesar de as raízes da maioria das plantas da capoeira permanecer viva mesmo durante o período de cultivo, uma vez que se estendem em verdadeiras redes subterrâneas, que lhes conferem um relevante papel em termos ambientais.

Papéis desempenhados pela capoeira na propriedade e na paisagem

Para os agricultores que adotam o sistema rotacional[7] centrado nas capoeiras, elas representam, basicamente, a oferta de nutrientes aos cultivos subsequentes. Isso ocorre porque as plantas que compõem essas vegetações secundárias têm a capacidade de acumular, de modo diferenciado, entre grupos de espécies, os principais nutrientes necessários à produção vegetal (KANASHIRO; DENICH,

[7] Atividade agrícola em que a ocupação do solo é alternada. Na agricultura migratória ou itinerante (shifting cultivation), muito comum na Amazônia, há uma alternância entre períodos de cultivo (em geral, cultivos alimentares, especialmente, feijão-caupi e mandioca) e de pousio, quando cresce a capoeira.

1998). Com a redução no tempo de pouso e a adoção de técnicas, como a aração e a gradagem, essa função pode, contudo, ser consideravelmente prejudicada.

Outro papel relevante desempenhado pelas capoeiras está relacionado ao acúmulo de carbono, já que esse tipo de cobertura do solo exibe valores consideravelmente mais elevados que os encontrados na maioria dos cultivos agrícolas no mesmo período de ocupação, tanto acima como abaixo do solo (SÁ; ALEGRE, 2001; SÁ et al., 2002), o que é um fator favorável quando se pensa em termos de balanço de carbono[8] e de sua implicação com o agravamento do efeito estufa.

Em outra perspectiva, a comparação do balanço hídrico[9] de capoeiras, mesmo jovens (< 4 anos), com o de florestas primárias e de pastagens tem evidenciado que elas se aproximam mais das florestas, no que diz respeito à evapotranspiração[10], mesmo no período menos chuvoso, fato associado a seu sistema radicular relativamente profundo e às características fisiológicas de espécies que a constituem (SÁ et al., 2002).

O papel da verdadeira rede de segurança[11] (*safety net*) subterrânea, que é o sistema radicular das capoeiras, tem sido estudado até profundidades maiores que 5 m. Isso mostra que ela contribui para a manutenção de nutrientes no sistema, uma vez que, além de bombear água e nutrientes que garantem a sobrevivência e o crescimento da vegetação, reduz a perda desses aspectos por meio da lixiviação[12] (SÁ et al., 2002).

Dando uma ideia sobre o papel das capoeiras em escalas mais próximas da paisagem, como é o caso de microbacias hidrográficas, estudos em andamento vêm sugerindo que a expressiva presença dessas vegetações secundárias garante

8 Relação contábil entre o carbono que entra em uma área (ex.: pela fotossíntese), o que permanece e o que sai de uma área ou sistema (ex.: respiração, queima).

9 Relação contábil entre a água que entra em uma área (chuva, irrigação), a que fica armazenada no solo e a que sai da área (evapotranspiração).

10 Perda de água para a atmosfera pela evaporação e pela transpiração vegetal.

11 Rede de segurança ou malha protetora – Papel que as raízes da capoeira desempenham reduzindo a perda de água e nutrientes pela lixiviação.

12 Processo pelo qual a água, em geral proveniente de chuva excessiva, drena através do perfil do solo, removendo substâncias solúveis.

melhor qualidade da água aos cursos d'água ali situados, pelo papel que suas raízes desempenham atenuando o fluxo de água, nutrientes e poluentes até os cursos d'água (WICKEL et al., 2002).

Em capoeiras mais antigas, com pelo menos dez anos em pousio, outra função é comumente desempenhada: a oferta de espécies que podem ser usadas ou exploradas economicamente, para fins madeireiros e não madeireiros (FERREIRA; OLIVEIRA, 2001; SMITH et al., 2000). Em capoeiras mais jovens estão também sendo buscadas formas de agregar valor a espécies nelas encontradas, notadamente para fins medicinais. Além disso, a adoção da técnica de capoeira melhorada[13] por meio do plantio de árvores de rápido crescimento (PIVETTA, 2002) pode não apenas acelerar e ampliar o papel das capoeiras, no que se refere a aspectos ambientais – como acúmulo de nutrientes e de carbono e contribuição para o balanço hídrico –, mas também oferecer mais opções quanto à oferta de plantas de uso múltiplo.

Conclusão

Considerando-se os papéis positivos desempenhados pelas capoeiras nas propriedades e na paisagem, é relevante buscar e difundir estratégias sustentáveis de manutenção dessa vegetação em sistemas de produção rotacional, como forma de melhor usufruir desses benefícios. A prática de preparo de área sem queima associada à de capoeiras melhoradas (PIVETTA, 2002) é um caminho promissor que já vem sendo aplicado a cultivos anuais, semipermanentes e pastagens e que pode ser adaptado a cultivos perenes. Políticas públicas[14] que viabilizem e promovam a adoção de tecnologias nessa linha devem ser propostas e implementadas para que seus benefícios se façam sentir.

[13] Técnica que consiste em introduzir espécies arbóreas de rápido crescimento e com capacidade de armazenar nutrientes relevantes (em muitos casos, são leguminosas capazes de fixar nitrogênio atmosférico) em áreas que serão deixadas em pousio, para que apressem o crescimento da vegetação, permitindo massa vegetal conveniente em menor período de pousio.

[14] Iniciativas governamentais, expressas em documentos e atos, voltadas para o benefício dos diversos setores da sociedade.

Referências

FERREIRA, M. do S. G.; OLIVEIRA, L. C. de. **Potencial produtivo e implicações para o manejo de capoeiras em áreas de agricultura tradicional no nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 6 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 56).

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

METZGER, J. P. M. Dinâmica e equilíbrio da paisagem em áreas de agricultura de corte-e-queima em pousio curto e longo na região da Bragantina. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA SUSTENDABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2000, Belém. **Anais**... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 47-50. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 69).

PIVETTA, M. Terra sem fogo. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, n. 76, p. 82-83, jun. 2002. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=1851&bd=1&pg=1&lg=>. Acesso em: 25 nov. 2006.

SÁ, T. D. de A.; ALEGRE, J. Práticas agroflorestais visando ao manejo de vegetações secundárias: uma abordagem com ênfase em experiências amazônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2001, Manaus. **Anais**... Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 102-115. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 17).

SÁ, T. D. de A.; WICKEL, A. J.; CARVALHO, C. J. R. de; HÖLSCHER, D.; VÍELHAUER, K.; DENICH, M.; KATO, M. do S. A.; KATO, O. R.; TIPPMANN, R.; SOMMER, R.; BRIENZA JÚNIOR, S. Sistemas agroflorestais sequenciais centrados no manejo de capoeiras - possibilidades de promover o uso sustentável da terra no âmbito da agricultura familiar amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais**... Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-ROM.

SMITH, J.; FERREIRA, M. do S. G.; KOP, P. van de; FERREIRA, C. A. P.; SABOGAL, C. **Cobertura florestal secundária em pequenas propriedades rurais na Amazônia**: implicações para a agricultura de corte e queima. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 43 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 51).

WICKEL, A. J.; GIESEN, N. C. van de; SÁ, T.; VLEK, P. L. G.; VIELHAUER, K.; DENICH, M. Water and nutrient dynamics at various spatial scales of a tropical agricultural watershed in Eastern Amazon region, Brazil: first results. In: AMERICAN GEOPHYSICAL UNION SPRING MEETING, 2002, Washington, DC. **Abstract**… Washington, DC, 2002.

Capítulo 4

As árvores no ambiente urbano

Osmar de Carvalho Bueno
Maria Alice de Lourdes Bueno Souza

Elemento fundamental na paisagem urbana brasileira, a arborização, no que diz respeito à abordagem na gestão ambiental, é recente. Segundo Sousa (1995, p. 25),

> A preservação e a restauração do equilíbrio ambiental estão diretamente ligados à existência da vegetação dentro das cidades, pois é a vegetação, principalmente arbórea, que, através de suas variadas funções, promove a melhoria da qualidade de vida nas urbes.

Entende-se por arborização urbana o "conjunto de terras públicas e privadas com vegetação predominantemente arbórea que uma cidade apresenta" (GREY; DENEKE, 1978, p. 132). Deve ser observada

> [...] como um valor historicamente construído, não sendo, portanto, o mesmo em todas as sociedades e em todos os tempos. É um valor numa determinada cidade, naquele tempo, que o incorpora como tal. A estrutura física da cidade não é um acaso, mas uma expressão de conflitos de escolha deliberada (PAOLASSO, 1988, p. 229).

Um tipo específico de arborização urbana é abordado em arborização de acompanhamento viário ou verde de acompanhamento viário, definido por Cavalheiro (1994, p. 229) como árvores dispostas "em calçadas ou canteiros centrais, rotatórias e trevos de conversão de vias públicas".

As árvores, em particular as urbanas e as localizadas ao longo dos passeios públicos, trazem benefícios à sociedade, cada vez mais concentrada nas cidades.

Entre eles, destacam-se os ecológicos, estéticos, psicológicos, econômicos e culturais, ao proporcionarem

> [...] estabilidade microclimática; melhoria das condições do solo urbano; melhoria do ciclo hidrológico; redução das despesas com condicionamento térmico nos ambientes construídos; melhoria das condições de conforto acústico e lumínico; redução da poluição atmosférica. Ruas bem arborizadas podem reter até 70% das poeiras em suspensão; aumento da diversidade e quantidade da fauna da cidade; qualificação ambiental e paisagística dos imóveis, valorizando-os economicamente; opções de lazer e recreação em áreas públicas como parques, praças e jardins, especialmente as populações de baixa renda; e representação de valores culturais e da memória das cidades (SANCHOTENER, 1994, p. 17).

Faz-se, também, referência à arborização urbana como estímulo para a saúde física e mental do ser humano.

Assim, a importância da adequada implantação e do manejo da arborização nas cidades só é observada e reconhecida quando as árvores exercem plenamente suas funções no ecossistema, onde se insere a vida humana. A arborização urbana está amparada, em seus aspectos mais gerais, por legislação específica nas Constituições Federal e Estaduais, e no Código Florestal Brasileiro. De forma particular, as Leis Orgânicas dos Municípios devem contemplar a questão, por meio de Planos Diretores de Desenvolvimento Integrado (PDDI), Códigos de Arborização Urbana, entre outros.

É importante discutir o conceito de implantação da arborização, o que vale dizer que não basta plantar uma árvore em qualquer espaço de solo. Envolve, pois, educação ambiental, conscientização comunitária, aspectos político-administrativos, legislação específica, planejamento (projeto) e monitoramento. Passa pelas técnicas agronômicas e florestais utilizadas para introdução, consolidação, desenvolvimento e manutenção da arborização no meio urbano.

A implantação não finaliza com o plantio das árvores. Por tratar-se da introdução de seres vivos, é um processo que tem duração indeterminada, por envolver a vida inteira de cada planta. Deve obedecer a um cronograma de tempo que não pode ser rígido, pois depende fundamentalmente de condições ambientais, de fatores físicos e socioculturais locais. É importante ressaltar que os resultados desejáveis de uma árvore para a vida humana podem levar 5, 10 ou 20 anos.

Conceitos botânicos e paisagísticos

A compreensão conceitual das partes que compõem a unidade-base da arborização – as árvores, suas respectivas funções, porte, forma, arquitetura e origem – é fundamental, em se tratando de gestão ambiental.

A raiz fixa a planta no solo (raiz principal), absorve substâncias nutritivas e as transporta para as partes superiores, onde se transformam em fotossintatos (seiva elaborada).

O caule, parte lenhosa e normalmente ramificada na parte superior, exerce, basicamente, três funções: suporte físico da copa; transporte de água, de sais minerais e de fotossintatos; e armazenamento de substâncias de reserva.

A massa vegetal, denominada copa, é composta da braçaria e da folhagem, além dos órgãos reprodutores. É nela que se encontram as folhas, perfeito laboratório onde se processam as reações de fotossíntese, respiração e transpiração. A folhagem pode se renovar a cada ano ou em intervalos maiores.

O porte é uma característica botânica genética da espécie, cujo desenvolvimento em altura ou em tamanho da copa é influenciado pelo ambiente. O diâmetro da copa e a altura definem o porte das árvores, que pode ser classificado em: "arvoreta", árvore de porte baixo (pequeno), médio, alto (grande) e muito alto (muito grande).

As arvoretas designam, em paisagismo, os arbustos altos, portanto, plantas lenhosas que tenham a tendência de formar um tronco ou fuste único (arvoretas verdadeiras), ou então os que, por meio de poda de formação, obtiveram a forma de uma pequena árvore.

Árvores de porte baixo possuem altura aproximada de até 4 m; de porte médio, entre 4 m e 8 m; de porte alto, maior que 8 m; e de grande porte ou muito alto, maior que 15 m.

Blossfeld (1965) considera arvoretas verdadeiras as árvores com 3 m a 6 m de altura; árvores pequenas, com diâmetro de copa entre 2 m e 6 m; árvores mé-

dias, com diâmetro de 6 m a 10 m; e árvores grandes, com diâmetro maior que 10 m.

São exemplos de arvoretas verdadeiras: a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), o resedá (*Lagerstroemia indica* L.) e o ipê-roxo-anão (*Tabebuia avellanedae* var. *paulensis* Lor.). Por sua vez, o manacá [*Brunfelsia uniflora* (Pohl.) D. Don.], o hibisco (*Hibiscus rosa sinensis* L.) e a murta-de-cheiro (*Murraya exotica* L.) são considerados arvoretas-arbustos.

O mulungu (*Erythrina speciosa* Andrews), a quaresmeira (*Tibouchina mutabilis* Cogn.) e a aroeira-mansa (*Schinus terebenthifolia* Raddi) exemplificam árvores de porte baixo. Já a bauínia-branca (*Bauhinia forficata* Link.), a bauínia-roxa (*Bauhinia variegata* L.), o ipê-armarelo [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex D.C.) Standl.], a quaresmeira-roxa ou rosa (*Tibouchina granulosa* Cogn.) e algumas cássias são consideradas árvores de porte médio.

Exemplos de árvores de porte alto: pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.), sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) e tipuana *(Tipuana tipu* Benth. O.K.).

O pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth.), a paineira-rosa (*Chorisia speciosa* St. Hil.) e o jequitibá-rosa [*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze] são árvores de porte muito alto.

A arquitetura e a forma da copa das árvores são características genéticas hereditárias, comuns a todos os indivíduos da mesma espécie e imutáveis mesmo com a prática da poda.

A arquitetura da planta é dada pela disposição dos galhos e dos ramos. O crescimento dos ramos pode ser vertical, horizontal e linear, com diferenciação dos meristemas[1], que podem ser vegetativos (formando as folhas) ou sexuais (originando os órgãos reprodutores). Salienta-se que o crescimento da planta dá-se em todos os sentidos.

[1] Tecido responsável pelo crescimento da planta que possui a capacidade de multiplicar-se por divisão celular e originar novos tecidos.

Com o crescimento da braçaria e o desenvolvimento da folhagem, obtém-se a copa das árvores, com diferentes formas: piramidal (chapéu-de-sol, *Terminalia catappa* L.; magnólia, *Michelia champaca* L.; e algumas araucárias, como *Araucaria excelsa* R.Br.); cônica (as coníferas em geral, como o cipreste, *Cupressus sempervirens* L.); arredondada [as cássias, *Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrad. ex D.C., *Cassia grandis* L.f., *Cassia spectabilis,* e a sibipirina, *Caesalpinia peltophoroides* Benth.]; umbelífera [como o flamboyant, *Delonix regia* (Boj.) Raf.], etc.

O conhecimento da arquitetura e a forma das árvores definem parâmetros importantes em programas de gestão ambiental, ou seja, no planejamento e no manejo da arborização viária. As árvores, após as podas, desenvolvem nova braçaria, com tendência de recuperar sua arquitetura e forma características.

A origem refere-se à área de ocorrência e de distribuição, em estado natural, das espécies vegetais. A espécie vegetal nativa é aquela que ocorre no País; a nativa regional é aquela que ocorre na região em questão; e a espécie vegetal exótica ocorre fora do País.

O habitat refere-se ao tipo de vegetação em que ocorre: Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica, etc.

Planejamento e implantação da arborização

Um programa de gestão ambiental que contemple o planejamento e a implantação de arborização nas cidades deve compreender, primordialmente, os aspectos descritos a seguir.

Decisão política

Entende-se como passo decisivo. É preciso que as prefeituras municipais reconheçam a necessidade da arborização e sua implantação. Para isso, é necessária a integração de diferentes esferas governamentais, privadas (principalmente serviços de infraestrutura) e não governamentais, cujos interesses tenham interferência na arborização e no planejamento urbano.

Participação da comunidade e educação ambiental

A participação comunitária é essencial em todas as fases do processo, já que a arborização de acompanhamento viário é implantada para uso e benefício de todos os cidadãos. Fatores político-culturais que norteiam determinada sociedade, como consciência ambiental e participação comunitária, são determinantes. A educação ambiental aparece, então, como fundamental pilar no êxito de projetos de arborização em geral e de acompanhamento viário em particular.

O envolvimento da população propicia respeito, fiscalização e união em defesa da arborização, criando muitas vezes situações para sua manutenção.

A participação da população deve ocorrer desde o início, incluindo a obtenção dos dados e das informações necessárias do local, até as decisões finais do plano (onde, quando, o que e como plantar), além da ajuda para o plantio e posterior fiscalização e manutenção das árvores.

A concretização da participação comunitária na arborização pressupõe a organização da população e a existência de um órgão técnico coordenador para orientação e supervisão. Nesse processo, os meios de comunicação de massa exercem importante função.

A população em geral precisa conscientizar-se da importância das árvores, além de conhecê-las, para assim transformar a arborização em um valor cultural.

O papel da educação ambiental, por intermédio de metodologias participativas, é ponto-chave no processo.

É importante assinalar que, embora ainda em número reduzido, trabalhos que captam a percepção da comunidade em relação a vários aspectos da arborização urbana, com destaque para a arborização de acompanhamento viário, vêm ganhando espaço.

Assim, com o objetivo de mensurar o grau de interesse na arborização da cidade e o estado das árvores, Rodrigues et al. (1994) realizaram entrevistas individuais com alunos da rede municipal de ensino, de classes sociais distintas, na zona urbana de Gravata, PE. Entre outros resultados, ressalta-se o local ideal para

o plantio de árvores: pode ser o quintal, a calçada ou ambos. Chama a atenção o alto percentual de opiniões céticas[2] com relação ao plantio de fruteiras nas ruas, em virtude da atração de insetos, do lançamento de pedras por interessados na colheita e da inviabilidade de estacionamento. Outro dado importante diz respeito a quem mais danifica as árvores, destacando-se a própria comunidade e os "homens da prefeitura", por ocasião da poda.

Bueno e Antonio (1999), trabalhando no Município de Botucatu, SP, afirmam que é possível conhecer alguns contrastes e convergências de opinião, no interior da comunidade, que contribuem para melhor compreensão de conflitos existentes entre técnicos, pesquisadores e população. Além disso, demonstram o dinamismo que ocorre nas cidades quando o tema é arborização de acompanhamento viário, gerando a necessidade de pensar e praticar políticas públicas diferenciadas para situações que se apresentam como diversas.

Os autores chegaram às seguintes conclusões: a população possui opinião formada sobre diversos temas ligados à arborização, tais como poda e plantio de árvores no passeio público; muitas opiniões entram em conflito com preceitos técnicos, apontando a necessidade de conhecer, com maior profundidade, as justificativas que as sustentam; o entendimento da poda como prática benéfica às árvores é generalizado; os setores da cidade possuem opiniões divergentes entre si, indicando com clareza a necessidade de pensar e agir em políticas de arborização diferenciadas, nas quais ações educativas fazem-se mais importantes que plantio ou operações de manejo.

Parcerias

A participação compartilhada ou parceria entre poder público, iniciativa privada, comunidade e ONGs, por meio da adoção de programas que viabilizem a arborização de acompanhamento viário, é uma realidade em constante construção.

[2] Opiniões que colocam em dúvida os benefícios trazidos pelas árvores plantadas próximo ao passeio público.

Ressalta-se que o poder público, mesmo com dificuldade, é insubstituível e primordial na promoção da arborização urbana e até mesmo no acompanhamento viário, como fator de qualidade de vida da comunidade. É necessário investir os recursos possíveis em educação ambiental e em divulgação da importância das árvores no contexto urbano.

Referências

BLOSSFELD, H. **Jardinagem**. São Paulo: Melhoramentos, 1965. 418 p.

BUENO, O. C.; ANTÓNIO, C. B. Arborização urbana: diversas percepções, diferentes ações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 8., 1999, Fortaleza. **Resumos**... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1999. p. 64.

CAVALHEIRO, E. Arborização urbana: planejamento, implantação e condução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais**... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 227-232.

GREY, G. N.; DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley, 1978. 279 p.

PAOLASSO, C. A. Espacios verdes y desarrollo urbano: hacia una recuperación comunitária de las áreas públicas. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO RELAÇÃO SER HUMANO-AMBIENTE, 2., 1988, Belo Horizonte. **Anais**... Belo Horizonte: O Lutador, 1988. p. 41-59.

RODRIGUES, D. B. L.; SUSI, S.; TORRES, A. L. Perspectivas da comunidade relativa à arborização do Município de Gravatá/PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais**... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 509-512.

SANCHOTENR, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luís. **Anais**... São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994. p. 15-25.

SOUSA, M. A. L. B. Situação da arborização viária no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., 1995, Londrina. **Palestras**... [S.l.: s.n.], 1995.

Literatura recomendada

BUENO, O. C. Arborização e os "olhares" da população frente a seus aspectos botânicos: uma proposta metodológica de conhecimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., 1998, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1998. p. 30-38.

BUENO, O. C.; SANTINI, J. A. **Subsídios para a implantação do plano de arborização urbana de Botucatu**. Botucatu: Prefeitura Municipal de Botucatu, 1987. 44 p.

DIAS, R. A importância da arborização urbana. In: SEMINÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA NO RIO DE JANEIRO, 1., 1996, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes-UFRJ, 1997. p. 29-32.

FREIRE, P. **Comunicação e extensão**. 10. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. 93 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978. 218 p.

SANTIAGO, A. C. **Arborização de cidades**. 2. ed. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral, 1983. 19 p. (Boletim Técnico, 90).

SANTINI, J. A. **Planejamento de arborização urbana**. Botucatu: Unesp-FCA, 1992.

SEITZ, R. A. Ferramentas e equipamentos utilizados na arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., 1992, Vitória. **Anais**... Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p. 53-72.

SIMMONS, I. G. **Biogeografia natural y cultural**. Barcelona: Omega, 1982. 429 p.

VIEZZER, M. L.; OVALLES, O. **Manual latino-americano de educação ambiental**. São Paulo: Gaia, 1994. 192 p.

WYMAN, D. Parks, malls, roadsides: public arca plantings. In: LANDSCAPE for living: the yearbook agriculture. Washington, DC: USDA, 1972. p. 77-80.

Capítulo 5

Agroecologia

Construindo uma agricultura sustentável

Stephen R. Gliessmann
Osmar Coelho Filho

O que é um agroecossistema sustentável? É aquele que mantém a base de recursos da qual depende, aliado a um mínimo de insumos artificiais de fora da fazenda, que trata pestes e doenças por meio de mecanismos internos e presentes na fazenda e tem a capacidade de se recuperar das perturbações causadas pelo cultivo e pela colheita.

É difícil, contudo, apontar e identificar um agroecossistema como sustentável ou não e determinar as razões, ou especificar como criar sistemas sustentáveis em uma biorregião particular. Gerar o conhecimento e a habilidade para fazer isso é, hoje, uma das tarefas principais da ciência da agroecologia e o esforço a que este artigo se dedica.

Sustentabilidade é um teste de tempo: um agroecossistema (fazenda) que tem produzido por longo período de tempo sem degradar seus recursos – tanto os recursos locais quanto os de outro lugar – pode ser dito sustentável. Mas o que especificamente significa "longo período de tempo"? Como determinar a degradação que tem ocorrido? E como criar sistemas sustentáveis se a prova da sustentabilidade continua sempre no futuro?

A despeito desses desafios, é necessário determinar o que é fundamental na sustentabilidade. Em poucas palavras, nossa tarefa é identificar os parâmetros da sustentabilidade – características específicas dos agroecossistemas que são fundamentais no funcionamento da agricultura – e determinar em que nível ou

condição essas variáveis devem se manter para que a sustentabilidade ocorra. Por meio desse processo, é possível identificar os chamados indicadores de sustentabilidade – condições específicas da agricultura necessárias e indicativas da sustentabilidade. Com tal conhecimento seria possível prever se uma fazenda, por exemplo, poderia ou não se sustentar por longo período de tempo e também propor agroecossistemas que tivessem mais chances de ser sustentáveis.

Aprendendo com os sistemas sustentáveis que existem

O processo de identificação dos elementos que são sustentáveis começa com dois tipos de sistema sustentável que ocorrem na realidade: ecossistemas naturais e sistemas agrícolas tradicionais. Ambos têm suportado o teste do tempo e mantêm sua produtividade por longos períodos, além de poderem oferecer diferentes conhecimentos básicos. Os ecossistemas naturais nos dão um importante ponto de referência para entender as bases ecológicas da sustentabilidade, e os agroecossistemas tradicionais oferecem exemplos abundantes de práticas agrícolas sustentáveis, bem como dicas de a quais sistemas econômicos, políticos e sociais essas técnicas melhor se adaptariam. De posse desse conhecimento, a pesquisa agroecológica pode estabelecer princípios e práticas a serem aplicados em uma fazenda convencional e insustentável para torná-la sustentável.

Ecossistemas naturais como referência

Ecossistemas naturais e agroecossistemas convencionais são muito diferentes. Os agroecossistemas convencionais são geralmente mais produtivos, no entanto são bem menos ricos em diversidade que os ecossistemas naturais. Diferentemente dos ecossistemas naturais, a agricultura atual está longe de ser autossustentável. Sua produtividade só pode ser mantida com a adição em larga escala de matérias-primas externas, de recursos humanos e de energia, do contrário eles rapidamente se degradam e atingem uma produtividade bem baixa. Assim, esses dois sistemas estão em lados opostos em um espectro de sustentabilidade.

A chave da sustentabilidade é achar um compromisso entre esses dois sistemas, de modo que se possa obter uma estrutura com características dos ecossistemas naturais produzindo colheitas de fibras e alimentos para uso humano. Essa semelhança com os ecossistemas naturais permite que as necessidades humanas de biomassa sejam sustentadas por longo período de tempo sem que sejam necessárias grandes quantidades de insumos e fertilizantes disponíveis dentro de uma cultura energética industrial e sem os efeitos deletérios no ambiente.

A Tabela 1 compara esses três tipos de sistemas produtivos de acordo com vários critérios ecológicos. Como mostra a tabela, os agroecossistemas sustentáveis têm a alta diversidade de espécies, a resiliência (ou capacidade para suportar variações de toda ordem) e a autonomia dos ecossistemas naturais. Comparados com sistemas convencionais de produção agrícola, eles têm uma produção um pouco mais baixa e variável, a exemplo do que acontece em termos de variação

Tabela 1. Propriedades de ecossistemas naturais, agroecossistemas sustentáveis e agroecossistemas convencionais.

	Ecossistemas naturais	Agroecossistemas sustentáveis	Sistemas convencionais
Produção	Baixa	Baixa média	Alta
Produtividade	Média	Média alta	Baixa média
Diversidade	Alta	Média alta	Baixa
Resiliência	Alta	Média	Baixa
Estabilidade (produção)	Média	Baixa média	Alta
Flexibilidade	Alta	Média	Alta
Perda (processos ecológicos)	Baixa	Média	Alta
Dependência de insumos externos	Baixa	Média	Alta
Autonomia	Alta	Alta	Baixa
Sustentabilidade	Alta	Alta	Baixa

na natureza, de um ano para o outro. Essas baixas produções, contudo, usualmente são mais do que compensadas no que se refere ao ganho de redução da dependência de insumos externos e das adversidades ambientais.

Dessa comparação, retira-se um princípio geral: quanto mais um agroecossistema for parecido, no que ser refere à estrutura e ao funcionamento, com um ecossistema natural dentro de uma região geográfica, maior a possibilidade de esse agroecossistema ser sustentável. Se esse princípio for verdadeiro e observável em valores mensuráveis de uma série de processos dos ecossistemas naturais, pode fornecer padrões que descrevem ou delineiam o potencial ecológico para o gerenciamento do agroecossistema em uma área particular. A tarefa da pesquisa agroecológica é determinar o quanto as necessidades dos agroecossistemas estão próximas desses padrões ecológicos, para que estes sejam sistemas sustentáveis.

Sistemas agrícolas tradicionais como exemplos de sustentabilidade

Mundo afora, a agricultura tradicional, suas práticas e conhecimento continuam a ser a base para muito daquilo que se faz atualmente na produção agrícola. O que distingue os sistemas de produção tradicional e indígena dos sistemas agrícolas convencionais é que os primeiros se desenvolveram primeiramente em tempos e lugares onde outros recursos que não a força humana e os recursos locais não estavam disponíveis, ou onde se encontraram alternativas para essa agricultura convencional intensiva em energia e insumos. O conhecimento embutido na agricultura tradicional é fruto das gerações passadas e também das presentes gerações, que continuam a se adaptar e a mudar, de acordo com o ambiente ecológico e cultural.

Muitos sistemas tradicionais de produção de alimentos satisfazem as necessidades locais e ainda contribuem para abastecer a demanda regional e nacional. A produção tradicional está centrada na sustentabilidade de longo prazo, preferencialmente na busca pelo lucro e por uma oferta maior. A agricultura tradicional foi moldada pelo tempo e sofreu mudanças e adaptações. O fato é que

ela continua a apresentar uma estabilidade ecológica e social que os sistemas agrícolas mecanizados deveriam copiar (KLEE, 1980).

Os estudos de agroecossistemas tradicionais contribuem para o desenvolvimento de técnicas agrícolas sustentáveis. De fato, nosso entendimento do que venha a ser sustentabilidade em termos ecológicos vem principalmente do conhecimento gerado nesses estudos (ALTIERI, 1990).

Quais são as características da agricultura tradicional que a fazem sustentável? Por causa da diversidade dos sistemas agrícolas tradicionais ao redor do mundo, é possível começar a responder a essa questão por meio da análise do que os sistemas agrícolas mais tradicionais têm em comum:

- Não dependem de insumos comprados.
- Fazem uso intenso de recursos disponíveis localmente e de recursos renováveis.
- Enfatizam a reciclagem de nutrientes.
- Têm impactos positivos ou minimamente negativos nos ambientes externo e interno do sistema produtivo.
- São adaptáveis e tolerantes às condições locais.
- São capazes de tirar vantagem de microvariações ambientais dentro da fazenda e na região.
- Maximizam a produção sem sacrificar a capacidade produtiva de longo prazo.
- Conservam a diversidade biológica e cultural.
- Sustentam-se com variedades locais de plantações e incorporam plantas e animais silvestres no sistema.
- Usam a produção para primeiramente satisfazer as necessidades locais.
- São relativamente independentes das mudanças econômicas externas.

- São construídos com a cultura e com o conhecimento dos habitantes do local.

Práticas tradicionais não podem ser transplantadas diretamente para regiões do mundo onde a agricultura tem sido "modernizada", nem a agricultura convencional pode ser convertida exatamente ao modo tradicional de produção. Contudo, esses sistemas tradicionais contêm lições importantes, como as aqui colocadas, para a construção de sistemas agrícolas modernos e sustentáveis.

Se os sistemas agrícolas tradicionais estão sendo usados como modelo para construir sistemas de produção sustentáveis na atualidade, é preciso compreender a agricultura tradicional sob todos os aspectos e em todos os seus níveis de organização, desde as variedades de sementes usadas ou animais até o sistema regional de produção de alimentos. Os exemplos das práticas e dos métodos tradicionais podem ser um importante ponto de partida para entender como a sustentabilidade ecológica é alcançada.

Agroecossistemas tradicionais também podem fornecer lições a respeito do papel dos sistemas sociais na sustentabilidade. Para que um agroecossistema seja sustentável, os sistemas econômico e cultural que encerram as pessoas que deles fazem parte devem estimular e encorajar o uso de práticas sustentáveis, evitando criar pressões que prejudiquem essas práticas. Isso fica claro quando sistemas tradicionais inicialmente sustentáveis sofrem mudanças que os tornam insustentáveis e destrutivos. Em cada caso, a pressão que desencadeia esse processo é de origem social, econômica ou cultural.

Por exemplo, é comum que os agricultores tradicionais encurtem os períodos de descanso da terra ou aumentem o tamanho do rebanho no pasto em resposta a pressões econômicas, como o aumento do preço de arrendamento das terras, o que vai acarretar mudanças como a erosão do solo e a redução de sua fertilidade. Devemos prestar muita atenção na conexão entre sistemas sociais e sustentabilidade.

É essencial, portanto, que os agroecossistemas tradicionais sejam reconhecidos como sofisticados exemplos de conhecimento ecológico aplicado. Do con-

trário, o dito processo de modernização continuará destruindo esse conhecimento testado e incorporado pelo tempo, e que deve ser empregado como ponto de partida para a transformação dos sistemas atuais em sistemas agrícolas mais sustentáveis no futuro.

Referências

ALTIERI, M. A. Why study traditional agriculture? In: CARROLL, C. R.; VANDERMEER, J. H.; ROSSET, P. M. (Ed.). **Agroecology**. New York: McGraw-Hill, 1990. p. 551-564.

KLEE, G. (Ed.). **World systems of traditional resource management**. New York: Halstead, 1980. 290 p.

Literatura recomendada

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2. ed. Boulder: Westview Press, 1995. 433 p.

CONWAY, G. R. Agroecosystem analysis. **Agricultural Administration**, Essex, v. 20, n. 1, p. 31-55, 1985.

GLIESSMAN, S. R. (Ed.). **Agroecology**: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer-Verlag, 1990. (Ecological Studies Series, 78).

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea: Ann Arbor Press, 1998. 357 p.

ODUM, E. P. Properties of agroecosystems. In: LOWRANCE, R.; STINNER, B.; HOUSE, G. J. (Ed.). **Agricultural ecosystems**: unifying concepts. New York: John Wiley, 1984. p. 5-12.

Capítulo 6

Diagnóstico da propriedade

João Carlos Belluzzo Maia

A propriedade, quando cultivada, é dividida em áreas onde se plantam diversas culturas, sejam elas hortaliças, grãos, frutíferas ou pastagens.

De acordo com a utilização de cada uma delas, surgem plantas diferentes, juntas ou posteriores à cultura integrada na área. A substituição da vegetação predominante anterior serve como indicação de que o manejo de solo está correto ou não.

Descrevemos a seguir os fatores negativos que levam ao aparecimento dessa vegetação, que, às vezes, se torna agressiva.

- Fator físico – Compactação, desestruturação, falta de aeração, excesso de umidade, falta de água, temperatura muito alta ou muito baixa.
- Fator químico – Desequilíbrio entre nutrientes, acidez, excesso ou falta de nutrientes e presença de resíduos tóxicos.
- Fator biológico – Pouca diversidade de microrganismos, desenvolvimento excessivo de algum tipo de microrganismo (seleção).

Os agricultores devem observar as plantas que chamamos de indicadoras, que a natureza introduziu espontaneamente. A seguir alguns exemplos de plantas indicadoras:

- Amendoim-bravo ou leiteira (*Euphorbia heterophylla*) – Desequilíbrio entre nitrogênio (N) e micronutrientes, sobretudo molibdênio (Mo) e cobre (Cu).

- Beldroega (*Portulaca oleracea* sp.) – Solo fértil, não prejudica as lavouras e protege o solo.
- Capim-carrapicho ou capim-amargoso (*Cenchrus echinatus*) – Indica campos agrícolas muito decaídos, erodidos e compactados.
- Capim-marmelada ou papuã (*Brachiaria plantaginea*) – Decadência, típico de solos constantemente arados, gradeados, com deficiência de zinco (Zn).
- Guanxuma (*Sida* spp.) – Subsolo compactado ou solo superficial erodido. Em solo fértil, fica viçosa.
- Grama-seda (*Cynodon dactylon*) – Solo muito compacto.
- Língua-de-vaca (*Rumex* sp.) – Solos compactados e solos muito úmidos. Ocorre frequentemente em áreas de lavoura mecanizada e, posteriormente, é exposta ao pisoteio do gado.
- Leguminosas em geral – Indicam presença de fósforo. Na falta de potássio, enfraquecem; se faltar cálcio, são atacadas por cochonilhas, e as sementes por brocas. Indicam solo bom.
- Picão-preto (*Bidens pilosa*) – Indica solos de média fertilidade. Solos muito remexidos e desequilibrados.
- Tiririca (*Cyperus rotundus*) – Solo ácido, adensado, anaeróbico, com carência em magnésio (Mg).

Uma das práticas mais simples para melhorar o solo é a rotação de culturas, com leguminosas e gramíneas, que, há milênios, os chineses, gregos e egípcios adotaram, com excelentes resultados. Então, não se devem abandonar essas áreas e migrar para outras; mas sim é preciso recuperá-las e utilizá-las de maneira regenerativa e com um manejo correto (ecológico).

Literatura recomendada

CHABOUSSOU, R. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&PM, 1987.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1990.

SANTOS, G. de A.; CAMARGO, R. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Génesis, 1999.

VIVAN, J. L. **Pomar ou floresta**: princípios para manejo de agroecossistemas. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. (Cadernos de T.A AS-PTA/CAE Ipê).

Capítulo 7

A qualidade de vida da população e a conservação ambiental

Izilda Aparecida Rodrigues

Na abordagem do tema "população e meio ambiente", deve-se, primeiramente, questionar quais são as características da população e do meio ambiente que serão tratadas. Além disso, é necessário que se busque a interação entre esses elementos de análise. Tendo isso em mente, elaborou-se uma abordagem sobre qualidade de vida e conservação ambiental, considerando-se os componentes socioeconômicos, demográficos e ambientais de um estudo previamente desenvolvido, que oferece a base para o presente ensaio.

Foram selecionadas duas áreas no Estado de São Paulo com características estruturais e demográficas bastante distintas, no que diz respeito aos indicadores de qualidade de vida, ao atendimento aos bens públicos, à concentração populacional em suas áreas urbana ou rural e às preocupações e ao comprometimento com a qualidade ambiental ligada à utilização dos recursos naturais existentes.

Dessa forma, foram elaboradas questões relativas à concentração da população e à conservação ambiental em uma das regiões com menor grau de urbanização no Estado de São Paulo, que guarda importantes remanescentes florestais – o Vale do Ribeira, SP – e em uma das regiões com maior grau de urbanização em São Paulo, onde têm sido identificados uma preocupação e um esforço no que se refere à conservação das águas da bacia que corta a região da Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (BPCJ).

O Vale do Ribeira, SP

O Vale do Ribeira é formado pela bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape e compreende as regiões sudeste do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná. Abrange uma área total de 24.980 km^2. Em território paulista, localizam-se 68% da área (17.072 km^2), composta por 22 municípios em 1992. A agricultura é uma atividade econômica regional importante, sobretudo as culturas da banana e do chá, com predominância de pequenas propriedades. Essa área guarda a maior porção de Mata Atlântica remanescente no Estado, em sua maior parte protegida por parques, reservas, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental. É também a área que apresenta várias características socioeconômicas que permitem abarcar a questão conflitante da utilização dos recursos naturais em áreas sob proteção ambiental.

No Vale do Ribeira, a existência desses remanescentes da Mata Atlântica acabou por despertar a atenção nacional e internacional, o que resultou em uma crescente conscientização sobre a importância do estabelecimento e do manejo de Unidades de Conservação na área. Com o propósito da conservação florestal, levantou-se uma série de problemas associados à qualidade de vida, ao atendimento aos serviços básicos, à geração de renda regional, aos velhos e persistentes problemas fundiários, entre outros, que, por fim, caracterizaram a região como a mais carente do Estado de São Paulo, com graves indicadores sociais e econômicos relacionados a sua população.

O desenvolvimento regional e a conservação dos recursos florestais tornaram-se questões relevantes nessa área pouco habitada, mas com sérios problemas para a qualidade de vida da população residente. É importante lembrar que é necessário não somente incorporar os componentes sociais na definição das metas de desenvolvimento e conservação ambiental, como também atribuir importância ao manejo ambiental e contemplar a conservação, a preservação de certas áreas, bem como o uso e a restauração de outras.

Entre as propostas de desenvolvimento e de conservação ambiental no Vale do Ribeira, podem ser considerados conflitos os seguintes pontos:

- Sérios problemas na fixação da população na região e no desenvolvimento de atividades produtivas.
- Situação fundiária caótica.
- Descapitalização do pequeno produtor.
- Formas de escoamento e comercialização são entraves ao processo produtivo.
- Deficiência dos serviços de pesquisa agronômica e difusão de tecnologia, inadequação dos sistemas oficiais de crédito agrícola às condições econômicas e financeiras da maioria dos pequenos produtores da região.
- Deficiência dos serviços de proteção das florestas.
- Falta de desenvolvimento das potencialidades econômicas e das tecnologias adequadas à exploração dos recursos.
- Fato de o Vale do Ribeira despontar como área onde o uso do solo deve ser controlado por meio de medidas de conservação ambiental.

Assim, apresentam-se a seguir algumas ações que podem ser executadas para que as áreas de proteção ambiental possam voltar-se à conservação dos recursos naturais, sem que se contraponham à permanência e ao desenvolvimento de atividades pela população residente.

- Atribuir relevante atenção à dimensão social, no que se refere à permanência de comunidades na área.
- Assegurar a manutenção dos processos ecológicos, preservando a diversidade de espécies e sua variabilidade genética.
- Estabelecer a interdependência entre conservação ambiental e desenvolvimento.
- Estabelecer medidas de manejo que contemplem setores locais e externos às áreas sob proteção, por meio do planejamento do uso do solo, promoção do crescimento econômico, educação ambiental e legislação.

Por fim, podem as áreas sob proteção ser instrumentos para o manejo ambiental? Como?

O manejo ambiental deve agregar informações biológicas ao conhecimento da estrutura cultural e socioeconômica locais, além de garantir uma articulação entre os potenciais usuários desses recursos (comunidade científica e local), e objetivar a conservação do meio natural com ampla troca de conhecimentos sobre sua dinâmica.

As áreas sob proteção devem ser vistas como estratégia à conservação florestal, nas quais sejam desencadeadas medidas direcionadas ao bem-estar social, com o objetivo de impulsionar os indivíduos e a sociedade no que se refere ao estabelecimento de medidas que sustentem esse propósito. Isso será possível se houver maior troca de informações e aumento da participação social, de forma que as instituições voltadas ao manejo ambiental estejam inteiradas com as comunidades locais, reafirmando-se a importância de ambas nesse processo.

A região da Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (BPCJ)

A Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (BPCJ) é composta por 58 municípios (desde 1992), dos quais 54 estão localizados no Estado de São Paulo e 4 no Estado de Minas Gerais. A BPCJ compreende a região mais dinâmica do interior paulista, com alta tecnologia aplicada à indústria e à agricultura, concomitantemente com uma intensa concentração populacional na região metropolitana de Campinas, altamente urbanizada, e com crescimento acentuado nas últimas décadas. Enfrenta sérios problemas ambientais relacionados aos dejetos industriais, agrícolas e residenciais, à erosão do solo, à poluição do ar, à escassez e à deterioração da qualidade da água. A discussão que se apresenta sobre população e meio ambiente refere-se à concentração populacional na parte mais industrializada da bacia (que fica no médio curso) e ao comprometimento da qualidade das águas superficiais, sobretudo se o processo de ocupação do espaço nessa área se estender, da mesma forma, à porção relativa a montante e a jusante.

A região apresenta um dos maiores indicadores de desenvolvimento de ambos os estados. Todos os municípios da BPCJ possuem bons indicadores de atendimento pelos bens públicos, como água encanada, esgoto, coleta de lixo, entre outros. Os sistemas de tratamento de água atendem de 90% a 97% da população urbana. Entretanto, mais da metade dos municípios (31) não aumentou sua capacidade de tratamento de água com o crescimento populacional e precisarão fazê-lo brevemente.

A falta de tratamento do esgoto doméstico compromete seriamente a qualidade da água dos rios da bacia: enquanto 60% a 80% das áreas urbanas da região são cobertas pela coleta de esgotos, menos de 3% desse esgoto coletado é tratado antes de retornar aos cursos d'água. Além disso, a demanda das indústrias por água superficial também é grande (93% delas captam água superficial) e os resíduos industriais e agrícolas devolvidos aos rios são consideráveis.

A escassez de água é outro fator que tem implicado a necessidade de reconsiderar o papel das atividades de uso intensivo de água na região. Além da captação de água da bacia para o sistema Cantareira para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o elevado desperdício provocado pelas perdas nas redes de distribuição, o aumento dos dejetos urbanos e a contínua ocupação da área têm aumentado as preocupações com o recurso hídrico regional. Cabe somente ser lembrado que as áreas de menor risco ambiental hoje, com relação a esse recurso, estão a montante e, se repetirem o processo de ocupação ocorrido no restante da bacia, sem um planejamento adequado, comprometerão ainda mais a qualidade dessas águas.

Analisando as duas áreas, e partindo do princípio de que desenvolvimento socioeconômico e conservação ambiental são ações que devem ser tomadas com um objetivo comum, de forma que sejam desencadeadas medidas voltadas à satisfação das necessidades básicas da população, à igualdade e ao acesso aos recursos, assim como à manutenção da integridade ecológica, os estudos sobre população e meio ambiente podem ser validados como apoio nas tomadas de decisão sobre os encaminhamentos a serem dados na melhor ocupação do espaço.

A importância da conservação do ambiente para a sustentação da qualidade de vida pode prover a ideia do bem comum como pertencente à comunidade que habita os lugares e conceber dessa interação a responsabilidade em mantê-lo como um patrimônio que seja apropriado à digna existência humana. Da mesma forma, criada a consciência de pertencer ao meio, de contribuir para sua conservação, a sociedade, por vários caminhos, pode cobrar a atuação de instituições incumbidas de programas que incluem a gestão ambiental.

Literatura recomendada

HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. do; ALVES, H. R. R.; RODRIGUES, I. A. Sustentabilidade no Vale do Ribeira (SP): conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 2, n. 3/4, p. 151-176, 1999.

HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. do; RODRIGUES, I. A.; ALVES, H. P. R. Conflitos entre crescimento populacional e uso dos recursos ambientais em bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. In: TORRES, H.; COSTA, H. (Ed.). **População e meio ambiente**: debates e desafios. São Paulo: Senac, 2000. p. 271-300.

RODRIGUES, I. A. A dimensão socioambiental e o manejo de áreas naturais sob proteção. In: BARBOSA, S. R. C. S. **A temática ambiental e a pluralidade do ciclo de seminários do Nepam**. Campinas: Unicamp-Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, 1998. p. 153-178.

RODRIGUES, I. A. **Áreas naturais sob proteção**: estabelecimento e avanços nas medidas de conservação ambiental: um estudo no Vale do Ribeira - SP. 1995. 274 f. Tese (Mestrado em Sociologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Capítulo 8

O lixo em nossa vida

Maria Conceição Peres Young Pessoa
José Maria Gusman Ferraz

A atual sociedade de consumo estimula a compra de diversos tipos de materiais, para alimentação, vestuário, higiene, educação, informação, conforto pessoal e até atividades físicas. Esses materiais são elaborados com matérias-primas diferenciadas que, após o uso, passam, à primeira vista, a não ter mais utilidade na atividade humana, transformando-se no chamado lixo.

Várias definições podem ser encontradas em dicionários para a palavra "lixo", tais como "o que se joga fora; entulho; o que se varre da casa ou da rua; coisa imprestável que se joga fora" (FERREIRA, 2001, p. 430).

Essa definição ganha maior significado quando se observam as comunidades menos abastadas. Nessas comunidades, onde o poder aquisitivo é limitante à compra de produtos, percebe-se que não existe um local próprio, na maioria das vezes, para que os moradores descartem suas sobras de alimentos, de vestimentas e de material de construção. Geralmente, esse material é descartado a céu aberto, podendo ser levado com a chuva forte ou com os deslizamentos de terra e barracos, que são frequentes principalmente em áreas ocupadas nas encostas de morros. Também são comuns problemas de saúde na população local em decorrência da falta de higiene no manuseio e no descarte desse material, o que acarreta o aparecimento de insetos (baratas e moscas), roedores, cobras e outros não visíveis, como bactérias, etc. Nessas comunidades, é frequente, ainda, a prática de queima do lixo cujas cinzas podem gerar problemas de saúde por causa do material particulado que passa a ser inalado por meio de fumaça, causando doenças

respiratórias nas pessoas (idosos e crianças, principalmente), além da possibilidade de risco de incêndio no local e de impacto ecológico e visual na paisagem.

Por esses e outros efeitos potenciais ainda mais nocivos decorrentes de materiais descartados pelos seres humanos, percebe-se que o lixo é o maior causador de degradações no meio ambiente.

Atualmente, a produção anual de lixo no planeta é da ordem de 400 milhões de toneladas, enquanto a média de lixo por ser humano é de 1 kg/dia. A produção per capita das grandes cidades brasileiras encontra-se na faixa de 1,3 kg/dia. O perfil do lixo industrial produzido é de: 39% de papel e papelão, 16% de metais ferrosos, 15% de vidro, 8% de rejeitos, 7% de filme plástico, 2% de embalagens longa vida e 1% de alumínio. Esses valores, entretanto, modificam-se quando se avalia o lixo domiciliar do País. Nele são encontrados: 25% de papel, 4% de metal, 3% de vidro, 65% de matéria orgânica e 3% de plástico. Esses números evidenciam também que o impacto negativo do lixo não é exclusivo daqueles que possuem poder aquisitivo baixo.

Em 1991, as cidades brasileiras produziam aproximadamente 90 mil toneladas de lixo por dia, e 34 milhões de habitantes dos centros urbanos não tinham acesso à coleta de lixo domiciliar. Acrescenta-se também que, nessa mesma área, apenas 35% dos habitantes contavam com rede pública de esgoto, enquanto 34% da população lançava dejetos a céu aberto.

Apesar de a sociedade em geral coletar todos os seus resíduos em lixeiras, todo material é posteriormente coletado e disponibilizado na frente de sítios, fazendas, casas, prédios e indústrias para serem depositados, pelos lixeiros, em caminhões de lixo que os conduzirão aos aterros sanitários.

Entretanto, a capacidade de suporte desses aterros começa a ser insuficiente para todo o lixo que vem sendo gerado, principalmente quando se considera o tempo de vida de alguns materiais (Tabela 1). Acrescenta-se também que alguns materiais apresentam propriedades que os tornam tóxicos se expostos diretamente ao ambiente. Essa contaminação pode afetar o homem, os animais, as plantas, a água, o solo e o ar.

Tabela 1. Tempo de degradação de alguns materiais encontrados no lixo.

Material	Tempo de degradação
Aço	Mais de 100 anos
Alumínio	200 a 500 anos
Componentes metálicos	Cerca de 450 anos
Embalagens longa vida	Até 100 anos (alumínio)
Embalagens PET	Mais de 100 anos
Sacos e sacolas plásticas	Mais de 100 anos
Embalagens e equipamentos plásticos	Até 450 anos
Cerâmica e louça	Indeterminado
Luvas de borracha	Indeterminado
Pneus	Indeterminado
Esponjas	Indeterminado
Isopor	Indeterminado
Pilha	Contamina o solo por 50 anos

Percebe-se, portanto, que, apesar de todos esses materiais serem tratados como lixo, existem diferentes tipos de lixo. Além disso, o conhecimento de sua composição, do tempo de degradação e de sua toxicidade no ambiente é fundamental para o processo de educação ambiental da sociedade, a fim de que o descarte desse material seja realizado de modo que o ambiente não seja contaminado. Dessa forma, é possível melhorar a qualidade de vida do ser humano e do planeta.

Alguns tipos de lixo são apresentados a seguir e um material descartado pode pertencer a mais de um tipo:

- Lixo doméstico urbano – É o lixo produzido pelas comunidades do meio urbano que geram descartes de matéria orgânica (sobras de alimentos, plantas, etc.), plástico e derivados, pneus, papel/papelão, latas de ferro, de metal e de alumínio, vidros, produtos de limpeza e de higiene, maquiagens, remédios, combustíveis, etc.

- Lixo doméstico rural – É o lixo produzido pelas comunidades do meio rural que geram descartes de matéria orgânica (sobras de alimentos, plantas, restos de cultivos e de animais de criação), plástico (e derivados), papel/papelão, latas de ferro, de metal e de alumínio, vidros, pneus, produtos de limpeza/higiene, maquiagens, remédios, agrotóxicos, adubos e fertilizantes, combustíveis, etc.
- Lixo hospitalar (ou de serviços de saúde) – São resíduos que, em contato com o ambiente ou lançados diretamente ao lixo doméstico, podem favorecer a proliferação de doenças, por conter bactérias, vírus ou outros patógenos. Também costumam conter restos de materiais (remédios, seringas, ampolas, luvas, etc.) que podem ser ingeridos por animais ou pela população carente, bem como manipulados, apresentando, assim, potencial para ferimentos e intoxicações. Esses materiais devem, portanto, ser totalmente destruídos por meio de incineração antes do descarte final.
- Lixo comercial – Trata-se de resíduos descartados por estabelecimentos comerciais (restaurantes, escritórios, bancos, lojas, lanchonetes, açougues, etc.), cujos componentes mais comuns são: papel/papelão, restos de alimentos, copos plásticos descartáveis, embalagens plásticas e de madeira, resíduos de material de limpeza (desinfetantes, sabões, sabonetes, desengordurantes, etc.), pilhas, baterias, cartuchos de impressoras.
- Lixo industrial – São resíduos resultantes de atividade industrial e decorrentes de construções, tais como produtos químicos, ácidos, mercúrio, chumbo, dióxido de enxofre, berílio, oxidantes, alcatrão, buteno, benzeno, cloro, agrotóxicos.
- Lixo digital – Corresponde aos resíduos de materiais presentes em computadores, impressoras, scanners, entre outros, tais como plástico, metais (alguns deles metais pesados, como cádmio, chumbo, cromo, mercúrio), borracha, vidro, etc. Partes desse tipo de lixo podem ser classificadas como tóxicas, entre outras citadas a seguir.

- Lixo espacial – São os restos ou fragmentos de espaçonaves e foguetes, satélites, estações orbitais e outros equipamentos que dão suporte às atividades de pesquisa do homem no espaço.
- Lixos tóxico, radiativo e atômico – São materiais ou resíduos extremamente tóxicos, venenosos ou radiativos, provenientes principalmente de reatores nucleares, aparelhos de raios X e equipamentos hospitalares e de pesquisas que contêm urânio enriquecido, que lhes confere, portanto, elevado perigo à saúde da população. O descarte desse lixo dá-se em recipientes (frequentemente tambores) de concreto impermeáveis e à prova de radiação, que são enterrados no subsolo de terrenos estáveis.
- Lixo público – É aquele proveniente da varrição de ruas, do corte de galhos de árvores em logradouros públicos, mercados, feiras, além de animais mortos.

Assim, percebe-se que o problema do lixo é visível. O reconhecimento dos resíduos de nossas atividades é fundamental para melhorar a percepção ambiental e para auxiliar a mudança de comportamento e de consumo, minimizando a quantidade desses recursos no ambiente e também levando ao descarte correto. Contribui, dessa forma, para reduzir o efeito poluente, deles originários, no ambiente.

Referência

FERREIRA, A. B. de H. **Minidicionário Aurélio da língua portuguesa**. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001. 790 p.

Capítulo 9

Resíduos urbanos

Uma abordagem sistêmica

Margarete Casagrande Lass Erbe
Aluísio Einir Peres

Os resíduos urbanos e as emanações do desenvolvimento técnico/urbano podem matar, por envenenamento, o ambiente vivo, tornando-o mortífero para o ser humano. Além disso, o homem, com todas as suas diferenças, desfaz-se nas guerras, impondo-se ou submetendo-se no que diz respeito às diferenças religiosas, além de exercer o poder por meio da economia, em um mundo em processo de globalização, onde os interesses ideológicos e culturais estão ameaçados. Ciente disso, para que os resíduos sólidos urbanos sejam gerenciados de forma integrada, é necessário ter consciência de que todas as ações do homem sobre a face da Terra recaem sobre ele mesmo, ou seja, os danos causados ao meio ambiente recairão sobre o ser humano e sobre seus filhos. Dessa forma, somente um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, baseadas em critérios sanitários, ambientais e econômicos, poderão orientar as soluções adequadas para o futuro da humanidade.

A Terra atingiu a quantidade de 7 bilhões de habitantes, culturalmente estranhos entre si, saltando de 250 milhões para 7 bilhões em 2011 anos. (KUNZIG, 2011). Estão previstos 10 bilhões de seres humanos para o ano 2050, o que leva a conclusão de que os espaços de reserva estão diminuindo e o planeta parece estar se tornando pequeno demais para a crescente população. Um aumento da população mundial implica o aumento das reservas do planeta, da produção de bens e, consequentemente, da geração de lixo. O crescimento de um mundo pobre dá-se pela diminuição da natalidade nos países ricos. Com menos de 3%

do total da população do mundo, o Brasil enfrenta desafios que passam pelos movimentos de inovação e pela necessidade de mudanças de comportamentos.

Os resíduos urbanos, cujo destino não foi criteriosamente avaliado, contribuem de forma significativa para o detrimento da qualidade de vida do ser humano, sem considerar que o resíduo "chora" na hora de sua decomposição. Ter a consciência de que todas as ações e operações envolvidas estão de alguma forma interligadas significa cuidar bem do lixo do "berço" ao "túmulo":

- Coleta de resíduos mal planejada encarece o transporte.
- Transporte mal dimensionado, além de gerar prejuízos e reclamações, prejudica as formas de tratamento e de disposição final.
- Tratamento e disposição final mal executados não atingem os objetivos e tornam-se alvo fácil de críticas e insucessos.

Verificando o que vem ocorrendo no trato com esses resíduos nos âmbitos regional e nacional, em comparação com o que tem ocorrido em países cuja cultura vem se orientando para uma maior preocupação com o saneamento, observa-se que é a partir de uma ação conjunta das várias esferas da sociedade que será possível reverter o quadro de risco que ocorre atualmente.

O Brasil, por sua tradição escravista, tende a não considerar como extensão de sua casa o espaço público, julgando que sempre há alguém cuja obrigação é a de limpar a sujeira dos outros. Assim, um tema abordado por muitos como básico, que deveria estar sob controle, ainda se encontra em desacordo com o que determina a legislação, além de fazer a realidade de hoje passar a ser considerada como absurda e difícil de ser aceita.

A jornalista e professora de Comunicação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), Lúcia Thereza Lessa Carregal, em seu texto *O lixo, uma interpretação* (CARREGAL, 1992), aborda a questão da sujeira, da despreocupação com o lixo na atualidade, não como uma causa dos atos governamentais administrativos nem pela explicação simplista da deseducação popular. A autora vai até as raízes mais profundas, que ajudam a explicar determinados comportamentos atuais:

> Na metade do século 19, o lixo e os dejetos no Rio eram recolhidos por escravos que usavam um barril chamado 'tigre'. Como não havia sistemas de esgoto ou vazadouros, o lixo era atirado em outras ruas, nas praias e nos terrenos baldios – prática ainda comum em áreas periféricas. Por causa disso surgiram epidemias como a febre amarela. Só em 1860, a companhia inglesa City instalou o sistema de esgotos e os barris foram substituídos por carroças puxadas a burro. Em 1930, a prefeitura assumiu todo o controle da limpeza urbana, depois que uma companhia de propriedade de um francês, Alexis Gari, encerrou seu contrato, deixando apenas o nome para designar os recolhedores de lixo. (CARREGAL, 1992, p. 28).

A elaboração de uma política abrangente, com a ampliação das responsabilidades na geração e existência do lixo, que leve em conta as múltiplas realidades, é necessária para a educação coletiva, para disseminar o sentimento de que estamos sempre aprendendo e de que a cidade é feita por seus habitantes. Uma educação repressora, de fiscalização, não é eficaz em longo prazo.

Estamos saindo de um momento histórico em que o mando e a diretividade imperaram e, em consequência, nos tornamos indisciplinados por princípio. Qualquer chavão do tipo "não suje", "não pise", "não jogue" é imediatamente contestado com a ação contrária. Pensando como produtora de lixo, Anna Maria de Oliveira Rennhack, professora da Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e membro da Câmara Técnica de Meio Ambiente dessa instituição, questiona sobre a complexidade do tema, sobre o significado do termo, e sobre sua classificação (lixo doméstico, lixo hospitalar, lixo orgânico, lixo atômico, etc.). Além disso, reflete a respeito da relação direta entre lixo e meio ambiente, lixo e poluição, lixo e educação, lixo e participação (RENNHACK, 1992). Alguma solução é possível por meio da participação coletiva, e, nesse aspecto, a educação assume papel de destaque. A sensibilização e o esclarecimento de professores para essa problemática fazem um grande número de agentes multiplicadores, que podem levar a seus alunos as primeiras ideias para serem discutidas, originando uma nova mentalidade. O aproveitamento do material descartável, a realização e a divulgação de trabalhos de pesquisas favorecem a introdução e o desenvolvimento do tema fora da escola. Pela educação não formal, divulgada pelos meios de comunicação, é possível sensibilizar a população para o problema, restando ainda a questão principal: a vontade política. A questão do lixo é, sem dúvida, uma questão política, que envolve a busca de soluções por meio de uma

discussão ampla que abrange todos os segmentos da comunidade. Existem dirigentes e políticos sensíveis à questão; os exemplos estão aí, para serem adotados e ampliados.

A busca por soluções técnicas para o destino do lixo vem encontrando inúmeros problemas, entre eles a resistência por parte das comunidades em aceitar o lixo em sua vizinhança. Com isso, a destinação final ocorre mais longe, aumentando os custos de transporte. Muitos municípios já gastam mais com o lixo do que com a educação. Em decorrência da crescente geração do lixo em quase todo o mundo, há o agravamento das consequências ambientais, econômicas e sociais, além da preocupação com o rápido esgotamento dos recursos naturais e energéticos do planeta.

Conforme relatório apresentado pela Organização das Nações Unidas (ONU) *60 maneiras para melhorar o mundo*, somente entre 1981 e 1990 mais de um bilhão de pessoas conseguiu acesso à água potável pela primeira vez em sua vida. Em 2002, esse número de pessoas cresceu somente 10%. É esperado que, até 2015, seja reduzido pela metade a proporção de pessoas sem acesso a água potável. Dos 12 mil lixões existentes no Brasil, 63% estão instalados na beira de rios e mananciais; do lixo de todo o país, 76% são depositados ao ar livre, 13% seguem para aterro controlado, e apenas 11% vão para aterro sanitário. (ONU, 2011).

Antes de jogar o lixo na rua ou nos rios, é necessário saber o tempo que levam para se decompor os materiais que aparentemente são considerados "quase inertes".

Assim como os materiais inorgânicos têm potencial de lixiviação e solubilização, contaminando o recurso natural "água", os materiais orgânicos são veiculadores diretos de doenças: 80% das doenças têm a água como vetor.

As águas superficiais sofrem degradação principalmente pelos seguintes fatores: lançamento in natura dos esgotos domésticos; lançamento dos efluentes líquidos industriais; disposição inadequada dos lixos urbanos; erosão do solo e assoreamento dos rios por material carreado; e usos indiscriminados de nutrientes e defensivos agrícolas.

A reversão desse quadro será conquistada quando, sabendo do risco desse procedimento, atuarmos de forma consciente, procurando priorizar o tema no âmbito de todas as nossas ações: prevenir, reduzir, reutilizar e reciclar o lixo gerado.

Referências

CARREGAL, L. T. L. O lixo, uma interpretação. In: FALAS em torno do lixo. Rio de Janeiro: Nova: Iser: Pólis, 1992. p. 12-27.

KUNZIG, R. População mundial: já somos 7 bilhões. **National Geographic Brasil**, Rio de Janeiro, ed. 130, jan. 2011. Disponível em: <http://viajeaqui.abril.com.br/national-geographic/edicao-130/populacao-mundial-7-bilhoes-613876.shtml>. Acesso em: 16 ago. 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. **60 maneiras das Nações Unidas fazerem a diferença**. Disponível em: <http://unicrio.org.br/img/60maneiras.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2011.

RENNHACK, A. M. de O. A questão do lixo: uma visão do educador. In: FALAS em torno do lixo. Rio de Janeiro: Nova: Iser: Pólis, 1992. p. 47-49.

Literatura recomendada

CARREGAL, L. T. L. Algumas reflexões sobre o lixo. In: FALAS em torno do lixo. Rio de Janeiro: Nova: Iser: Pólis, 1992. p. 28-32.

EIGENHEER, E. Fantasmas do lixo. In: FALAS em torno do lixo. Rio de Janeiro: Nova: Iser: Pólis, 1992. p. 40-42.

MORIN, E.; KERN, A. B. **Terra pátria**. Porto Alegre: Sulina, 1995.

Capítulo 10

Resíduos industriais

Margarete Casagrande Lass Erbe

No desenvolvimento de suas atividades, o ser humano está na busca constante pela melhoria da qualidade de vida, proposta por um modelo de desenvolvimento capitalista da sociedade de consumo, fazendo girar a máquina da indústria. Conforme citado no livro de Jostein Gaarder, *O mundo de Sofia:*

> A ruptura tecnológica iniciada no Renascimento levou aos teares e ao desemprego, aos remédios e às novas doenças, à eficiência controlada da agricultura e à exploração da natureza, a novos utensílios como a máquina de lavar e geladeiras, e também à poluição ambiental e às montanhas de lixo. O fato de assistirmos hoje à terrível degradação de nosso meio ambiente levou muitos a ver a ruptura tecnológica como um perigoso desvio da condição de vida que nos são dadas pela natureza. Para essas pessoas, o homem colocou em marcha um processo que não pode mais controlar. Outros, mais otimistas, acreditam que ainda nos encontramos na 'infância' da tecnologia. A civilização tecnológica, acreditam eles, também tem suas 'doenças de infância'; mas, no fim, os homens vão aprender a controlar a natureza, sem com isto ameaçá-la em seus pontos vitais. (GAARDER, 1996, p. 222).

Dentro desse aprendizado, a gestão ambiental, no âmbito industrial, passa a ser fascinante quando se observa o resultado conquistado por meio de procedimentos claros e efetivos para a garantia da qualidade de vida esperada.

A pergunta que surge é: de que maneira ocorre a contaminação? Quando, inadvertidamente, os resíduos são dispostos no solo, em aterros não controlados, ocorre a contaminação das águas pela lixiviação e pela solubilização de materiais contaminantes, constituintes do resíduo, que atinge o lençol freático. Além dessa contaminação indireta, a água fica deteriorada pelo descarte nos rios de água servida, isto é, o resíduo no estado físico líquido, sem o tratamento necessário, é des-

cartado diretamente nos rios e córregos. Além da contaminação do solo e da água, a atividade industrial tem o potencial de contaminação do ar, pois, em seu processo, faz uso de procedimentos de queima ou incineração ineficientes. Com isso, as temperaturas atingidas não eliminam materiais orgânicos, o que põe em risco o ar que respiramos pela formação de organoclorados, elementos altamente prejudiciais à saúde, além da possibilidade de contaminação do ar com metais pesados (voláteis e semivoláteis). São considerados resíduos no estado sólido e semissólido:

- Os que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.
- Os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água; aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição; determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água ou que exigem, para isso, soluções técnica e economicamente inviáveis diante da melhor tecnologia disponível.

O Poder Público, por meio de inúmeros decretos, legislações e regulamentações, determina que qualquer empreendimento que causará algum impacto ao meio ambiente deve ser precedido, em sua implantação, de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Nesse estudo, deve ser avaliado o grau de risco dos resíduos gerados e classificados seguindo o que determina a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) por meio da NBR 10004: resíduos sólidos/classificação:

- Resíduos classe I – São os perigosos, pois apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduos classe II – Não perigosos. Está dividido em duas classes: II A (não inertes) – aqueles resíduos que podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e II B (inertes) – aqueles resíduos cujos constituintes não são solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, como rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas, que não são decompostos prontamente.

Para determinar o grau de contaminação da água, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução 357/2005, no artigo 15, estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água desde que obedeçam a determinadas condições (CONAMA, 2005). Para o lançamento à atmosfera de efluentes gasosos provenientes da incineração de resíduos perigosos, a ABNT (1990) determinou padrões de desempenho por meio da NB 11175 – incineração de resíduos sólidos perigosos.

Com a consciência do grau de risco que determinada atividade estabelece, a gestão ambiental do processo é estabelecida, pois "custa mais caro recuperar o meio ambiente do que conservá-lo".

Segundo a visão estratégica da empresa, a preocupação com o meio ambiente estabelece a introdução ou modificação dos procedimentos existentes, atuando na escolha dos materiais, fazendo uso de forma racional dos recursos naturais energia e água. Os materiais de processo passam a ser ambientalmente adequados, para os quais é feito um estudo prévio de seu ciclo de vida. Surge a questão: após o uso, para onde esses materiais serão encaminhados? Essa pergunta é feita para os resíduos gerados, para a embalagem utilizada e para o produto fabricado.

Na gestão ambiental, priorizam-se a padronização dos materiais e os procedimentos que estabeleçam a prevenção, a redução, a reutilização e a reciclagem do resíduo gerado, procurando a segregação e a não contaminação dos materiais na hora do descarte. Materiais que serão reutilizados ou reciclados devem ser dispostos em locais separados: papel/papelão, vidro, metal (ferrosos e não ferrosos), plástico, materiais orgânicos e outros.

Observa-se que, fazendo uso da gestão ambiental dentro da unidade fabril, ocorre o comprometimento e o aumento do raio de ação dos colaboradores, pois todos são responsáveis. A preservação e a limitação de acidentes que danifiquem ou prejudiquem o meio ambiente são minimizadas pela criação de procedimentos e instruções de trabalho específicos. A informação e o treinamento, premissas

básicas, devem se alastrar para a área do entorno por meio da informação a respeito da posição ecológica que a atividade desenvolve.

O setor industrial, que se viu atingido pela questão ambiental, dadas suas características, tem respondido de forma bastante positiva a essas demandas, por meio de medidas que vão desde tratamento e destinação adequada de seus efluentes, passando pela adoção de tecnologias limpas que evitem a geração de agentes poluidores em sua origem, até um posicionamento proativo, integrando a questão ambiental em seu planejamento estratégico.

O que no início pareceu ameaçador é hoje encarado como oportunidade, que proporciona aumento da eficiência operacional e redução de desperdícios, aumento na eficiência da utilização dos recursos e aplicação de medidas que venham reduzir efeitos ambientais adversos, utilização de melhores tecnologias (técnica e economicamente viáveis), fabricação de produtos, de maneira a facilitar o reaproveitamento ou sua eliminação.

O controle ambiental gera conformidade com os residentes locais, os investidores, as seguradoras, os clientes e os consumidores, os grupos interessados no meio ambiente e o público em geral.

"Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações." (BRASIL, 1988, art. 225).

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11175**: incineração de resíduos sólidos perigosos: padrões de desempenho. Rio de Janeiro, 1990. 5 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 22 ago. 2006.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2006.

GAARDER, J. **O mundo de Sofia**. São Paulo: Schwarcz, 1996. 560 p.

Capítulo 11

Resíduos perigosos

Margarete Casagrande Lass Erbe
Aluísio Einir Peres

Quando tomamos conhecimento de que algum material está contaminando o solo e as águas ou põe em risco determinada população por causa da poluição do ar, surgem alguns questionamentos: qual(is) é(são) o(s) contaminante(s) principal(is)? Em que concentração está(ão) presente(s)? Qual é a extensão da contaminação?

Que quantidade de resíduos perigosos é gerada anualmente?

Cerca de 1.000 a 2.000 novos produtos químicos, orgânicos e inorgânicos, são adicionados anualmente aos 100 mil produtos já produzidos comercialmente no mundo. Todos os produtos químicos são tóxicos, e o risco para a saúde humana e para o meio ambiente depende do grau de toxicidade, do nível de concentração e do tempo de exposição a esses materiais. Efeitos crônicos são percebidos nos seres vivos pela detecção de doenças neurológicas e genéticas e do câncer. Os produtos químicos podem chegar diretamente (na forma de agrotóxicos ou fertilizantes) ou indiretamente ao ecossistema pela ação de atividades, como a mineração, os processos industriais, a incineração, etc., causando poluição local, regional ou global. Dos 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos gerados anualmente no mundo, 338 milhões são resíduos perigosos (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1992). Em 1984, foram gerados de 325 milhões a 375 milhões de toneladas de resíduos perigosos, 90% dos quais gerados pelos países

industrializados (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987). Cerca de 3 milhões de toneladas de dejetos por dia, sem contar com os detritos e rejeitos industriais, poluem os rios e os lagos do mundo (LIMA, 2001).

Como se identifica um resíduo perigoso?

Para determinar se um resíduo é perigoso ou não, toma-se por base uma norma técnica, que orienta sua classificação para fins de acondicionamento, identificação, transporte, tratamento e disposição ou destino final. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), por meio da NBR 10004: resíduos sólidos/classificação, determina que um resíduo apresenta perigo quando, em razão de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, apresenta:

- Risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças.
- Risco ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

Classificação de resíduos segundo a ABNT/NBR 10004

Os resíduos são classificados como: classe I – perigosos e classe II – não inertes. Dentro da classificação de resíduos perigosos, enquadram-se os resíduos com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ABNT, 2004).

Determinados constituintes, como os sais de cianeto, antimônio, clorofórmio, cádmio, cromo hexavalente, níquel, chumbo, tetracloroetileno, tetra, penta e hexaclorodibenzo-p-dioxinas, tetra, penta e hexaclorodibenzofuranos, determinam que os resíduos são perigosos. Exemplos dessa extensa lista são os seguintes resíduos:

- Solventes.
- Sedimentos das águas residuárias da cianetação (sais de têmpera, eletrodeposição de cobre alcalino, etc.).

- Resíduos e iodos de tinta da pintura industrial.
- Óleos usados.
- Fluidos dielétricos à base de bifenilas policloradas/ascarel (óleo de transformador).

Para fins de tratamento e de destinação adequada ao resíduo, são necessárias sua caracterização e classificação. Para isso, pesquisam-se em sua massa bruta determinados elementos. Caso apresentem concentrações de poluentes acima do limite especificado, são classificados como perigoso. A Tabela 1 apresenta exemplos de alguns elementos que são analisados na massa bruta para fins de classificação.

Tabela 1. Concentrações máximas de poluentes na massa bruta do resíduo.

Parâmetros	Limite (mg kg^{-1})
Arsênio	1.000
Berílio	100
Chumbo (compostos minerais)	1.000
Cianetos	1.000
Cromo hexavalente	100
Fenol	10
Mercúrio	100
Selênio	100
Vanádio	1.000

Fonte: ABNT (2004).

Estando abaixo desse limite, necessariamente deve ser feito o teste de lixiviação, que objetiva separar certas substâncias contidas nos resíduos. Ultrapassando a concentração-limite do extrato do lixiviado, estabelecido pela NBR 10004 – Listagem nº 7, o resíduo é classificado como classe I – perigoso (ABNT, 2004). A Tabela 2 apresenta exemplos de alguns elementos que são comumente pesquisados.

Tabela 2. Concentrações máximas de poluentes no lixiviado do resíduo.

Parâmetros	Limite (mg L^{-1})
Arsênio	5
Bário	100
Cádmio	0,5
Chumbo	5
Cromo total	5
Fluoretos	150
Mercúrio	0,1
Prata	5
Selênio	1

Fonte: ABNT (2004).

O risco do desconhecimento

Determinados poluentes são formados pela combinação de compostos químicos e somente são reconhecidos como perigosos após a ocorrência de acidentes de grandes proporções. São exemplos as dioxinas e os dibenzofuranos no meio ambiente. Com o desenvolvimento da indústria química, surgiu a química dos compostos organoclorados, como o policloreto de vinila – PVC (tubos e demais materiais plásticos de PVC); herbicidas e pesticidas; fluidos dielétricos à base de bifenilas policloradas/ascarel (óleo de transformador), entre outros que se acumulam na natureza. As dioxinas e os dibenzofuranos (PCDDs) não são produzidos industrialmente, mas sim resultados indesejáveis de reações secundárias em processos industriais e em processos de combustão: incineração de resíduos urbanos, hospitalares ou industriais de materiais orgânicos que contenham em sua composição cloro. Tornaram-se conhecidos a partir de acidentes, como o ocorrido em Seveso, Itália, em 1976, com o 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) (BORDADO et al., 1999).

Os 338 milhões de toneladas de resíduos perigosos gerados anualmente no mundo necessitam de gestão e de soluções tecnológicas para o controle do risco no que diz respeito ao seu descarte. Em decorrência da crescente geração do lixo em quase todo o mundo, há o agravamento das consequências ambientais, econômicas e sociais.

A busca por soluções técnicas para o destino do resíduo perigoso é constante. Além disso, a elaboração de uma política abrangente, com a ampliação das responsabilidades na geração e no gerenciamento do resíduo, que leve em conta as múltiplas realidades para seu tratamento, deve ser enfatizada.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

BORDADO, J. C. M.; FERREIRA, H. M. S.; GOMES, J. F. P. **Dioxinas e dibenzofuranos no meio ambiente**. Lisboa, PT: Codex, 1999.

LIMA, E. de S. **Recurso estratégico do século**: água. Disponível em: <www.cnpma.embrapa.br>. Acesso em: 21 nov. 2001.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **United Nations Environment Programme two decades of achievement and challenge**. Nairobi, KE: KPC, 1992. 52 p.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report of the World Commission on Environment and Development**: our common future. New York: Oxford University Press, 1987. 400 p.

Parte 4

Atividades pedagógicas

As sugestões de atividades pedagógicas são uma contribuição para concatenar os diferentes níveis de informação com as necessidades e as capacidades de diversos públicos, escolares ou não, de todas as idades e variados tipos de experiência. São também modelos para que profissionais de outras áreas do conhecimento e, naturalmente, professores e alunos trabalhem com a comunidade, e para a comunidade, criando outras instâncias de atividades ou difundindo as que já criaram.

Capítulo 1

Trilhas de interpretação da natureza

Paulo Fernando Carvalho Junqueira
Flávia Pires de Carvalho
Lilian Ferreira Gomes da Silva

Uma das características da educação ambiental é a variedade de abordagens, métodos, ferramentas e atividades utilizadas. Uma das práticas que se aplica em diferentes públicos é a da interpretação, que, em áreas naturais, tem sido realizada frequentemente por meio de trilhas.

As trilhas interpretativas ou trilhas de interpretação da natureza são uma estratégia utilizada para promover a maior integração entre homem e natureza, proporcionando um melhor conhecimento do ambiente local. As trilhas podem passar por diferentes ambientes, além de trabalharem aspectos históricos, geomorfológicos, culturais e principalmente ambientais.

A utilização de trilhas é frequente em unidades de conservação, mas também podem ser implantadas em outros locais.

Entre as atividades de educação ambiental do Parque Ambiental Alcoa Poços de Caldas, as trilhas de interpretação da natureza têm sido a de maior importância e aproveitamento.

O conhecimento desse método e a sua utilização podem auxiliar e beneficiar projetos de educação ambiental, além de outros trabalhos.

Resumo das atividades do Parque Ambiental Alcoa em Poços de Caldas

Inaugurado em 19 de maio de 1993, o Parque Ambiental da Alcoa em Poços de Caldas é resultado do aprimoramento do trabalho de conservação e de educação ambiental da Alcoa no Município de Poços de Caldas, MG, onde atua há 40 anos.

Desde 1999, a área do Parque Ambiental integra a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) de Retiro Branco, de propriedade da Alcoa. É dotado de trilhas e possui três prédios de 100 m^2 cada um, nos quais funcionam a administração do parque, a biblioteca e a oficina educativa (Figura 1).

Seu principal objetivo é desenvolver atividades de educação ambiental com ênfase em sustentabilidade, abrangendo o setor formal de ensino, o público interno da empresa e a comunidade em geral. Além disso, o parque trabalha para promover a mudança de comportamento, orientando para a correta utilização dos recursos naturais e para a melhoria da qualidade de vida.

A elaboração das atividades educativas do centro foi feita pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) de Curitiba, PR, que também realizou os levantamentos a respeito de aves, répteis, anfíbios e mamíferos. Os instrumentos de educação ambiental desenvolvidos são: trilhas interpretativas, oficinas (kits lúdicos e artísticos), palestras (temas como fauna e flora local, reabilitação de minas, etc.), vídeos, dinâmicas, entre outros.

Desde sua inauguração, o Parque Ambiental já atendeu mais de 89 mil visitantes por meio de seu programa de visitação orientada. Além disso, as novas atividades desenvolvidas (publicação de livretos educativos, novas trilhas implantadas, pátio de exposição, entre outras) têm auxiliado no aperfeiçoamento das ações executadas pelo parque.

A experiência adquirida nos últimos anos possibilitou a elaboração do curso de trilhas de interpretação da natureza, que já foi ministrado em algumas universidades, tais como: Universidade Estadual Paulista (Unesp), localizada em Rio Claro, SP, Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) da Universidade de São Paulo (USP), localizado em São Carlos, SP, entre outras.

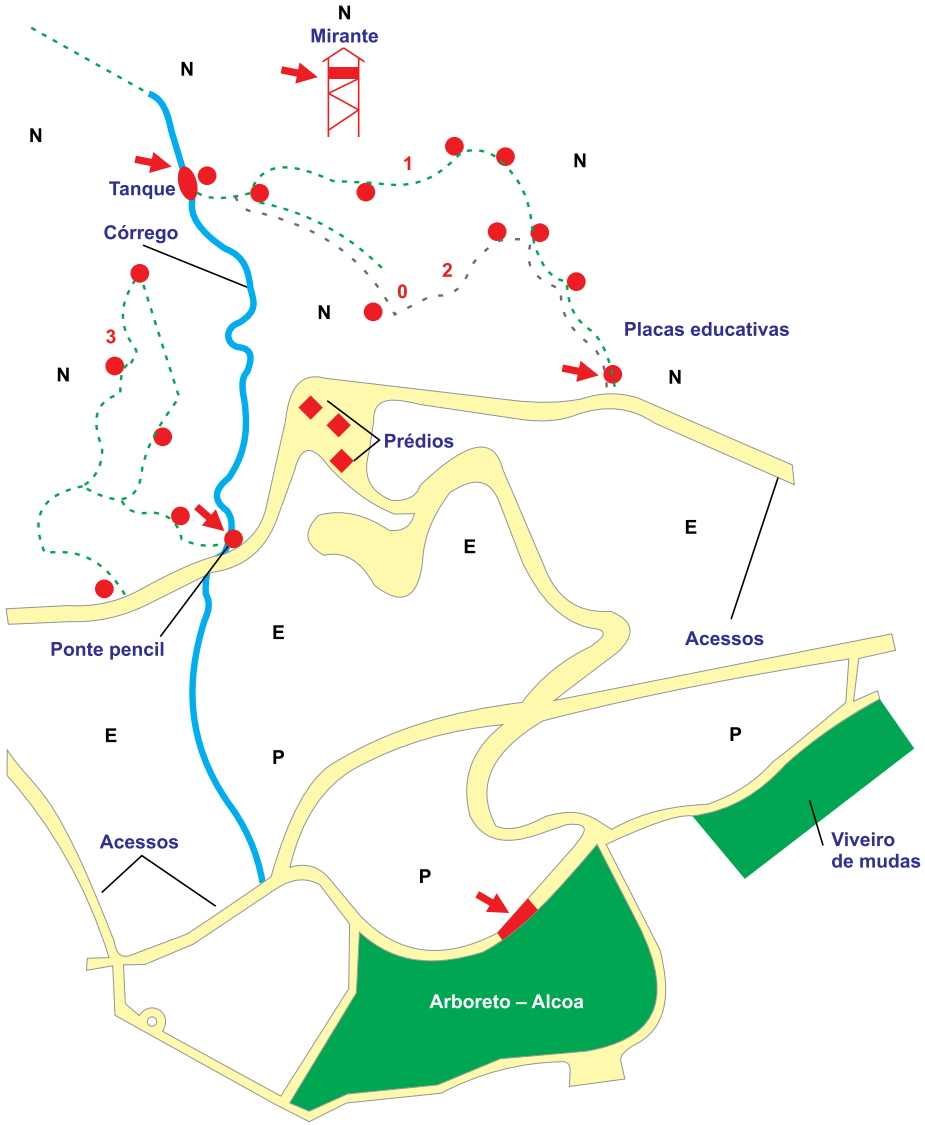

Figura 1. Parque Ambiental no Centro de Estudos e Pesquisa Ambientais da Alcoa (Cepa-Alcoa), Poços de Caldas, MG.

Em 2008, a Alcoa Poços de Caldas contratou a Associação Biodiversitas, uma organização não governamental (ONG), para que elaborasse o plano de manejo da área, o qual, por meio do zoneamento da área da RPPN e dos programas

de manejo, traz uma série de contribuições para as atividades desenvolvidas no centro de educação ambiental.

O Parque Ambiental da Alcoa em Poços de Caldas caracteriza-se por ser um espaço técnico-científico e educacional. Atua como via de comunicação entre a empresa e a comunidade e desenvolve atividades relacionadas à educação ambiental e ao intercâmbio de pesquisas científicas. Além disso, é um dos mais antigos centros de educação ambiental de Minas Gerais e do Brasil. Padua e Tabanez (1997) citam o centro como um dos exemplos de projetos de educação ambiental realizados por empresas e como referência para outras empresas interessadas em investir em educação ambiental.

Interpretação da natureza

A interpretação da natureza é uma atividade realizada desde muitas décadas em parques e em jardins nos EUA. É desenvolvida por guardas florestais e por outros profissionais como um importante recurso educativo nessas áreas.

Entre as definições que existem para a expressão "interpretação da natureza", destacam-se as seguintes:

> A interpretação ambiental possui quatro características que fazem dela uma disciplina especial: É uma forma de comunicação atrativa, oferece uma informação concisa, apresentada na presença do objeto em questão e seu objetivo é a revelação de um significado. (YORKK, 1976 citado por MAMEDE, 2003, p. 16).

> É uma atividade docente que procura revelar os significados, relações ou fenômenos naturais por intermédio de experiências práticas e meios interpretativos, ao invés de simples comunicação de fatos e datas. (SPVS, 1992a, p. 9).

Tilden (1967, p. 20) estabeleceu os seis princípios da interpretação, os quais são válidos até hoje. São eles:

- A interpretação deve se relacionar com algo da experiência do visitante.
- A interpretação não é simplesmente informação, e sim uma revelação baseada na informação.
- A interpretação é fundamentalmente uma arte de comunicação.

- O objetivo fundamental da interpretação não é a instrução, mas sim a provocação, avivando a curiosidade e o interesse.
- A interpretação deve ser dirigida a audiências específicas.
- A interpretação deve apresentar os fenômenos na sua totalidade.

A interpretação da natureza reúne uma série de benefícios que fazem dessa atividade um importante instrumento no que que se refere à educação ambiental. Tem proporcionado a diversos públicos – desde crianças até grupos da terceira idade, grupos escolares e comunidade – oportunidades de um melhor entendimento a respeito do ambiente, de seus componentes e ciclos, de sua importância e, consequentemente, de sua conservação.

> A importância de interpretação está em mostrar a audiência como é estabelecida a relação entre o meio ambiente e suas partes e como cada parte é importante função no contexto. Uma boa interpretação deve ser capaz de provocar suficiente curiosidade e fascinação para que permita o pensamento criativo e nova visão. (CEE, 1993 citado por TAYLOR et al., 1995, p. 68).
>
> A interpretação pode incluir atividades dinâmicas e participativas, em que o público recebe informações sobre as características do ambiente natural, assim como dos aspectos culturais, históricos, econômicos e arqueológicos de uma região. (PADUA et al., 1997, p. 89).
>
> A interpretação ambiental possui filosofia, metodologia e técnicas próprias, mas pode ser enquadrada como uma modalidade de educação ambiental não formal. Sua finalidade é proporcionar atividades recreativas aumentando o desfrute do público e ligando com o uso adequado dos recursos. (LOUZADA, 2000, p. 42).

Existem diferentes meios de interpretação, tais como: exibições, exposições, programas audiovisuais, entre outros. No entanto, entre esses meios, as trilhas de interpretação despertam grande interesse, principalmente no que se refere às áreas naturais, e pode ser utilizada por diferentes públicos. Além disso, as atividades interpretativas permitem que seus usuários tenham contato direto com o ambiente natural e aprendam na prática conceitos sobre diversos temas relacionados ao meio ambiente, principalmente os que dizem respeito a sua conservação.

Trilhas de interpretação

É um método ou técnica para interpretar a natureza, em que o visitante é conduzido a conhecer e aprender a respeito de ambientes específicos, ciclos na-

turais, solo, condições climáticas, e a respeito das plantas e dos animais que neles se encontram. Apresenta-se como um caminho, previamente estabelecido, em um sítio natural e/ou artificial, que passa por pontos de interesse que podem estar devidamente sinalizados por marcos e placas explicativas ou que podem ser acompanhados de explicação por parte de um guia (intérprete), o qual orienta a visita.

Características

- Compatível com os objetivos da área.
- Caminho a ser percorrido a pé.
- Caminho adaptado.
- Extensão não superior a 2 km.
- Circuito fechado ou semifechado.
- Período médio de percurso de 45 minutos.

Tipos de trilha de interpretação

Trilha técnica

Nela são colocados marcos numerados ao longo do percurso, com um folheto explicativo com numeração correspondente. Os melhores resultados são obtidos com grupos que tenham noções básicas sobre meio ambiente.

Trilha educativa

Aquela que contém placas ou painéis interpretativos, que despertem o interesse do visitante. A informação pode ser complementada por meio de um folheto explicativo ou de uma explanação do guia (intérprete).

As trilhas educativas podem ser utilizadas das seguintes formas:

- Autointerpretativa – O próprio visitante tenta atingir os objetivos educacionais propostos, com auxílio de folhetos ou brochuras que contemplam as mensagens gravadas em cada ponto de interesse.
- Monitorada simples – Guias (intérpretes) orientam os visitantes de acordo com os objetivos que tenham quanto ao conhecimento do local. Assim, estabelecem uma forma mais afetiva e eficiente de comunicação e de conscientização dos temas abordados.
- Monitorada e vinculada a outras atividades – Além do uso da trilha na forma monitorada simples, são desenvolvidas outras atividades interpretativas, tais como: exposições, palestras, jogos lúdicos e peças teatrais.

"A utilização de palestras preparatórias em slides com as visitas monitoradas às trilhas interpretativas são estratégias eficazes em Educação Ambiental." (PADUA et al., 1997, p. 99)

Implantação de trilhas

A implantação de trilhas constitui um importante recurso educativo para muitos locais. No caso de unidades de conservação, as trilhas somente podem ser feitas se a categoria em que se encontram permitir esse tipo de uso. Nesse caso, o zoneamento dessas áreas definirá onde essas atividades poderão ser desenvolvidas.

Depois de definida a viabilidade para a implantação de uma trilha, é de grande importância que seja feito um reconhecimento prévio da área onde ela será estabelecida, assim como as características do público que irá utilizá-la.

A realização de um planejamento para implantação de uma trilha poderá definir o melhor local para sua implantação, os pontos de maior interesse e de melhor aproveitamento didático, o trajeto mais adequado, tendo em vista o tipo de público, a conservação da trilha e a segurança do grupo.

De acordo com Chaverri e Chritopher (1981 citados por ROBIM; TABANEZ, 1993), o planejamento de uma trilha natural é uma etapa importante para a obtenção de êxito na sua elaboração. São quatro as etapas básicas: apresentação de

necessidades, de metas e de objetivos; inventário e reconhecimento; análise dos meios interpretativos; e elaboração e implantação do roteiro interpretativo.

Para Magro et al. (1990 citado por ROBIM; TABANEZ, 1993), a interpretação em áreas naturais depende de um planejamento adequado, que permite que sejam conhecidas as características naturais do local e o perfil de seus usuários, a fim de que seja possível oferecer atividades específicas para cada situação.

Com o intuito de subsidiar a elaboração de um roteiro interpretativo da Trilha da Cachoeira, no Parque Estadual de Campos do Jordão, Robim e Tabanez (1993) realizaram um estudo, por meio de entrevista, com o objetivo de detectar as características, os interesses, as expectativas e as atitudes motivacionais de seus usuários. Os autores concluíram que a trilha é procurada para lazer, para atividade física, para contato com a natureza e para obtenção de informações sobre os recursos naturais. Determinou-se que a interpretação da trilha deverá ser autoguiada, por intermédio de placas, painéis e folhetos, de forma atrativa, para orientar o usuário durante a caminhada.

Andrade et al. (1992) ressaltam a importância do aproveitamento de características da paisagem, tais como: topografia, hidrografia, tipos de vegetação, pontos de interesse visual, entre outros, que são essenciais na instalação de um sistema de trilhas.

A topografia do terreno, as características do solo, a ocorrência de chuva e o comportamento do grupo exercem influência na conservação das trilhas e podem ocasionar situações de risco como quedas.

As trilhas existentes no Cepa-Alcoa foram implantadas pela SPVS e abrangeram as seguintes atividades: escolha do local (com destaque apara a utilização de diferentes ambientes); tamanho do percurso e número de trilhas abertas; levantamento de componentes da fauna e da flora locais; desenvolvimento e implantação de elementos autointerpretativos (placas e mecanismos passivos); instalação de equipamentos de segurança (corrimão, parapeitos, passarelas, pontilhões, etc.) em locais de risco; mirantes e locais de descanso; treinamento de pessoal habilitado para monitoramento das trilhas; elaboração de material didático para apoio dos monitores, com histórico, caracterização da região e temas para abordagem nas trilhas.

Tais trilhas foram implantadas com o objetivo de atender estudantes, a comunidade local, além de outros grupos formados principalmente por funcionários da empresa.

Capacidade de carga

A visitação às trilhas deve ser feita de maneira controlada, a fim de evitar danos ao ambiente e perda de estímulo dos visitantes.

A determinação da capacidade de carga para áreas de visitação é uma questão controversa.

Segundo Cifuentes (1992, p. 1):

> A determinação da capacidade de carga turística em áreas protegidas pode ser feita seguindo procedimentos para determinação desta capacidade, baseada em seis passos básicos: 1º) análise de políticas sobre turismo e manejo de áreas protegidas a nível nacional, regional e local; 2º) análise dos objetivos da área protegida a qual tem relação direta com a categoria de manejo; 3º) análise da situação dos locais de uso público dentro da área protegida e de sua zonificação; 4º) definição, fortalecimento do câmbio de política e decisões a respeito da categoria de manejo e a zonificação da área; 5º) identificação de fatores/características que influem em cada sítio de uso público; 6º) determinação da capacidade de carga para cada um desses sítios.

A capacidade de carga tem sido considerada em três níveis: capacidade de carga física (CCF), capacidade de carga real (CCR) e capacidade de carga efetiva permitida (CCE). A CCF é a relação entre o espaço disponível e a necessidade normal de espaço por visitante; a CCR é determinada submetendo a CCF a uma série de fatores de correção (redução) que são particulares de cada local segundo suas características; e a CCE leva em conta o "limite aceitável de uso", considerando-se a capacidade de manejo e a administração da área.

A CCF sempre será maior que a CCR que pode ser maior ou igual a CCE ($CCF > CCR$ e $CCR \geq CCE$).

Por meio de algumas fórmulas e critérios, o autor estabelece qual será a CCR de visitas por dia para cada área.

De acordo com a SPVS (1992b), as trilhas têm capacidade máxima de frequência, cuja média, segundo alguns autores, varia de 3.500 a 4.000 pessoas por ano. O limite de frequência ou capacidade de carga é definido de acordo com a ação antrópica exercida sobre o meio, que pode chegar a influenciar na qualidade das informações a serem repassadas. Essa definição baseia-se também na preocupação em manter o alto nível de satisfação dos visitantes e na diminuição dos impactos negativos sobre os recursos naturais.

Procedimentos para trabalhos em trilhas de interpretação

"A naturalidade é a qualidade mais importante de um intérprete para se relacionar com os visitantes". (SPVS, 1992a, p. 11).

As recomendações apresentadas a seguir têm o objetivo de facilitar o andamento da atividade. No entanto, com a prática de conduzir grupos por trilhas, outras recomendações por certo surgirão.

- Conhecer o grupo com o qual se está trabalhando.

  O guia (intérprete) deve conversar com o grupo antes de entrar na trilha. Inicialmente, é necessário fazer uma breve apresentação pessoal. Em seguida, o guia deve perguntar aos visitantes com que intuito estão realizando a atividade. Além disso, deve procurar saber se eles já entraram numa floresta. Se a resposta for afirmativa, deve perguntar o que viram e se gostaram da experiência. Essa introdução cria um elo maior entre o guia e o grupo, e permite que ele conheça a clientela com a qual está trabalhando.

- Evitar conversar durante a caminhada, pois, além de cansar mais, pode atrapalhar a observação.

  Para as crianças, deve ser dada a seguinte recomendação: "Olhos abertos e boca fechada!" Dessa forma, elas serão estimuladas a perceber a variedade de sons da floresta, e poderão ainda observar alguns animais.

- Manter uma distância mínima individual.

  Os integrantes do grupo não devem andar muito próximos, principalmente em lugares íngremes, pois se um indivíduo cair pode arrastar consigo uma ou mais pessoas. O guia (intérprete) não deve permitir que os visitantes o ultrapassem, pois corre o risco de perder o controle sobre o grupo. Caminhando à frente do grupo, ele poderá observar animais e chamar a atenção dos integrantes para que todos possam ver. Deve ainda estar atento aos retardatários.

- Efetuar paradas estratégicas.

  Caso o grupo canse, o guia pode parar nos pontos determinados e fazer uma pausa. Pode ainda aplicar outra técnica interpretativa para motivá-los.

- Aproveitar as descobertas do grupo para explorar um assunto.

  Não se deve ignorar uma observação, e sim explorar as colocações e os comentários do grupo, direcionando-os aos objetivos da atividade.

- Andar devagar.

  A caminhada não deve ser feita com pressa, para que o grupo aproveite o passeio e as oportunidades que surgirem ao redor. A atividade de interpretação é também um lazer; por isso, é necessário deixar que o grupo aproveite as belezas cênicas e as sensações individuais. É melhor interpretar um segmento da trilha de forma eficiente do que percorrer toda a sua extensão, realizando a atividade de forma superficial.

- Observar as mensagens das placas e dos marcos.

  O grupo deve parar em cada placa ou marco para observação, questionamento e repasse de informações. O guia deve sempre integrar a mensagem central a outros assuntos correlatos. O homem deve fazer parte de qualquer assunto, e o seu papel como integrante ou agente de transformação deve ser sempre destacado.

- Questionar.

  Nos pontos de parada, o guia deve formular perguntas e, a partir das respostas, deve desenvolver o raciocínio em torno da mensagem central. Perguntas com mais de uma resposta são muito efetivas quando se trabalha com um grupo de crianças, pois apresentam a função de estímulo aos pensamentos criativos e ao uso da razão (ex.: Por que na mata existem árvores altas e outras baixas?).

- Quando questionado, buscar a resposta junto ao grupo.

  É preciso dividir com todo o grupo os questionamentos efetuados e, junto com ele, buscar as respostas. O guia deve atuar como um catalisador, não como um repassador de informações. Se surgirem questões que nem o guia (intérprete) nem o grupo saibam responder, deve haver um incentivo à pesquisa. Ao acabar o percurso, o grupo deve ser encaminhado à biblioteca para que os integrantes procurem as respostas de que necessitam.

- Evitar quedas.

  O guia deve olhar atentamente para o chão e ao redor, a fim de evitar quedas e entorses. Deve ainda observar se há presença de animais que possam oferecer perigo.

- No caso de imprevistos, manter a calma.

  Caso o grupo encontre uma cobra no caminho, o guia deve orientá-los a agir de forma segura para evitar problemas. O grupo deve desviar o caminho ou esperar o animal passar. O guia deve aproveitar o imprevisto para mostrar ao grupo a importância daquele animal para a natureza. É importante evitar o pânico comum entre as crianças nessas ocasiões.

- Manter as trilhas limpas.

  Não se deve abandonar o lixo no caminho, mesmo que seja orgânico. O guia deve informar previamente sobre as normas de conduta nas trilhas.

- Manter o grupo no percurso preestabelecido.

  É necessário orientar o grupo para que se mantenha no percurso preestabelecido. Não se deve adentrar nas áreas adjacentes às trilhas.

- O guia (intérprete) faz parte do grupo.

  O guia deve participar do grupo. Cada percurso na trilha é único, portanto o guia deve adaptar-se e aprender com as atividades realizadas.

- Fazer o monitoramento da trilha.

  É preciso observar, ao longo do tempo, as alterações ocorridas na trilha tanto os impactos negativos decorrentes do uso quanto as alterações naturais (variações de estação, estágios sucessionais de vegetação, etc.). O guia deve percorrer periodicamente sozinho as trilhas, com o objetivo de efetuar novas "interpretações" que possam melhorar a atividade.

- Efetuar avaliação dos resultados.

  Ao terminar o percurso, o guia deve encerrar a atividade com um feedback sobre o que foi abordado, no que se refere ao aspecto de conservação, ao papel do homem e à relação de dependência da natureza (SPVS,1992a).

Além das recomendações sugeridas, algumas outras dicas podem somar à lista: apresentar algumas dicas de segurança no início da atividade; esclarecer a respeito do posicionamento do monitor em relação ao grupo; evitar explicações individualizadas dando preferência às explicações para o grupo inteiro, entre outras.

No livro *Brincar e Aprender com a Natureza*, de Joseph Cornell (1996), são citadas cinco regras básicas para se tornar um eficiente guia da natureza. São elas:

- Ensine menos e compartilhe mais.
- Seja receptivo.
- Mantenha as crianças concentradas na atividade que estão realizando.
- Observe e sinta primeiro; e fale depois.
- Mantenha um clima de alegria durante a experiência.

Temas para abordagem em trilhas de interpretação da natureza

A utilização de trilhas interpretativas constitui um importante método pedagógico, principalmente por trabalhar na prática uma ampla variedade de temas. Por meio do contato direto com a natureza, podem-se conhecer espécies de animais e vegetais, história, geologia, pedologia, relações ecológicas e outros assuntos de maneira agradável e interessante. Tais características fazem das trilhas um dos mais efetivos instrumentos de educação ambiental.

O ambiente onde se encontra a trilha poderá facilitar o estudo de alguns temas, tais como: a presença de uma nascente/rio tornará mais eficiente o aprendizado sobre mata ciliar, bacias hidrográficas e sua conservação; uma floresta facilita a aprendizagem sobre biodiversidade, sucessão ecológica, lianas[1], relação entre os seres vivos e o ambiente; a presença de um animal em extinção torna mais eficaz o ensino a respeito do tema extinção, da conservação de ambientes naturais, etc.

As modificações ocorridas nas diferentes épocas do ano contribuem para que a atividade de trilha seja sempre rica em novas descobertas, e única a cada vez que é realizada. Assim, podem-se destacar em determinadas épocas: variações no volume de águas; espécies floridas, em fase de frutificação, sem folhas, em fase de brotação, liberando sementes; diferentes tipos de fungos; variados cantos de pássaros, aparecimento de lagartas, maior quantidade de insetos, etc. O conhecimento dos acontecimentos mais importantes de cada época contribui para uma boa interpretação.

Pontos de interesse visual na trilha (rios, cachoeiras, paisagens, etc.) são importantes não só para motivar o grupo a realizar o percurso como também para destacar assuntos relacionados a esses locais. As placas e os marcos existentes nas trilhas podem servir de apoio para a abordagem de temas, pois enriquece as op-

[1] Vegetação fixa ao solo, sem sustentação própria, que se apoia em outras plantas para buscar mais luz na copa das árvores. Possui caules alongados, que podem ser herbáceos ou lenhosos (ex.: cipó-escada-de-macaco).

ções didáticas do intérprete nas trilhas monitoradas, e ainda fornece informações úteis para os visitantes nas trilhas autoguiadas.

A princípio, qualquer ambiente pode-se transformar em local ideal para o aprendizado, se for bem aproveitado.

O nível de escolaridade, a faixa etária, as características sociais, os acontecimentos do momento, bem como outros fatores relacionados ao grupo poderão propiciar maior interesse e conhecimento por outro tema, por exemplo: crianças da zona rural já trazem um conhecimento de assuntos ligados ao ambiente natural e isso facilita as explicações sobre utilização de plantas, tipos de animais existentes no local, entre outros.

Os temas que surgem por meio das perguntas dos participantes, ou seja, o centro de interesse do grupo e sua participação são considerados muito importantes, até mesmo mais importantes que as informações disponíveis. Detalhes que podem parecer insignificantes aos olhos do intérprete podem se tornar uma ótima oportunidade de ensino e aprendizado quando há interesse do grupo ou quando são descobertos por um participante.

A avaliação desta atividade feita com alunos e professores que visitaram o Cepa-Alcoa tem demonstrado que a trilha interpretativa é um eficiente instrumento de educação ambiental.

Referências

ANDRADE, W. J. de; ZANCHETTA, D.; ROBIM, M. de J. Proposta de um sistema de trilhas para o Parque Estadual de Campos do Jordão. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais**... São Paulo: [s.n.], 1992. p. 964.

CIFUENTES, M. **Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas**. Turrialba: Catie, 1992.

CORNELL, J. **Brincar e aprender com a natureza**. São Paulo: Senac: Melhoramentos, 1996. 121 p.

LOUZADA, J. N. C. (Org.). **Ecologia e interpretação ambiental**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2000.

MAMEDE, S. B. **Interpretando a natureza**: subsídios para a educação ambiental. Campo Grande: Ed. da Uniderp, 2003. 122 p.

PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F. (Org.). **Educação ambiental caminhos trilhados no Brasil**. Brasília, DF: Ipê, 1997. 283 p.

ROBIM, M. J.; TABANEZ, M. F. **Subsídios para implantação da trilha interpretativa da Cachoeira Parque Estadual de Campos do Jordão – SP**. São Paulo: [s.n.], 1993. 90 p.

SPVS. Sociedade de Pesquisa e Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Curso de treinamento em trilhas de interpretação da natureza do CEPA – Alcoa, Poços de Caldas – MG**–. Curitiba, 1992a.

SPVS. Sociedade de Pesquisa e Vida Selvagem e Educação Ambiental. **Manual para trilhas de interpretação da natureza do Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais da Alcoa - Cepa, Poços de Caldas – MG**. Curitiba, 1992b.

TAYLOR, C.; CARVALHO, C. A. R.; MACDERMOTT, F.; WILKINSON, B. G.; PADGHNAM, J.; HALL, O.; LEAL FILHO, W. **Curso de treinamento, preparação, monitoramento e avaliação de projetos de educação ambiental no Brasil**. [S.l.]: Universidade de Bradford: Centro Europeu de Pesquisa e Treinamento em Educação Ambiental, 1995. 68 p.

VITORINO, M. R. **Ecoturismo**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001.

Capítulo 2

Na trilha da árvore

Escolástica Ramos de Freitas

A educação ambiental tem por objetivo mostrar as inter-relações existentes entre todos os componentes da natureza, por meio de muitas atividades de sensibilização, desenvolvidas fora das salas de aula, as quais devem criar laços afetivos com tudo que rodeia o indivíduo, além de promover mudanças de atitude e contribuir para a elaboração de projetos que melhorem o ambiente.

A educação formal trabalha muito mais com o intelecto e com a transmissão de conhecimentos, mas os seres humanos não são apenas intelecto e precisam aliar os sentimentos a esses conhecimentos para que tenham uma atuação construtiva na sociedade: "Nós cuidamos daquilo que amamos".

A atividade *Na trilha da árvore* foi desenvolvida com o objetivo de mostrar para alunos do 4º, 5º, 6º ou 7º anos a importância do elemento "árvore" no funcionamento e no equilíbrio da natureza.

Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia que envolve uma palestra dentro de sala, apoiada por um álbum seriado (recurso visual que servirá de apoio às etapas relacionadas a seguir), na qual se discutem alguns ciclos da natureza, relacionando-os com as árvores. Discute-se, ainda, a identidade das árvores e, em seguida, dividem-se os alunos em grupos de dez para que, acompanhados por um monitor, percorram a trilha, e observem a diversidade que a natureza apresenta, tanto na textura dos troncos como na cor e na forma das folhas, flores e frutos.

Antes de detalhar a palestra com os alunos, é necessário discutir com os professores o esquema que demonstre as igualdades e as desigualdades entre os componentes da natureza.

Elementos integrantes da natureza

O planeta Terra existe há cerca de 4,5 bilhões de anos e, inicialmente, era formado por rochas e água. A vida surgiu há 2 bilhões de anos, mas o homem só apareceu 35 mil anos atrás, tendo iniciado o cultivo de plantas para sua alimentação há cerca de 10 mil anos.

Atualmente, os seguintes elementos compõem a natureza:

- Inorgânicos – São os elementos e as substâncias minerais sem vida, os quais estão totalmente sujeitos às leis da matéria, como, por exemplo, à lei da gravidade (as pedras não pulam e a água sempre corre para baixo).
- Orgânicos – São os seres com vida (plantas, animais, seres humanos e microrganismos), os quais produzem substâncias orgânicas e estão sujeitos às leis que regem os processos biológicos.
- Plantas – Não possuem movimento próprio e são os únicos seres capazes de absorver a energia do sol para produzir seu alimento.
- Animais – Possuem autonomia de movimento, por meio do qual buscam sua sobrevivência – alimentação e reprodução; suas ações são comandadas pelo instinto, no entanto, ao mesmo tempo em que buscam essa sobrevivência, eles desempenham uma função importante na dinâmica da natureza: a abelha que visita uma flor em busca de néctar ou pólen para sua alimentação está, ao mesmo tempo, polinizando essa flor e possibilitando a frutificação.
- Seres humanos – São os únicos seres que, além de autonomia de movimento, têm autonomia de ação. Os seres humanos têm consciência de si mesmos, são dotados de razão, inteligência e sentimento para escolherem suas ações (livre-arbítrio).

- Microrganismos – São seres vivos muito pequenos que não podem ser percebidos a olho nu. No entanto, eles estão no ar, no solo, na água, e desempenham tarefas importantes, principalmente como organismos decompositores.

Desde que a vida surgiu no planeta, um processo evolutivo muito lento e contínuo levou ao aparecimento de milhares de espécies de seres vivos, cada uma muito bem adaptada às condições de seu ambiente, interligadas umas às outras, em perfeito equilíbrio e harmonia. Os seres humanos também viveram em equilíbrio com a natureza por milhares de anos; entretanto, nos últimos séculos, com o desenvolvimento das ciências e das tecnologias, o homem se sente dono de tudo que a natureza oferece e, sem preocupação alguma com seu funcionamento, passa a explorar seus recursos naturais, espalhando a destruição e a poluição por toda parte. Hoje já se sabe que o homem é apenas um fio no tecido da vida e que tudo está interligado – qualquer alteração refletirá no funcionamento geral da natureza, muitas vezes de formas imprevisíveis. É necessário conhecer os mecanismos desse funcionamento para que os seres humanos sejam bons administradores, isto é, atuem de forma construtiva.

Ao detalhar a palestra com os alunos, é preciso lembrar que esta deve ser realizada como se fosse uma conversa. Antes de mostrar a folha do álbum seriado, que contém os pontos principais que estão sendo abordados, deve-se sempre fazer perguntas aos alunos e esperar por suas respostas.

Qual é a diferença entre uma pedra e uma criança?

Com uma pedra em uma das mãos, chame um dos alunos e faça a pergunta acima para a classe. Na maioria das vezes, eles responderão: "É a vida". Pergunte, então, quem mais tem vida em nosso planeta e o que acontece com todos os seres vivos. Em seguida, após suas respostas, mostre a folha que comprova o que responderam.

- Conteúdo do álbum seriado – Seres vivos (plantas, animais, seres humanos); o ciclo da vida (nascer, crescer, reproduzir, envelhecer e morrer);

apesar de as pedras não terem vida, sofrem a lei da transformação, dando origem ao solo.

O que é essencial para que a vida continue se renovando em nosso planeta?

As respostas dos alunos podem ser confirmadas com a folha seguinte do álbum seriado.

Para que a vida aconteça, é necessário que exista ar, água, alimento, luz e calor. O Sol fornece luz e calor gratuitamente; as plantas são as produtoras de alimento e precisam do solo para se desenvolver. Portanto, ar, água e solo são os recursos naturais renováveis essenciais à vida, e é preciso recuperá-los e conservá-los. Os seres humanos têm ainda a vida moral e precisam cuidar do desenvolvimento das virtudes, principalmente do amor. O pensamento, o sentimento e a ação são três aspectos existentes no homem. Dessa forma, o pensamento precisa passar pela aprovação do sentimento antes de se transformar em ação.

Nesse momento, afirme que existe um ser vivo muito especial que colabora para a recuperação e conservação do ar, da água e do solo: a árvore, tema desta atividade. A partir de então, ao conversar, trate cada um desses recursos naturais, mostrando o funcionamento dos ciclos.

- Conteúdo do álbum seriado – Elementos essenciais para a vida (ar, água, alimento – produtos minerais, vegetais e animais –, calor, luz), amor (autoconhecimento e autoeducação).

Ar: ciclo do oxigênio e do gás carbônico

Todos os seres vivos respiram 24 horas por dia e, nesse processo, ocorre a absorção de oxigênio do ar e a devolução de gás carbônico. O oxigênio nunca acaba porque as plantas, além da respiração, também realizam outro processo, a fotossíntese, na qual elas absorvem o gás carbônico e devolvem o oxigênio para o ar. É por meio da fotossíntese que as plantas produzem matéria orgânica, usando a luz do Sol para juntar o gás carbônico que retiram do ar com os minerais e a

água que retiram do solo. A matéria orgânica constitui o alimento para as próprias plantas e para os animais – são as vitaminas, proteínas, óleos, carboidratos, etc. O oxigênio e o gás carbônico nunca acabam, porque estão sendo constantemente renovados pela respiração e pela fotossíntese.

Água: ciclo hidrológico

O Sol aquece a superfície do planeta e promove a evaporação da água líquida presente nos solos, nos rios, nos lagos e nos mares. As plantas e os animais também perdem água pela transpiração, e o vapor esfria à medida que sobe para a atmosfera até que ocorra a condensação e a formação das nuvens, com gotículas de água, as quais se juntam e formam gotas pesadas que caem sob a forma de chuva. Até aqui todos já sabem como funciona o ciclo da água. O mais importante é mostrar que a água da chuva pode seguir dois caminhos: penetrar no solo, permitindo o desenvolvimento das plantas e alimentando o lençol freático, que, por sua vez, alimenta as nascentes, ou escorrer por cima do solo, provocando erosão, enchentes, assoreamento dos rios e represas.

Para discutir o ciclo da água, é interessante preparar uma ilustração na folha correspondente do álbum seriado, no lugar do esquema, porque é muito mais elucidativo. Para isso, as matas de topo de morro devem ser colocadas próximo às nascentes, e as matas ciliares nas margens dos rios. Com a ilustração, fica fácil explicar que a mata é o local por meio do qual as águas da chuva podem infiltrar-se no solo, tanto por quebrar o impacto das gotas, funcionando como guarda-chuva, como pela proteção do solo por intermédio da camada de matéria orgânica que se forma com as folhas e os galhos secos que caem. É interessante lembrar que a palavra "ciliar" vem de "cílios", que são a proteção dos olhos. Portanto, as matas ciliares são a proteção dos rios.

- Conteúdo do álbum seriado – Ciclo da água sob a ação das radiações solares.

Com essa discussão, entende-se a importância das árvores no ciclo da água e na proteção dos solos. De igual modo, compreende-se que é necessário contribuir para diminuir as enxurradas que causam a erosão dos solos agrícolas.

O ciclo da matéria orgânica pode ser apresentado em seguida ou deixado para o final, junto com a discussão sobre os resíduos gerados durante o lanche, mostrando que a natureza cuida de todos os resíduos que produz e que tudo tem utilidade.

Solo: ciclo da matéria orgânica

As plantas produzem matéria orgânica a partir dos consumidores primários, que, na cadeia alimentar, servem de alimento para os consumidores secundários, e assim por diante. Todos os seres vivos produzem resíduos sólidos e/ou líquidos enquanto vivem e num belo dia morrem. Os organismos decompositores aproveitam a energia que resta nesses resíduos e nos seres mortos, por meio de sua decomposição, e devolvem para o ambiente os minerais, a água e o gás carbônico, que novas plantas utilizarão para fabricar mais matéria orgânica.

Faça agora o resumo da importância das árvores na zona urbana e na zona rural, apresentando as folhas correspondentes do álbum seriado. Nesse momento, é interessante destacar que, na zona rural, é necessário que elas formem bosques, matas, para terem os efeitos benéficos apresentados.

Na sequência, é interessante que se tenha uma ilustração de uma árvore (álbum seriado) para perguntar quais são as partes que a compõem, qual a função de cada parte, e diferenciar fruto de fruta. Fruto é a estrutura de reprodução que contém as sementes, e fruta é um fruto comestível.

Em seguida, inicie uma brincadeira com os alunos, no intuito de mostrar a identidade das árvores, preparando-os para as observações na trilha: chame um aluno e pergunte se todos o conhecem e como se explica que o reconheçam em qualquer lugar onde o encontrarem; vá afirmando que "ele(a) tem cabelo, mas todos têm cabelo", que "ele(a) tem dois olhos, mas todos têm dois olhos", e assim por diante, para chegar à identidade de cada um – todos têm as mesmas partes, mas elas têm características diferentes em cada um. Afirme, então, que todas as árvores também têm as mesmas partes, mas que, em cada espécie, não indivíduos ou seres humanos, essas partes têm características próprias e que, se prestarmos

atenção, é possível conhecer muitas espécies e identificá-las em qualquer lugar onde forem encontradas.

Divida os alunos em grupos, por meio da distribuição dos crachás, previamente coloridos de acordo com o número de turmas, tendo o cuidado de distribuir as cores alternadamente. Cada cor identifica um grupo e está associada a uma espécie de árvore que deve estar identificada na trilha e ser observada mais detalhadamente pelo respectivo grupo. Os monitores também devem usar um crachá com a cor do grupo que acompanharão.

A palestra e a divisão dos grupos não devem durar mais de uma hora, e a trilha também pode ser realizada em mais uma hora. Voltando ao ponto de partida, os alunos terão 30 minutos para usar o sanitário, lavar as mãos e dirigir-se para o local do lanche, de preferência ao ar livre, à sombra de uma árvore. O professor responsável já deve ter deixado no local alguns recipientes para que eles recolham os resíduos gerados durante o lanche.

Resíduos

Por último, dentro de sala de aula, converse por mais uns 20 minutos sobre a questão dos resíduos que são gerados pela sociedade, e sobre como eles causam sérios problemas se forem jogados em qualquer lugar. Mostre que a coleta, o transporte e a disposição final dos resíduos urbanos são responsabilidade da prefeitura, mas que nós também temos de procurar soluções, porque eles saem de nossas casas; as quantidades geradas estão aumentando e os locais para dispor esses resíduos estão acabando. É possível imitar a natureza e promover a reciclagem tanto da sucata – papel, metais, vidro e plástico – quanto da parte orgânica, que pode passar pelo processo de compostagem e transformar-se em adubo orgânico. Entretanto, a questão dos resíduos é muito complexa, e uma solução sustentável envolve mudanças de hábitos – principalmente no que diz respeito à redução de sua produção, que tem aumentado demais por causa das embalagens descartáveis. Discuta os 3 Rs do manejo dos resíduos – que, na verdade, já são quatro: reduzir, reutilizar, reciclar e repensar. Lembre ainda que a reciclagem en-

volve um processo industrial, enquanto a reutilização ocorre quando se dá outro uso sem passar por nenhum processo industrial.

A atividade *Na trilha da árvore* pode ser realizada em qualquer espaço que possua um bosque agradável, no qual seja possível identificar algumas espécies para serem apresentadas aos alunos. É importante ter certa diversidade para que eles possam vivenciar as características diferentes de cada uma. Entretanto, o mais importante é que seja uma atividade agradável, realizada com prazer, alegria e entusiasmo, de modo que se estabeleçam os laços afetivos das crianças com a natureza.

Capítulo 3

Como investigar o ambiente próximo

Valéria Sucena Hammes

O desenvolvimento da visão crítica constrói-se diante do reconhecimento da realidade local, segundo as condições do meio e as características da população. A adequação do roteiro deve ser feita pelo educador de acordo com cada localidade.

Objetivo

Conhecer o ecossistema e a comunidade em que se vive.

Material

Ambiente próximo: bairro ou cidade.

Procedimento

O professor explica as questões seguintes e as regras da atividade, que continua em outra aula. A turma é dividida em seis grupos, os quais irão investigar a respeito das seguintes questões, que devem estar escritas no quadro:

- Existe ou existiu alguma vegetação natural? Quais são os animais silvestres encontrados nela?

- Existem fontes de água? A água impura é tratada antes de ser distribuída? Qual é o destino final das águas usadas?
- Quais são as atividades econômicas que utilizam como matéria-prima os recursos naturais da cidade (fauna silvestre, flora natural, mineral e água)? Quem trabalha nessas atividades?
- De onde vem o alimento que abastece a cidade? Quem trabalha com alimentos?
- Quais são os resíduos orgânicos e não orgânicos produzidos em sua casa? Onde o lixo é depositado e para onde se destina?
- Onde a comunidade vive? Em que local as famílias moram e as pessoas trabalham? Como descansam? Que meio de transporte utilizam e por quais vias elas circulam?

Em seguida, sorteia-se o grupo que vai responder a cada questão e um aluno de cada grupo para formar um sétimo grupo.

Os grupos apresentam os resultados. Em seguida, inicia-se um breve debate, quando cada grupo é convidado a manifestar-se para acrescentar alguma informação ou, se for o caso, discordar de alguma resposta. A atividade é finalizada pelo novo grupo, que anotou todas as observações e conclui o diagnóstico.

Resultado esperado

Capacidade de inter-relacionar as informações sobre o ambiente próximo.

Capítulo 4

Como investigar o solo

Valéria Sucena Hammes

Observar a importância do solo como substrato à vida vegetal e animal. Utilizar os recursos do ambiente próximo, para o estudante vivenciar método experimental de estudo e pesquisa (observação, comparação, análise, indução, dedução, generalização e teorização).

Objetivos

Observar as diferentes características do solo sob diferentes coberturas vegetais, a biodiversidade, e analisar a importância de estudá-lo, assim como as diversas profissões e atividades relacionadas à terra.

Materiais

- Terreno ao redor da escola.
- Pedaços de um metro de barbante.
- Copos plásticos.
- Peneira.
- Jornal.
- Saquinhos ou luvas plásticas.
- Lápis e papel.

Procedimento

Antes de iniciar a aula, dão-se as orientações preliminares sobre os cuidados a serem tomados no terreno e na coleta do solo. É importante que os alunos sejam alertados para não colocarem as mãos nem os pés em tocas ou debaixo de pedras.

O professor escolhe os pontos de coleta: solo com e sem vegetação. Em seguida, com o pedaço de barbante, delimita-se o campo de análise. Coleta-se um punhado de terra, com a mão envolvida em um saquinho ou luva. Estica-se o barbante no local, contando e anotando a variedade de espécies encontradas.

Observam-se as condições microclimáticas (luz, umidade e calor) e a presença de material em decomposição.

Em local limpo e protegido, os alunos sentam-se em círculo e separam o material peneirado no jornal. Depois, com as mãos devidamente protegidas, separam o material que ficou na peneira em copos plásticos para, em seguida, descreverem os resultados.

Após a realização dessas atividades, os alunos conversam a respeito dos diferentes tipos de solo, da influência da cobertura vegetal, da biodiversidade, das diversas formas de uso da terra e dos profissionais que atuam em parceria nessa tarefa.

Resultado esperado

A adoção da postura de investigação e a capacidade de integrar as informações.

Capítulo 5

Ciclo hidrológico e qualidade da água

Cláudio Spadotto

As atividades da lição têm como objetivo o envolvimento dos estudantes em experiências que requeiram sua interação, análise, questionamento, reflexão e aplicação prática do que aprenderam. Primeiramente, ocorre a atividade; o aprendizado é consequência da descoberta do novo conhecimento e das habilidades, como um resultado da experiência. Esse é um processo de "aprender fazendo". Entretanto, finalizar uma experiência sem construir sobre ela por meio da reflexão e da aplicação não ajuda o jovem a entender o significado do que ele viu, ouviu ou fez. É a transferência desse significado a partir de uma experiência para outra que ajuda os jovens a aplicar seus conhecimentos em situações futuras.

Cada tópico da lição identifica a atividade ou série de atividades a serem feitas e envolvem os estudantes em uma experiência comum – fase do "fazer". Na conclusão da(s) atividade(s), é dado tempo para que os estudantes reflitam (compartilhem e processem o que aprenderam com a experiência) – fase do "refletir". A lição esboça algumas questões-chave para auxiliar o educador nesse processo. A fase do "aplicar" ajuda os estudantes na aplicação dos novos conhecimentos e das novas habilidades em situações da vida real. O educador pode fazer isso ajudando os estudantes a identificar princípios-chave que são importantes para decisões futuras ou ações pessoais. Novamente, cada lição tem algumas perguntas que direcionam esse processo.

A lição a seguir tem por objetivo estudar a qualidade e o movimento da água por meio do ciclo hidrológico.

Qualidade da água

Introduz a importância da água subterrânea como um recurso natural e a necessidade de manter a qualidade da água bem como uma revisão de seu movimento por meio do ciclo hidrológico. As atividades exploram tanto a qualidade da água como os processos selecionados do ciclo hidrológico (evapotranspiração, armazenagem e movimento da água). Assim, esta lição tem por objetivos:

- Explicar por que a água subterrânea é uma importante fonte de água.
- Desenvolver um entendimento a respeito do ciclo hidrológico.
- Desenvolver um entendimento a respeito da armazenagem e do movimento da água subterrânea.

Fazer

- Ler o texto de informação básica para esta lição.
- Conduzir a atividade sobre qualidade e contaminação da água.
- Pesquisar sobre a perda de umidade na atividade que se refere à evapotranspiração.
- Demonstrar a armazenagem e o movimento da água por meio da construção de um modelo de aquífero.

Refletir

- Toda água localizada na superfície é utilizável?
- De que maneira a qualidade da água pode ser afetada?
- Como o solo interage com o ciclo hidrológico?

Aplicar

- Você pessoalmente contribui para a contaminação da água? Como?

- O que aconteceria se nosso abastecimento de água não pudesse mais ser usado?

Conceitos-chave

- Grande parte da água doce do mundo está congelada na forma de geleiras; portanto, está indisponível para uso. Aproximadamente 97% da água doce disponível está na forma de água subterrânea.
- A reciclagem da água ocorre por meio do ciclo hidrológico.
- A umidade escapa do solo pela evapotranspiração (atividade 2) e pela percolação (movimento descendente da água no solo).
- A água subterrânea é armazenada em uma camada de rocha, de solo ou de outro material geológico chamado aquífero.

Informação básica

Embora esse material lide primariamente com solos e com o movimento de agrotóxicos através do solo, o principal objetivo é estudar a água e a proteção das águas subterrâneas e superficiais contra a poluição. A água está ao nosso redor e cobre aproximadamente três quartos da superfície da Terra. A maioria das pessoas vive dentro de uma pequena distância de um rio, lago ou mar. Água limpa está facilmente disponível a partir de fontes e torneiras. Assim, por que se preocupar com a qualidade da água?

A maior parte da água superficial está nos oceanos e é muito salgada para beber. Muito do restante está congelado nas capas polares e geleiras. Apenas uma pequena porcentagem da água superficial está disponível para uso por seres vivos. Como consequência, a água subterrânea é uma grande fonte de água. Em algumas partes do mundo, a população depende da água subterrânea como água de consumo. Portanto, ela é um importante e valioso recurso natural.

Diferentemente de lagos e rios, a água subterrânea não é visível. Mudanças na água subterrânea usualmente não podem ser vistas ou sentidas. Alterações na vida de peixes e plantas podem indicar contaminação da água superficial, mas não há nenhum sinal de aviso que alerte para os perigos na água subterrânea. Uma vez que poluentes encontram seu caminho para os suprimentos de água subterrânea, pode ser muito difícil e caro removê-los; portanto, prevenir a contaminação é a mais efetiva solução. A prevenção requer um entendimento de como os contaminantes chegam até a água subterrânea.

Agrotóxicos e outros produtos químicos comprovadamente ajudam a agricultura e a saúde pública. Entretanto, o uso impróprio ou sem cuidado de agrotóxicos ameaça tanto os seres humanos como a vida selvagem. Agrotóxicos podem ser levados do solo até os corpos de água superficial ou podem ser transportados através do solo até que poluam a água subterrânea. O uso cuidadoso de agrotóxicos e o conhecimento do solo sobre o qual eles são aplicados ajudam a eliminar esse perigo, mantendo a água livre da poluição.

Ciclo hidrológico

A água, recurso natural mais reciclável, é trocada entre a superfície da terra e a atmosfera. O suco de laranja ou refrigerante podem conter moléculas de água que foram uma vez parte de um riacho corrente há milhões de anos. A energia solar e a gravidade trabalham para manter a água movendo-se e mudando-se para sempre. A água aparece em muitas formas: chuva, vapor, rios, lagos, etc. O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, segue o movimento da água em suas várias formas.

A água cai na superfície da terra na forma de chuva, neve ou granizo. Parte da água escorre para rios, lagos ou áreas inundadas. Isso é chamado coletivamente de água superficial. A água também entra no solo e pode tanto ser absorvida para uso pelas plantas quanto mover-se para baixo através do solo para, assim, tornar-se água subterrânea. A água subterrânea move-se e pode descarregar-se em lugares onde o lençol freático encontra a superfície da terra – lagos, rios ou

várzeas. A água subterrânea pode também ser bombeada para a superfície por meio de poços.

A água superficial retorna para a atmosfera pela evaporação, que ocorre a partir do solo e das lâminas d'água. As plantas adicionam água à atmosfera pela transpiração, processo pelo qual o vapor d'água é liberado das folhas. A combinação de evaporação e transpiração é chamada de evapotranspiração. O vapor d'água, ao retornar para a atmosfera, esfria e transforma-se em precipitação, e o ciclo começa novamente.

Interação do solo com o ciclo hidrológico

O solo interage estreitamente com o ciclo hidrológico. A precipitação pode infiltrar no solo. Uma vez lá, a umidade escapa tanto por evapotranspiração como por percolação (movimento descendente da água no solo). A água no solo viaja através de pequenos espaços entre partículas e rachaduras do solo e, finalmente, atinge o topo da camada saturada de água, chamada de lençol freático. O termo "lençol freático" refere-se à água contida na camada saturada. A camada de rocha, solo ou outro material geológico que armazena a água é um aquífero. Quando a água subterrânea que se move lentamente chega a um lago ou a outro corpo d'água, ela descarrega-se da terra e torna-se água superficial.

Atividade 1: qualidade da água

Objetivos

- Descobrir que pequenas quantidades de uma substância podem alterar a qualidade da água.
- Identificar meios pelos quais os poluentes entram nas águas subterrâneas e superficiais.
- Perceber que prevenção da contaminação é preferível à recuperação.

Material

- 2 jarras ou outro recipiente.
- Água.
- 1 copo de papel para cada participante.
- Filtros descartáveis de café.
- Peneira.
- "Contaminantes" líquidos: vinagre branco, suco de cebola ou alho.
- "Contaminantes" sólidos: sal, açúcar, maisena.

Esta atividade ajudará os estudantes a descobrir que mesmo pequenas quantidades de uma substância indesejável podem alterar a qualidade da água.

Fazer

- Discutir os meios pelos quais a água superficial é contaminada.
- Adicionar uma substância líquida ou sólida diretamente em uma jarra de água e demonstrar a contaminação da água superficial.
- Pedir aos participantes que experimentem e comentem sobre a qualidade da água.
- Discutir os meios pelos quais a água subterrânea é contaminada.
- Colocar um filtro de café em uma peneira, para representar a superfície do solo, e colocá-lo sobre uma jarra de água. Em seguida, borrifar ou derramar uma substância (vinagre, sal, etc.) no filtro. Jogar mais água (representando chuva) sobre a substância, lavando-a através do filtro para dentro da jarra (enfatizar que isso é um exemplo muito simples de infiltração).
- Pedir aos participantes que provem e comentem sobre a qualidade da água.

Refletir

Fazer as seguintes perguntas gerais sobre as reações dos estudantes ao que eles experimentaram:

- Esse experimento foi realizado para representar o quê?
- O que aconteceria se a quantidade de substância fosse aumentada ou se várias substâncias fossem aplicadas à água de uma só vez?
- A água "contaminada" pode ser consumida?
- Como essa água pode retornar a sua qualidade original?
- A água precisa ser limpa ou uma pequena quantidade de um contaminante é aceitável?

Aplicar

- Como a baixa qualidade da água afeta a vida do ser humano?
- Como pode a água subterrânea tornar-se contaminada?
- O que acontece quando a água subterrânea torna-se contaminada?
- Você sabe de alguma área onde a água não pode mais ser consumida por animais e pelos seres humanos pelo fato de a água subterrânea ou superficial ter sido contaminada?

Informação básica para a atividade 1

A água superficial é contaminada quando substâncias ou suas embalagens são jogadas diretamente em lagos ou rios, quando a água inadequadamente tratada retorna para uma fonte de água ou quando ela carrega contaminantes da superfície do solo para corpos de água superficial. Por exemplo, óleo, gasolina e outros poluentes são levados das ruas ou estacionamentos para dentro do sistema de água pluvial, que descarrega diretamente em água superficial em vez de ser tratada em sistemas de tratamento de água.

Os contaminantes têm acesso direto à água subterrânea por meio de derramamentos que ocorrem próximo a poços mal fechados ou por estocagem e descarte impróprio de embalagens de produtos químicos. Um meio de contami-

nação menos direto é o movimento da substância química através do solo até a água subterrânea, tanto a partir de derramamentos como por aplicação.

Observa-se ainda que as substâncias sugeridas para esta atividade afetam apenas o gosto da água. Outros ingredientes que afetam a transparência podem ser usados desde que sejam seguros para consumo. É importante também enfatizar que alguns poluentes, como o nitrato, não alteram nem o gosto nem a transparência da água e são identificados apenas por testes químicos.

Atividade 2: evapotranspiração

Objetivo

- Descobrir que a água escapa do solo por meio da evaporação e da transpiração.

Material

Experimento A

- 2 tigelas rasas ou outros recipientes pequenos.
- Solo.
- Água.
- Filme plástico (de PVC).
- Elástico.
- Ventilador.
- Aquecedor (ou sol direto).
- Balança de cozinha.

Experimento B

- Planta em vaso.
- Sacos plásticos.
- Barbante.
- Resina escura.
- Lâmpada (ou luz do sol direta).

Essa atividade ajudará os estudantes a descobrir o que acontece à água que é usada para regar gramados, jardins ou lavouras, com mais frequência no verão que no inverno.

Experimento A: evaporação

Fazer

- Colocar igual quantidade de solo nas duas tigelas. Usar a balança para ter certeza de que as quantidades são iguais.
- Adicionar 10 mL (2 colheres de chá) de água em cada tigela.
- Pesar cada tigela novamente e registrar os pesos.
- Cobrir uma tigela com filme plástico e prender com elástico.
- Colocar ambas as tigelas próximas a um ventilador, ou debaixo de uma lâmpada, ou diretamente sob a luz do sol.
- Pedir para os estudantes predizerem e anotarem o que acontecerá.
- Retornar ao experimento após 30 minutos e, cuidadosamente, remover o filme plástico, retornando qualquer gota de água para o solo.
- Pesar as tigelas e comparar aos pesos originais.
- Observar qualquer alteração no solo (olhando ou tocando).

Como opção, as tigelas podem retornar para a fonte de calor ou luz por mais 30 minutos. Pesar as tigelas e comparar novamente.

Refletir

Fazer as seguintes perguntas gerais sobre as reações dos estudantes ao que eles observaram:

- Há diferença nos pesos dos solos? Se há, o que provocou essa alteração?
- Há diferenças que podem ser notadas entre as amostras de solo?
- Como esse processo funciona dentro do ciclo hidrológico?

Aplicar

- Que diferença a evaporação provoca no solo em volta de nossas casas e nas fazendas?
- A evaporação é uma preocupação para jardineiros e agricultores?
- Como é possível diminuir a evaporação no solo?

Informação básica para a atividade 2A

A água evapora da superfície do solo e retorna para a atmosfera como vapor. Quando um ventilador é usado para aumentar a taxa de evaporação, a cobertura plástica impede que o ar se mova sobre o solo, prevenindo a evaporação. Quando colocada sob uma lâmpada ou diretamente sob a luz solar, a água evapora do solo em ambas as tigelas. Na tigela aberta, a água escapa para a atmosfera. O filme plástico retém o vapor na segunda tigela, e aparecem gotas no lado de dentro. A tigela aberta deveria parecer mais seca e pesar pouco menos que a tigela coberta.

Quando possível, é interessante que se faça o experimento conforme descrito acima. No entanto, devem-se colocar as tigelas no parapeito de uma janela por alguns dias em vez de usar um ventilador ou luz. Os resultados serão mais marcantes.

Experimento B: transpiração

Fazer

- Colocar um saco plástico, sem apertar muito, em volta de um ramo ou de várias folhas de uma planta em vaso. Tentar manter o saco sem tocar nas folhas. Amarrar o barbante firmemente em torno da base do saco plástico.
- Usando a mesma planta, cobrir várias folhas e ramos com resina escura. Colocar um saco plástico em volta das folhas como descrito antes e vedar.
- Colocar a planta diretamente sob a luz do sol ou sob uma lâmpada forte por 30 minutos.

Como opção, pode-se usar um saco grande para cobrir o galho todo de uma árvore pequena (ou arbusto). Fechar o saco contra o galho, usando o barbante, e mantê-lo assim por 24 horas. Coletar e medir a quantidade de água transpirada. Estimar o número de galhos e multiplicar pela quantidade de água coletada para descobrir quanta água a árvore pode transpirar a cada dia.

Refletir

Fazer as seguintes perguntas gerais sobre as reações dos estudantes ao que eles observaram:

- O que se formou dentro do saco plástico sobre as folhas sem resina?
- De onde a água veio?
- Como esse processo funciona dentro do ciclo hidrológico?
- Por que o vapor d'água não se formou dentro do saco que continha folhas cobertas com resina?

Aplicar

- O que esse experimento demonstrou?
- Como a transpiração nos afeta?

Informação básica para a atividade 2B

As plantas perdem água para a atmosfera pela transpiração. Sacos plásticos colocados sobre as folhas capturam o vapor d'água e impedem que ele evapore. Quando os ramos e as folhas são cobertos com resina escura, os estômatos são bloqueados e a água não é capaz de escapar. Deveria haver menos vapor d'água no saco em volta das folhas cobertas.

Em um dia quente, uma árvore grande libera mais de mil litros de água para a atmosfera. A transpiração recicla a água de volta dentro do ciclo hidrológico e ajuda a resfriar o ar. Essa é uma razão pela qual parques e áreas com árvores são mais agradáveis para se ficar em dias quentes. Como as árvores frequentemente transpiram grande quantidade de água, elas próprias demandam muita água.

Atividade 3: movimento e estocagem da água

Objetivos

- Observar como a água se move sobre o solo e através dele.
- Observar como a água é estocada no solo.
- Relacionar escorrimento, infiltração e estocagem da água ao ciclo hidrológico.

Material

- Bandeja plástica funda e limpa.
- Cascalho ou pedras de aquário.
- Solo.
- Regador.
- Água.
- Corante.

Opcional – Placa de grama, plantas pequenas, tampa para bandeja.

Fazer

- Espalhar uma camada de pedras no fundo da bandeja para representar um aquífero. Inclinar o nível da camada de pedras de modo que fique um espaço vazio na borda da bandeja para representar um lago.
- Colocar uma camada de solo sobre as pedras.
- Com um regador, borrifar água colorida sobre o solo e pedir para os estudantes descreverem o que acontece.
- Aumentar a taxa e a quantidade de irrigação de modo que a água escorra em vez de infiltrar-se. Observar as mudanças.
- Opcional 1 – Repetir o experimento da seguinte forma: compactar o solo ou colocar uma placa de grama no topo do solo; regar como descrito anteriormente e pedir que os estudantes observem qualquer mudança na infiltração e/ou no escorrimento superficial.
- Opcional 2 – Para completar o ciclo hidrológico, drenar o excesso de água do "aquífero" fazendo furos de drenagem na bandeja. Adicionar plantas pequenas ao solo. Cobrir a bandeja com uma tampa e colocá-la em uma área parcialmente ensolarada. Como ocorrem evaporação e transpiração, a água acumula-se no lado de dentro da tampa. Quando gotas suficientes se formam, ocorre a precipitação.

Refletir

Fazer as seguintes perguntas gerais sobre as reações dos estudantes ao que eles observaram:

- Como a água entrou no aquífero?
- Quais são as duas maneiras pelas quais a água enche o lago?
- Uma chuva leve causa infiltração ou escorrimento superficial?
- O que acontece quando grande quantidade de chuva cai rapidamente?

Aplicar

- Quais são os processos naturais que essa atividade demonstrou?
- Por que é importante ter conhecimento a respeito disso quando se usam agrotóxicos?
- Opcional – Que diferença a vegetação faz no movimento da água?

Informação básica para a atividade 3

A água derramada na superfície do solo pode evaporar, infiltrar-se no solo ou escorrer. A água que entra no solo viaja através de poros pequenos entre as partículas do solo e através de rachaduras. A água pode ser removida do solo pela evapotranspiração ou continuar a infiltrar e atingir o topo da camada saturada chamada lençol freático. A água saturada contida na camada de rocha ou solo (conhecida como aquífero) é denominada água subterrânea.

A água pode escorrer superficialmente e ser coletada em lagos, rios ou outros tipos de água superficial. A água subterrânea move-se lateralmente e pode também ser descarregada em corpos de água superficial. Quando a água drena dentro do solo ou escorre superficialmente, depende parcialmente da textura do solo, do tipo de cobertura do solo e vegetação e da quantidade de chuva. Sob condições normais, chuvas leves são mais prontamente infiltradas que chuvas pesadas.

Capítulo 6

Estudo ecológico do manguezal

Simone Ribeiro Heitor

Manguezal é um ambiente de transição entre os ambientes terrestre e marinho. É encontrado nas regiões tropical e subtropical e geralmente está associado aos ambientes estuarinos, que se encontram próximo à desembocadura de rios, em regiões abrigadas. Os manguezais são sistemas abertos de energia e de matéria. Eles recebem um importante fluxo de água doce, sedimentos e nutrientes do ambiente terrestre e exportam água e matéria orgânica para o mar e para águas estuarinas. Os manguezais estão sujeitos a inundações periódicas pela água do mar e pela água doce, sofrendo grandes flutuações de salinidade. O ambiente é constituído por sedimentos muito finos (silte e argila), grande quantidade de matéria orgânica, baixo teor de oxigênio, em virtude da decomposição da matéria orgânica, e do alto teor de salinidade, o que propicia o desenvolvimento de fauna e flora próprias do local. A vegetação possui adaptações para fixar-se e estabilizar-se nesses ambientes, para conseguir sobreviver à exposição ao alto teor de sal e obter oxigênio.

As espécies vegetais mais comuns no Brasil são: *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana,* comumente chamadas de mangue. Também ocorrem bromélias e orquídeas (epífitas), hibiscos, samambaias, algas e liquens.

Os manguezais são considerados berçários de espécies de animais com grande importância econômica, como ostras, mexilhões, caranguejos, peixes e

camarões. Esse ambiente fornece alimento e proteção às formas juvenis e adultas que ali vão para desovar e reproduzir-se.

Material

- Tábua de marés – Pode ser consultada no site da Diretoria de Hidrografia e Navegação[1] ou obtida em iates clubes e delegacias da capitania dos portos.
- Tênis e roupa velha.
- Repelente.
- Refratômetro (aparelho para medir salinidade).
- Água destilada.
- Papel macio (guardanapo ou higiênico).
- Termômetro.
- Papel.
- Lápis.

Procedimento

É recomendável que esta atividade seja conduzida por professores ou profissionais da área de ciências biológicas ou oceanografia.

A visita ao manguezal deve ser feita no período de maré baixa e por grupos pequenos (até 10 alunos). O ideal é chegar antes do horário da maré mais baixa (com uma ou duas horas de antecedência) para que se tenha tempo suficiente de fazer as observações.

Ao caminhar no manguezal, procure pisar nas raízes das árvores para evitar o afundamento na lama. Meça a temperatura e a salinidade em vários locais do manguezal (parte externa e interna do bosque) e em diferentes horários. Meça

[1] Disponível em: <www.dhn.mar.mil.br>.

a temperatura da superfície do sedimento e da água de superfície e faça uma comparação. Para medir a salinidade, coloque uma gota de água no refratômetro, faça a leitura da escala e registre os valores encontrados. A cada medição, lave o refratômetro com água destilada e seque com papel macio. Compare os resultados das amostragens e relacione-os com as características dos locais onde foram coletados os dados, o horário e a altura da maré.

O que observar?

Adaptações especiais das plantas

- Raízes de escora de *Rhizophora* – São raízes aéreas que nascem do caule e curvam-se para baixo, em direção ao chão, possuem formato de arco, e fixam firmemente a planta ao substrato.
- Raízes respiratórias de *Avicennia* (pneumatóforos) – Das raízes laterais, partem ramificações com geotropismo negativo (crescimento para cima).
- Viviparidade em *Rhizophora*: – O embrião projeta-se para fora do fruto, em forma de uma plântula verde.
- Folhas da *Laguncularia*: – O pecíolo é vermelho e possui duas glândulas na região superior, próximo à folha.

A flora e a fauna do manguezal

- As tocas de caranguejos.
- Pedaços de troncos caídos que possuem perfurações feitas por um molusco (*Teredo* sp.).
- A cor do sedimento e o odor característico (gás sulfídrico decorrente da decomposição da matéria orgânica).
- As plântulas de *Rhizophora*.

Literatura recomendada

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal**: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal**: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.

Capítulo 7

Estudo ecológico de uma praia arenosa

Simone Ribeiro Heitor

A praia é a região compreendida entre a linha média da maré baixa e o espaço alcançado pela maré mais alta (região entre marés). Geralmente, as praias possuem sedimentos arenosos, com cascalhos e conchas, e sua largura e comprimento variam entre dezenas e centenas de quilômetros de extensão.

A inclinação da praia pode variar em virtude da ação marinha causada por correntes, marés e ondas, que acumulam ou removem os sedimentos. Os grãos mais pesados tendem a se depositar logo, apresentando maior resistência ao transporte. Os grãos mais leves são transportados mais facilmente pelas águas. Uma praia abrigada, ou seja, que apresenta baixa energia (poucas ondas), apresenta sedimentos mais finos que a praia exposta ao mar aberto. A mesma praia também pode possuir grãos de diferentes tamanhos, de acordo com a influência marinha.

À primeira vista, a praia parece um ambiente sem vida. No entanto, há uma variedade muito grande de animais cavadores que vivem enterrados na areia. Os diferentes tipos de sedimentos vão interferir na colonização dos organismos. A mobilidade do sedimento em praias expostas não permite a existência de organismos com pouca mobilidade. Dessa forma, os organismos aí existentes são rápidos cavadores e geralmente possuem o corpo mais pesado para não serem suspensos pelas ondas. Em praias abrigadas, os organismos constroem tubos e tocas permanentes.

Material

- Tábua de marés – Pode ser consultada no site da Diretoria de Hidrografia e Navegação[1] ou obtida em iates clubes e delegacias da capitania dos portos.
- Peneiras com malhas de 1,0 mm e de 0,5 mm.
- Pinça.
- Lupa (aumento de aproximadamente 16 vezes).
- Placa de Petri (placa de vidro).
- Termômetro.
- Recipiente para coleta de areia.
- Papel.
- Lápis.
- Corda.
- 2 estacas de 2 m cada uma, com a parte superior graduada em centímetros.
- Nível de bolha.
- Fita métrica.

Procedimento

É recomendável que esta atividade seja conduzida por professores ou profissionais da área de ciências biológicas ou oceanografia.

O estudo de uma praia arenosa deve ser realizado no período de maré baixa. O ideal é chegar antes do horário da maré mais baixa (com uma ou duas horas de antecedência) para que se tenha tempo suficiente de fazer as observações.

[1] Disponível em: <www.dhn.mar.mil.br>.

O que observar?

Descrição física da praia

- Verifique a praia quanto a sua localização (abrigada, exposta).
- Verifique o aspecto geral (comprimento, largura, retilínea, curva).
- Observe o tamanho dos grãos. Colete uma pequena amostra de areia que estiver próxima ao nível da água e na região mais superior da praia, e observe com a lupa.
- Observe a cor da areia. Meça as temperaturas do ar e da superfície da areia.

Determinação do desnível da praia

- Escolha dois pontos do local onde se deseja medir o desnível.
- Em cada ponto, coloque as duas estacas na vertical, com uma distância de no máximo 3 m entre elas.
- Na estaca da região mais baixa, uma pessoa marca a altura de 1,5 m, enquanto a outra leva a corda dessa marcação até a segunda estaca, com a corda bem esticada. No ponto médio da corda, uma terceira pessoa fica com o nível de bolha, direcionando as outras duas a deixarem a corda bem reta.
- Meça a distância entre o ponto na segunda estaca e o chão, e a distância entre as duas estacas.
- A inclinação da praia pode ser indicada pelo valor do ângulo de inclinação do triângulo reto ou pelo valor de sua tangente ou, ainda, pelo desnível linear em dada distância (Figura 1).

Descrição da flora e da fauna

- Observe na parte mais superior da praia a presença de plantas rasteiras que emitem raízes que ajudam na fixação da planta no substrato móvel.

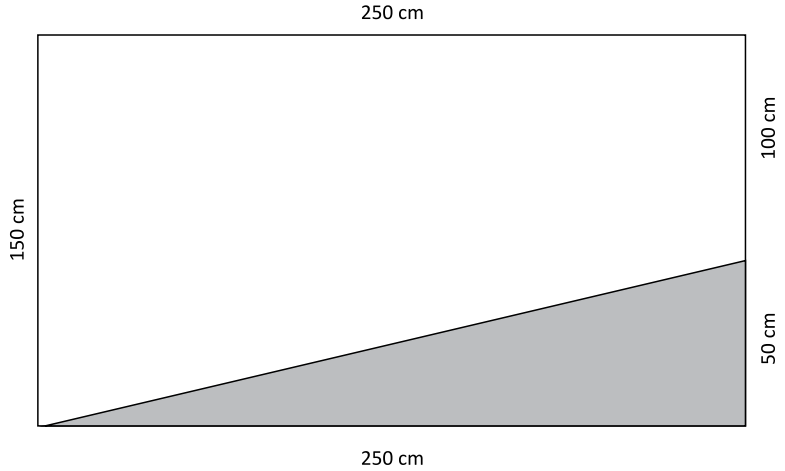

Figura 1. Medição da inclinação da praia – tgcc = 50/250 - 0,2 ou desnível de 50 cm em 250 cm ou desnível de 20%.
Fonte: Brasil (2011).

- Para coletar a fauna da areia, próximo ao nível da maré mais baixa, delimite uma área com um quadrado de 30 cm x 30 cm e cave a areia até aproximadamente 10 cm de profundidade. Passe a areia cavada pelas duas peneiras sobrepostas, jogando água para facilitar a passagem dos grãos menores. Colete a areia e os organismos retidos nas peneiras e transfira-os para um recipiente que contenha álcool 70%.
- Em laboratório, observe com lupa os grupos de animais encontrados na areia e anote a quantidade de cada um.
- Pode-se realizar a coleta em diferentes tipos de praia (abrigada e exposta) e depois comparar o tipo e a quantidade de organismos encontrados.
- Observe os rastros e os buracos na areia que indicam a presença de vida.
- Observe os diferentes tipos de conchas vazias que estão na areia, com relação ao formato, cor e textura.

Referência

BRASIL. Marinha do Brasil. **Diretoria de Hidrografia e Navegação**. Disponível em: <www.dhn.mar.mil.br>. Acesso em: 21 ago. 2011.

Literatura recomendada

NYBAKKEN, J. W. **Marine biology**: an ecological approach. New York: Addison-Wesley Educational, 1992. 496 p.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia marinha**. São Paulo: Interciência, 2002. 382 p.

Capítulo 8

Estudo ecológico do costão rochoso

Simone Ribeiro Heitor

O costão rochoso é o ambiente costeiro formado por rochas, situado na região de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Os costões rochosos abrigam um grande número de espécies que possuem importância ecológica e econômica, como mexilhões, ostras e crustáceos. A grande variedade de espécies nesse ambiente propicia a existência de muita competição por espaço.

Entre os fatores ambientais que influenciam a distribuição dos organismos estão: a variação diária da maré, a exposição direta à luz, a ação de ondas, a variação da temperatura e da salinidade, a inclinação do costão e a localização (local exposto ou abrigado de ondas).

Os organismos que vivem no costão rochoso possuem adaptações para viver nesse tipo de ambiente. Alguns organismos têm coloração clara para evitar o aumento da temperatura. O formato do corpo achatado é uma adaptação contra o efeito das ondas, e os apressórios são estruturas de fixação no substrato, como ocorrem nos mexilhões e nas algas.

Um fato interessante e fácil de observar em um costão rochoso é a zonação, ou seja, os organismos são distribuídos em faixas características nas quais predominam determinadas espécies de animais ou de vegetais.

Essas faixas se sobrepõem e apresentam larguras variadas, para diminuir a competição por espaço, já que as larvas de diferentes espécies lutam pelo substrato para sua fixação. Geralmente é possível observar quatro zonas que são facil-

mente reconhecidas por animais e por vegetais mais visíveis: uma zona superior, onde se encontram os liquens; uma zona de cracas (um tipo de crustáceo); uma zona de moluscos; e uma zona de algas, mais inferior e próximo à água. O tamanho das faixas varia com a inclinação do costão: quanto mais inclinado, menor o tamanho da faixa.

Material

- Tábua de marés – Pode ser consultada no site da Diretoria de Hidrografia e Navegação[1] ou obtida em iates clubes e delegacias da capitania dos portos.
- Quadrado de arame de 20 cm x 20 cm ou 30 cm x 30 cm. As bordas do quadrado podem ser construídas com material plástico, como tubo de PVC, ou estrutura metálica. O interior do quadrado deve ser subdividido com arame em quadrados menores.

Procedimento

É recomendável que esta atividade seja conduzida por professores ou profissionais da área de ciências biológicas ou oceanografia.

O estudo de um costão rochoso deve ser feito em um dia de maré baixa, para que se possam visualizar os organismos que normalmente ficam encobertos pela água. O ideal é chegar antes do horário da maré mais baixa (com uma ou duas horas de antecedência) para que se tenha tempo suficiente de fazer as observações.

O que observar?

Descrição física do ambiente

- Verifique se o costão é exposto ou protegido de ondas.

[1] Disponível em: <www.dhn.mar.mil.br>.

- Observe se o costão é muito ou pouco inclinado.
- Observe a distribuição dos organismos em faixas (zonação).
- Determine um perfil vertical e de fácil acesso. Com o auxílio da tábua de marés, verifique o nível mais baixo possível da maré. Esse valor será o ponto inicial das medidas. A partir desse ponto, utilizando o quadrado, registre as espécies presentes e o número de indivíduos de cada uma. Em alguns casos, pode-se considerar a porcentagem de cobertura em relação à área do quadrado.
- Faça o mesmo procedimento para um segundo quadrado imediatamente superior ao primeiro, um terceiro quadrado imediatamente superior ao segundo, e assim sucessivamente até o nível mais alto do costão.
- Observe as adaptações dos diferentes organismos, assim como a coloração, e correlacione-as com os fatores ambientais que influenciam os organismos.
- Observe os animais e as algas que vivem fixos, como cracas, ostras e mexilhões.
- Observe os animais que se locomovem, como baratinhas-da-praia e caramujos que procuram abrigo nas fendas das pedras.
- Em poças de água, observe a presença de pequenos peixes e camarões.

Literatura recomendada

COUTINHO, R. Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia marinha**. São Paulo: Interciência, 2002. p. 147-157.

Capítulo 9

Como investigar o plâncton

Simone Ribeiro Heitor

O plâncton é uma comunidade de organismos com poder limitado de locomoção; por isso, é transportado passivamente pelas correntes ou por movimentos da água. Os organismos podem ser fitoplanctônicos e zooplanctônicos. O fitoplâncton é constituído por espécies fotossintetizantes, que, em sua maioria, são algas unicelulares e microscópicas ou organizadas em colônias, como algas verdes, algas azuis e algas flageladas. O zooplâncton é constituído por espécies não fotossintetizantes. Em sua fase larval ou não, encontram-se diferentes grupos de animais, como cnidários (água-viva), poliquetas (minhocas-do-mar), crustáceos (camarão, caranguejo, lagosta, etc.), equinodermos (estrelas-do-mar, ouriços, etc.), moluscos (caramujo, polvo, lula, etc.) e peixes.

O plâncton é a base da cadeia alimentar em ambientes aquáticos, por isso é muito importante para a manutenção da vida.

Os organismos planctônicos apresentam, em sua maioria, densidade maior que a da água, razão pela qual tendem a afundar. Para evitar o afundamento, eles possuem adaptações especiais, como a presença de gotículas de óleo nas células, vacúolos gasosos, estruturas locomotoras (como cílios e flagelos) e maior superfície de contato (como espinhos, antenas e prolongamentos do corpo).

A coleta de plâncton pode ser feita tanto em água doce como em água do mar. Para a coleta de organismos planctônicos, é necessário utilizar rede com malha muito fina, que filtra a água e retém os pequenos organismos. Para a coleta

de microalgas (fitoplâncton), a abertura da malha tem de ser bem menor que para a coleta de animais microscópicos (zooplâncton). Geralmente os organismos do plâncton são observados apenas em microscópio. Alguns maiores, como organismos do zooplâncton e grandes colônias de algas, podem ser observados com lupa.

Material

- Rede fina com malha menor que 0,06 mm (adquirida em lojas) ou meia de seda ou de náilon.
- Filtro de papel para café e suporte.
- Aro de metal.
- Cabo de vassoura.
- Vidro ou pote plástico.
- Recipiente com tampa para colocar o material coletado.
- Placa de Petri (placa de vidro).
- Álcool comum.
- Conta-gotas.
- Pisseta (recipiente de plástico flexível em forma de tubo com bico).
- Lupa (aumento de aproximadamente 16 vezes).
- Livro ou chave de identificação dos grupos de organismos.
- Lápis.
- Papel.

Procedimento

É recomendável que esta atividade seja conduzida por professores ou profissionais da área de ciências biológicas ou oceanografia.

A coleta deve ser feita com uma rede bem fina. A confecção da rede pode ser feita da seguinte forma: adapte a meia de seda ou de náilon a um aro de metal

e prenda o aro a um cabo de vassoura. Na outra extremidade da meia, amarre bem firme um vidro de boca larga ou um pote plástico, sem a tampa.

Arraste a rede pela água na profundidade de 0,5 m. A água que ficar no vidro deve ser colocada em um recipiente. A concentração do plâncton é pequena, por isso ela deve ser alterada para facilitar a visualização. Para isso, filtre a água que ficou no vidro com filtro de papel para café (com um suporte). Para retirar os organismos do filtro, vire-o pelo avesso com cuidado, jogue um jato de água com a pisseta e guarde a água em um frasco com tampa. Podem-se fazer vários arrastos e repetir a filtração até conseguir uma quantidade razoável de organismos. Complete o volume do frasco com álcool 70%, feche-o e leve-o até o laboratório.

No laboratório, pegue uma amostra da água coletada com um conta-gotas, coloque em uma placa de Petri e observe com a lupa.

O que observar?

- Desenhe os organismos planctônicos observados e tente identificá-los com a ajuda de um livro ou chave de identificação.
- Observe os diferentes formatos dos organismos e as adaptações, como espinhos, antenas, carapaças e prolongamentos do corpo.

Literatura recomendada

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Mar del Plata: Inidep, 1981. 964 p.

SANTOS, A. C. A. dos; DOMINGOS, M. D. **O plâncton**. São Paulo: Ática, 1997. 40 p. (Série Investigando).

Capítulo 10

Microrganismos

Raquel Ghini
Wagner Bettiol

Os microrganismos, essenciais para a manutenção da vida na Terra, são os responsáveis pela degradação da matéria orgânica e, consequentemente, pela reciclagem no planeta. Tal função, em geral, é benéfica para o homem, mas, muitas vezes, pode ser prejudicial.

O homem, desde o início da vida, tem contato diário com os microrganismos, que, além de causar doenças (como micoses e viroses), estão presentes em medicamentos (antibióticos[1]) e alimentos (iogurtes, queijos, vinhos, cervejas). Entretanto, por não serem visíveis a olho nu, normalmente não é possível sentir sua presença.

Assim, o objetivo dos experimentos é demonstrar para as crianças a existência e a importância dos microrganismos, suas funções e seu controle. São enfocadas as relações com a agricultura, com o meio ambiente e também com o cotidiano das crianças. Ao realizar os experimentos, elas podem descobrir e entender mais facilmente o papel dos microrganismos.

Apresentam-se diferentes testes para dar opções, considerando-se que, por se tratar de testes com organismos vivos, nem sempre os resultados são exatamente os previstos, pois dependem das condições de temperatura, umidade e luz. Os materiais descritos em cada teste constituem um módulo mínimo para ob-

[1] Substância produzida por um organismo para matar outro organismo. Hoje em dia, vários antibióticos podem ser sintetizados quimicamente, sem a participação de microrganismos.

tenção de resultado. Assim, não se preocupe se o experimento não der certo na primeira vez. Nesse caso, procure entender o que aconteceu e corrigir o problema quando repetir o ensaio.

Os experimentos foram elaborados para que sejam executados com materiais simples, de baixo custo e de fácil obtenção, não havendo necessidade de equipamentos sofisticados.

Nos testes em que são sugeridas observações em microscópio, elas não são essenciais para a execução dos experimentos, mas sim para enriquecer a visualização dos resultados.

Recomenda-se que os experimentos sejam sempre realizados com o acompanhamento de adultos.

Microrganismos do solo

Objetivos

- Visualização da presença de microrganismos do solo.
- Noção da diversidade de microrganismos presentes no solo.

Material

- 1 g de terra (terra de jardim).
- 5 tubos de ensaio ou copos plásticos.
- Água fervida (ferver durante 20 minutos).
- Pipeta graduada ou seringa plástica (10 mL) sem agulha.
- 100 g de batata.
- 1 pacote de gaze.
- 10 g de dextrose (comprada em farmácia).

- 8 g de ágar-ágar[2].
- 25 placas de Petri (9 cm de diâmetro) de vidro ou de plástico.
- Microscópio.
- Lâminas e lamínulas para microscópio.
- Caneta para retroprojetor.
- Panela de pressão.
- Balança.
- Pera de borracha para pipetar.

Procedimento

- Preparar, conforme instruções a seguir, meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA):
  a) Cozinhar 100 g de batata descascada e picada em 0,5 L de água por 30 minutos.
  b) Filtrar em gaze e completar o volume do caldo com água para 0,5 L.
  c) Acrescentar 10 g de dextrose e 8 g de ágar.
- Cozinhar a mistura em panela de pressão por 30 minutos.
- Verter nas 25 placas de Petri limpas, na quantidade de aproximadamente 20 mL por placa. Se, enquanto estiver vertendo, o meio esfriar e endurecer, voltar ao fogo por alguns minutos até que ele derreta novamente.
- Pesar 1 g de terra e transferir para um tubo de ensaio (ou copo plástico) que contenha 9 mL de água fervida (medida com auxílio da pipeta ou da seringa plástica).
- Agitar o tubo ou copo plástico para misturar o solo com a água até formar uma suspensão.

[2] Pode ser adquirido em farmácias de manipulação, lojas de produtos naturais ou de materiais para laboratório.

- Retirar 1 mL da suspensão, transferir para outro tubo ou copo plástico que contenha 9 mL de água fervida e misturar novamente. Repetir o procedimento sucessivamente até o quarto tubo ou copo plástico. É necessário tomar cuidado quando realizar essa operação com pipeta: é recomendável usar uma pera de borracha para sugar a suspensão em vez da boca.
- Retirar uma alíquota de cada tubo ou copo plástico e observar com o auxílio de um microscópio.
- Transferir uma alíquota (0,5 mL) do segundo, do terceiro e do quarto tubo para o meio de cultura de batata-dextrose-ágar das placas de Petri.
- Fechar as placas de Petri com as respectivas tampas.
- Inclinar as placas suavemente para os diversos lados para esparramar a suspensão na superfície do meio.
- Escrever nas placas, com caneta para retroprojetor, a diluição e a data. Para apagar, passar algodão ou papel embebido em álcool.
- Deixar as placas sobre a bancada ou mesa do laboratório.
- Observar diariamente as placas até o quinto dia.

O que aconteceu?

Por meio do microscópio, algumas vezes, dependendo do aumento usado, podem ser visualizados protozoários[3], nematoides[4], hifas de fungos[5], além de outras estruturas de microrganismos.

Nas placas de Petri, haverá intenso crescimento de diversos microrganismos do solo. As bactérias[6] surgem nas primeiras 24 horas e os fungos, nos dias seguintes.

[3] Organismo unicelular com capacidade de locomoção; ameba.

[4] Verme fino e alongado como um fio de linha.

[5] O fungo é um organismo multinuclear, organizado em filamentos denominados hifas − bolor e mofo. Os fungos podem ser comestíveis, prejudiciais ou benéficos. São decompositores de matéria orgânica.

[6] Organismo microscópico, unicelular, com forma desde esférica a bastonetes. As bactérias são encontradas no ar, no solo, na água e nos seres vivos. Podem causar doenças nas plantas, nos homens e nos animais, ou ainda podem ser usadas na produção de alimentos e de antibióticos. São decompositoras de matéria orgânica.

Você sabia?

No solo, estão presentes inúmeros microrganismos, principalmente bactérias (cerca de 100 milhões a 1 bilhão de organismos por grama de solo), fungos (cerca de 10 mil a 1 milhão de organismos por grama de solo), algas[7] (de mil a 10 mil por grama de solo), protozoários (de 10 mil a 100 mil por grama de solo) e nematoides.

Microrganismos do esterco

Objetivos

- Observar a presença de microrganismos degradadores de matéria orgânica e seus mecanismos de dispersão.

Material

- 2 caixas de sapato.
- Fita adesiva transparente.
- Esterco fresco de cavalo.
- Algodão.
- Pires ou fundos de placa de Petri.
- Microscópio.
- Lâminas para microscópio.
- Água ou corante azul-algodão.

[7] Organismo microscópico, geralmente unicelular e clorofilado. Produz o próprio alimento por meio de fotossíntese, captando energia solar e transformando-a em carboidratos. As algas são produtoras primárias da cadeia alimentar.

Procedimento

- Colocar as caixas de sapato em pé, apoiando o menor lado sobre uma mesa.
- Fazer três orifícios (0,5 cm x 1,0 cm) na face superior das caixas e recobri-los com fita adesiva transparente.
- Proceder aos seguintes tratamentos:

  a) Caixa nº 1 – Colocar esterco fresco de cavalo em um pires ou fundo de placa de Petri ou outro recipiente aberto dentro da caixa. Umedecer um chumaço de algodão e colocá-lo em um dos cantos, dentro de outro recipiente aberto, para manter o ambiente úmido. Fechar a caixa e deixá-la em um ambiente iluminado por uma semana.

  b) Caixa nº 2 – Procedimento igual ao da caixa nº 1, porém mantê-la em um ambiente escuro por uma semana.

- Depois de uma semana, retirar as fitas adesivas e colocá-las sobre lâminas de microscópio que contenham uma gota de água ou corante azul-algodão.
- Observar no microscópio.
- Observar o esterco das duas caixas.

O que aconteceu?

O esterco será recoberto por fungos que estavam presentes nele, os quais se desenvolveram nessas condições. Esses microrganismos alimentam-se do esterco e, assim, realizam sua decomposição.

Nas fitas adesivas retiradas da caixa nº 1, serão observados conídios[8] negros, de forma arredondada, que foram produzidos pelo fungo *Pilobolus*. Na outra caixa, não aparecerão esses conídios, que são produzidos por uma estrutura do

[8] Estrutura de reprodução assexual de fungos.

fungo que, na presença de luz, funciona como um canhão, lançando-os a certa distância. Por esse motivo, os conídios ficam grudados na fita adesiva.

Você sabia?

Diversos microrganismos colaboram para a decomposição dos resíduos orgânicos. Esse processo é importante na ciclagem dos nutrientes na natureza.

O processo de disseminação existente em todos os seres vivos é de extrema importância para o ambiente e para a sobrevivência das espécies. Os fungos apresentam diversas formas de disseminação de suas estruturas, que podem ser de forma passiva, por meio do vento e da chuva, ou de forma ativa, por meio de estruturas especiais como a do *Pilobolus*. Os conídios funcionam como sementes, e cada um pode dar origem a um novo indivíduo.

Decomposição da matéria orgânica

Objetivo

- Observar a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos.

Material

- 5 L de terra de jardim ou horta.
- 3 garrafas plásticas de refrigerante com 2 L de capacidade.
- Folhas de diferentes plantas.
- Pedaços pequenos de frutas e legumes.
- Pequenos objetos de plástico, como tampas de garrafas e de canetas, e outros materiais.
- Plástico.
- Elástico ou fita adesiva.

Procedimento

- Cortar a parte superior das garrafas de refrigerante.
- Fazer alguns furos na base das garrafas.
- Misturar a terra com as folhas, os pedaços de frutas e legumes e os objetos.
- Umedecer a mistura.
- Colocar a mistura dentro das garrafas.
- Cobrir as garrafas com um pedaço de plástico e prender com um elástico ou fita adesiva.
- Se a terra secar, colocar um pouco de água.
- Colocar as garrafas sobre a bancada ou mesa do laboratório.
- Após 15 dias, retirar a mistura de uma das garrafas, despejá-la sobre um jornal e observar o que vai acontecer com os materiais.
- Repetir o procedimento anterior aos 30 e aos 60 dias, com as demais garrafas.

O que aconteceu?

Os pedaços de frutas e legumes serão os primeiros a serem decompostos pelos microrganismos do solo. Em seguida, serão decompostas as folhas. Materiais de plástico não serão decompostos. Os microrganismos, para garantir sua sobrevivência e sua reprodução, alimentam-se de materiais orgânicos, como frutas, legumes e folhas.

Você sabia?

Os microrganismos são os responsáveis pela degradação dos materiais. Se não existissem os microrganismos, nada seria decomposto; a Terra seria um grande lixão e não haveria possibilidade de vida neste planeta.

O tempo de decomposição dos resíduos descartados na natureza varia de acordo com o material, por exemplo: embalagens de papel – 1 a 6 meses; casca

de frutas – até 3 meses; filtro de cigarro – 5 anos; chicletes – 5 anos; garrafas plásticas – 100 anos.

Doenças de frutos

Objetivos

- Observar a presença de microrganismos causadores de doenças de plantas.
- Verificar a transmissão do patógeno[9] de um material doente para um sadio.

Material

- Meia dúzia de bananas-maçã maduras.
- 3 laranjas sadias.
- 3 laranjas com bolor verde.
- Sacos plásticos.
- Microscópio.
- Lâminas e lamínulas para microscópio.
- Fita adesiva.
- Agulha.

Procedimento

Experimento com laranja

- Com auxílio da agulha, fazer 10 ferimentos na casca das laranjas sadias.
- Em um saco plástico, colocar as 3 laranjas sadias (com os ferimentos na casca) e as 3 laranjas com bolor verde.
- Umedecer as paredes do saco plástico e fechá-lo.

[9] Organismo capaz de causar doença.

- Colocar o saco sobre a bancada ou mesa do laboratório.
- Aguardar uma semana e observar os resultados.
- Após a observação visual, colocar em uma lâmina parte do fungo que cresceu sobre as laranjas para observação em microscópio.

Experimento com banana

- Colocar as bananas dentro de um saco plástico umedecido.
- Colocar o saco sobre a bancada ou mesa do laboratório.
- Observar diariamente o surgimento de lesões escuras nas bananas, conforme o amadurecimento das frutas.
- Aguardar uma semana e observar os resultados.
- Após a observação visual, colocar em uma lâmina parte do fungo que cresceu sobre as bananas para observação em microscópio.

O que aconteceu com as laranjas?

As laranjas sadias, após o período de incubação, apresentarão os mesmos sintomas da doença, isto é, apodrecimento e crescimento de um fungo de coloração verde. Isso ocorre em virtude da capacidade de disseminação do fungo de um fruto doente para um sadio.

No microscópio, observa-se a presença de conídios transparentes e arredondados em grande quantidade, pertencentes ao gênero de fungo *Penicillium*.

O que aconteceu com as bananas?

Com o tempo, as bananas vão adoecendo e é possível observar o surgimento de lesões pretas. Depois, elas vão ficando recobertas por uma camada cor-de-rosa, que contém as estruturas do patógeno que causou as manchas.

As estruturas são conídios ovais e transparentes que pertencem ao gênero de fungo *Colletotrichum*.

Você sabia?

Uma das principais características dos microrganismos é sua facilidade de multiplicação e disseminação.

Uma única laranja pode ter até 1 trilhão de conídios de *Penicillium*.

Microrganismos benéficos para plantas

Objetivo

- Verificar a presença de nódulos formados pelas bactérias fixadoras de nitrogênio.

Material

- 18 kg de solo de local agrícola.
- 6 vasos com capacidade para 3 kg de solo.
- Sementes de feijão.
- Sementes de soja.

Procedimento

- Encher os vasos com o solo.
- Semear 5 grãos de feijão por vaso, em 3 vasos, na profundidade de 1 cm.
- Semear 5 grãos de soja por vaso, nos outros 3 vasos, na profundidade de 1 cm.
- Molhar os vasos diariamente.
- Deixar em local com sol.
- Após a emergência dos vegetais, deixar apenas 2 plantas por vaso.
- Após 30 dias, retirar cuidadosamente as plantas dos vasos, de preferência lavando as raízes.

O que aconteceu?

Há a formação de nódulos arredondados em algumas partes das raízes de feijão e de soja. Internamente, esses nódulos apresentam a coloração rosa quando estão ativos.

Você sabia?

O nitrogênio é um nutriente essencial para todos os seres vivos. Muitas plantas podem obter o nitrogênio biologicamente, ou ainda ele pode ser fornecido pelos adubos produzidos industrialmente, causando problemas de poluição.

Uma das formas biológicas de obtenção de nitrogênio é por meio da associação da planta com bactérias chamadas *Rhizobium,* que têm capacidade de fixar o nitrogênio do ar, isto é, transformá-lo em uma forma assimilável pelas plantas. Para essa transformação, as bactérias formam nódulos nas raízes das plantas. Esse processo só ocorre quando há a associação entre a planta e a bactéria, pois nenhuma das duas consegue, sozinha, fixar o nitrogênio.

Esse tipo de associação, em que os dois organismos se beneficiam, é chamado de simbiose. A planta ajuda a bactéria a se multiplicar, e esta fornece o nitrogênio para a planta.

No comércio, podem ser encontrados inoculantes apropriados para o tratamento de sementes que contêm essas bactérias, garantindo maior formação de nódulos e, consequentemente, melhor suprimento de nitrogênio. Por causa desse organismo, não é preciso aplicar adubo nitrogenado na soja, o que resulta em economia de adubo e menor poluição do ambiente.

Microrganismos na alimentação

Objetivo

- Verificar a utilização dos microrganismos na produção de alimentos.

Material

- 1 tablete de fermento.
- 2 colheres (de sopa) de farinha de trigo.
- 4 colheres (de café) de açúcar.
- 2 béqueres ou copos com capacidade de 600 mL.
- Lâmina e lamínula para microscópio
- Água ou corante azul-algodão.
- Microscópio.

Procedimento

- Com o auxílio de um microscópio, observar uma pitada de fermento, esfarelado sobre uma lâmina com água ou corante, e coberto com uma lamínula.
- Em um béquer ou copo, esfarelar o tablete de fermento e misturar com 1 colher (de sopa) de farinha de trigo, 2 colheres (de sopa) de água e 2 colheres (de café) de açúcar.
- Em outro béquer ou copo, preparar a mesma mistura sem o fermento.
- Aguardar 20 minutos e observar.
- Pesquisar quais alimentos são produzidos com o auxílio de microrganismos.

O que aconteceu?

Por meio do microscópio, podem-se observar células da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) que constituem o fermento. A mistura com fermento, após os 20 minutos, apresenta um volume muito maior do que a outra sem o fermento, em virtude do crescimento e da multiplicação da levedura.

As bolhas formadas na mistura são devidas à liberação de CO_2 pela respiração das células da levedura.

Você sabia?

Alimentos nos quais há a participação de microrganismos: bolos, pães, iogurtes, queijos, bebidas alcoólicas (vinho, cerveja, cachaça e outras), champignon/cogumelo.

Os microrganismos também são importantes para a produção de medicamentos (antibióticos), além de serem causadores de doenças em seres humanos e animais (micoses, infecções, cáries e outras).

Controle de microrganismos: baixa temperatura

Objetivo

- Verificar o efeito da baixa temperatura no controle de microrganismos.

Material

- Alimento (fatia de presunto, mussarela, pão de forma, leite ou outro perecível).
- Geladeira.

Procedimento

- Deixar metade do alimento dentro da geladeira e a outra metade fora.
- Depois de cinco dias, observar o resultado.

O que aconteceu?

Os alimentos que ficaram na geladeira continuaram adequados para o consumo. Já os que ficaram fora da geladeira se deterioraram, com crescimento de

microrganismos e com cheiro desagradável, tornando-se impróprios para a alimentação, podendo causar intoxicações e até a morte.

Você sabia?

A refrigeração é o método mais conhecido e largamente utilizado para preservar alimentos e controlar doenças de frutos em pós-colheita.

As baixas temperaturas não destroem os microrganismos; apenas retardam ou inibem seu crescimento.

Os alimentos com crescimento de microrganismos são inadequados para o consumo, pois fungos e bactérias produzem toxinas que são muito perigosas para a saúde.

Controle de microrganismos: alta temperatura

Objetivo

- Verificar o efeito da alta temperatura no controle de microrganismos.

Material

- 1 kg de terra.
- Água fervida por 20 minutos.
- 2 formas.
- Forno.
- 1 batata.
- Panela com capacidade de 2 L.
- 2 copos ou béqueres com capacidade de 0,5 L.
- 2 sacos plásticos para cobrir os copos ou béqueres.
- Caneta para retroprojetor.

Procedimento

- Colocar metade da terra em uma forma e levar para o forno a 150 °C, durante 60 minutos.
- Na outra forma, colocar o restante da terra.
- Lavar bem a batata em água de torneira.
- Picar a batata em cubos.
- Colocar metade dos cubos de batata em cada forma e misturar com a terra.
- Colocar as misturas de terra com batata nos copos ou béqueres.
- Cobri-los com plástico e, na parte de fora, escrever que solo eles contêm.
- Umedecer os dois solos com água fervida por 20 minutos. Colocar um pouco a mais no solo seco, de forma que os dois fiquem com aproximadamente a mesma umidade, pois o tratamento térmico seca o solo.
- Após 5 dias, observar o crescimento de microrganismos nos pedaços de batata.

O que aconteceu?

Os cubos de batata colocados na terra não tratada no forno apodreceram, ao contrário dos cubos da terra tratada a 150 °C. Nos pedaços de batata colocados no solo tratado no forno, praticamente não houve o aparecimento de microrganismos, enquanto no outro solo, não tratado, houve intenso crescimento de fungos e bactérias.

Os pedaços de batata funcionaram como iscas para determinar a presença de fungos e bactérias no solo.

Você sabia?

As altas temperaturas causam a morte de boa parte dos microrganismos; por esse motivo, o processo é utilizado para preparo e conservação de alimentos e esterilização de diversos materiais.

Controle de microrganismos: pressão osmótica[10]

Objetivo

- Verificar o efeito da pressão osmótica no controle de microrganismos.

Material

- Goiabada.
- 3 placas de Petri (9 cm de diâmetro) de vidro ou de plástico.
- 1 colher.

Procedimento

- Cortar uma fatia de goiabada de aproximadamente 5 cm x 3,5 cm x 0,5 cm, e colocá-la em uma das placas de Petri.
- Colocar outra fatia, de tamanho igual à metade da anterior, em outra placa de Petri. Diluir com 10 mL de água e amassar com uma colher.
- Colocar uma terceira fatia de goiabada, de aproximadamente 1 cm x 1 cm x 0,5 cm, em outra placa de Petri. Diluir com 20 mL de água e amassar com uma colher.
- Tampar as placas.
- Observar as placas após uma semana.

O que aconteceu?

No pedaço de goiabada colocado na placa sem água não houve crescimento de microrganismos. No menor pedaço diluído em mais água, ocorreu crescimento de microrganismos e mudança de cor e de odor.

[10] Pressão exercida pelas moléculas de água ou por outro solvente por meio de uma membrana semipermeável. Essa membrana age como uma peneira, permitindo que as moléculas do solvente passem por ela, mas impede a passagem de moléculas maiores que estão diluídas no solvente.

Quanto mais água for adicionada, mais diluída ficará a goiabada. Esse fato causa a redução da pressão osmótica do sistema, além de permitir o desenvolvimento de microrganismos.

Você sabia?

A goiabada é um alimento cuja preservação é resultante da alta pressão osmótica, causada pela alta concentração de açúcar. A colocação de água provoca diluição do açúcar, reduzindo a pressão osmótica e possibilitando o desenvolvimento de microrganismos.

No caso da goiabada, a alta concentração de açúcar "rouba" água das células dos microrganismos, impedindo, assim, seu crescimento. O que acontece com as células dos microrganismos em um ambiente com muito açúcar é o mesmo que ocorre quando bastante sal é colocado em um tomate cortado: depois de algum tempo, começa a verter líquido.

Além da goiabada, outros alimentos são preservados com açúcar: geleias, frutas cristalizadas e marmelada.

O mesmo mecanismo é responsável pela preservação de alimentos com sal (bacalhau, carne-seca, peixes salgados).

Controle de microrganismos: antibióticos e fungicidas[11]

Objetivo

- Observar o efeito de produtos químicos no controle de microrganismos.

Material

- 1 g de terra de jardim.

[11] Produto químico que mata fungos.

- 5 tubos de ensaio ou copos plásticos com 9 mL de água fervida por 20 minutos.
- Pipeta graduada ou seringa plástica (10 mL) sem agulha.
- 100 g de batata.
- 1 pacote de gaze.
- 10 g de dextrose (comprada em farmácia).
- 8 g de ágar-ágar.
- 4 béqueres de 250 mL ou tigelas de porcelana pequenas.
- Antibiótico, como, por exemplo, estreptomicina (comprada em farmácia).
- Fungicida, como, por exemplo, nistatina (comprada em farmácia).
- 20 placas de Petri (9 cm de diâmetro) de vidro ou de plástico.
- Panela de pressão.
- Balança.
- Pera de borracha para pipetar.
- Caneta para retroprojetor.

Procedimento

Observação – Cuidado ao manusear o antibiótico e o fungicida, pois são extremamente tóxicos.

- Preparar meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA):
  a) Cozinhar 100 g de batata descascada e picada em 0,5 L de água por 30 minutos.
  b) Filtrar o caldo em gaze e completar com água até alcançar o volume de 0,5 L.
  c) Acrescentar 10 g de dextrose e 8 g de ágar.
  d) Cozinhar a mistura em panela de pressão por 30 minutos.

- Dividir o meio de cultura em quatro partes, colocando cada uma em um dos béqueres ou tigelas de porcelana.
- Na primeira parte, ainda quente e líquida, adicionar uma pitada do antibiótico e verter em 5 placas de Petri.
- Na segunda parte, ainda quente e líquida, adicionar uma pitada do fungicida e verter em 5 placas de Petri.
- Na terceira parte, ainda quente e líquida, adicionar uma pitada do antibiótico e uma do fungicida e verter em 5 placas de Petri.
- Verter em 5 placas de Petri a última parte do meio de cultura, ainda quente e líquida. Enquanto estiver vertendo, se o meio esfriar e endurecer, é necessário colocá-lo novamente ao fogo por alguns minutos até que ele derreta novamente.
- Pesar 1 g de terra e transferir para um tubo de ensaio ou copo plástico com 9 mL de água fervida (medida com auxílio da pipeta ou da seringa plástica).
- Agitar o tubo ou copo plástico para misturar o solo com a água até formar uma suspensão.
- Retirar 1 mL da suspensão, transferir para outro tubo ou copo plástico com 9 mL de água fervida e misturar novamente. É necessário cuidado quando realizar essa operação com pipeta: é recomendável usar uma pera de borracha para sugar a suspensão em vez da boca.
- Transferir uma alíquota (0,5 mL) do segundo tubo para o meio de cultura de batata-dextrose-ágar das placas de Petri.
- Escrever com a caneta para retroprojetor, na tampa de cada placa, as informações sobre o que elas contêm.
- Inclinar as placas suavemente para esparramar a suspensão na superfície do meio.
- Deixar as placas sobre a bancada ou mesa do laboratório.
- Observar diariamente as placas até o quinto dia.

O que aconteceu?

No meio de BDA, cresceram fungos e bactérias em abundância. No meio com antibiótico, apenas os fungos se desenvolveram, pois esse produto inibe as bactérias. No meio com fungicida, apenas as bactérias se desenvolveram, pois o fungicida inibe somente os fungos. No meio com antibiótico e fungicida, não houve desenvolvimento de fungos e de bactérias.

Você sabia?

A aplicação de agrotóxicos[12] na agricultura visa principalmente ao controle de pragas, doenças e plantas daninhas que são prejudiciais às culturas. Os produtos aplicados atuam também sobre outros microrganismos no ambiente, especialmente no solo, na superfície da planta e na água. Por esse motivo, a decisão de usar ou não um agrotóxico deve ser tomada após a análise de todas as consequências positivas e negativas que resultarão do processo.

Os antibióticos e os fungicidas são muito utilizados para o tratamento de doenças dos seres humanos; entretanto, esses produtos só devem ser usados sob orientação médica, pois podem ser extremamente tóxicos.

[12] Veneno que mata os microrganismos que causam doenças nas plantas, insetos, pragas e plantas daninhas.

Capítulo 11

Como investigar o lixo

Valéria Sucena Hammes

Em geral, a comunidade acostuma-se com o lixo jogado nas ruas, terrenos baldios, rios, sem se dar conta do significado desse cenário para a qualidade de vida das pessoas. Perceber a contribuição de cada um para a formação dessa paisagem degradada é uma forma de provocar a reflexão sobre como todos são responsáveis pela destinação dos resíduos.

Objetivo

Identificar que tipo de lixo é jogado nas redondezas, onde esses resíduos são depositados e quem são os responsáveis pelo descarte indevido desses materiais.

Material

Ambiente próximo à escola ou às casas dos alunos: rua, quarteirão, bairro, vila ou cidade.

Procedimento

O professor delimita a(s) área(s) de estudo de tal modo que possa(m) ser mapeada(s) pelos alunos individualmente ou em grupos.

O(s) desenho(s) da(s) área(s) deve(m) marcar ruas, quarteirões, córregos, praças, de tal maneira que os alunos possam identificar os locais onde as pessoas jogam lixo. Caso exista lixo jogado em uma área extensa, faz-se uma marcação diferenciada no mapa, com hachuras.

Em seguida, monta-se um questionário para investigar:

- Que tipo de material foi encontrado (o quê)? Especificar a natureza do material encontrado (papel, metal, plástico, pneus, comida, entre outros).
- Quem joga lixo nesses lugares (quem)? Empresas, todos os moradores do bairro, os familiares, amigos, vizinhos, etc.

O professor monta uma tabela no quadro com quatro colunas: local (rua, terreno baldio, rio, etc), material por tipo e uso (resto de comida, saco plástico, fogão) e as pessoas identificadas.

Em círculo, os alunos ou grupos apresentam os resultados e vão preenchendo a tabela. No caso de informações iguais, faz-se uma marca ao lado.

O professor hierarquiza as informações de acordo com o número de marcações, de tal modo que os alunos possam fazer o diagnóstico sobre a destinação do lixo da comunidade local.

Em seguida, inicia-se um breve debate, para dar continuidade ao processo Ver-Julgar-Agir.

Resultados esperados

Capacidade de perceber atitudes da comunidade contra ela mesma.

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.

Embrapa

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

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

ISBN 978-85-7035-019-0
CGPE 9732