

INFORME AGROPECUÁRIO



v. 21 - n. 202 - jan./fev. 2000 Uma publicação bimestral da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Agropecuária e Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV

DNA

Educação Ambiental.
Para esse projeto ter
futuro, a Cemig continua
aceitando parceiros.



Programas de conscientização e preservação do meio ambiente. São esses os projetos que a Cemig vem desenvolvendo com as crianças de todo o Estado. Já participaram desses programas mais de 100 mil crianças, utilizando as reservas e exposições da Cemig, tais como Peti, Volta Grande, Jacob, Galheiros e Igarapé. Para a Cemig, o cidadão começa a aprender e a discutir o meio ambiente desde cedo. Nesse importante trabalho, continuamos contando com os nossos parceiros: os alunos das escolas de Minas.

CEMIG



O ambiente é responsabilidade de toda a sociedade

O secretário de Estado de Meio Ambiente, Tilden Santiago, possui um vasto currículo, com formação em Jornalismo e Filosofia. É professor licenciado da UFMG, foi presidente do Sindicato dos Jornalistas de Minas Gerais, dirigente da Federação Nacional dos Jornalistas e fundador da Central Única dos Trabalhadores.

Como deputado federal, destacou-se nas Comissões de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática, Relações Exteriores e Meio Ambiente. À frente da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), Tilden Santiago confirma sua clara consciência sobre a importância que a questão ambiental tem para o destino da humanidade.



A preservação ambiental é hoje uma preocupação mundial, que envolve não apenas instituições que trabalham na área, mas toda a sociedade.

A EPAMIG, como empresa de pesquisa agropecuária, sabe que a preservação ambiental é fundamental na produção de alimentos saudáveis. Por isso, vem cada vez mais ampliando suas pesquisas nesta área, oferecendo subsídios aos trabalhos da Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Esta parceria tem proporcionado o aumento quantitativo e qualitativo dos resultados alcançados nas ações ambientais.

Estudos encaminhados à Semad priorizam tecnologias poupadoras, reutilizadoras e recicladoras, de matéria-prima (recursos naturais), de insumos, energia e de resíduos. E a contribuição permanente, através de tecnologias alternativas, a todos os sistemas de produção animal e vegetal dos diferentes ecossistemas do Estado.

A EPAMIG integra os Comitês de Bacias Hidrográficas e os Conselhos Municipais de Defesa do Meio Ambiente (Codemas).

IA - Qual a estrutura da Semad?

Tilden Santiago – A Semad é composta pelos seguintes órgãos: Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) – responsável pela Agenda Marrom, que trata do monitoramento da poluição das indústrias, das minerações, das siderurgias etc. Instituto Estadual de Florestas (IEF) – responsável

pela Agenda Verde, cuida das florestas, pesca, biodiversidade e licenciamento agrícola. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) – responsável pela Agenda Azul para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

IA - As atividades agrossilvipastoris, pela extensão que ocupam, provocam impactos ambientais e, muitas vezes, a degradação dos recursos naturais. Como a EPAMIG pode contribuir para a conservação/preservação ambiental em Minas Gerais?

Tilden Santiago – Toda política pública supõe fundamentação teórica. A EPAMIG, como empresa de pesquisa agropecuária, tem também a missão de buscar a melhoria das técnicas agrícolas aliadas à preservação ambiental. Não apenas a EPAMIG, mas todos os órgãos governamentais que buscam melhor qualidade de vida para a sociedade. O entrosamento dos sistemas de meio ambiente e pesquisa é de fundamental importância para que se atinja este objetivo.

IA - Até que ponto a falta de uma política agrícola pode ser responsabilizada pela degradação dos recursos naturais?

Tilden Santiago – Há um desprezo total do governo brasileiro pela agricultura, tanto para a política agrícola, quanto para a reforma agrária. Esta situação é decorrente do modelo econômico que se adotou no

Brasil. Não há preocupação com o incremento do mercado interno – produzir para a mesa da população brasileira. O interesse é produzir em grande escala para exportação. Se houvesse uma opção pelos pequenos e médios produtores, a pesquisa e a tecnologia seriam orientadas para o atendimento deste mercado. E uma das principais conseqüências desse descaso é a falta de tecnologia aplicada para preservação ambiental, criação de técnicas menos agressoras, falta de planejamento de ocupação agrícola. Entretanto, independente desta deficiência, o homem do campo vem provando que sabe respeitar o meio ambiente. Na região Leste de Minas, em Muriaé, Visconde do Rio Branco e Miradouro, uma associação de pequenos produtores, orientados por uma equipe da UFV, pratica uma agricultura que não causa danos ao meio ambiente. Produzem alimentos saudáveis, com utilização de defensivos alternativos, não agressores.

IA - No que diz respeito às atividades agrossilvipastoris, sabe-se que a utilização de mapas de capacidade de uso dos solos e/ou de aptidão agrícola das terras é uma ferramenta essencial na preservação ambiental. Assim, a que se pode atribuir a inexistência desses mapas, em escala compatível, para o direcionamento dessas atividades de forma mais sustentável?

Tilden Santiago – Os mapas são produtos de um estudo de caracterização ambiental

e de indicação de usos compatíveis com as características de cada região, levando-se em consideração os fatores biofísicos e sócio-econômicos. Este estudo é o que chamamos zoneamento ambiental, ou zoneamento ecológico-econômico. A Semad está, a partir desta gestão, iniciando a elaboração deste zoneamento. Estamos ainda num estágio de formação de um banco de dados. Entretanto, este zoneamento necessita de um trabalho conjunto com outras instituições de planejamento e pesquisa.

IA - O baixo retorno econômico da produção agrícola tem levado os produtores, principalmente os pequenos, a partirem para a industrialização de seus produtos, objetivando maior retorno econômico de suas atividades. Qual a implicação ambiental do funcionamento dessas agroindústrias?

Tilden Santiago – O fato de criarem agroindústrias não significa necessariamente degradação ambiental. Em Conceição do Mato Dentro, por exemplo, foi criada uma agroindústria de sucos, na qual o meio ambiente é respeitado. Esta agroindústria fomentou a agricultura familiar, a medicina alternativa e a educação ambiental. Outro exemplo semelhante são as agrovilas ao redor de Brasília. Eu mesmo vivi no Nordeste brasileiro e em Israel experiências agrícolas como os kibutzim, que são agroindústrias não-agressoras. Contudo, existem outros empreendimentos de produção em larga escala, de grandes grupos econômicos, que não têm preocupação com a educação ambiental, proteção dos solos e nascentes. Portanto, o que se conclui é que falta consciência em alguns casos e, para estes, somente uma legislação orientadora e punitiva.

IA - A compostagem de resíduos sólidos urbanos (lixo) pode proporcionar alguma contribuição para a mitigação de impactos ambientais em áreas rurais?

Tilden Santiago – Quanto melhor organizados estiverem os municípios para a implantação de usinas de compostagem – adequadas ao porte da região – mais benefícios a agricultura terá. O resultado desta compostagem é um adubo limpo, ambientalmente saudável. A Semad está implementando um programa de apoio à organização desses municípios na escolha das formas mais adequadas de gestão do lixo.

IA - Como as atividades pecuárias contribuem para a degradação dos recursos naturais?

Tilden Santiago – A pecuária bovina, quando aplicada irracionalmente, com uso de queimadas e desmate para formação de pastagem, o não uso de divisão de pastos e excesso de pastoreio, causa sérios prejuízos ao solo, com sua compactação e erosão. Além disso, também causa danos aos cursos d'água com seu assoreamento. A pecuária de pequenos animais (suínos e aves), em escala comercial, ao lançar seus dejetos nos diversos cursos d'água, provoca poluição e torna a água inaproveitável.

IA - A água tem sido extremamente poluída por atividades agropecuárias. Como evitar este processo?

Tilden Santiago – A Semad está dando todo o suporte para o desenvolvimento dos comitês de bacias hidrográficas. A crescente poluição das águas por atividades agropecuárias no Brasil é um fato que deveria preocupar e mobilizar a todos, para a sua superação. São muitos os prejuízos que podem advir de práticas agropecuárias descompromissadas com a proteção e a conservação dos recursos hídricos. E esses prejuízos não dizem respeito apenas ao meio ambiente. Mais cedo ou mais tarde eles atingirão em cheio a própria agropecuária, que poderá ficar inviabilizada pela falta de água com qualidade e quantidade requeridas por essa importante atividade econômica e social. E há ainda os malefícios sobre a própria saúde humana, associados à deterioração da qualidade e à redução da quantidade da água superficial e subterrânea, utilizadas para consumo humano. A solução dos problemas relacionados com a poluição das águas em áreas rurais passa sobretudo pela conscientização da população envolvida e pela sua capacitação para a adoção de práticas adequadas de conservação do solo e da água. Esta degradação pode ser evitada através da utilização racional e responsável de fertilizantes e de agrotóxicos; disposição adequada de dejetos; manutenção e/ou recomposição da cobertura vegetal sobretudo em áreas essenciais como as de recarga de água subterrânea (matas de topo e bosquetes transversais e longitudinais) e aquelas situadas ao longo de corpos de água (matas ciliares); proteção de nascentes e veredas; utilização da terra respeitando a sua capacidade de uso e adotando práticas corretas de cultivo; controle das enxurradas e das erosões; embaciamento das águas pluviais de estradas; limitação das captações de água à capacidade dos respectivos mananciais e aquíferos; emprego de sistemas, manejos e tecnologias poupadoras de insumos, de

energia e de irrigação; não utilização de água contaminada para irrigação de hortaliças e vegetais assemelhados. A organização dos diversos usuários de recursos hídricos em comitês de bacias hidrográficas e a adoção de programas de manejo integrado para essas mesmas bacias ou sub-bacias são providências fundamentais para garantir a conservação do solo e da água, o que contribuirá decisivamente para tão desejável e necessária garantia da qualidade e da quantidade de nossos recursos hídricos. Os comitês e os programas de manejo integrado de bacias hidrográficas têm por finalidade concentrar esforços dos respectivos usuários de água, para que todas as atividades dentro da bacia sejam desenvolvidas de forma sustentável e trabalhadas integradamente. Somente com a participação e o comprometimento de todos os usuários de água é que será possível evitar a degradação e o comprometimento dos recursos hídricos.

IA - Como se encontra a questão da preservação ambiental em Minas Gerais e quais as ações/estratégias da Secretaria de Meio Ambiente para o ano 2000?

Tilden Santiago – Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente e secretarias estaduais, há um consenso de que Minas Gerais foi o que mais avançou na organização do aparelho de Estado que cuida do meio ambiente. Entre as principais propostas da Semad para o próximo ano, destacam-se: o esforço de trabalhar para descentralização da gestão ambiental, incentivo à criação e fortalecimento dos Codemas e das secretarias municipais, fortalecimento dos escritórios regionais e locais do IEF. Criação e fortalecimento dos comitês de bacias hidrográficas, municipalização, dentro do possível, de instâncias locais de planejamento e de licenciamento ambiental. Intensificação da educação ambiental no sentido de dar ênfase ao caráter preventivo e pedagógico do sistema, sem abandonar as tarefas de monitoramento e vigilância dos agentes poluentes. Na comemoração dos 500 anos de descobrimento do Brasil, será iniciada campanha de plantio de pau-brasil, Projeto Mudar Brasil, que vai estender-se por dois anos. Implementar o Programa Lixo e Cidadania no Estado, promovido pela Unicef. Implantar unidades de conservação estaduais (reservas naturais protegidas). Intensificar o percentual de matas ciliares e de topo, para evitar assoreamentos e erosões.

REVISTA BIMESTRAL
ISSN 0100-3364
INPI: 1231/0650500

COMISSÃO EDITORIAL

Márcio Amaral
Marcos Reis Araújo
Marcelo Franco
Antônio M. S. Andrade
Luthero Rios Alvarenga
José Braz Façanha
Eustáquio da Abadia Amaral
Vânia Lúcia Alves Lacerda

EDITOR

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Maria Inês Nogueira Alvarenga e Hugo Adelande Mesquita

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Marlene A. Ribeiro Gomide

AUTORIA DOS ARTIGOS

Alessandro Vanini Amaral de Souza, Antônio Carlos da Silva Zanzini, Antônio de Arruda Tsukamoto Filho, Carlos Eduardo Mazzetto Silva, Carlos Ernesto Schaefer, Charles Aparecido Gonçalves Ferreira, Felipe Bello Simas, Helcio Andrade, Helena Maria Ramos Alves, Hugo Adelande Mesquita, Ivan Pereira Leite, Jackson C. Ferreira Campos, Jeferson Antônio de Souza, Jésus José de Oliveira, José Francisco do Prado Filho, Júlio N. C. Louzada, Leopoldo Loreto Charmelo, Marcelo Nivert Schilindwein, Márcia Ferreira Guerra, Marcos Affonso Ortiz Gomes, Maria Inês Nogueira Alvarenga, Miralda Bueno de Paula, Miriam Abreu Albuquerque, Nelson Venturin, Newton Moreno Sanches, Renato Luiz Grisi Macedo, Ricardo Silveira de Carvalho, Rodrigo De Filippo, Rose Myrian Alves Ferreira e Tatiana Grossi Chquiloff Vieira

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide, Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Digitação: Maria Alice Vieira e Rosângela Maria Mota Ennes

Formatação: Maria Alice Vieira e Rosângela Maria Mota Ennes

Capa: Lamounier Lucas Pereira Júnior

Programação visual: Lamounier Lucas Pereira Júnior

IMPRESSÃO

PUBLICIDADE

Miguel Talini Marques Filho
Assessoria de Marketing
Av. Amazonas, 115 - CEP 30180-902 - Belo Horizonte-MG
Fone: (31) 273-3544 e 274-8194 - Fax: (31) 273-3884

Copyright © - EPAMIG - 1977

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . -
Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Bimestral
Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. -
v.1, n.1 - (abr.1975).
ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agricultura - Aspecto
Econômico - Periódico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

ASSINATURAS: SETA/EPAMIG

Amazonas, 115 - 6º andar - Caixa Postal 515 - Fone: (031) 273-3544 Ramais 137/149
Fax: (031) 201-8867 - CEP 30180-902 Belo Horizonte, MG, Brasil
CGC(MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Sustentabilidade - O desafio da pesquisa

Estimativas indicam que, atualmente, 40% da produção líquida primária da biosfera, em termos de apropriação de recursos naturais e energia, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), já está comprometida para o consumo humano. A população cresce num ritmo acelerado e a demanda por alimentos exerce forte pressão sobre os recursos hídricos, causando conflitos entre agricultura, abastecimento urbano e geração de energia. Técnicos do comitê *Global Water Partnership* (G.W.P.) estimam que para cada tonelada de grãos, são necessários, atualmente, 1.000 a 10.000m³ de água.

As projeções apontam escassez de água para 20% da população mundial, dentro de 25 anos. Além de ser fonte de vida, os recursos hídricos são imprescindíveis na geração de riqueza, sendo, portanto, um bem natural, ecológico, social e econômico, daí a importância de compatibilizar o gerenciamento desse recurso com o desenvolvimento e proteção do meio ambiente.

A agricultura intensiva tende a produzir ecossistemas homogêneos e cada vez mais simplificados, sendo que estas mudanças no processo produtivo aumentam a produtividade, mas geram distúrbios no agroecossistema.

A questão ambiental, portanto, não é apenas um detalhe do sistema de produção, mas um imperativo dentro do conceito de desenvolvimento sustentável. A agricultura sustentável não constitui um conjunto de práticas especiais, mas um objetivo, que contemple, dentre outros, a conservação dos recursos naturais e produtividade dos sistemas agropecuários.

A atividade rural brasileira tem passado por profundas modificações e não pode mais ser tomada como um conjunto de atividades agropecuárias e/ou agroindustriais. O meio rural ganhou novas funções, podendo oferecer água, ar, turismo, lazer e bens de saúde. Ciente disto, a EPAMIG tem procurado orientar sua pesquisa para monitorar os problemas relacionados com a degradação ambiental, conservar os recursos genéticos, a biodiversidade em áreas prioritárias e desenvolver tecnologias ambientalmente adaptadas, que assegurem a lucratividade e a sustentabilidade do setor agropecuário e, conseqüentemente, o desenvolvimento social e econômico do país.

Márcio Amaral
Presidente da EPAMIG

As alterações ambientais provenientes da degradação dos ecossistemas, notadamente pelo uso excessivo das terras, além de sua capacidade e/ou de sua aptidão agrícola, são cada vez mais evidentes. Nessa interface ficam os produtores como os principais responsáveis. Entretanto, a sociedade precisa lembrar que é o setor agropecuário que proporciona maior número de empregos, levando o desenvolvimento para várias regiões do país, e aliar-se a ele para cobrar dos dirigentes nacionais e entidades internacionais, alternativas e medidas que realmente venham contribuir para o desenvolvimento agrícola do país.

A EPAMIG preocupada com os rumos do setor e consciente de sua importância social, conta com uma equipe multidisciplinar, para avaliação das implicações ambientais de suas pesquisas. Promove também esclarecimentos técnicos sobre estas implicações através de dias de campo, de cursos para extensionistas e de suas várias publicações, com ampla penetração nos meios produtivos acadêmicos, de extensão e até científico. Esta edição, sobre o tema Agropecuária e Ambiente, visa o desenvolvimento do setor agropecuário, em harmonia com o ambiente. Através da abordagem geral de como essas atividades afetam os diferentes componentes do ambiente são apresentados esclarecimentos técnicos para mitigação dos impactos negativos e maximização dos positivos, provenientes do setor.

A coordenação técnica

Sumário

Avaliação do impacto ambiental e a legislação brasileira	
<i>Rose Myrian Alves Ferreira</i>	5
Bases para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA)	
<i>Maria Inês Nogueira Alvarenga e Jeferson Antônio de Souza</i>	12
Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental	
<i>Carlos Ernesto Schaefer, Miriam Abreu Albuquerque, Leopoldo Loreto Charmelo, Jackson C. Ferreira Campos e Felipe Bello Simas</i>	20
Impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos	
<i>Rodrigo De Filippo</i>	45
Educação ambiental	
<i>Márcia Ferreira Guerra</i>	54
Indicadores de impactos das atividades agropecuárias	
<i>Hugo Adelante Mesquita, Miralda Bueno de Paula e Maria Inês Nogueira Alvarenga</i>	57
Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária	
<i>Júlio N. C. Louzada, Newton Moreno Sanches e Marcelo Nivert Schilindwein</i>	72
Impacto da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre	
<i>Antônio Carlos da Silva Zanzini e José Francisco do Prado Filho</i>	78
Criação comercial de animais silvestres: fonte alternativa de renda	
<i>Jésus José de Oliveira e Ivan Pereira Leite</i>	88
Princípios de grossilvicultura como subsídio do manejo sustentável	
<i>Renato Luiz Grisi Macedo, Nelson Venturin e Antônio de Arruda Tsukamoto Filho</i>	93
Sistemas de informação geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias	
<i>Helena Maria Ramos Alves, Tatiana Grossi Chquiloff Vieira e Helcio Andrade</i>	99
Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) como mitigador de impactos sócio-econômicos em empreendimentos agropecuários	
<i>Marcos Affonso Ortiz Gomes, Alessandro Vanini Amaral de Souza e Ricardo Silveira de Carvalho</i>	110
Sustentabilidade ambiental e gestão do uso da terra: uma abordagem voltada aos assentamentos de reforma agrária	
<i>Carlos Eduardo Mazzetto Silva</i>	120
Recuperação de áreas degradadas	
<i>Charles Aparecido Gonçalves Ferreira</i>	127

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 21	n.202	p.1-132	jan./fev. 2000
----------------------	----------------	-------	-------	---------	----------------

O Informe Agropecuário é indexado nas Bases de Dados: CAB INTERNATIONAL e AGRIS.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

Avaliação do impacto ambiental e a legislação brasileira

Rose Myrian Alves Ferreira¹

Resumo - A agropecuária é uma atividade que interfere e/ou se utiliza dos recursos naturais, podendo provocar impactos negativos ao meio ambiente, sendo portanto considerada potencialmente degradadora e/ou poluidora do meio ambiente. Para minimizar ou evitar os impactos negativos gerados ao meio ambiente, é importante que o agropecuarista quebre barreiras existentes com relação à legislação ambiental, avaliando os impactos negativos e positivos gerados pela atividade. Um dos instrumentos que muito auxiliam neste processo é o licenciamento ambiental, devendo o empreendedor fazer uma consulta, junto ao órgão estadual do meio ambiente, sobre a necessidade de licenciamento ambiental da atividade a ser desenvolvida ou até mesmo iniciada. Desse modo, os agropecuaristas poderão orientar-se como proceder uma atividade produtiva e ambientalmente correta, estendendo por muitos anos a vida útil das propriedades agrícolas.

Palavras-chave: Agropecuária; Impacto ambiental; Licenciamento ambiental; Legislação; Orientação.

INTRODUÇÃO

A humanidade, através dos séculos, vem conquistando espaços, isto quase sempre às custas de contínua e crescente pressão sobre os recursos naturais. Esta conquista, na maioria das vezes, visa benefícios imediatos, privilegiando o crescimento econômico a qualquer custo e relegando, a um segundo plano, a capacidade de recuperação dos ecossistemas (Tauk-Tornisielo et al., 1995).

Desse modo, são relativamente comuns, hoje, a contaminação das coleções d'água, a poluição atmosférica e a substituição indiscriminada da cobertura vegetal nativa, com a conseqüente redução dos habitats silvestres, entre outras, como formas de degradação do meio ambiente (Silva, 1988 e Silva, 1994, citados por Silva, 1998).

Estabelecida esta situação, surgiu, a partir da década de 60, a preocupação das nações em procurar um ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento e as práticas ambientais conservacionistas e preserva-

cionistas (Tauk-Tornisielo et al., 1995).

Num país onde extensas áreas são ocupadas pela agropecuária, é fundamental conscientizar os proprietários rurais, profissionais e empresários do setor, que a atividade agropecuária é considerada potencialmente degradadora e/ou poluidora do meio ambiente, pois ela interfere e/ou se utiliza dos recursos naturais, quais sejam, solo, água, vegetação natural, espécies da fauna silvestre, peixes etc.

A distância temporal entre a atividade agropecuária, que é uma prática milenar, e a questão ambiental, despertada há poucas décadas, pode ser um dos fatores responsáveis pela pouca, ou nenhuma, consciência das pessoas, quanto aos impactos negativos gerados ao meio ambiente. Estes impactos são ainda maiores, se considerarmos que muitas destas atividades agropecuárias são realizadas sem a adoção de práticas conservacionistas e sem tratamento dos resíduos gerados, como por exemplo, na pecuária leiteira, em que o material de lavagem de estábulos é lançado, sem

nenhum tratamento, nos cursos d'água. As conseqüências de atos lesivos ao meio ambiente muitas vezes vêm sendo consideradas inevitáveis ou associadas à má-sorte, quando, na realidade, podemos considerar que é um uso inadequado dos recursos naturais.

Essa discussão tem sido ampla, porém, observamos que há uma lacuna entre a legislação ambiental e a sua aplicação. Estes instrumentos ainda são desconhecidos da maioria das pessoas, inclusive daquelas que atuam em atividades que se utilizam dos recursos naturais. Achar responsáveis por este desconhecimento não é tão simples. Não é raro depararmos com congressos, seminários, simpósios, reuniões entre especialistas de diversas áreas, objetivando discutir temas sobre legislação ambiental e outros instrumentos legais.

A atividade agropecuária não está excluída deste quadro de desconhecimento/descumprimento das exigências legais relativas à questão ambiental. Isto é preocupante, pois ela é considerada uma atividade eco-

¹Eng^a Agr^a, M.S., IBAMA, Rua Bernardino Macieira 220, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: ibama@lavras.br

nomicamente básica, ocupando áreas geograficamente extensas.

Os impactos positivos da atividade agropecuária, como geração de empregos, oferta de alimentos, produtos essenciais à vida humana, fixação do homem no campo ou em pequenos centros, são evidentes, amplamente reconhecidos e de grande importância. Mas, de certa forma a sociedade tem sido complacente com os danos ambientais provocados pelas atividades agropecuárias, em favor dos benefícios gerados pelo setor. No entanto, é irracional e injustificável que, para produzirmos o alimento de hoje, comprometamos os recursos naturais de amanhã.

Assim, a legislação e outros instrumentos legais relativos ao meio ambiente devem ser de amplo conhecimento e em uma linguagem de melhor compreensão, pois através da disseminação e internalização dessas informações, por meio da educação e extensão ambiental, poderemos evoluir, no sentido de realizar uma atividade agropecuária sustentável que leve, conseqüentemente, a um meio ambiente mais equilibrado.

Este trabalho tem como proposta, despertar nos proprietários rurais e profissionais que atuam na atividade agropecuária, a importância de quebrar as barreiras existentes com relação à legislação ambiental e seus instrumentos, de forma que venham a conhecê-los e usá-los em benefício de uma agropecuária produtiva e com os impactos ambientais negativos minimizados ou até mesmo evitados.

AValiação DO IMPACTO AMBIENTAL

Antes de iniciarmos o tema é importante que tenhamos conhecimento de alguns termos definidos pela Lei 6.938/81, art. 3º (Pinto, 1996):

- a) meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

b) degradação da qualidade ambiental: alteração adversa das características do meio ambiente.

c) poluição: a degradação da qualidade ambiental de atividade que direta ou indiretamente pode:

- prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- criar condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetar desfavoravelmente a biota;
- afetar as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- lançar matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

d) poluidor: a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividades causadoras de degradação ambiental;

e) recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

O impacto ambiental é definido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) 001/86 (Conama, 1992), como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam:

- a) a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) as atividades sociais e econômicas;
- c) a biota;
- d) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- e) a qualidade dos recursos ambientais.

É importante ressaltar que o conceito de impacto ambiental abrange apenas os

efeitos da ação humana sobre o meio ambiente, isto é, não considera os efeitos oriundos de fenômenos naturais, e ainda dá ênfase principalmente aos efeitos destes impactos no homem, demonstrando uma conotação antropocêntrica dessa definição.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), de grande importância para gestão institucional de planos, programas e projetos, em nível federal, estadual e municipal, permitindo à sociedade e ao Estado dimensionarem as ações de desenvolvimento e propostas, antes que estas venham a ocorrer, levando em consideração as questões ambientais e sócio-econômicas. Desse modo, na avaliação não se deve considerar apenas o lado técnico/ambiental, mas a opinião de diversos grupos sociais, que de forma direta ou indireta estão envolvidos no processo. Na avaliação, incluem-se as fases de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), audiência pública e decisão do órgão de meio ambiente, destinados a fazerem um exame sistemático das conseqüências ambientais das ações propostas (projetos, planos, programa e políticas).

HISTÓRICO

Desde os primórdios da história das civilizações, o homem buscou reconhecer e experimentar o ambiente em que vive, porém, a institucionalização da AIA é recente.

Diversos países, incluindo o Brasil, nortearam-se em experiências americanas para institucionalizar a AIA.

Com a aprovação nos Estados Unidos, em 1969, do National Environmental Policy Act of 1969 (Nepa), que corresponderia no Brasil ao PNMA, instituiu-se a AIA interdisciplinar para projetos, planos e programas e para propostas legislativas de intervenção no meio ambiente. O documento que apresenta o resultado dos estudos produzidos pela AIA recebeu o nome de Environmental Impact Statement (EIS), isto é, Declaração de Impacto Ambiental. Este

documento mostrou ser um instrumento eficiente, principalmente no que se refere à participação da sociedade civil nas tomadas de decisão pelos órgãos ambientais, via audiências públicas (Avaliação...,1995).

O processo de institucionalização da AIA, como instrumento de gestão ambiental, foi liderado por empresas, centros de pesquisas e universidades de países desenvolvidos, a partir da realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo, Suécia. Nessa conferência foi recomendada aos países, de modo geral, a inclusão da AIA no processo de planejamento e decisão de planos, programas e projetos de desenvolvimento. Isto propiciou o surgimento de uma ampla literatura especializada sobre AIA e EIA/RIMA, alterando políticas de desenvolvimento e intervenções econômicas, antes orientadas por parâmetros exclusivamente econômicos - financeiros (Avaliação..., 1995) e porque não dizer, imediatistas.

No Brasil, a AIA foi adotada, principalmente, por exigências de organismos de financiamento como o Banco Mundial (BIRD) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Essas exigências ocorreram tanto em função das repercussões internacionais dos impactos ambientais negativos causados pelos grandes projetos de desenvolvimento implantados na década de 70, como dos desdobramentos da Conferência de Estocolmo, em 1972, conforme já mencionado anteriormente.

A AIA foi instituída como instrumento legal no Brasil, através da Lei 6.938/81, que dispõe sobre a PNMA e seus instrumentos (Pinto, 1996). “Esta política tem por objetivo preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

- I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, con-

siderando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

- II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;
- V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII - recuperação de áreas degradadas;
- IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente”.

Constituição Federal Brasileira na história da proteção ambiental

A Constituição Federal de 1988 veio contribuir sobremaneira à proteção ambiental, dedicando o Capítulo VI ao meio ambiente, o qual estabelece no seu artigo 225, que “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...” (Oliveira, 1992). Neste artigo, a responsabilidade de cuidar do meio am-

biente é passada a todos os cidadãos e não somente aos órgãos governamentais, que têm a incumbência primordial de assegurar este direito referido.

A obrigação de avaliar o impacto ambiental foi reforçada com a promulgação da Constituição Federal, em 1988, através do seu art. 225, item IV, em que exige, na forma da lei, o estudo prévio de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, e que ainda seja dada a publicidade do mesmo, isto quer dizer que este estudo deve ser divulgado à comunidade, permitindo que ela possa participar, avaliando e opinando nas decisões (Oliveira, 1992).

O art. 225 ainda determina que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. O proprietário rural tem que estar ciente desta obrigação, pois quando ceder uma área em sua propriedade para extração mineral, deverá prever em contrato, dentre outras cláusulas, a reparação do dano ambiental pelo empreendedor (empresa mineradora) e acompanhar se está sendo cumprido o previsto em contrato e na legislação ambiental vigente. Caso contrário ele poderá ser considerado co-responsável pelo dano ambiental ocorrido em sua propriedade, segundo a Lei de Crimes Ambientais de nº 9.605/98 (Lei..., 1998).

Para que se possa atingir os objetivos citados, a Constituição Federal estabelece, quanto à questão ambiental, a competência comum da União, Estados e do município em “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas e preservar a floresta, a fauna e a flora” (art. 23, VI e VII). Já a competência de legislar é concorrente da União, Estados e Distrito Federal (art. 24, 1º), cabendo à União tão-somente estabelecer normas gerais, o que não exclui a competência complementar dos Estados para atender peculiaridades (art. 24, 2º). No caso de inexistência de normas gerais, os Estados exercerão a com-

petência plena, para atender suas peculiaridades (art. 24, 3º). Se houver uma lei federal superveniente (art. 24, 4º), sob forma de normas gerais, a eficácia da lei estadual é suspensa, no que colidir com a primeira.

Para assegurar a proteção ao meio ambiente, estabelecida pela Constituição Federal, a Lei nº 6.938/81 (alterada pela Lei nº 7.804/89 e regulamentada pelo Decreto 99.274/90) e a Lei de Crimes Ambientais (Lei..., 1998) regulamentada pelo Decreto 3.179/99 têm sido instrumentos legais muito importantes (Brasil, 1999).

SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (SISNAMA)

Para a execução da PNMA, a Lei 6.938/81, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, estabeleceu o Sisnama, constituído por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos territórios e dos municípios, bem como das fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. A competência de cada órgão ou entidade que compõe o Sisnama está estabelecida em legislação própria. Com o passar dos anos algumas alterações foram realizadas. Atualmente, o Sisnama tem a seguinte estrutura (alterações recentes feitas pela Medida Provisória nº 1.795/99 e Decreto 2.923/99) (História..., 1999):

Órgão Superior (Conselho do Governo);

Órgão Central - Ministério do Meio Ambiente (MMA);

Órgãos Específicos Singulares

Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos

Secretaria de Biodiversidade e Florestas

Secretaria de Recursos Hídricos (SRH)

Secretaria de Coordenação da Amazônia

Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Órgãos Colegiados

Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama)

Conselho Nacional da Amazônia Legal (Conamaz)

Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Comitê do Fundo Nacional do Meio Ambiente

Entidades Vinculadas

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)

Companhia de Desenvolvimento de Barcarena (Codebar)

Entidades seccionais

Órgãos ou entidades da Administração Pública Federal direta e indireta, as fundações instituídas pelo poder público, cujas atividades estejam associadas as de proteção da qualidade ambiental ou aquelas de disciplinamento do uso de recursos ambientais, bem como os órgãos e entidades estaduais responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental. Neste grupo de entidades estão incluídas as Organizações Estaduais do Meio Ambiente (OEMAs), como as Secretarias Estaduais do Meio Ambiente e órgãos a elas vinculados.

Órgãos locais

Órgãos ou entidades municipais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades previstas como de execução da PNMA, nas suas respectivas jurisdições. Neste nível estão incluídos as Secretarias e os Conselhos Municipais de Meio Ambiente.

Dentro do que instituiu a Lei nº 6.938/81 e a Constituição Federal, os Estados vêm estabelecendo sua política ambiental. Em Minas Gerais, o Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) exerce o papel de órgão colegiado do sistema ambiental, responsável pela formulação da política

ambiental do Estado. Sua estrutura, com base em um sistema colegiado, composto por representantes do governo e da sociedade civil, consagrou a fórmula do gerenciamento participativo do Conama (Feam, 1998).

A evolução do processo de institucionalização da política ambiental no estado de Minas Gerais levou, em 1995, à criação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), tendo como entidades vinculadas: o Instituto Estadual de Florestas (IEF), a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), cada um com suas funções específicas, trabalhando com legislações estaduais e, no caso de ausência destas, com as federais. Como exemplo de legislação estadual, em Minas Gerais, temos a Lei Florestal nº 10.561/91 que trata da proteção às florestas e demais formações vegetais (Minas Gerais, 1995); a Lei nº 12.265/96 que dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e da aqüicultura no Estado e outros instrumentos legais que auxiliam na proteção do meio ambiente (Minas Gerais, 1996).

LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental, um dos instrumentos da PNMA, é o "procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, licencia a localização, instalação, ampliação, e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso" (Conama, 1997).

A competência do licenciamento, estabelecida pela Lei nº 6.938/81, alterada pela Lei nº 7.804/89, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90 e pela Resolução Conama nº 237/97, é do órgão estadual, integrante do Sisnama, e do Ibama em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigí-

veis. No caso de atividade e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional e regional a competência do licenciamento é do Ibama. A definição de impacto ambiental regional é dada pela Resolução Conama nº 237/97 (Conama, 1997), como "...todo e qualquer impacto que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados". Conforme o artigo 4º desta Resolução, compete ao Ibama, órgão executor do Sisnama, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, quais sejam:

- a) localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União;
- b) localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;
- c) cujos impactos ambientais diretos ultrapassarem os limites territoriais do país ou de um ou mais Estados;
- d) destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN);
- e) bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

O Ibama fará o licenciamento nos casos acima mencionados, após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos envolvidos no procedimento de licenciamento.

As definições, responsabilidades, crité-

rios básicos e as diretrizes gerais para o uso, a implementação da AIA, como um dos instrumentos da PNMA, necessários ao licenciamento ambiental, são estabelecidas pela Resolução Conama nº 001/86, 011/86, 009/90 e 010/90 e 237/97 (Conama, 1992, 1997). Aqui, é importante lembrar que, além de termos noções sobre procedimentos em nível federal, temos que saber quais são as exigências legais dentro do Estado e município em que estamos ou que vamos trabalhar.

Em Minas Gerais, o licenciamento é exercido pelo Copam, por intermédio das Câmaras Especializadas, subsidiadas tecnicamente pela Feam, no tocante às atividades industriais, minerárias e de infra-estrutura e o IEF, no tocante às atividades agrícolas, pecuárias e florestais.

Em nível federal, a obrigatoriedade de licenciamento ambiental das atividades agropecuárias não estava bem definida. Recentemente, com a Resolução Conama nº 237/97, as atividades como: projeto agrícola; criação de animais e projetos de assentamentos e de colonização, foram incluídas nas atividades/empreendimentos sujeitas ao licenciamento ambiental (Conama, 1997).

Outras atividades como aqüicultura (piscicultura, ranicultura etc.), criadouros da fauna silvestre com finalidade econômica, que têm sido considerados como fontes alternativas do meio rural, silvicultura, introdução de espécies exóticas e/ou geneticamente modificadas (por exemplo, plantas transgênicas) etc., estão também incluídas, na Resolução Conama nº 237/97, como atividades que estão sujeitas ao licenciamento ambiental, porém no grupo "uso de recursos naturais"

O processo de licenciamento ambiental está caracterizado através de três fases (Resolução Conama nº 237/97), quais sejam:

- a) licença prévia (LP): concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, a qual atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e

condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

- b) licença de instalação (LI): autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- c) licença de operação (LO): autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

O procedimento de licenciamento ambiental obedecerá às seguintes etapas:

- a) definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- b) requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- c) análise pelo órgão ambiental competente, integrante do Sisnama, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- d) solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do Sisnama, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo

haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

- e) audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- f) solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação, quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórias;
- g) emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- h) deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

No procedimento de licenciamento ambiental deverá constar, obrigatoriamente, a certidão da prefeitura municipal, declarando que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com a legislação aplicável ao uso e ocupação do solo e, quando for o caso, a autorização para supressão de vegetação e a outorga para o uso da água, emitidas pelos órgãos competentes, isto é, IEF ou Ibama e Igam, respectivamente.

O prazo máximo de análise para cada modalidade de licença (LP, LI e LO) é de seis meses a contar do protocolo do requerimento até seu deferimento ou indeferimento, ressalvados os casos em que houver EIA/RIMA e/ou audiência pública, quando o prazo será de até 12 meses. A contagem dos prazos será suspensa durante a elaboração dos estudos ambientais complementares ou preparação de esclarecimentos pelo empreendedor.

IMPLEMENTAÇÃO DA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Para a implementação da AIA está prevista uma série de instrumentos comple-

mentares e inter-relacionados, dentre eles o licenciamento ambiental, que foi discutido anteriormente. A seguir estão relacionados alguns documentos técnicos necessários ao licenciamento ambiental.

Estudo do Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

O EIA foi introduzido no sistema normativo brasileiro em 1980, e tornou obrigatória a apresentação de “estudos especiais de alternativa de avaliações de impacto” para a localização de pólos petroquímicos, cloroquímicos, carboquímicos, e instalações nucleares.

Posteriormente, a Resolução Conama 001/86 estabeleceu a exigência de elaboração do EIA e do seu respectivo RIMA para o licenciamento de diversas atividades modificadoras do meio ambiente, bem como as diretrizes e atividades técnicas para sua execução (Conama, 1992). Dentre o tema que estamos discutindo, destacamos a necessidade de elaboração do EIA/RIMA, conforme a Resolução acima, no seu artigo 2º, incisos VII e XVII, para:

- a) obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragens para fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais de navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
- b) projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000 hectares ou menores, nesse caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental.

A Constituição Federal fixou, através do seu artigo 225, inciso IV, a obrigatoriedade da exigência do EIA, pelo poder público, conforme já mencionado anteriormente.

Recentemente, a Resolução Conama

237/97 (Conama, 1997), reforça a exigência de elaboração do EIA/RIMA, para empreendimentos e atividades consideradas efetivas ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação. O EIA/RIMA poderá ser dispensado e substituído por outro estudo, a critério do órgão ambiental competente, caso verifique que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente.

O EIA/RIMA deverá ser realizado por profissionais legalmente habilitados, às expensas do empreendedor. A responsabilidade pelas informações apresentadas no EIA será de responsabilidade do empreendedor e dos profissionais que o subcreveram (Conama, 1997).

Plano de Controle Ambiental (PCA) e Relatório de Controle Ambiental (RCA)

O PCA e RCA são exigidos para a concessão de licença de instalação de atividade de extração mineral, sendo adicionais ao EIA/RIMA apresentado na fase anterior, ou seja, licença prévia.

Alguns órgãos estaduais de meio ambiente têm exigido estes estudos para o licenciamento de outras atividades, ou até mesmo como substitutivo do EIA/RIMA, quando o órgão ambiental competente verifica, no processo de licenciamento, que a atividade e/ou empreendimento não são potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente, conforme mencionado anteriormente.

Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)

O PRAD tem sido utilizado para a recomposição de áreas degradadas pela atividade de mineração e até mesmo em outras atividades, nas quais a degradação do meio ambiente ocorrida é considerada pouco significativa. As diretrizes de elaboração do PRAD no caso de atividades minerais são fixadas pela NBR 13030, da Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT) e outras pertinentes. No caso de outras atividades, a associação não possui diretrizes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a preocupação e a responsabilidade com respeito à questão ambiental não são exclusivas do poder público. Neste contexto, independente de questões legais, há de se considerar que o direito de propriedade de uma área, não significa direito de uso dos recursos naturais, sem nenhum compromisso com o outro ou com o amanhã. A visão individualista e acomodada de algumas pessoas pode e deve ser mudada. Estamos num momento de refletir se vamos produzir alimento preservando/cuidando dos recursos naturais, ou apenas explorando estes recursos.

A preocupação do agropecuarista em desenvolver uma agricultura e pecuária de forma produtiva e ambientalmente adequada é o ponto básico para se estender, por muitos anos, a vida útil das propriedades agrícolas, e pensar em deixar algo produtivo para as gerações futuras.

Pelo fato de a atividade agropecuária ser potencialmente poluidora e/ou degradadora do meio ambiente, o produtor rural e os profissionais da área devem estar cientes da necessidade de buscar orientações, quanto às possíveis maneiras de se reduzir ou até mesmo eliminar os danos ao meio ambiente provocados pela agropecuária.

Para isto, é importante que o empreendedor faça uma consulta prévia junto ao órgão estadual do meio ambiente, sobre a necessidade, ou não, do licenciamento ambiental para a atividade a ser exercida ou mesmo uma atividade já existente.

Outra visão a ser desenvolvida pelos agropecuaristas é o seu fundamental papel como um dos contribuintes, para assegurar o direito a todos de habitar em um meio ambiente ecologicamente equilibrado, não isentando a responsabilidade dos outros setores. Esta forma de contribuição pode ser feita no cotidiano, assim como por exemplo:

- a) respeitar a área de preservação, como de proteção de nascentes, margens de cursos d'água, topo de morros etc.;
- b) manejar adequadamente os agrotóxicos, inclusive os restos de embalagem, evitando a contaminação dos corpos d'água;
- c) adotar práticas de conservação de solos, evitando a erosão, desbarrancamento e o conseqüente assoreamento (entupimento) dos cursos d'água;
- d) inibir a pesca predatória e a caça ilegal em sua propriedade;
- e) tratar dos resíduos gerados pela atividade agropecuária, como os da suinocultura, avicultura, lavagem de currais etc.

O agropecuarista que desenvolve suas atividades dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, isto é, produção associada ao respeito e à proteção do meio ambiente, além de estar conservando os recursos naturais de sua propriedade está, de forma indireta, realizando um trabalho de educação e extensão ambiental eficiente, pois é através de atitudes ambientalmente corretas que conseguiremos um meio ambiente equilibrado.

Tudo isso só será possível, se desenvolvermos um esforço conjunto da mídia, escolas, universidades, Organizações Não-Governamentais (Ongs), empresas públicas e privadas, no sentido de buscar uma consciência de desenvolvimento de vida com qualidade, isto é, socialmente correta e ambientalmente equilibrada, não deixando apenas para as futuras gerações esta responsabilidade.

AGRADECIMENTO

Agradeço e dedico este trabalho ao professor Gilmar Tavares, do Departamento de Engenharia da Ufla, por ter-me mostrado que a capacidade do homem vai além do que podemos imaginar...

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. A. R. de. **Direito do meio ambiente e participação popular**. Brasília: IBAMA, 1994. 110 p.
- AVALIAÇÃO de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília: IBAMA, 1995. 132 p.
- BRASIL. Decreto nº 3.179, de 22 set. 1999. Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, n.182, p.1-5, 22 set. 1999. Seção 1.
- CONAMA (Brasília, DF). **Resoluções do Conama 1984/91**. 4.ed.rev.aum. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.
- CONAMA. Resolução nº 237, de 19 dez. 1997. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 22 dez. 1997.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte, 1998. 19p.
- HISTÓRIA do Ministério do Meio Ambiente. Disponível site MMA (1999). URL: <http://www.mma.gov.br> Consultado em 25 mar. 1999.
- LEI da natureza: a lei de crimes ambientais. Brasília: IBAMA, 1998. 62p.
- MINAS GERAIS. Lei Florestal: Lei 10561 de 27 dez. 1991. Belo Horizonte: IEF, 1995. 26p.
- MINAS GERAIS. Lei nº 12.265, de 24 jul. 1996. Dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e da aquíicultura no Estado e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, p.4-6, 25 jul. 1996. pt. 1: Diário do Executivo.
- OLIVEIRA, J. de. **Constituição da República Federativa do Brasil**: 1988. São Paulo: Saraiva, 1992. 168p.
- PINTO, W. de D. **Legislação federal de meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 1996. 2081p.
- SILVA, E. **Curso de gestão de recursos hídricos para o desenvolvimento sustentado de projetos hidroagrícolas**: avaliação do impacto ambiental de projetos hidroagrícolas. Brasília: ABEAS/Viçosa: UFV, 1998. 88p.
- TAUK-TORNISIELO, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S.T. **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T.A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p.9-12.

Bases para a Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA)

*Maria Inês Nogueira Alvarenga¹
Jeferson Antônio de Souza²*

Resumo - Apresenta-se de uma forma simplificada o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) / Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) e como devem ser elaborados, de acordo com a legislação ambiental vigente.

Palavras-chave: Avaliação de impactos; Impacto ambiental; Legislação ambiental.

INTRODUÇÃO

Através da Resolução nº 001 de 21 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama, 1990), foram definidos os tipos de empreendimentos sujeitos à avaliação de impactos ambientais e o conteúdo mínimo do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Tais estudos são realizados com base nos termos de referência, os quais são específicos para cada setor de atividade, devido ao fato de as características destas atividades, sob o ponto de vista ambiental, poderem variar enormemente de setor para setor. Entretanto, cabe ressaltar que, a simples utilização de termos de referência não garante por si só a qualidade dos estudos de impacto ambiental. Eles servem para fixar as regras do jogo, ou seja, estabelecem, perante os atores sociais envolvidos - o proponente do projeto, a equipe executora do EIA, o órgão ambiental e o público - os requisitos mínimos para a elaboração e análise do EIA, contribuindo assim, para que se diminua o risco de conflitos quanto ao conteúdo e ao escopo do EIA e também para que se evitem atrasos na análise do estudo por parte do órgão ambiental.

Um dos objetivos fundamentais (teóricos) da Avaliação de Impactos Ambientais

(AIA) é poder escolher entre várias alternativas, inclusive a de não executar o projeto, aquela que, sendo economicamente viável, apresenta menor impacto ambiental. Portanto, a avaliação deste impacto não deve ser concebida como um processo que termina com a entrega do EIA/RIMA e com a aprovação do projeto. No caso de um empreendimento mineral, por exemplo, as atividades de monitoramento ambiental podem fornecer informações que levem à adoção de medidas de atenuação dos impactos, depois que o empreendimento já esteja em atividade. Tais medidas permitem minimizar, além dos impactos previstos, aqueles que não puderam ser detectados na AIA e maximizar os impactos positivos.

Um impacto ambiental decorre de alguma atividade humana, ou seja, de ações que produzem alterações no meio, em alguns ou em todos os fatores componentes do sistema ambiental. Assim, pode-se definir o impacto de um empreendimento sobre o ambiente atual, como as modificações ocorridas durante e após a implantação deste empreendimento, bem como as consequências dessas alterações. Impactos negativos são as modificações e consequências prejudiciais do empreendimento ao ambiente como um todo, ao passo que impactos positivos são as modificações

benéficas que o empreendimento fará ao ambiente com sua implantação e funcionamento.

O estudo do impacto ambiental tem início com a caracterização da situação atual dos ecossistemas naturais e antrópicos na área de influência do empreendimento (diagnóstico ambiental). Prossegue com a identificação e análise dos impactos, em função dos fatores ambientais modificados a partir da implementação do empreendimento e com a adoção e aplicação das medidas mitigadoras (prognóstico ambiental). E, finalmente, termina com a monitorização dos impactos prognosticados.

O ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

O EIA é um relatório técnico que engloba os vários componentes do ambiente. Aborda, portanto, aspectos dos meios físico, biótico e sócio-econômico.

O objetivo de um EIA é determinar os efeitos potenciais ambiental, social e sanitário de um empreendimento proposto. Desta forma, é um estudo dos efeitos físicos, biológicos e sócio-econômicos, que permite tomar decisões lógicas e racionais e, conseqüentemente, reduzir ou mitigar alguns impactos potenciais adversos. Assim, não existe nem poderá existir, segundo

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: mines@ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., EPAMIG-CTTP, Caixa Postal 351, CEP 38001-970 Uberaba-MG. E-mail: jefersoncttp@mednet.com.br

Clark (1991), uma definição geral e universalmente aceita do EIA, partindo-se do pressuposto de que cada empreendimento possui características bem específicas, daí a necessidade de se ajustar cada termo de referência ao empreendimento.

O nível de detalhamento destes estudos deve ser o maior possível, entretanto, este detalhamento depende do tempo disponível para a realização dos estudos e da implantação do empreendimento; do nível de detalhamento dos dados secundários, dados já existentes na literatura; do tamanho do empreendimento; da disponibilidade dos dados existentes e do custo dos estudos, ou seja, levantamentos, análises de laboratórios, remuneração dos consultores etc., o que muitas vezes é limitante para o empreendedor. Desta forma, o nível de detalhamento, na maior parte das vezes, fica na dependência de um entendimento entre os seguimentos empreendedor, solicitante e executor do estudo.

Este tipo de relatório é solicitado pelo órgão ambiental estadual integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), responsável pela análise dos estudos apresentados pelo executor (na maioria das vezes uma empresa de consultoria ou um consórcio de consultores autônomos credenciados para tal).

O financiamento de tal estudo fica a cargo do empreendedor, que pode ser o próprio governo, que está interessado em implantar o empreendimento que irá causar impactos ao ambiente. Entre estes empreendimentos podem-se citar, como exemplo, a construção de estradas, de barragens, mineração de ouro, cassiterita, exploração de granito, bauxita, xisto, grandes projetos agropecuários, implantação de usinas de tratamento de lixo etc.

A execução do estudo, quando de empreendimento público, fica definida após concorrência pública, em que os interessados, para participarem, devem preencher determinados requisitos que são divulgados em editais pelos jornais ou por carta-convite. A equipe que executa o estudo deve ser multidisciplinar e tecnicamente capacitada para abordar os vários aspectos ambientais envolvidos no contexto do empreendimento.

A partir deste estudo multidisciplinar é que podem ser obtidos os resultados es-

perados, ou seja, uma melhor qualidade de vida, que nada mais é que uma utilização racional de todos os recursos ambientais, que promove maior conforto para a população, sem prejuízo para os demais ocupantes do espaço em questão.

O estudo de impacto ambiental tem seu conteúdo variável em função do tipo de empreendimento, ou até mesmo dentro do mesmo tipo, ou seja, o mesmo termo de referência pode não ser adequado para duas explorações de granito, por exemplo. Entretanto, para fins de exemplificação, será apresentada uma proposta de termos de referência para mineração; por ser um tipo de empreendimento que, normalmente, causa impactos localizados de grande magnitude e que afetam vários componentes ambientais.

Informações gerais

Neste item são apresentados o histórico, os objetivos e as justificativas do empreendimento, além de uma discussão da sua relação com as políticas setoriais, planos e programas governamentais.

Para o caso da mineração, deve-se descrever, resumidamente, o mercado do bem minerado e informar a situação ao Departamento Nacional de Pesquisas Mineralógicas (DNPM). Em qualquer caso, devem-se apresentar mapas de localização da área e citar a existência de projetos semelhantes.

Caracterização do empreendimento

Consiste em:

- a) apresentar uma identificação do empreendedor, incluindo nome, razão social, endereço para correspondência, inscrição estadual e CGC. Outras informações gerais poderão ser feitas neste item, ou seja, tecnologias a serem empregadas, tipos de atividades a serem desenvolvidas, previsão de etapas de implantação do empreendimento etc;
- b) apresentar uma caracterização do empreendimento nas fases de planejamento, implantação, operação e desativação, quando for o caso. Quando a implantação for em etapas ou quando forem previstas expansões, as informações deverão ser

detalhadas para cada uma delas. Também devem ser apresentadas alternativas tecnológicas e/ou locais.

O detalhamento do empreendimento em todas as suas fases irá facilitar a avaliação dos impactos, isto, de maneira geral, é constituído pela:

- a) caracterização geológica da jazida (incluindo trabalhos de pesquisa, reserva geológica, reserva lavrável etc.);
- b) caracterização do minério (composição mineralógica e química, potencial de poluição etc.);
- c) caracterização dos estéreis (composição mineralógica e química, potencial de poluição etc.);
- d) descrição de cada uma das fases do projeto (lavra, construção de vias de acesso, desmatamento, depósito de estéreis, decapeamento e estocagem do solo - para as fases de operação, recuperação, suspensão temporária e desativação; beneficiamento para as fases de operação e desativação; disposição de rejeitos para a fase de operação; abandono e transporte do produto final e insumos; e apoio);
- e) caracterização dos rejeitos (composição mineralógica e química, granulometria e geração de poluentes);
- f) descrição detalhada de todos os insumos consumidos pelo empreendimento;
- g) descrição detalhada de todos os poluentes gerados pelo empreendimento em cada fase;
- h) descrição da mão-de-obra direta empregada em cada fase do empreendimento;
- i) plano de recuperação das áreas degradadas com cronograma e estimativa de custos.

Definição das áreas de influência

São áreas geográficas afetadas direta ou indiretamente pelas ações dos empreendimentos que causam impactos.

A área de influência deve ser apresentada em termos de limites geográficos e

está dividida em área de influência (também denominada de influência indireta) e área diretamente afetada (ou área de influência direta, ou área de incidência de impactos). O limite geográfico da área de influência deve abranger os distintos contornos para as diversas variáveis afetadas. Em muitos casos, a delimitação da área de influência, para os meios físico e biótico, coincidem com a delimitação da bacia hidrográfica que contém o empreendimento, enquanto que para o meio sócio-econômico extrapola estes limites. Como exemplo, pode-se citar o caso de uma mineração de ouro em determinado ponto do rio Madeira, que terá seu produto comercializado a muitos quilômetros dali, na capital do Estado, Porto Velho, ou a implantação de pecuária de corte no estado do Acre, sendo o abate dos bois e a comercialização da carne feitos no estado de São Paulo.

Diagnóstico ambiental

Deverão ser apresentadas uma descrição e uma análise dos fatores ambientais e suas interações, caracterizando a situação ambiental da área de influência, antes da implantação do empreendimento. Estes fatores englobam:

- a) as variações suscetíveis de sofrerem, direta ou indiretamente, efeitos significativos das ações nas fases de planejamento, implantação, operação e, quando for o caso, desativação do empreendimento;
- b) as informações cartográficas com a área de influência, devidamente caracterizada, em escalas compatíveis com o nível de detalhamento dos fatores ambientais estudados.

Meio físico

Apresentar uma descrição e análise dos fatores ambientais do meio físico de acordo com o tipo e o porte do empreendimento e características da região:

- a) geologia regional e local;
- b) geomorfologia regional e local e dinâmica do relevo;
- c) pedologia: caracterização dos solos, aptidão agrícola e potencial de reutilização;
- d) hidrogeologia: caracterização dos aquíferos;

- e) hidrologia: rede hidrográfica, dados pluviométricos e fluviométricos;
- f) qualidade das águas de superfície;
- g) climatologia regional;
- h) qualidade do ar;
- i) ruídos;
- j) vibrações;
- k) radiações ionizantes (no caso de minerais radioativos).

Meio biótico

Da mesma forma, deverão ser abordados itens que caracterizam o meio biótico de acordo com o tipo e o porte do empreendimento e características da região.

- a) ecossistemas terrestres: caracterização da fauna e flora;
- b) ecossistemas aquáticos: caracterização da fauna e flora aquática.

Meio antrópico ou sócio-econômico

Também deverão ser abordados itens que caracterizam o meio antrópico de acordo com o tipo e o porte do empreendimento e características da região.

- a) dinâmica populacional: caracterização da estrutura e distribuição da população, fluxos migratórios e deslocamentos periódicos;
- b) nível de vida: educação, saúde, saneamento básico, habitação, oferta e consumo de energia, transporte, alimentação e lazer;
- c) economia;
- d) uso do solo: zona rural e urbana;
- e) uso dos recursos naturais;
- f) fatores culturais;
- g) quadro legal: legislação aplicável à área.

Para ilustração, pode-se apresentar um quadro sintético em que os fatores ambientais físicos, biológicos e sócio-econômicos são inter-relacionados, indicando-se, ainda, os métodos adotados para análise destas interações com o objetivo de descrever as inter-relações entre os componentes bióticos, abióticos e antrópicos do sistema a ser afetado pelo empreendimento. Podem-se, ainda, indicar, além do referente quadro, as tendências evolutivas daqueles fatores

que forem identificados como importantes na caracterização da interferência do empreendimento no equilíbrio do ambiente.

Identificação dos impactos

Em cada fase do empreendimento deve-se fazer uma identificação sistemática dos prováveis impactos diretos e indiretos, discutindo sobre sua reversibilidade, extensão espacial e temporal.

Para análise dos impactos, recomenda-se a aplicação de um critério de importância aos impactos identificados, ou seja, faz-se uma seleção dos mais importantes para estudos mais aprofundados.

A análise dos impactos ambientais, também denominada prognóstico, destina-se a apresentar a identificação, valoração e interpretação dos prováveis impactos nas várias fases do empreendimento (planejamento, implantação, operação e desativação), sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Os impactos serão avaliados nas áreas de estudo, definidas para cada um dos fatores estudados, caracterizados no "Diagnóstico Ambiental da Área de Influência", podendo, para efeito de análise, ser considerados como:

- a) impacto direto ou indireto: refere-se à relação causa/efeito;
- b) impacto benéfico positivo ou adverso (negativo): refere-se à qualificação ou natureza do impacto;
- c) impacto temporário, permanente ou cíclico: refere-se à duração e periodicidade do impacto;
- d) impacto imediato ou a médio e longo prazos: refere-se à temporalidade do impacto;
- e) impacto reversível ou irreversível: refere-se ao dinamismo do impacto;
- f) impacto local, regional ou estratégico: refere-se à abrangência espacial do impacto;
- g) impacto de alta, média ou baixa magnitude - refere-se à grandeza do impacto em termos absolutos.

A análise dos impactos ambientais inclui, necessariamente, identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância de cada um deles, permitindo uma apreciação abrangente das repercussões

do empreendimento sobre o meio ambiente, entendido na sua forma mais ampla.

O resultado desta análise constituirá um prognóstico da qualidade ambiental da área de influência do empreendimento, nos casos de adoção do projeto e suas alternativas e mesmo na hipótese de sua não implementação.

Este item deverá apresentar uma síntese conclusiva dos impactos relevantes de cada fase prevista para o empreendimento (planejamento, implantação, operação e desativação) e, para o caso de acidentes, deve ser acompanhada da análise (identificação, previsão da magnitude e interpretação) de suas interações. Deve também apresentar uma descrição detalhada dos impactos sobre cada fator ambiental relevante considerado no diagnóstico, quais sejam:

- a) impactos sobre o meio físico;
- b) impactos sobre o meio biótico;
- c) impactos sobre o meio sócio-econômico.

É necessário mencionar os métodos de identificação de impactos, as técnicas de previsão de magnitude e os critérios adotados para interpretação e análise de suas interações.

Em resumo, a avaliação, ou seja, o prognóstico, consiste em identificar e avaliar, para poder prevenir as conseqüências danosas decorrentes das interferências aos ecossistemas e ao homem, neles inseridos.

Esta fase é a mais importante deste estudo, no sentido de que é aqui que se faz uma apreciação dos efeitos do empreendimento sobre o meio ambiente. Portanto, uma visualização conjunta dos fatores ambientais envolvidos é bastante útil nesta fase de estudo, o que pode ser feito através da matriz referencial de impacto, conforme o exemplo no Quadro 1.

Portanto, a partir de uma matriz referencial de impacto já se tem uma idéia das inter-relações entre ações do empreendimento e fatores ambientais afetados por elas. Pode-se também elaborar um flu-

xograma de ação-impacto, para cada fase do empreendimento, mostrando de forma qualitativa os efeitos do empreendimento sobre o meio.

Da mesma forma apresentam-se, após estudo de todas as ações e de todos seus efeitos relevantes sobre os fatores ambientais, nas várias fases do empreendimento, uma síntese e uma classificação de impactos, conforme pode ser observado nos exemplos dos Quadros 2 e 3, seguidos da descrição detalhada de cada ação e de seus efeitos, tanto positivos quanto negativos.

Apesar da evolução das metodologias de avaliação de impactos ambientais, no sentido de quantificá-los, cabe ressaltar que muitas vezes na falta de informações quantitativas, estes são classificados muito subjetivamente, ficando a avaliação mais a critério da experiência do técnico responsável, o que não invalida o estudo, apesar de não ser esta a forma ideal de avaliação.

QUADRO 1 - Matriz referencial de impactos para as fases de implantação e operação de um empreendimento hipotético

Ações	Componentes ambientais									
	Meio físico				Meio biótico		Meio antrópico			
	Solo e seu uso	Reservas minerais	Recursos hídricos	Qualidade do ar	Vegetação	Fauna	Saúde/educação	Recursos financeiros	Renda familiar	Paisagem
Fase de Implantação										
Contratação de mão-de-obra							x	x	x	
Instalação de infra-estrutura	x		x			x	x			x
Montagem dos equipamentos						x	x			x
Fase de Operação										
Remoção da cobertura vegetal	x		x		x	x	x			x
Desmonte mecânico	x	x	x			x	x			x
Desmonte com explosivos	x	x	x	x	x	x	x			x
Transporte interno do minério, rejeito, estéril	x		x	x		x	x			
Beneficiamento		x	x	x	x		x			x
Produção de rejeito e estéril	x		x		x					x
Recomposição topográfica	x		x	x		x	x			x
Drenagem artificial	x		x			x				x
Revegetação	x		x		x	x				x
Comercialização							x	x	x	
Transporte				x			x	x	x	

QUADRO 2 - Síntese da classificação dos impactos e medidas mitigadoras da fase de implantação de um empreendimento hipotético

Ação		Efeito			Medidas mitigadoras (recomendações)
Causa	Característica	Impacto	+ / -	Grau	
Contratação de mão-de-obra	Serão contratados 15 empregados, com carteira assinada, com remuneração de dois salários mensais, mais hora extra proporcional.	Geração de empregos diretos e indiretos.	+	4	Elaborar cartilha esclarecendo os riscos de acidentes mais prováveis. Fazer manutenção e melhoria das instalações para refeição.
		Aumento da renda familiar.	+	2	
		Melhoria da qualidade de vida.	+	2	
Instalação de infraestrutura	Preparo da área com limpeza e terraplenagem, para instalação da infraestrutura básica, bem como limpeza e reforma daquela já existente, além de pátio de armazenagem e bacias de sedimentação.	Terraplenagem/movimentação de terra.	-	1	Fazer manutenção de equipamentos e acessórios de segurança do trabalho. Exigir uso de EPI.
		Compactação do solo.	-	1	
		Afugentamento/estresse da fauna.	-	1	
		Alteração da paisagem.	-	2	
		Risco de acidentes.	-	1	
Montagem de equipamentos	Montagem da unidade de beneficiamento, conforme descrito na caracterização do empreendimento inclusive oficina	Afugentamento/estresse da fauna.	-	1	Fazer manutenção de equipamentos e acessórios de segurança do trabalho. Exigir uso de EPI.
		Alteração da paisagem.	-	1	
		Risco de acidentes.	-	1	

QUADRO 3 - Síntese da classificação dos impactos e medidas mitigadoras da fase de operação de um empreendimento hipotético

Ação		Efeito			Medidas mitigadoras (recomendações)
Causa	Característica	Impacto	+ / -	Grau	
Remoção da cobertura vegetal e camada superficial do solo	Antes de fazer o desmonte (mecânico e/ou com explosivos) faz-se o preparo da frente de lavra, removendo a cobertura vegetal e a camada superficial do solo que recobre o minério a ser explorado.	Exposição e movimentação do solo.	-	4	Planejar abertura das frentes de lavra para evitar excessivo decapeamento da rocha. Escolher área para armazenamento da camada superficial do solo. Exigir uso de EPI.
		Alteração da qualidade da água.	-	2	
		Afugentamento/estresse da fauna.	-	4	
		Alteração da pedofórmula e uso da terra.	-	4	
		Alteração da paisagem.	-	4	
		Risco de acidentes.	-	2	
Desmonte mecânico	Neste serviço será utilizado um trator tipo D6D da Caterpillar. Corresponde a 85% da lavra, perfazendo 12.750t, das quais 9.000t de estéril e 3.750t de minério, em volume 7875m ³ /mês.	Compactação do solo pelo tráfego de máquinas pesadas.	-	3	Fazer manutenção de equipamentos e acessórios de segurança do trabalho. Delimitar área de manobras. Exigir uso de EPI.
		Afugentamento/estresse da fauna.	-	3	
		Intensificação dos processos erosivos.	-	3	
		Poluição atmosférica e hídrica.	-	½	
		Produção de estéril.	-	3	
		Alteração da paisagem.	-	3	
		Risco de acidentes.	-	2	
Desmonte com explosivos	Após perfuração com martelo em malha tipo “pé de galinha” e limpeza dos furos, introduzir-se-ão o cordel e o explosivo e tamponamento. O acionamento com espoleta simples presa ao cordel e estopim de 1,0m e tempo suficiente para se posicionar em lugar seguro.	Afugentamento/estresse da fauna.	-	4	Planejar hora de explosão e acionar sirene de aviso. Recolher pedras atiradas durante a explosão. Fazer manutenção de equipamentos. Isolar os paíós de explosivos. Exigir uso de EPI.
		Poluição sonora.	-	2	
		Entupimento dos drenos.	-	1	
		Produção de estéril.	-	2	
		Poluição atmosférica e hídrica.	-	½	
		Alteração da paisagem.	-	2	
Risco de acidentes.	-	2			

Ação		Efeito			Medidas mitigadoras (recomendações)
Causa	Característica	Impacto	+ / -	Grau	
Transporte interno do minério, rejeito, estéril	Todo o transporte interno será feito com caminhões Mercedes Bens LK 1114.	Compactação do solo. Afugentamento/estresse da fauna. Poluição atmosférica.	- - -	2 2 1	Delimitar área de manobras e deposição de estéril e rejeitos.
Beneficiamento do minério	O minério de manganês será tratado numa instalação da linha "Faco", conforme descrito na caracterização do empreendimento.	Deposição de sedimentos na vegetação. Afugentamento/estresse da fauna. Poluição atmosférica e hídrica. Poluição sonora. Risco de acidentes.	- - - -	2 3 3 3 2	Umedecer minério na saída das esteiras transportadoras. Plantar cortina de vegetação. Exigir uso de EPI.
Estocagem de rejeito e estéril	Está prevista uma movimentação média mensal de grandes volumes de estéril/rejeito, em torno de 6.000m ³ /mês de material.	Compactação do solo e alteração da pedoforma. Eliminação da vegetação. Afugentamento/estresse da fauna. Alteração da paisagem.	- - - -	3 3 2 3	Antes de iniciar as atividades, planejar a localização adequada do estéril e do rejeito.
Recomposição topográfica	Todas as áreas trabalhadas receberão serviços mecânicos de estabilização. Nas áreas mais suaves o preparo para revegetação será com equipamentos agrícolas, Nos locais mais inclinados (taludes) o preparo será manual, com escarificação das superfícies através de canalização em curva de nível.	Alteração da pedoforma e uso do solo. Compactação do solo. Afugentamento/estresse da fauna. Alteração da paisagem. Risco de acidentes.	+ + - + -	3 1 1 4 2	Aproximar do modelado original do terreno. Prever escoamento superficial da água. Exigir uso de EPI.
Drenagem artificial	As frentes de serviço receberão canalatas de contorno para direcionamento das águas pluviais, evitando o fluxo sobre o material solto e seu conseqüente carregamento.	Alteração do percurso natural da água. Concentração de sólidos em suspensão. Alteração da qualidade da água. Alteração da paisagem.	+ + + +/-	4 4 3 3/1	Planejar drenagem artificial até as lagoas de sedimentação.
Revegetação	Utilizar-se-ão espécies tanto nativas, quanto exóticas, visando o rápido recobrimento do solo; sendo os métodos de plantio desde covas até semeadura a lanço.	Controle de erosão. Alteração da qualidade da água. Atração da fauna. Alteração da paisagem.	+ + + +	3 3 4 4	Elaborar o plano de revegetação. Colocar comedouros para atração da avifauna.
Comercialização	O minério será comercializado com várias empresas.	Aumento na arrecadação de impostos. Ampliação de mercado. Geração de empregos. Melhoria da qualidade de vida.	+ + + +	3 2 2 2	Transportar carga sempre protegida (transporte interno). Manter qualidade do produto e atendimento.
Transporte	O transporte após comercialização, será feito em caminhões cobertos com lona.	Poluição atmosférica. Geração de empregos. Melhoria da qualidade de vida. Risco de acidentes.	- + + -	1 2 2 2	Transportar carga sempre protegida. Exigir uso de EPI.

Previsão dos impactos

Sempre que possível, é recomendável uma previsão quantitativa da magnitude para cada um dos impactos prováveis identificados na etapa anterior. Justificar em todos os casos as técnicas empregadas apresentando uma estimativa da incerteza de tais previsões.

Avaliação dos impactos

Para apreciação da equipe avaliadora apresentar um prognóstico de cada impacto previsto, explicitando, em todos os casos, os critérios de importância utilizados. Discorrer sobre a distribuição dos custos ambientais entre diferentes grupos sociais.

A análise dos impactos deve visar a caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações de adoção do projeto e suas alternativas, bem como a hipótese de sua não-realização de acordo com o Art. 9º, inciso V da Resolução nº 001/86 do Conama (Conama, 1990).

Análise de riscos

Deve ser apresentada a análise de riscos para cada componente (lavra, beneficiamento, disposição de rejeitos, instalações de apoio, transporte de insumos e do produto final) e para cada fase do empreendimento (implantação, operação e desativação).

Nesta análise devem ser descritos os seguintes tópicos:

- a) classificação dos tipos de acidentes possíveis;
- b) identificação dos impactos em caso de acidentes;
- c) medidas a serem tomadas em caso de acidentes;
- d) métodos e meios de intervenção em casos de acidentes.

Neste item, devem-se abordar todas as ações do empreendimento com potencial de causar e/ou favorecer acidentes.

Dependendo da atividade do empreendimento, determinados tipos de acidentes podem ocorrer com maior frequência, de maneira que todas as possibilidades deverão ser cheçadas não só quanto aos métodos e equipamentos de controle de aciden-

tes, mas também quanto ao estado de conservação deles.

Deve-se fazer um relatório de quantas pessoas trabalham nos locais de maior periculosidade, de como são treinados para agir no caso de acidentes e, se os equipamentos usados estão em bom estado de conservação. É bom lembrar que muitas vezes são fornecidos os equipamentos adequados, mas os usuários preferem ignorá-los alegando vários motivos, tais como, perda de tato (caso de luvas), calor excessivo (macacões e capacetes) etc.

No caso de se constatarem incorreções no uso ou ausência de equipamentos, fazer referência neste item em relação ao local de uso, número de usuários, número de equipamentos, bem como sugerir reuniões de treinamento para todos os empregados envolvidos, tanto de escritório como da produção, transporte etc.

Medidas de atenuação e compensação dos impactos

A equipe técnica responsável pelo estudo, deve incorporar ao EIA uma série de medidas que vise minimizar os impactos negativos previstos.

Tais medidas não eliminam os impactos ambientais causados pelo empreendimento, entretanto reduzem estes impactos e relacionam uma gama de atividades que darão, à área afetada, condições de recuperação, pelo menos em parte, das características originais. Em último caso, visa aproximar ao máximo, da condição atual.

Hoje, já constam nos projetos estas medidas, o que facilita sobremaneira a reabilitação da área, prevendo desde a fase de planejamento, atividades que venham a facilitar e reduzir os custos de sua recuperação, sem adoção de medidas adicionais. Portanto, este item deve constar de medidas que visem minimizar os impactos adversos identificados e quantificados anteriormente. Quando o EIA já incorpora estas medidas, sua função passa a ser a de avaliar a eficiência daquelas já propostas e, caso necessário, propor medidas adicionais.

As medidas mitigadoras devem ser apresentadas e classificadas quanto:

- a) sua natureza: preventivas ou corretivas;

- b) fase do empreendimento: em que fase deverão ser adotadas (planejamento, implantação, operação e desativação), bem como para o caso de acidentes;
- c) fator ambiental a que se destina: físico, biológico ou sócio-econômico;
- d) prazo de permanência de sua aplicação: curto, médio ou longo;
- e) responsabilidade por sua implantação: empreendedor, poder público ou outros;
- f) avaliação de custos das medidas mitigadoras.

Deverão ser mencionados os impactos adversos que não possam ser evitados ou mitigados.

Essas medidas poderão ser apresentadas na forma de planos e programas de controle ambiental e é a partir delas que será feita a monitorização dos impactos ambientais.

Plano de monitoramento

Neste item deverão ser apresentados os programas de acompanhamento das evoluções dos impactos ambientais positivos e negativos causados pelo empreendimento, considerando-se as fases de planejamento, implantação, operação e desativação e, quando for o caso, os programas educativos, inclusive no que diz respeito a acidentes de trabalho. Poderão ser incluídas:

- a) indicação e justificativa dos métodos de coleta e de análise de amostras;
- b) indicação e justificativa da periodicidade da amostragem para cada parâmetro, segundo os diversos fatores ambientais;
- c) indicação e justificativa dos métodos a serem empregados no processamento das informações levantadas, visando retratar o quadro evolutivo dos impactos ambientais causados pelo empreendimento.

Análise de custo x benefício

Na medida do possível apresentar, também dentro do EIA, uma análise do custo total do empreendimento e dos seus bene-

fícios totais. Normalmente, quando o empreendimento é de interesse do governo, como por exemplo, uma hidrelétrica, considera-se que o benefício, independente de seu valor financeiro, justifica seu custo, que é elevadíssimo.

A análise de custo x benefício pode ser apresentada também como parte da justificativa técnico-econômica do empreendimento.

Legislação ambiental

Para cada tipo de empreendimento ou para cada fator ambiental envolvido, existe uma legislação que tem como objetivo proteger, preservar e até mesmo recuperar o ambiente. De forma que deve-se observar, se o que se propõe com o empreendimento não está em desacordo com a legislação ambiental.

Deve-se, então, apresentar neste item uma listagem das leis que estão envolvidas no contexto do estudo, pela última resolução do Conama, de tal forma que permita uma análise para esclarecer se o empreendimento proposto está de acordo. Quando contrariar a legislação, poderão ser sugeridas alterações para enquadramento na legislação vigente.

Equipe técnica

Apresentar a equipe técnica responsável pelo estudo, indicando a especialidade de cada um e o número dos respectivos registros profissionais.

Conclusão

Após uma análise multidisciplinar do empreendimento e de seus impactos, chega-se a uma conclusão quanto à sua viabilidade. Muitas vezes, quando são oferecidas alternativas pelo empreendedor, pode-se concluir que uma determinada escolha é mais aconselhável no que diz respeito ao ambiente. Quando não são oferecidas alternativas, pode-se concluir que o empreendimento da maneira como foi proposto é inviável, devido ao estrago ambiental que poderá causar. Neste caso os executores do estudo poderão sugerir novas alternativas.

Bibliografia

Pode-se apresentar apenas uma listagem na forma de literatura consultada,

que pode vir após cada capítulo, ou no final do trabalho em conjunto.

A literatura deverá ser apresentada em ordem alfabética crescente e segundo as normas vigentes de citação de referências bibliográficas.

Anexos

Muitas figuras, quadros, mapas, fotografias etc., que não são apresentados no corpo do trabalho são colocados em anexo com as devidas indicações no texto. A opção de onde colocá-los depende, muitas vezes, do espaço disponível, de forma que o bom-senso da equipe de coordenação e montagem final do trabalho é que decide o modo de apresentação.

O RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA)

O RIMA é uma síntese do EIA, que deve ser apresentado de forma acessível ao público interessado. Este público é, na maioria das vezes, a população afetada pelo empreendimento, ou seja, é um público comum onde a linguagem técnica não é acessível, devendo então ser apresentado em uma linguagem jornalística, podendo ser na forma de álbum seriado, filme, relatório em linguagem comum. Normalmente, quanto mais ilustrado com mapas, croquis, fotografias etc., mais eficiente será o resultado.

O EIA, por se tratar de um estudo básico, tem que ser apresentado em linguagem técnica, sendo que cada área de estudo é detalhada minuciosa e tecnicamente pelos especialistas envolvidos. Ao contrário do EIA, o RIMA é um documento de acesso público, não técnico, muitas vezes examinado por leigos na maioria dos assuntos. Daí, a necessidade de traduzir em linguagem popular os termos técnicos do EIA. Na essência, o RIMA não pode diferir do EIA, apenas a linguagem usada para os dois é diferente, o que proporcionará perfeito entendimento ao público sobre todas as ações e impactos do empreendimento.

A importância do RIMA é esclarecer ao público os prós e contras que um determinado empreendimento pode proporcionar ao ambiente da área de influência como um todo, inclusive ao homem, bem como a importância da participação da po-

pulação na tomada de decisões a respeito do empreendimento. Em outras palavras, com base nas conclusões apresentadas pelo RIMA, a população pode acatar ou não o empreendimento.

COORDENAÇÃO

Responsabiliza-se pela intermediação entre empreendedor e equipe de elaboração do estudo. Também é responsável pela uniformização dialética das informações, elaboradas por equipe multidisciplinar, bem como acabamento estético e organizacional do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLARK, B.D. Environmental Impact Assessment (EIA) and environmental policies. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, Rio de Janeiro. [Anais...]. Rio de Janeiro, 1991.
- CONAMA (Brasília, DF). **Resoluções do CONAMA - 1984/90**. 3.ed. Brasília: IBAMA, 1990. 232p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CLÁUDIO, C.F.B.R. Implicações da avaliação de impacto ambiental. **Ambiente**, São Paulo, v.1, n.3, p.159-162, 1987.
- FORMATO básico para apresentação de projetos de recuperação/reabilitação de áreas degradadas por atividades agropecuárias. Belo Horizonte: FEAM-MG, 1989. 3p.
- Uma NOVA consciência sobre questões ambientais: roteiro para desenvolver o RIMA em mineração - Relatório Especial Meio Ambiente, III - minérios. [Rio de Janeiro]: CVRD, 1990. p.20-27.
- PROJETO de implantação de pecuária na fazenda S^{ma} Carmen, em Porto Velho, RO: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) - versão preliminar. Rio de Janeiro: Escritório Técnico H. Lisboa da Cunha, 1992.
- ROTEIRO básico para elaboração de estudo de Impacto Ambiental - EFA. Manaus: IMA-AM, [19--]. 5p.
- USINA de tratamento de lixo de Uberaba: Plano de Controle Ambiental (PCA). Rio de Janeiro: Escritório Técnico H. Lisboa da Cunha, 1991.

Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental

*Carlos Ernesto Schaefer¹
Miriam Abreu Albuquerque²
Leopoldo Loreto Charmelo³
Jackson C. Ferreira Campos⁴
Felipe Bello Simas⁵*

Resumo - Os elementos da paisagem são abordados dentro do contexto da gestão da qualidade ambiental em seu sentido mais amplo. Num primeiro plano, identifica-se a personalidade jurídica da paisagem e seus componentes, enfatizando a progressiva atitude conservacionista da legislação diante do uso. Sobre o formato ideal dos EIA, destaca-se a importância da flexibilização das diretrizes nos termos de referência para dirigir inventários técnicos que atendam às demandas e peculiaridades de cada situação. Os poluentes são identificados, e discutida a forma como afetam os elementos da paisagem impactada. Um esforço de sintetizar os principais aspectos relacionados com o impacto ambiental sobre as rochas, o relevo e os solos é apresentado, destacando-se as inter-relações e covariâncias entre estes componentes do meio físico. Vários são os exemplos, ilustrativos e informativos em condições brasileiras que consubstanciam a argumentação e evidenciam a natureza complexa e multifacetada dos problemas ambientais na paisagem. A forma de apropriação dos solos e da paisagem brasileira é discutida, enfatizando as diferenças básicas entre os modelos agrícolas primitivos e tecnificados, assim como o impacto do uso sobre a qualidade do ar e da água. Problemas ligados aos ciclos de carbono, fósforo, enxofre, nitrogênio, elementos-traço e pesticidas são definidos e interpretados. No esforço de síntese, propõe-se a ecologia da paisagem como abordagem conceitual privilegiada para estudar a dinâmica dos impactos e seus processos funcionais, dentro de uma abordagem mais integradora. Essa integração mais efetiva deve permear os relatórios técnicos dos EIA, para que estes se tornem mais efetivos no processo de transferência da informação para a gestão.

Palavras-chave: Elementos da paisagem; Qualidade ambiental; Dinâmica dos impactos.

INTRODUÇÃO

As paisagens naturais diferenciam-se pelos atributos climáticos, geológicos, de relevo, solos, cobertura vegetal, entre outros. Uma visão integradora dos vários componentes pressupõe a capacidade de associar os fenômenos correlatos e interdependentes, que tornam o estudo da paisagem

algo complexo. Contudo, uma abordagem multidisciplinar é possível, e o escopo deste trabalho foi desenvolver o tema da gestão ambiental da paisagem, a partir de seus elementos constitutivos, compreendendo sua estruturação, funções e variabilidade; além disso, objetivou ainda discutir a apropriação da paisagem pelo homem, e as mudanças funcionais (físicas,

químicas e biológicas) daí decorrentes. Para tanto, é importante destacar o crescente reconhecimento da paisagem como indivíduo dotado de personalidade jurídica, a partir da qual iniciou-se uma demanda por critérios técnicos para a avaliação dos impactos dos empreendimentos e ações humanas na paisagem.

Do ponto de vista da Legislação Ambi-

¹Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof. Adj. Bolsista CNPq, UFV-Dep^o Solos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. E-mail carloschaefer@solos.ufv.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof^a. UNIMONTES, CEP 39440-000 Janaína-MG.

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. FUNEC, CEP 35300-000 Caratinga-MG. E-mail loreto@ei.com.br

⁴Geógrafo, M.Sc., Prof. FUNEC, CEP 35300-000 Caratinga-MG. E-mail campos@funec.br

⁵Graduando Agronomia UFV, Bolsista CNPq/PIBIC.

ental, a paisagem e seus componentes passam a representar, ainda que embriõariamente, um indivíduo jurídico no Brasil, a partir dos anos 30, através do código das águas do Governo Vargas (1934), e do Código Florestal (1965), dois instrumentos legais cuja importância na gestão ambiental alcança os nossos dias. Na Resolução do Conama nº 001, de 23/01/1986, estabeleceu-se em seu Art. 6º, que, para fins de elaboração de Diagnósticos Ambientais, os estudos de meio físico devem considerar “o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos de aptidões do solo, os corpos d’água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as condições atmosféricas”. Essa resolução, que estabelece os critérios, responsabilidades e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação do impacto ambiental, define claramente e de forma integrada a importância dos elementos básicos da paisagem (solo, água, relevo, clima e rocha) como eixo norteador da avaliação técnica da situação ambiental da área. Tal fato confere, em caráter inédito, uma personalidade jurídica única à paisagem, através de seus componentes, em contraste com os Códigos e leis anteriores. Essa condição é corroborada pela leitura do Art. 1º, em que “as condições do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (Parágrafos IV e V) são consideradas explicitamente como afetadas pelos impactos ambientais das ações humanas (Conama, 1992).

Essas diretrizes pressupõem que, em face das peculiaridades de cada projeto e da situação ambiental de cada área, cabe aos órgãos estaduais competentes definir diretrizes adicionais, nos termos de referência que vão requerer inventários técnicos modificados ou aprofundados. Neste sentido, ressalta-se que não deve existir uma padronização rígida de formato dos Estudos de Impactos Ambientais (EIAs), necessitando-se assim de uma atitude sensível e realística, visando dar maior objetividade e efetividade aos Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Assim os estudos que envolvem a paisagem, sua funcionalidade e processos, são elementos destaca-

dos para que os inventários técnicos alcancem a qualidade desejada.

POLUIÇÃO, QUALIDADE DO AMBIENTE E DA PAISAGEM

A qualidade de nosso ambiente é uma função dos fenômenos e processos naturais e das atividades humanas na paisagem, que podem causar poluição. Mas o que é poluição? Uma definição do termo precisa ser apresentada. Alguns consideram que o uso de certas substâncias, como por exemplo pesticidas, dentro de certos limites aceitáveis, não causam problemas de poluição, embora outros considerem qualquer uso inaceitável. No primeiro caso, o pesticida é um poluente somente se efeitos indesejáveis ocorrerem; enquanto no segundo caso, o pesticida será sempre um poluente. O que constitui um nível aceitável de poluição é outra forma de encarar o problema: As atitudes variam, desde aquelas que não aceitam qualquer poluente (ecocêntricos), até aqueles que consideram aceitável qualquer nível, desde que não lhe afete diretamente, se é que isto é possível (egocêntricos).

Podemos ainda definir poluição dentro da distinção entre fontes antropogênicas e fontes naturais. Um vulcão lança uma quantidade maior de gases tóxicos na atmosfera do que várias plantas industriais, mas alguns poderiam não considerar o lançamento de um vulcão como poluente, por sua origem natural. De maneira similar, atividades de mineração de metais pesados podem poluir os solos com esses elementos, ainda que, solos com altas concentrações de metais pesados possam ocorrer naturalmente devido à proximidade das jazidas.

Diante dessa colocação, uma definição razoável de poluente poderia ser um composto químico ou material fora do seu lugar ou presente em concentrações tão acima do normal que apresentem efeitos adversos sobre qualquer organismo. As implicações desta definição são que os pesticidas aplicados aos solos agrícolas não são poluentes, se considerarmos que estes não se movimentarão abaixo da zona radicular ou serão levados pela erosão, levando-se tam-

bém em consideração sua biodegradabilidade. Os pesticidas se tornarão poluentes se estes apresentarem-se em locais diferentes de sua aplicação em concentrações suficientes para causar perigo a um organismo.

O Quadro 1 apresenta um esquema amplo de classificação dos poluentes da paisagem, com base em suas características gerais e usos. Além dos exemplos listados, ressalta-se que muitos outros podem ocorrer, mas seus impactos não são tão generalizados e comuns.

A rocha e sua influência bioquímica e física na paisagem

As rochas, em qualquer estado, afetam a paisagem, conferindo-lhe atributos e qualidades diferenciadas. Contudo, os relatórios temáticos de geologia contidos nos EIA/RIMA, raramente geram demandas dos órgãos fiscalizadores. Nas áreas continentais brasileiras, onde o embasamento geológico aflora, podemos encontrar três tipos básicos de rochas formadoras de solos: ígneas, metamórficas e sedimentares. As rochas ígneas são formadas diretamente da solidificação do magma (lava) e incluem o granito, basalto e diorito. As rochas sedimentares formam-se a partir da deposição de sedimentos, oriundos da destruição e erosão de outras rochas. O arenito, por exemplo, é uma rocha sedimentar formada a partir da consolidação de areias quartzosas. As rochas sedimentares incluem os calcários, dolomitas, arenitos e argilitos. As rochas metamórficas são formadas pelo metamorfismo, ou mudança de minerais, a partir de rochas preexistentes, quando as ígneas e sedimentares são submetidas às altas pressão e temperatura, modificando sua forma física e química. As rochas ígneas podem ser convertidas a gnaisse ou xistos. As rochas sedimentares podem ser convertidas em quartzitos, a partir de arenitos; ardósias, filitos ou xistos, a partir de argilitos; mármore, a partir de calcários.

Vamos nos ater apenas às rochas que possuem maior expressão geográfica no Brasil, como os materiais de origem de maior importância na gênese dos solos, e os pro-

QUADRO 1 - Classificação dos poluentes e os elementos de impacto na paisagem

Tipos de poluentes	Exemplos	Elementos de impacto na paisagem			
		Solo	Água		Ar
			Lençol	Superfície	
Nutrientes	Nitrogênio e fósforo em fertilizantes comerciais, adubos, lodos de esgoto, resíduos sólidos urbanos	x	x	x	–
Pesticidas	Inseticidas, herbicidas e fungicidas	x	x	x	–
Substâncias orgânicas perigosas	Combustíveis, solventes, componentes orgânicos voláteis	x	x	x	x
Acidificação	Chuva ácida, drenagem ácida de mineração	x	x	x	x
Salinidade e sodicidade	Água salina de irrigação	x	x	x	–
Elementos-traços	Metais catiônicos, ânions, microelementos normalmente presentes em pequena concentração em solos e plantas	x	x	x	–
Sedimentos detríticos e químicos	Perda de solo devido à erosão	–	–	x	x
Partículas	Dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorcarbono	–	–	–	x
Emissão de gases/componentes da fumaça	Ozônio, produtos secundários da combustão	–	–	–	x

blemas ambientais associados. Esses materiais de origem possuem características próprias, que influenciam na qualidade ambiental (Quadro 2).

Problemas de impacto ambiental comuns, no Brasil, são relacionados, por exemplo, com a mineração de níquel em corpos ultramáficos, a qual pode provocar uma concentração de cromo nos rejeitos lateríticos. Concentrações de terras raras com a mineralização do urânio em corpos alcalinos (Poços de Caldas, por exemplo); problemas com arsênio em rejeitos de mineração de ouro (Morro Velho, Paracatu); drenagem ácida em áreas de mineração de carvão, e outros tantos. A possibilidade de contaminações com concentrações mais elevadas dos elementos listados no Quadro 2, em cada caso de empreendimento exploratório, torna-se quase que necessário um acompanhamento técnico especializado, de forma que venha a monitorar as transferências e a cinética de liberação de elementos tóxicos às águas, solos e culturas, o que raramente é verificado. Esse monitoramento deveria preceder qualquer

QUADRO 2 - Associações geoquímicas entre rochas e elementos, e problemas ambientais mais comuns

Rochas	Elementos em concentrações mais altas
Ultramáficas	Cr, Co, Ni, Cu
Basaltos e rochas máficas	Ti, V, Sc, Ni, Co, Cu, Pt
Alcalinas (sienitos)	Nb, Ti, Ta, Zr, P, terras raras
Pegmatitos (veios mineralizados)	Li, Nb, Ta, U, Th, Zr, terras raras
Sulfetos	Pb, Zn, Cu, Au, Ag, As, Hg, Cd
Fosforitas	Terras raras, U, V
Lateritas	Ni, Cr, V
Aluviões e areias dos rios	Au, Pt, Sn, Nb, Ta, Zr, Th, terras raras
Bauxita	Nb, Ti, Ga, Be
Tufitos	Ag, Cu, Zn, Ag, Mn, Ni, Cr, V

avaliação técnica responsável, algo, infelizmente, ainda incipiente no Brasil.

As rochas têm uma importância acentuada do risco ambiental de uma área, não apenas por suas características químicas ou geoquímicas (Quadro 2), mas também pela forma como ocorrem na superfície. Rochas metamórficas e metassedimentares possuem uma tendência a mostrar bandas ou estratos, e dependendo da inclinação destes em relação à superfície, elas terão maior suscetibilidade à erosão e degradação física (Quadro 3), conforme mostrado na paisagem hipotética da Figura 1 e nos cortes apresentados. Rochas calcárias, mesmo que em estratos horizontalizados, tendem a formar superfícies mais aplainadas, pelo intenso intemperismo químico por dissolução (Fig. 1). Rochas quartzíticas, em estratos mais inclinados, formam cristas aguçadas, sob intensa morfogênese, com solos rasos ou afloramentos de rocha. Nas áreas de xistos/gnaisses ilustradas na Figura 1, colinas e cristas convexas e porções côncavas seguem de perto o comportamento do bandeamento e foliação, que

orientam a dissecação, constituindo, junto aos quartzitos, um relevo controlado pela estrutura. No detalhe da Figura 1 é apresentado um corte esquemático dos solos sobre um gnaisse mesocrático, com bandas biotíticas (escuras), o que evidencia maior profundidade dos solos nos estratos mais inclinados, condicionando uma vegetação florestal, sobre solos mais avermelhados e uma vegetação de campo sujo sobre solos mais amarelos.

O risco ambiental em cada porção dessa paisagem tropical hipotética varia conforme a natureza geoquímica, e ainda, pela orientação dos estratos presentes, indicando uma complexa interação geológica, pedológica e geomorfológica. Sua compreensão vai depender de uma correta avaliação do papel de cada fator e seu peso no controle dos fluxos de matéria e energia. De maneira geral, as rochas, por controlarem o fluxo de liberações de nutrientes, condicionam a cobertura vegetal, os solos e os mecanismos erosivos mais frequentes (Quadro 3). Contudo, outros fatores podem alterar esse quadro generalizado de tendências.

O relevo e os riscos ambientais associados

Os diagnósticos geomorfológicos contidos nos EIA/RIMA orientam-se pelos possíveis impactos indiretos do empreendimento sobre os aspectos do relevo, tais como a erosão, assoreamento, riscos de inundações, ou mesmo diretos, como na forma de cortes e aterros, sistemas de drenagem e retificação de canais fluviais. O correto diagnóstico dos riscos diretos e indiretos da ação empreendedora sobre o relevo, pressupõe um bom entendimento das interações relevo-rocha-solo-clima, sendo o relevo fruto da ação combinada dos fatores exógenos e endógenos na interface dinâmica da superfície terrestre.

A cartografia geomorfológica no Brasil tem mostrado uma considerável variação metodológica, com soluções particulares para diferentes áreas e grupos de técnicos (Ross, 1992, Manual..., 1995 e Schaefer et al., 1998).

De maneira geral podemos reconhecer unidades morfológicas de duas naturezas básicas em sua formação: a forma de erosão

QUADRO 3 - Síntese de classificação das rochas por grupos afins, e problemas nutricionais, hídricos e de erosão associados

Grupo de rochas	Características	Nutrientes/ elementos comuns no solo	Nutrientes deficientes no solo	Problemas de erosão
Grupo I Rochas Cristalinas Ácidas	Granitos, Gnaisses, Migmatitos. Teores de SiO ₂ > 65%	K, toxidez de Al, B	Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, P, Co	Em sulcos e ravinas comuns; voçorocas onde ocorrem saprolitos profundos, expostos (áreas de Cambissolos).
Grupo II Rochas Cristalinas Básicas	Basaltos, Diabásios, Gabros, Dioritos Teores de SiO ₂ entre 54 e 65% Xistos	Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Co	K, B, Zn	Erosão em sulcos comum nos Latossolos roxos.
Grupo III Rochas Metamórficas e Metassedimentares	Quartzitos, Mármore	K e Al tóxicos nos xistos Ca/Mg nos mármore	Generalizados nos quartzitos Cu, Fe, Zn, Mn nos mármore	Erosão depende da inclinação dos estratos sedimentares (xistos). Ravinas e voçorocas são comuns, em saprolitos mais profundos de xistos. Formas de dissolução nos mármore com drenagem subterrânea ocasional.
Grupo IV Rochas Sedimentares Clásticas	Arenitos Siltitos Argilitos	Depende do tipo de argila e areias	Cu, Fe, Zn, Mn em geral pobres no Brasil	Erosão em ravina e voçorocas nos arenitos. Erosão laminar acentuada nos siltitos e argilitos.

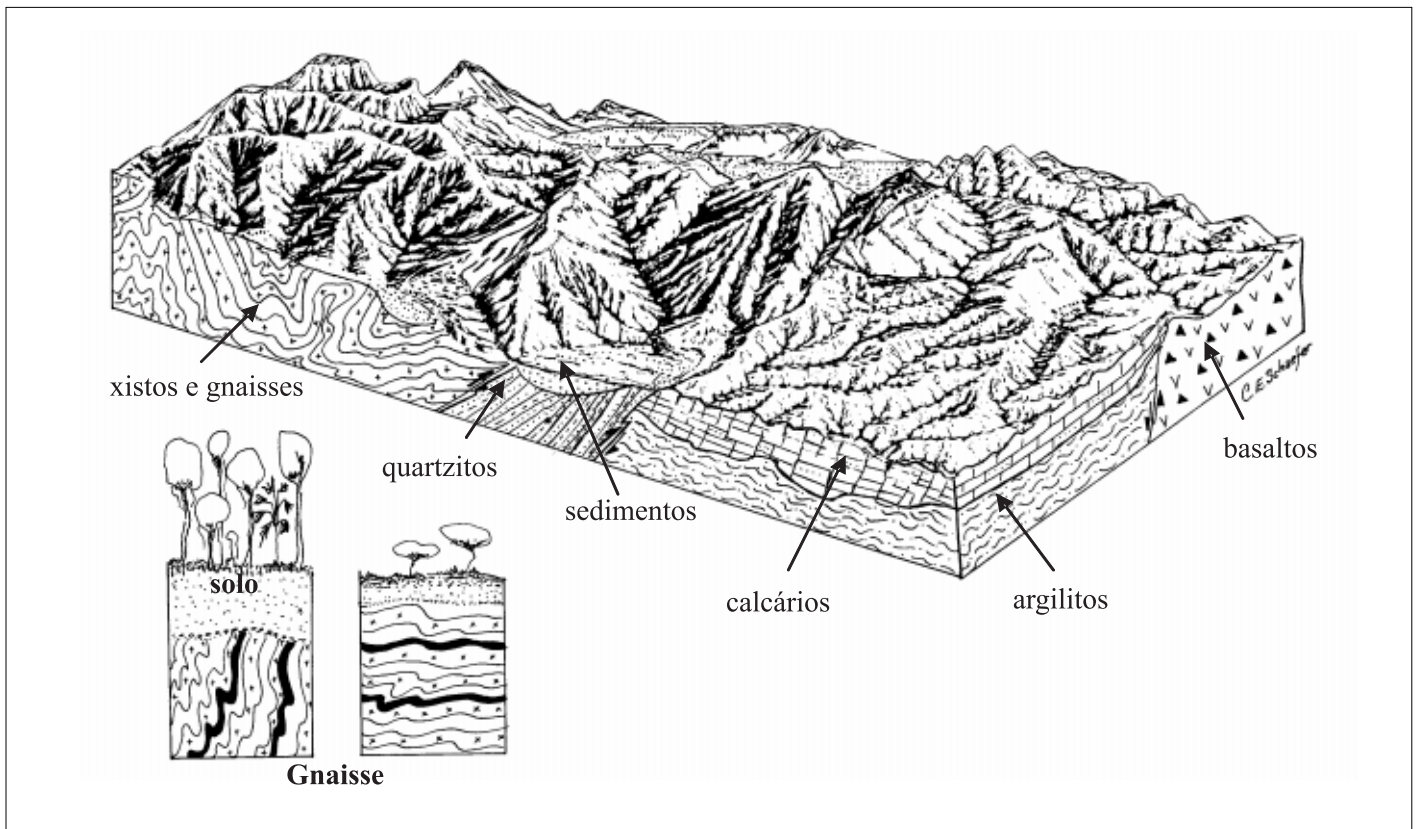


Figura 1 - Bloco de diagrama hipotético com inter-relações entre a litologia e o relevo, com diferentes inclinações dos estratos metassedimentares e bandas gnáissicas

(ou denudação) e as formas de acumulação (ou agradação). As formas erosivas podem ser tabulares, dissecadas em formas convexas, dissecadas em cristas, escarpas, entre outras; a forma de acumulação são planícies lacustres, fluviais, marinhas e fluviomarinhas; terraços, dunas, e outras formas de menor importância.

No caso das unidades de dissecção, estas envolvem um considerável risco ambiental, que depende de aspectos como o grau de entalhamento da drenagem, as dimensões do interflúvio e a natureza do solo sotoposto. De forma sintética, o Quadro 4 procura sintetizar e ilustrar o risco ambiental associado à cada uma dessas combinações possíveis.

Apesar de o Quadro 4 relacionar os fatos de forma genérica, há uma grande densidade de informações de pesquisa e fundamentos teóricos aí agrupados e interrelacionados, e que permite sua predição bem razoável de riscos ambientais. Deve-se salientar, contudo, que em cada caso e para cada empreendimento, essas informações

genéricas devem ser tomadas com cautela, pois certas nuances locais (inclinação dos estratos, presença de falhas, presença de diques e soleiras, aquíferos e nascentes, entre outras) podem alterar sensivelmente o quadro preditivo de riscos ambientais, por via de regra agravando-os.

A paisagem brasileira, entretanto, mostra um conjunto contínuo e complexo de interações entre os modelados adjacentes, em escalas que variam desde regional (Fig. 2 e 3) até local (Fig. 4 e 5). Em escala regional, há uma grande quantidade de informações contidas de forma genérica, que podem auxiliar na compreensão ampla do comportamento de uma bacia hidrográfica ou região geomorfológica, com perda sensível de detalhes para cada unidade. Já em escalas maiores, local, é possível coordenar e organizar as informações mais detalhadas, o que permite uma compreensão mais específica dos riscos ambientais e das relações dinâmicas entre os modelados e geoambientes.

O bloco diagrama da Figura 2, abran-

gendo a borda NE da bacia do rio Paraná, é um exemplo de como podemos ilustrar e condensar os principais aspectos geoambientais da paisagem. Áreas de afloramentos de rochas máficas (basaltos) mostram tabularidade concordante com a arquitetura dos derrames basálticos na bacia sedimentar. O impacto do uso da terra em áreas de Chapadas são, predominantemente, a erosão acelerada e a contaminação de aquíferos por pesticidas. No outro extremo, nas áreas mais dobradas dos metafilitos do Bambuí e xistos Araxá, solos mais rasos, pobres e álicos, sob cerrado, pastagens degradadas nas áreas mais declivosas convivem com secular problema de erosão (ravinas e voçorocas), sempre acelerados onde o embasamento mais pobre em ferro aflora. Zonas dômicas, associadas a intrusões alcalinas ou ultramáficas, podem ter problemas ambientais específicos ao relevo.

Na Figura 3, pode-se observar um corte esquemático de uma paisagem regional, no caso a bacia do rio São Mateus (MG-ES),

permitindo associar os aspectos geológicos aos solos e ao relevo. O corte evidencia o papel destacado da geotectônica na compartimentalização da paisagem. Observa-se que as áreas de sotavento dos blocos montanhosos são sombras de chuvas, onde o efeito orográfico se faz sentir, originando áreas de solos mais jovens, a mais ricos (Podzólicos Vermelho-Escuro eutróficos), à retaguarda dos Maciços Montanhosos, Serra dos Planaltos, onde dominam os Latossolos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, distróficos ou álicos. Ocorrem ainda residuais de sedimentos Terciários soerguidos dentro de Blocos Montanhosos,

denotando o caráter neotectônico das escarpas que limitam os Maciços com os Patamares, Colinas e Tabuleiros. Sobre este pano de fundo geoambiental, as principais nuances de uso da terra são ilustradas com seus respectivos problemas geoambientais próprios. Estes problemas são profundamente diferenciados, entre os Tabuleiros e Patamares, onde predominam pastagens extensivas, eucalipto, mamão e café Conilon, com aquelas existentes nas áreas mais elevadas, com pastagem de capim-colonião nos pés e café Arábica e capim-gordura nos Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos. Esses cenários de uso, solos e

relevo são comuns à fachada atlântica do Sudeste ao Sul da Bahia. Nas áreas mais secas, dos Planaltos Deprimidos, solos podzolizados eutróficos estão associados à pastagem de capim-colonião (*Panicum maximum*). A erodibilidade acentuada destes solos e a prática de queima para rebrota expõem os horizontes superficiais e, por serem rasos, há uma acentuada perda de solo, apesar de manter boa produtividade das pastagens. Isso se deve à reposição química pela reserva em nutrientes do subsolo, assentado sob rochas gnaissicas relativamente ricas.

Em escalas maiores locais, os fenôme-

QUADRO 4 - Síntese dos riscos ambientais associados aos tipos de modelados e respectivos ambientes pedológicos, no Brasil

Formas (modelados)	Pedoambientes associados	Riscos ambientais
Acumulação: Planícies Marinhas e Fluviomarinhas	Salinos e Gleis; solos orgânicos e solos indiscriminados de mangues	Severos onde há ação antrópica, seja pela remoção de vegetação tamponante (manguezais), seja pela queima de matéria orgânica nos Gleis e Orgânicos, o que conduz à acidificação
Acumulação: Planícies Fluviais e Lacustres	Aluviais Gleis e raros Cambissolos; solos salinos sódicos na área semi-árida	Alto, associado com erosão laminar, assoreamento e enterramento de solos; riscos associados à intervenção antrópica para retificação de canais e drenagem
Acumulação: Terraços Fluviais	Cambissolos e Podzólicos; Planossolos em regiões mais secas	Alto, com erosão laminar e perda de solo arável. Áreas preferenciais de cultivos de subsistência, com risco poluidor por pesticidas em manejos mais tecnificados
Dissecação: Cristas e Escarpas	Cambissolos e Litólicos; Cambissolos latos-sólicos	Severo, com movimento de massa, formação de ravinas e voçorocas sob intervenção antrópica, ou pastagem degradada, e decapitação dos solos em rochas mais félsicas. Grave risco de deslizamentos
Dissecação: Convexa em clima úmido (mar de morros)	Latossolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos latossólicos; Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros partes rebaixadas	Moderado a baixo nos LV; moderado a alto nos Cambissolos latossólicos e alto a severo nos Podzólicos em função da erodibilidade acentuada nos PE/PV e intensa morfogênese, com solos mais rasos e expostos
Dissecação: convexa em clima seco	Podzólicos Vermelho-Escuros e Brunos-Não-Cálcico do semi-árido; Planossolos eutróficos e Regossolos; raros Litólicos e Cambissolos em relevo suavizado. Alguns Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos	Severo, com intensa morfogênese e graves riscos de intervenção, com uso de tecnologia. Risco menor sob agricultura de subsistência, com formas de manejo conservadoras (manejo de leguminosas forrageiras, enleiramento de pedras, pequenas barragens etc.)
Dissecação: Tabular (Chapadas e Tabuleiros Costeiros)	Latossolos Amarelos, Vermelho-Amarelos, Vermelho-Escuros, Latossolos Roxos, Areias Quartzosas	Baixo nos LV e LE argilosos; moderado nos LR em função da pouca coesão entre microagregados; alto a severo nas Areias, com formação freqüente de voçorocas sob relevo plano pelo escoamento difuso. Latossolos com textura média com risco moderado a alto. Riscos de deslizamento nas areias. Nos LA ocorre risco moderado a alto pela erosão laminar acentuada pela exposição do solo. Nestes solos, o ambiente conservador preserva nutrientes, mas também retarda a saída de poluentes e pesticidas.

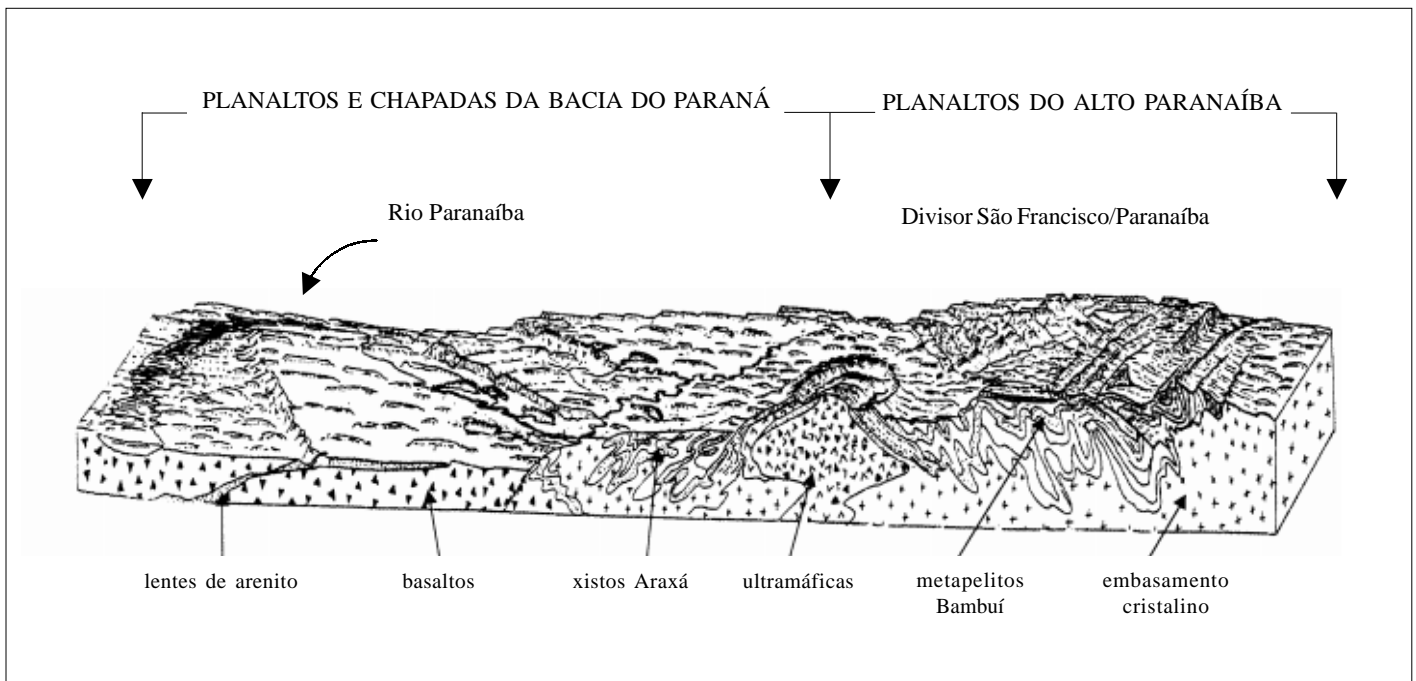


Figura 2 - Bloco diagrama da borda Nordeste da bacia do Paranaíba, entre os divisores Paranaíba/São Francisco, à direita, em São Gotardo-Patos (Planaltos do Alto Paranaíba), até a calha principal do rio Paranaíba, à esquerda (Planaltos e Chapadas do Norte da Bacia do Paraná), ilustrando os aspectos morfológicos gerais e o condicionamento litológico do relevo

FONTE: Schaefer et al. (1999).

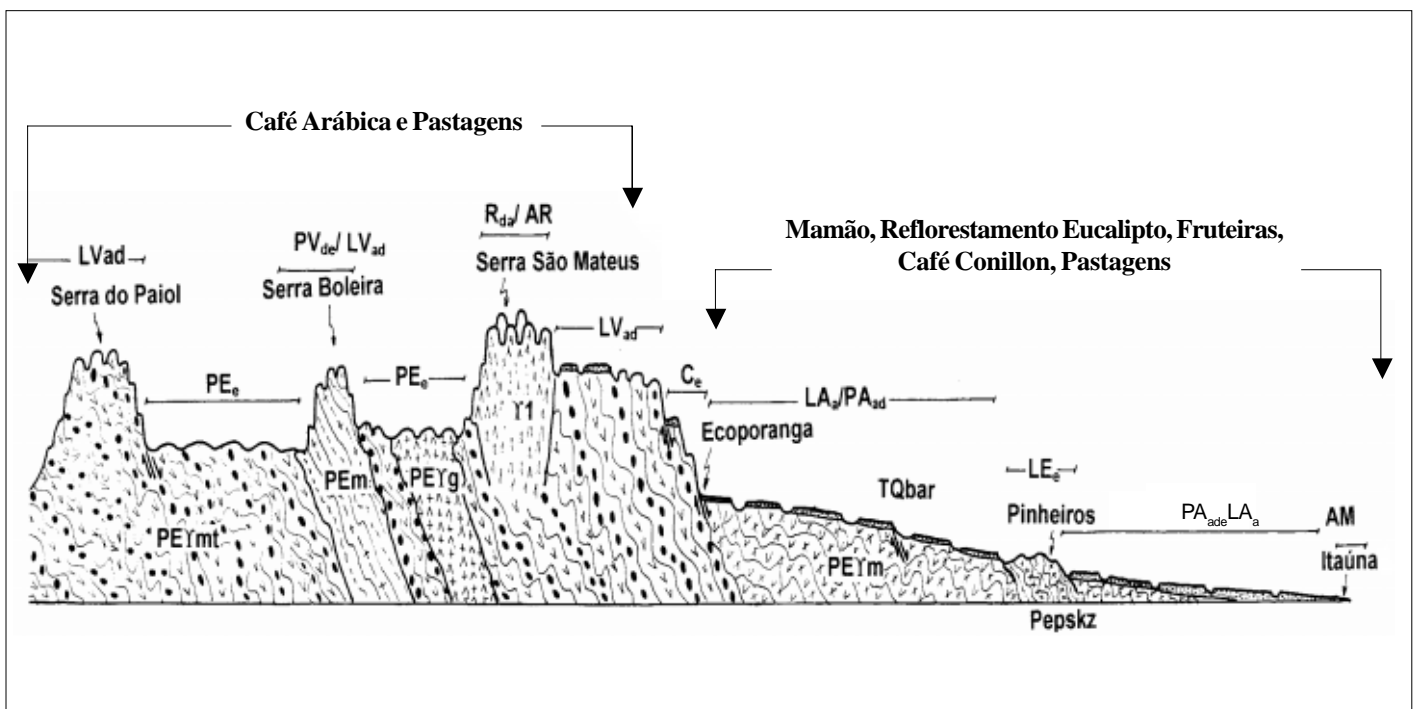


Figura 3 - Corte esquemático geomorfopedológico da paisagem das bacias dos rios São Mateus e Itaúna, entre a Serra do Paiol e Itaúna

NOTA: PEY_{mt} - Complexo Montanha. Biotita granitóides e gnaisses; PEm - Grupo Macaúbas. Biotita xistos; PEY_g - Suíte Intrusiva Galiléia. Granodioritos e dioritos com hornblenda e biotita; Y1 - Biotita-granito-pórfiro; PEY_m - Complexo Medina. Rochas graníticas a Biotita; TQbar - Grupo Barreiras. Arenitos imaturos, argilas variegadas, conglomerados, coberturas detríticas latolizadas; PEpskz - Complexo Paraíba do Sul. Metatexitos, gnaisses mesocráticos, kinzigitos.

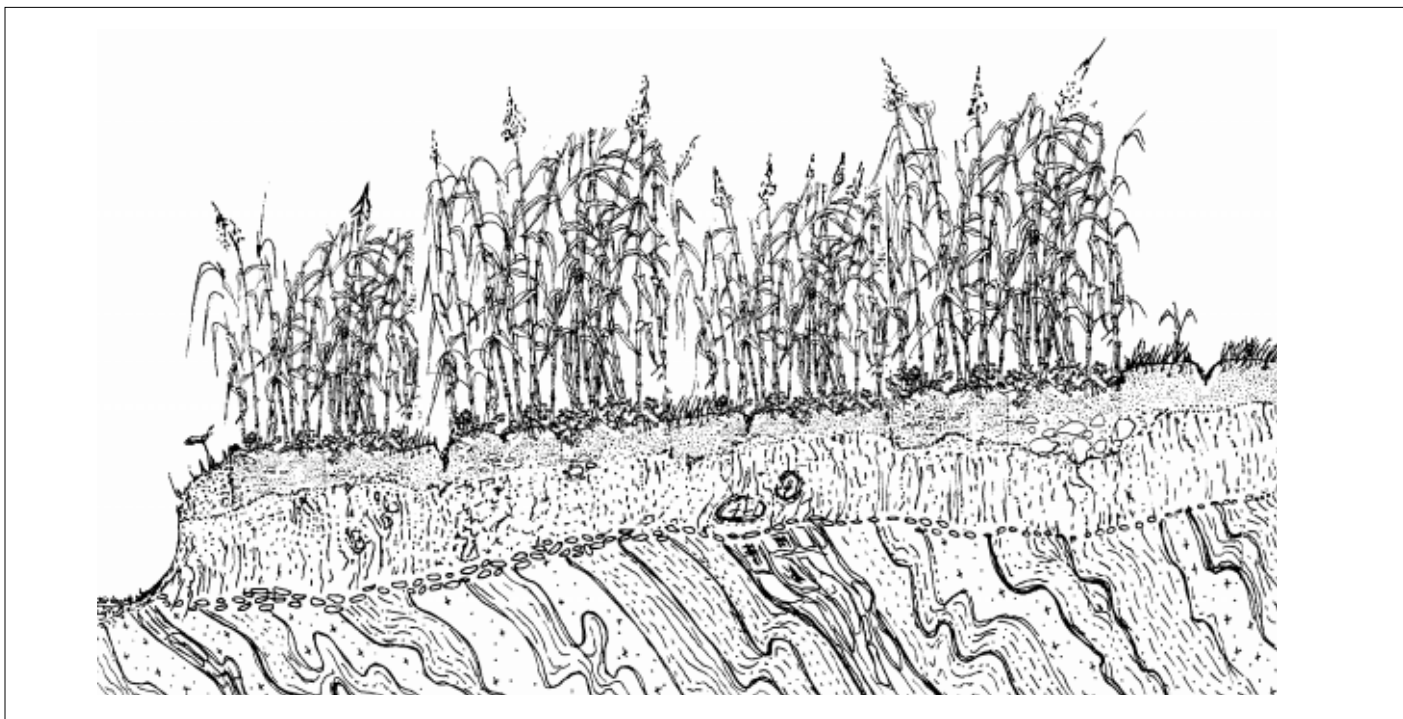


Figura 4 - Detalhe das características pedoambientais das pastagens de capim-colônia em áreas de Podzólicos Vermelho-Escuros eutróficos, mostrados na Figura 3

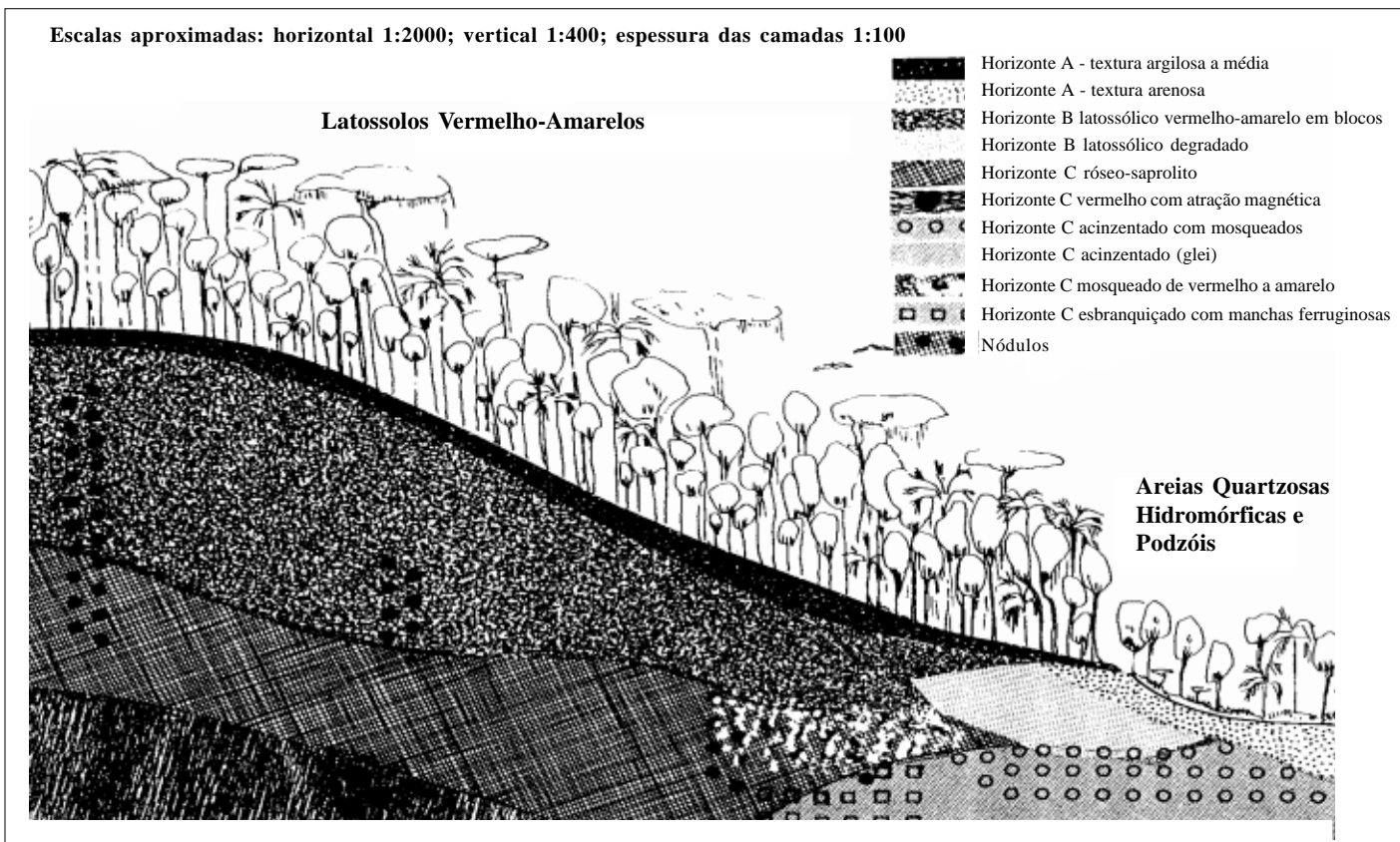


Figura 5 - Representação esquemática dos perfis de solos ao longo de seqüência LV-Areia Quartzosa Hidromórfica, no estado do Amazonas

FONTE: Andrade et al. (1997).

nos pedológicos ganham em importância, permitindo visualizar os fenômenos geoambientais que ocorrem ao longo de uma vertente (Fig. 5) ou conjunto seqüencial de paisagem (Schaefer et al., 1999). Nestes casos, é possível, inclusive, ilustrar aspectos de vegetação, covariante, bem como suas inter-relações com o substrato pedológico adjacente. Problemas ambientais de caráter mais local, específicos, podem ser previstos e analisados.

Na paisagem ilustrada na Figura 5, é possível prever riscos ambientais diferenciados ao longo da vertente, desde o topo, com LV argilosos, até a base da vertente, com solos mais arenosos (Podzóis a Areias). Os solos da parte superior, mais argilosos, são bem mais “tamponados”, retendo nutrientes e substâncias químicas, como pesticidas, com maior eficiência. Já na parte inferior, as areias em regime sazonal de saturação com água, com elevada acidez, se traduzem em um ambiente de grande

risco potencial de poluição, para onde convergem todos os fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais da paisagem. A matéria orgânica acumulada, neste ambiente, pode ser carregada através do solo, levando consigo elementos de importância, como o fósforo. É um ambiente de pouca retenção de água e nutrientes e, por isso, com menor biomassa, apesar da inundação sazonal.

Na seqüência a seguir (Fig. 6), apresenta-se a ocorrência típica dos solos no contato terra firme-várzeas ao longo do Alto e Médio Amazonas, onde os impactos e riscos ambientais são igualmente distintos entre os diversos ambientes. Na terra firme, mancha de solos melhores, antropogênicos, ocorre em meio a um domínio pedológico de Latossolos muito pobres e álicos nestes últimos. A sustentabilidade dos agrossistemas, após a remoção da floresta pela queima, é muito limitada, e longos pousios se fazem necessários para retornar

ao status químico original. Nas manchas de terra Preta de Índio, os acúmulos seculares de restos orgânicos propiciam um ambiente bem mais rico, intensamente aproveitado pelas roças dos caboclos na região, ainda que passíveis de degradação. As várzeas, compartimento mais baixo da seqüência da paisagem, compreendem solos de fertilidade química muito superior, com influência de sedimentos trazidos dos Andes e dominância de siltes e argilas com elevada capacidade de troca de cátions (CTC) e teores de nutrientes. Os problemas, neste caso, são de natureza fitossanitárias e decorrentes do excesso de água no período das cheias. Onde se faz uso de pesticidas para o controle de pragas e doenças, o risco de poluição é grande, pela baixa infiltração e mobilidade da água nestes solos. Por outro lado, a atividade biológica, mas ativa, condiciona a maior capacidade de biodegradação.

A Figura 7 ilustra os impactos am-

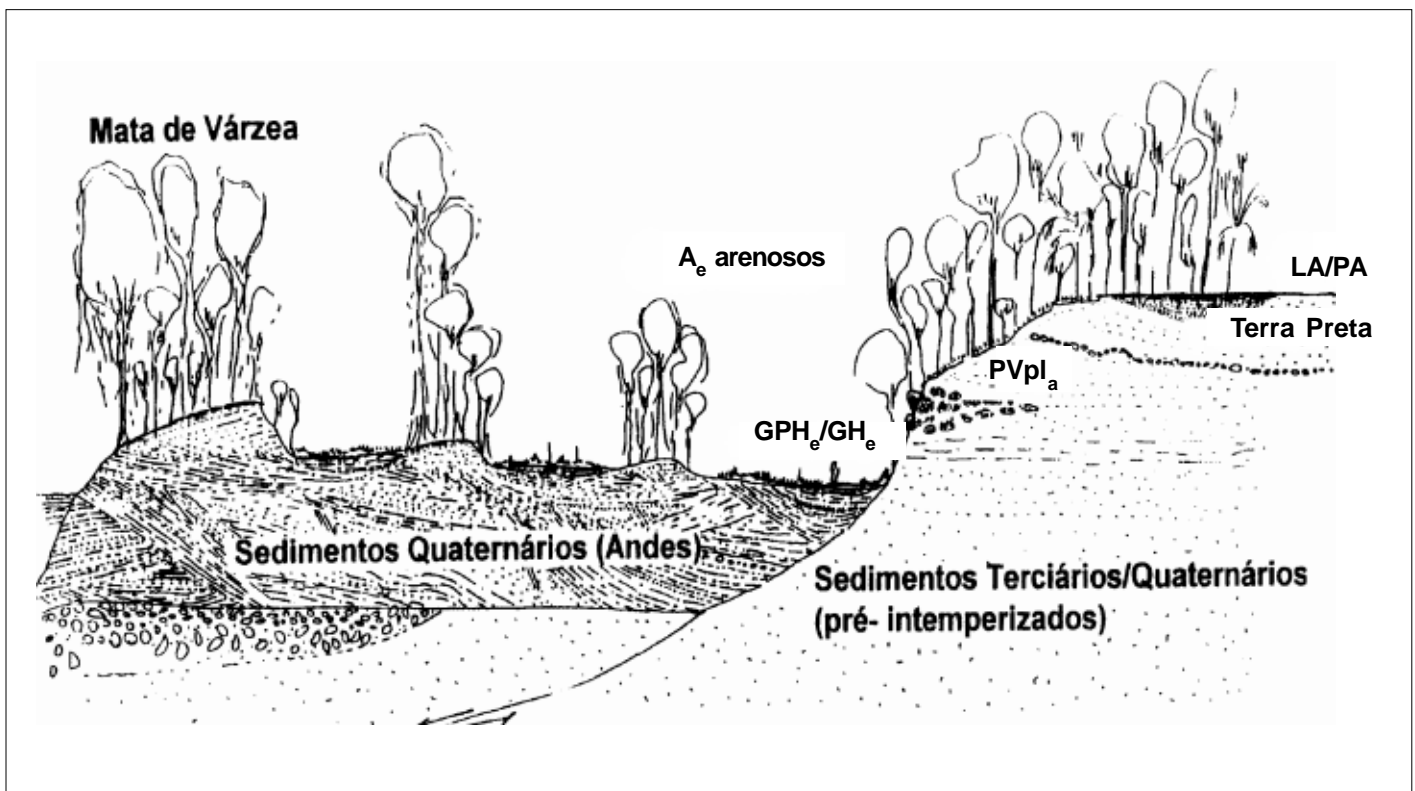


Figura 6 - Seqüência de solos da terra firme até a várzea, às margens do rio Solimões a jusante de Manaus

FONTE: Schaefer et al. (1999).

NOTA: As classes de solos de ocorrência são simbolizadas por: A_e - aluviais eutróficos, GPH_e e GH_e - Glei Pouco Húmico e Glei Húmico, eutróficos, $PVpl_a$ - Podzólio Vermelho-Amarelo plintico e LA/PA - Latossolo Amarelo álico e Podzólio Amarelo álico.

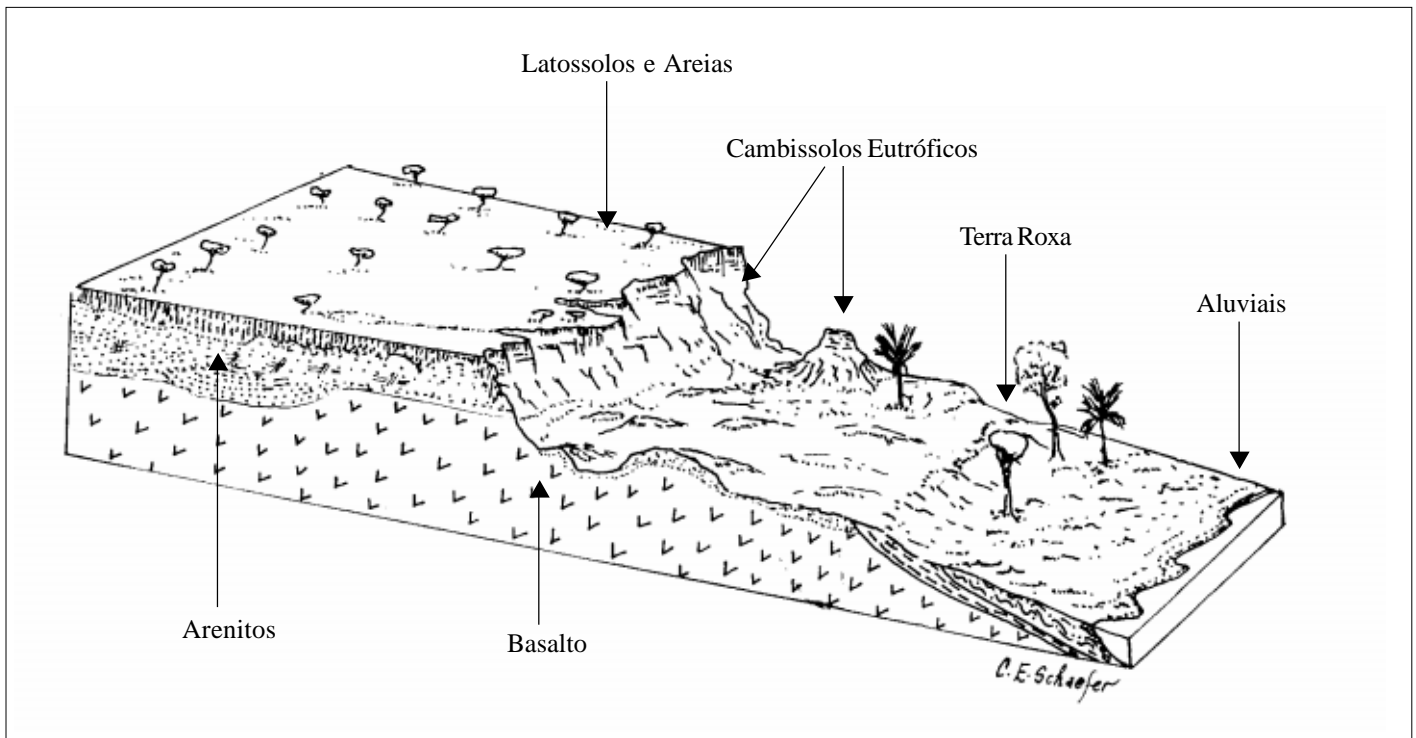


Figura 7 - Corte esquemático da paisagem geomorfopedológica de uma seqüência de arenito do Grupo Bauru ao basalto da Formação Serra Geral, entre Prata e Itumbiara, próximo ao rio da Babilônia, cujas nascentes se localizam próximas à Uberlândia

bientais diferenciados na transição de dois geoambientes. Incisão da drenagem pela morfogênese expõe os basaltos, criando pedoambientes eutróficos (Ce, TRe) outrora revestidos de florestas e hoje intensamente antropizados, dominam aí atividades de subsistência em modelo de pequena agricultura. Nos topos aplainados, predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos ou Vermelho-Escuros distróficos ou álicos, sob cerrado. Nas áreas aplainadas mais extensas, estes solos são intensamente cultivados com soja, algodão e arroz de sequeiro, em agrossistemas modernos de alta tecnologia (Schaefer et al., 1999).

Os solos e a qualidade ambiental

Conforme discutido nos itens anteriores, os solos representam um importante balizador dos impactos ambientais, especialmente em escalas locais, em associação com as rochas e o relevo. Neste item, vamos procurar discutir os processos e características específicas dos solos que merecem

nossa atenção para uma correta avaliação dos impactos ambientais.

Os organismos que colonizam a superfície terrestre são um dos principais agentes na formação dos solos, ao lado de fatores como clima, relevo e material de origem. A intemperização da rocha, que resulta de processos físicos, químicos e biológicos, origina um manto intemperizado, ou regolito, e sobre este se desenvolve o solo. No processo de intemperização, diferenciam-se horizontes distintos com características próprias. Na parte superior do perfil, o horizonte O contém matéria orgânica na forma de húmus, formada de materiais de plantas e animais depositados na superfície. Logo abaixo, ocorre um horizonte mineral rico em matéria orgânica, caracterizado como horizonte A. O horizonte B é menos afetado pela ação biológica, predominando a acumulação de óxidos de ferro e alumínio e argilas silicatadas, principalmente na parte inferior. Abaixo o horizonte C possui minerais primários de tamanho mais grosseiro, e a atividade biológica ocorre

intensamente.

De maneira geral, os solos brasileiros são dominados por argilas de baixa atividade com poucas cargas negativas de superfície, em função do intemperismo muito acentuado. Além da caulinita, os principais minerais secundários, dos solos brasileiros (Quadro 5), goethita, hematita e gibbsita, têm uma capacidade elevada de adsorção de fosfatos, tamponando o fósforo e reduzindo sua biodisponibilidade. Na faixa de pH comuns nos solos tropicais, a quantidade de cargas negativas é muito baixa, o que acarreta uma retenção muito limitada de nutrientes catiônicos pelos minerais de argila. Assim, a matéria orgânica presente nos solos representa, em condições tropicais, uma importante fonte de cargas elétricas, contribuindo para aumentar os valores de CTC nesses solos. Além de contribuir nos fenômenos de troca de íons, a matéria orgânica possui muitos outros efeitos benéficos aos solos e ao ambiente como um todo, conforme ilustrado no Quadro 6.

QUADRO 5 - Minerais primários e secundários mais comuns nos solos brasileiros

Mineral	Fórmula química	Resistência	
Minerais primários			
Quartzo (dominante)	SiO_2	Mais resistente	
Muscovita	$\text{KAl}_3\text{SiO}_{10}(\text{OH})_2$	↓ Menos resistente	
Feldspato Potássico	KAlSi_3O_8		
Biotita	$\text{KAl}(\text{Mg,Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$		
Albita	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$		
Hornblenda	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_3\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$		
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$		
Minerais secundários (dominantes)			
Goethita	FeOOH	Mais resistente	
Hematita	Fe_2O_3	↓ Menos resistente	
Gibbsita	$\text{Al}(\text{OH})_3$		
Minerais silicatados de argila			
1:1			
- Caulinita	$\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	↓ Menos resistente	
- Haloisita (incomum)	$\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		
2:1 (menos comuns)			
- Illita	$\text{Al}_4(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		
- Esmectitas			
Montmorillonita	$\text{M}_x(\text{Al}_{4-x}\text{Mg}_x)\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$		
Beidellita	$\text{M}_x\text{Al}(\text{Si}_{8-x}\text{Al}_x)\text{O}_{20}(\text{OH})_4$		
Nontronita	$\text{M}_x\text{Fe}_4(\text{Si}_{8-x}\text{Al}_x)\text{O}_{20}(\text{OH})_4$		
- Vermiculita	$\text{Mg}(\text{Al,Fe,Mg})_4(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		
2:1:1 (incomum)			
- Clorita	$\text{Mg}_6(\text{OH})_{12}(\text{Mg}_5\text{Al})(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH})_4$		
- Calcita	CaCO_3		

NOTA: M representa um cátion monovalente.

A qualidade de um solo pode ser avaliada de diferentes maneiras, dependendo do uso desejado. Em um contexto mais amplo, as propriedades químicas e físicas determinam a qualidade do solo. As propriedades físicas tais como densidade aparente e textura influenciam na aeração, permeabilidade, infiltração e capacidade de retenção de água. As propriedades químicas são as concentrações de compo-

nentes orgânicos e inorgânicos que determinam características, tais como: fertilidade do solo, atividade biológica e salinidade que são quantificáveis.

Os solos sob uso: apropriação da paisagem e ruptura do equilíbrio

Quando convertido em solo agrícola, a qualidade do solo pode ser pensada em

termos de sua poluição com concentrações excessivas de nutrientes, pesticidas, substâncias perigosas e elementos-traços. A qualidade de um solo pode ainda ser avaliada pela sua habilidade intrínseca em manter um ecossistema, em condições naturais. Por exemplo, um solo desenvolvido sob uma floresta tropical tem a habilidade de manter esse ecossistema. Se a floresta for removida e substituída por culturas agrí-

QUADRO 6 - Propriedades de matéria orgânica do solo e seus efeitos associados no solo

Propriedade	Observações	Efeito no solo
Cor	A cor escura típica de muitos solos é causada pela matéria orgânica	Pode facilitar o aquecimento
Retenção de água	A matéria orgânica pode aumentar 20 vezes seu peso na água	Ajuda a prevenir os efeitos dos ciclos de umedecimento e secagem. Pode melhorar significativamente as propriedades de retenção de umidade de solos arenosos
Combinação com minerais de argila	Une as partículas de solo em unidades estruturais chamadas agregados, estabilizando-os	Permite a troca de gases, estabiliza a estrutura, aumenta a permeabilidade
Quelação	Forma complexos estáveis com Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} e outros cátions polivalentes	Pode aumentar a disponibilidade de micronutrientes para plantas superiores
Solubilidade em água	A insolubilidade da matéria orgânica ocorre devido à sua associação com argila. Além disso, os sais de cátions divalentes e trivalentes são pouco solúveis com matéria orgânica	Pouca matéria orgânica é perdida no lixiviado (ácidos fúlvicos)
Efeito tampão	A matéria orgânica tampona o solo	Ajuda a manter uma reação (pH) uniforme no solo
Troca de cátions	A acidez das frações húmicas isoladas variam de 300 a 1.400 cmol/kg	Pode aumentar a CTC do solo. De 20 a 70% da CTC de muitos solos (com A chernozêmico) é causada pela matéria orgânica
Mineralização	Decomposição de matéria orgânica produz CO_2 , NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , e SO_4^{2-}	Uma fonte de elementos nutrientes para o crescimento da planta
Ligações com moléculas orgânicas	Afeta a bioatividade, a persistência e a biodegradação dos pesticidas	Modifica a taxa de aplicação de pesticidas por controle efetivo

FONTE: Pierzynski et al. (1994).

colas, a produção agrícola é mantida somente por poucos anos, devido ao rápido declínio na matéria orgânica do solo, perdas de nutrientes e redução em qualidades físicas do solo. Com a exposição da superfície desprotegida, a erosão é acelerada devido à alta intensidade de chuva. Em alguns casos, tanto a erosão quanto as mudanças na fertilidade do solo tornam-no inapto para sustentar um ecossistema florestal ou um cultivo agrícola, especialmente onde as pressões populacionais levam a pousios cada vez mais curtos entre os cultivos, diminuindo a sustentabilidade dos solos cultivados (Gráfico 1 e Fig. 8, p.64). Neste caso, chega-se à condição conhecida como um equilíbrio de baixa biomassa, que

muito dificilmente retorna à condição original (Gráfico 1). De maneira geral, podemos distinguir algumas características bem diferenciadas entre os sistemas agrícolas de baixo insumos e aqueles convencionais, que se encontram sintetizadas do Quadro 7 e Figuras 9, 10 e 11.

Sob uso, a poluição do solo é definida geralmente como o resultado de contaminação química, pelo uso excessivo de pesticidas e fertilizantes que levam à contaminação de águas superficiais e do lençol freático. Entretanto, há outras formas de poluição ou degradação do solo, incluindo erosão, compactação e salinização. Os solos são cada vez mais usados como repositórios de rejeitos quím-

nicos e orgânicos *in situ*. A maioria dos solos é capaz, em maior ou menor grau, de adsorver e neutralizar muitos poluentes em níveis menos perigosos, através de processos químicos e bioquímicos. Entretanto, há limites para a capacidade do solo em receber rejeitos sem que provoquem efeitos negativos.

OUTRAS ESFERAS TERRESTRES SOB IMPACTO

Além de depender da litosfera e seus componentes (solo, rochas, relevo), a biosfera que constitui a totalidade de organismos vivos, é fortemente dependente dos fenômenos que ocorrem nas demais esferas: atmosfera e hidrosfera.

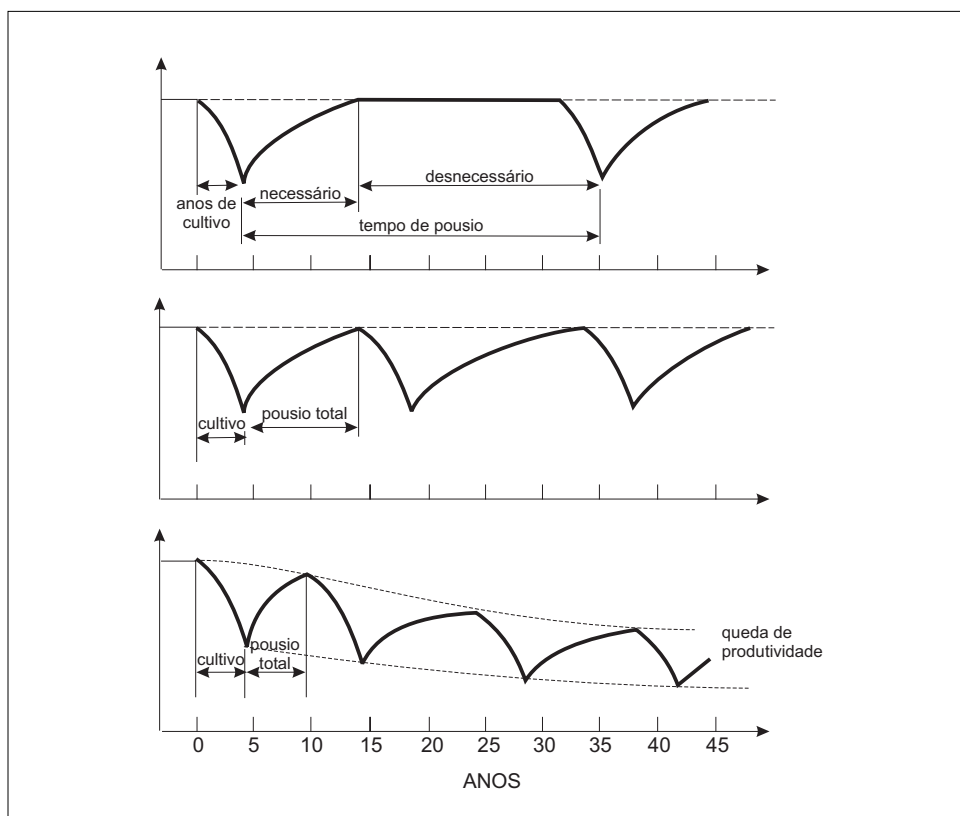


Gráfico 1 - Relação entre o tempo de pousio e a produtividade do solo em sistema de cultivo itinerante

QUADRO 7 - Principais diferenças entre agricultura de baixo insumo, normalmente mais sustentável, e modelos de agricultura convencional

Aspectos	Agricultura de baixo insumo	Agricultura convencional
Tecnológicos	<p>Adapta-se às diferentes condições regionais, aproveitando ao máximo os recursos locais.</p> <p>Práticas de convivência com limitações Atua considerando o agrossistema como um todo, procurando antever as possíveis conseqüências da adoção das técnicas.</p> <p>O manejo do solo visa movimentação mínima, conservando a fauna e a flora.</p>	<p>Desconsideram-se as condições locais, impondo pacotes tecnológicos.</p> <p>Práticas de redução de limitações Atua diferentemente sobre os indivíduos produtivos, visando somente o aumento da produção e da produtividade.</p> <p>O manejo do solo, com intensa movimentação, desconsidera sua atividade orgânica e biológica.</p>
Ecológicos	<p>Grande diversificação. Policultura e/ou culturas em rotação. Integra, sustenta e intensifica as interações biológicas. Associação da produção animal à vegetal</p> <p>Agrossistemas formados por indivíduos de potencial produtivo alto ou médio e com relativa resistência às variações das condições ambientais.</p>	<p>Pouca diversificação. Predominância de monoculturas. Reduz e simplifica as interações biológicas. Sistemas pouco estáveis, com grandes possibilidades de desequilíbrios. Formado por indivíduos com alto potencial produtivo, que necessitam de condições especiais para produzir e são altamente suscetíveis às variações ambientais.</p>
Sócio-econômicos	<p>Retorno econômico a médio e longo prazos, com elevado objetivo social. Baixa relação capital/homem Alta eficiência energética. Grande parte da energia introduzida e produzida é reciclada. Alimentos de alto valor biológico e sem resíduos químicos.</p>	<p>Rápido retorno econômico, com objetivo social de classe. Maior relação capital/homem Baixa eficiência energética. A maior parte da energia gasta no processo produtivo é introduzida, e é, em grande parte, dissipada. Alimentos de menor valor biológico e com resíduos químicos.</p>



Figura 9 - Corte esquemático de área de terra roxa e Podzólio Vermelho-Escuro eutrófico em agricultura de subsistência, com banana, milho e pecuária extensiva numa área da Colônia do Taiano - Roraima (Amazônia)

NOTA: Esses agrossistemas têm-se mantido produtivos por mais de 30 anos, com pouco ou nenhum uso de insumos.



Figura 10 - Bloco diagrama da paisagem de área desmatada de terra firme com pastagem, em Podzólio Vermelho-Escuro eutrófico (topos planos) e Cambissolo eutrófico Ta (parte mais dissecada), no Acre, próximo a Senador Guiomard

NOTA: Em primeiro plano, notam-se remanescentes de Floresta Amazônica Subperenifólia, com castanheiras (*Bertholetia* sp.). Este pedoambiente de solos rasos e eutróficos, com argilas de atividade alta, constitui um cenário pedológico promissor para a efetivação de modelos agrícolas de pequena produção, com uso mínimo de insumos, e com elevada sustentabilidade. Problemas relativos à erodibilidade dos solos podem ser contornados com uso de técnicas baratas e acessíveis, desde que haja apoio oficial e políticas públicas.



Figura 11 - Visão esquemática do vale do rio Alcobaça, entre Bertópolis e Umburatiba, em áreas de penetração dos Patamares e Colinas

NOTA: Retoque erosivo originou solos mais jovens e ricos como os Podzólicos Vermelho-Escuros, com restos de cobertura latossólica nos residuais aplainados mais conservados. Área de uso intensivo com pastagens, com modelo fundiário de propriedades médias e grandes.

Atmosfera

Devido à magnitude da concentração de N_2 (78%) e O_2 (21%) na atmosfera, estes elementos se mantêm relativamente constantes. Outros gases, incluindo os poluentes, são fortemente alterados pelas emissões antropogênicas. Grandes quantidades de poluentes estão sendo liberadas na atmosfera diariamente. A qualidade do ar é tão importante quanto a do solo e da água, uma vez que a atmosfera circunda toda a Terra, enquanto o solo e a água não. Grande parte do ciclo biogeoquímico se dá na atmosfera. Portanto, a atmosfera tem uma importante participação nos fluxos dos nutrientes e transporte de contaminantes.

A atmosfera consiste de quatro camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera. Dessas camadas, a troposfera é a de maior importância, a qual compreende a camada de contato com a superfície da terra, importante nos processos biogeoquímicos. A estratosfera é importante no transporte global de algumas substâncias e nos processos químicos do ozônio.

Hidrosfera

A paisagem influenciada pelas águas nas camadas superficiais da hidrosfera (rios, lagos e mares), na interface com a atmosfera, é o habitat favorável aos microrganismos fotoautotróficos, com acesso ao CO_2 da atmosfera e à radiação luminosa. Alguns nutrientes e metais são mais concentrados nesta zona superficial. Os produtores secundários também proliferam nesta camada, devido à alta concentração de O_2 disponível na atmosfera. O número de microrganismos na interface atmosfera/hidrosfera de lagos, rios e mares chega a ser de 10 a 100 vezes maior que nas camadas inferiores de água. Problemas de eutrofização da água podem-se tornar graves para toda a cadeia alimentar (Quadro 8), aumentando os custos de tratamento da água para consumo humano.

Em áreas de solos pantanosos ou encharcados, sob condições de má drenagem, a produção primária é alta na superfície, enquanto que no sedimento submerso a condição é anóxica, e grandes quantidades de materiais húmicos acumulam-se, for-

mando turfa. As condições ácidas e anóxicas desses ambientes restringem a reciclagem do carbono e podem contribuir para o acúmulo de combustíveis fósseis.

Bactérias que crescem na porção anóxica de alguns solos e sedimentos com má drenagem dependem dos compostos orgânicos da zona superficial. O sedimento favorece a proliferação e a decomposição anaeróbia abaixo da superfície onde o oxigênio é ausente. Os fatores químicos são parâmetros importantes para o crescimento de microrganismos. Concentrações de nutrientes inorgânicos, especialmente fósforo e nitrogênio, são importantes para determinar a habilidade do habitat que suportará o crescimento e metabolismo microbiano. O pH é outro fator, além da salinidade, que influencia no crescimento microbiano nestes solos.

Os rios possuem em seu curso superior um alto grau de oxigenação e temperatura mais baixa. Neste local a produção primária é maior. A maioria dos microrganismos em rios cresce aderidos às superfícies, como rochas submersas. Parte dos nutrientes dis-

QUADRO 8 - Problemas de qualidade da água associados com a eutrofização

Problema de qualidade da água	Fatores da eutrofização que contribuem
Qualidade, gosto e odor da água	Nutrientes, sedimentos suspensos degradam a qualidade da água e aumentam o custo da purificação de água potável; as condições anóxicas e as toxinas produzidas durante o crescimento de algas podem causar a morte dos peixes e fazer com que a água se torne nociva para aves e outros animais. Antibióticos e substâncias orgânicas nos sistemas de agricultura podem causar danos.
Baixa diversidade de espécies	O crescimento estimulado de certos organismos diminui o número e o tamanho da população de outras espécies; com o tempo, os lagos passam a ser dominados por algas e peixes de rápido crescimento.
Prejuízos do uso em recreação e navegação	O aumento da sedimentação diminui a profundidade do lago, o crescimento vegetativo acelerado bloqueia as águas navegáveis; biomassa de algas em decomposição promove a proliferação de insetos e produz espumas de odor repugnante.

solvidos é rapidamente absorvidos por esses microrganismos aderidos e liberados após a morte, sendo perdidos com a correnteza.

Desta maneira os nutrientes de um rio têm muito menos ciclagem, e o transporte remove-os antes do ciclo ser completado. Muitos rios recebem altas quantidades de efluentes de indústrias e de núcleos urbanos. Os efluentes urbanos introduzem altas concentrações de compostos orgâ-

nicos decaindo a concentração de O₂ pela utilização microbiana para própria decomposição da matéria orgânica. Os efluentes industriais introduzem compostos tóxicos, como metais pesados, que afetam a atividade e sobrevivência dos microrganismos.

Os rios também recebem compostos oriundos da atividade agrícola através da erosão, como herbicidas, fungicidas e inseticidas, além de resíduos de adubos e corretivos. Este tem sido um problema

cada vez mais comum em áreas agrícolas de monocultivo altamente tecnificadas, como por exemplo nas bordas elevadas dos planaltos que circundam o Pantanal de Mato Grosso, que carregam imensas quantidades de poluentes e sedimentos ao Pantanal, através dos rios Paraguai e São Lourenço. Em áreas de arenito, com coberturas latossólicas nas Chapadas, o risco ambiental de poluição das veredas, a jusante, é muito elevado (Fig. 12 e 13).

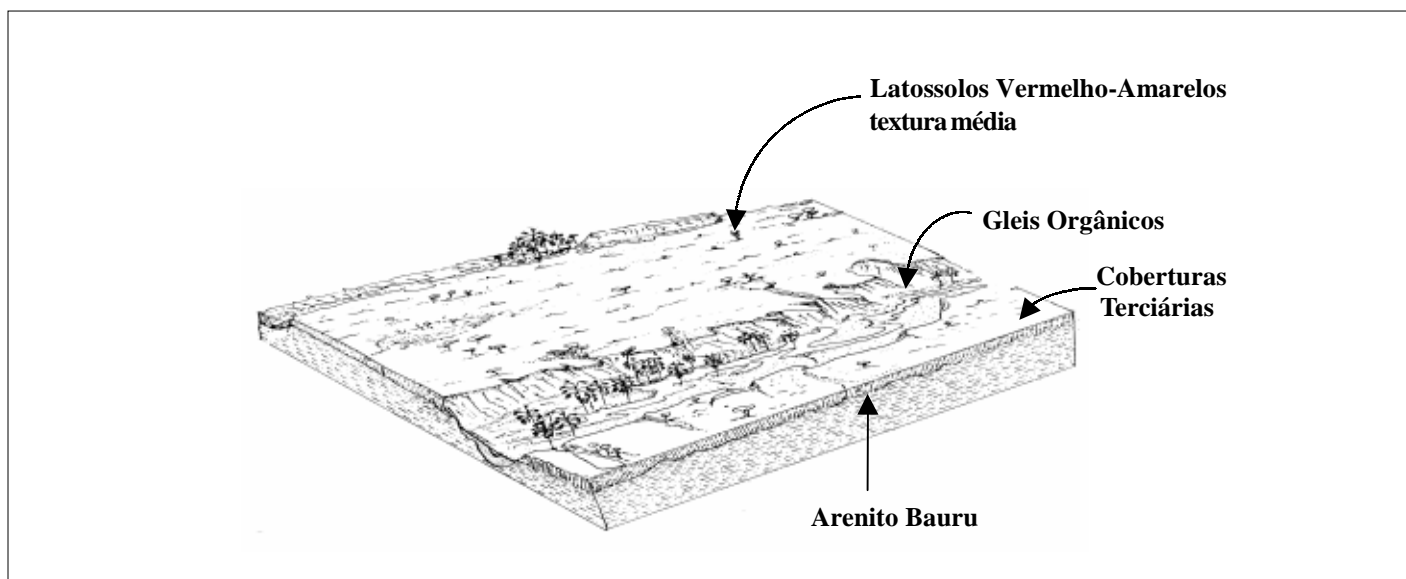


Figura 12 - Os fluxos hídricos têm sua qualidade afetada pelo uso de substâncias solúveis nas Chapadas, que podem contaminar facilmente os aquíferos e solos a jusante

NOTA: Representação esquemática de uma seqüência geomorfológica sobre arenito do Grupo Bauru (Formação Adamantina), em Latossolos Vermelho-Amarelos textura média sob Cerrado e Veredas de Buritis em baixadas hidromórficas com solos Glei Húmicos e Orgânicos, na região do Alto Rio da Prata, na divisa de Mato Grosso do Sul e Goiás (divisores Araguaia/Paranaíba/Paraguai).



Figura 13 - Detalhe esquemático de uma pedofitoseqüência de vereda (Floresta Hidrófila de Buritis) com solos orgânicos, campo higrófilos/hidrófilos de várzeas (solos gleizados) até campo cerrado, com substrato em arenitos silicificados do Grupo Bauru (Formação Adamantina)

NOTA: Nota-se concentração de Petroplintita (agregação do ferro oxidado) nas rupturas suaves de declive, balizando o contato campo cerrado/campo de várzeas. A dinâmica hídrica é mantida pela eficiente recarga dos aquíferos nos saprolitos areníticos, que garantem a perenidade dos cursos d'água nas veredas, no mesmo tempo que ilustram a extrema fragilidade do ambiente com aporte de pesticidas.

AGENTES DE POLUIÇÃO NA PAISAGEM AGRÍCOLA E INDUSTRIAL

Os poluentes foram classificados em orgânicos e inorgânicos para melhor estruturação e explicação. Cada categoria de poluente pode causar impacto em mais de um ecossistema, além de representar numerosos processos. Por exemplo, a acidificação consiste de várias reações não-relacionadas, algumas ocorrendo na atmosfera e outras na litosfera, que formam produtos ácidos que afetam negativamente seus respectivos pontos finais.

Impacto dos poluentes inorgânicos na paisagem

Entre os poluentes inorgânicos relacionados com os agroecossistemas, os mais expressivos estão descritos a seguir.

Dióxido de carbono

O maior reservatório de carbono reciclável é o CO₂ atmosférico. Desde o começo da revolução industrial, no início do século

XIX, as atividades humanas têm injetado uma significativa quantidade de carbono inorgânico fóssil, na forma de CO₂, na atmosfera pela queima de combustíveis. Atividades humanas têm, recentemente, introduzido grandes e mensuráveis mudanças no ciclo do carbono. O reservatório está aumentando de ano a ano. Como resultado o ciclo do carbono global sofrera modificações. Entre 1860 e 1980, o CO₂ atmosférico subiu em aproximadamente 70 ppm, passando de 270 ppm, antes da industrialização, para 340 ppm. O aumento na concentração do CO₂ atmosférico é devido, principalmente, à queima de combustíveis fósseis, com contribuição adicional de CO₂ liberado de biomassa florestal e húmus provenientes do desmatamento para a atividade agrícola. Existe, atualmente, uma preocupação nesse contínuo aumento do CO₂ atmosférico, sendo sua taxa da ordem de aproximadamente 1 ppm/ano, devido ao "efeito estufa". O CO₂ é transparente, porém absorve fortemente a radiação com comprimento de onda na faixa do infravermelho. Dessa forma, a alta concentração

de CO₂ na atmosfera retém grande parte dessa radiação, conseqüentemente, aquecendo a Terra. Cientistas geralmente concordam que a temperatura global aumentará, mas há discordância e desconhecimento a respeito da intensidade e de como este fenômeno afetará o clima. Além disso, este aumento da temperatura global pode reduzir o tamanho das geleiras polares, aumentando substancialmente o nível dos oceanos.

Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes tanto para as plantas quanto para os microrganismos. Enquanto seu uso intensivo na agricultura moderna na forma de fertilizantes é extremamente necessário, uma série de impactos ambientais potencialmente sérios tem também sido mostrados (Quadro 9). O uso intenso de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode aumentar o pool de nitrato no ciclo do N. O nitrato é relativamente inócuo, mas sua conversão reductiva microbiana resulta em produtos que causam problemas de po-

QUADRO 9 - Sumário dos problemas ambientais associados com nitrogênio

Problema ambiental	Mecanismos causadores e impactos
Saúde humana e animal	
Metamoglobinemia	Consumo de água com elevado nitrato; importante especialmente para as crianças, pois interrompe o sistema de transporte de oxigênio no sangue
Câncer	Consumo de água com elevado nitrato; importante especialmente para as crianças, pois interrompe o sistema de transporte de oxigênio no sangue
Envenenamento por nitrato	Ingestão de águas ou alimentos com alto teor de nitrato
Dano ao ecossistema e solos	
Contaminação dos lençóis d'água	Lixiviação de nitrato proveniente de fertilizantes, manejos, argilas, água suja, fossas sépticas; pode causar impacto na saúde humana e animal, e no estado eutrófico das águas superficiais
Eutrofização das águas superficiais	Nitrogênio solúvel ou ligado a sedimentos provenientes de erosão; descarga direta de N de usinas de tratamento de águas, de rejeito municipal ou industrial; deposição atmosférica de amônia e ácido nítrico; degradação geral da qualidade da água e diversidade biológica das águas.
Chuva ácida	O ácido nítrico, originado pela reação de óxidos de N com umidade na atmosfera retorna ao ecossistema terrestre na forma de chuva, neve, névoa ou nevoeiro (deposição úmida) ácidos ou como partículas ácidas (deposição seca)
Diminuição da camada de ozônio na estratosfera, mudança no clima global	Os óxidos nitrosos provenientes da queima de combustíveis fósseis e da desnitrificação do nitrato nos solos são transportados para a estratosfera, onde ocorre a destruição da camada de ozônio; o incidente da radiação ultravioleta aumenta o calor global na superfície terrestre

lução local e global. O nitrato pode ser reduzido a nitrito em solos, sedimentos e ambientes aquáticos, em condições anaeróbias. A redução microbiana anaeróbia de nitrito em solos e sedimentos leva à formação de amônia, óxido nítrico, óxido nítrico e/ou N elementar. O N_2O e o N_2 são produtos da desnitrificação, sendo que, a liberação destes predomina em condições de baixo pH. O N_2O sobe à estratosfera e através de sua fotodecomposição contribui para a destruição da camada de ozônio da atmosfera. A excessiva desnitrificação, resultante de um elevado input de nitrato através de adições de fertilizantes, torna-se um problema de poluição global. No Quadro 10, apresentam-se, resumidamente, os principais mecanismos causadores de impactos ambientais pelas alterações nos fluxos de N nos solos e nos sistemas naturais.

Uma outra classe de compostos nitro-

genados, as nitrosaminas, é de grande importância para a saúde pública, por apresentar um potencial efeito carcinogênico. As nitrosaminas ($R_2N-N=O$) são formadas pela reação, sob condições ácidas ($pH < 4$), das aminas secundárias e terciárias (R_2NH , R_3N) com ácido nítrico anidro (N_2O_3), proveniente do NO_2^- .

Em tese, o óxido nítrico (NO) proveniente da desnitrificação poderia reagir com ozônio, causando assim a destruição da camada de ozônio através de várias reações. Há pouca dúvida de que o aumento da desnitrificação, causado pelo uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, contribui para a destruição do ozônio. O uso mais prudente e racional de fertilizantes nitrogenados poderia controlar o problema, mas isto poderia também resultar em menor produtividade agrícola. Esse problema poderia ser contornado, investindo-se na fixação

simbiótica do N, o que não tem sido observado nos países mais ricos do globo.

O ácido nítrico (HNO_3) é um dos maiores componentes de "chuva ácida", causada pela liberação de óxidos de nitrogênio (N_2O , NO) para a atmosfera, durante a queima de combustíveis fósseis. A chuva ácida ($pH < 5,6$) ou deposição de partículas ácidas pode afetar de forma intensamente negativa os ecossistemas florestais e a água superficial.

O N tem uma importância muito grande na eutrofização de águas naturais. A eutrofização é definida como um aumento na concentração de nutrientes de águas naturais que causa crescimento acelerado de algas e plantas aquáticas, diminuição de oxigênio dissolvido, aumento da turbidez e degradação geral da qualidade da água. Esse aumento da concentração do N nas águas naturais é consequência do uso

exagerado do N na agricultura (poluição não-pontual) e de inputs de N da descarga direta de águas residuais urbanas, industriais e áreas de recreação (Quadro 8).

Fósforo

O fósforo (P) é essencial para todas as formas de vida na Terra, não apresentando efeitos tóxicos conhecidos. A principal preocupação associada ao P no ambiente é o seu efeito na eutrofização de ecossistemas aquáticos e da água de consumo (Quadro 8). O entendimento claro do processo de eutrofização, como sendo a maior forma de impacto ambiental causado pelo P, é essencial para o desenvolvimento de estratégias para seu manejo. Em ambientes aquáticos oligotróficos, as concentrações de P solúveis e adsorvidas nos sedimentos são baixas e limitam o crescimento de algas e plantas aquáticas. O aumento na entrada de P nesses sistemas, através de usinas de tratamento de águas residuais, da conversão de terras florestadas para o uso agrícola e da erosão, estimula o crescimento de algas e plantas aquáticas, iniciando o processo de eutrofização. Níveis adequados de P em solos são essenciais para a produção agrícola. A fertilização com P é, portanto, um componente vital da agricultura moderna. O P encontrado no ambiente terrestre é originado primariamente da ciclagem biológica e da intemperização de minerais dos solos e rochas. O P solubilizado é então acumulado pelas plantas e animais (formas estáveis), adsorvido pelos oxi-hidróxidos ou erodido para os cursos d'água e oceanos. A quantidade total de P em um lago ou outra fonte de água superficial será controlada pelo balanço entre a entrada de fontes externas de P e a sua saída pela drenagem via rios ou outros cursos d'água. O balanço positivo de P aumentará a probabilidade de eutrofização.

Enxofre

O enxofre (S) é um elemento essencial que é requerido por todos os organismos vivos, sendo constituinte de alguns aminoácidos, vitaminas e hormônios. O S ocorre naturalmente em várias formas orgânicas e inorgânicas que são parte da geoquímica do ciclo global desse elemento.

As preocupações ambientais relacionadas com o S são: deposição ácida, drenagem ácida de mineração, acidez nos solos e contaminação do lençol freático (Quadro 10). A oxidação de sulfetos em solos produz quantidades substanciais de ácidos fortes. Em condições anaeróbias, o solo produz grandes quantidades de sulfeto e S elementar (formas reduzidas do S). Se esse ambiente vir a sofrer modificações pela drenagem e, com isso, sua exposição à oxidação, bactérias quimioautotróficas oxidam as formas reduzidas do S, com a finalidade de obter energia através dessa oxidação,

sendo a reação química como descrita a seguir:

Thiobacillus thiooxidans e *T. ferrooxidans* são comuns em áreas mineradas. Quando as operações de mineração expõem grandes quantidades de minerais reduzidos (sulfeto), as atividades dessas bactérias produzem uma drenagem ácida a qual é um fenômeno destrutivo de poluição, extremamente comum em áreas de mineração em Minas Gerais.

Os combustíveis fósseis (carvão, petróleo etc.), contêm substanciais quantidades de S. Muito desse S está presente como

QUADRO 10 - Impactos potenciais ao ambiente causados pelo enxofre

Fenômeno	Descrição do problema
Deposição ácida	A formação de ácido sulfúrico (H_2SO_4) na atmosfera resulta na deposição úmida (chuva, neve, neblina) e deposição seca (particulados) que podem ser prejudiciais à vegetação, às fontes de água, estruturas e construções, e ao ser humano
Solos ácidos com sulfato	Causado pela liberação de H_2SO_4 nos solos devido à oxidação de materiais sulfídricos que estão normalmente associados com regiões costeiras e operações em minas de carvão
Atividade de microrganismos	A oxidação das formas reduzidas de S a partir das atividades minerárias produz H_2SO_4 , que pode impactar os solos ou estêreis, bem como a superfície das águas nas proximidades
Contaminação dos lençóis de água	Altos níveis de SO_4 podem tornar os lençóis de água potável impróprios para o consumo humano e animal
Intoxicação com enxofre	Animais ruminantes e não-ruminantes podem sofrer de intoxicação com S; os ruminantes são suscetíveis a $(NH_4)_2 SO_4$ e gesso ($CaSO_4$) quando estes são usados como fontes de N (sem proteína) ou fontes de alimento Ca, respectivamente; os não-ruminantes são susceptíveis ao excesso de aminoácidos-S, principalmente metionina, em sua alimentação.

pirita (FeS_2) originada do H_2S produzido pelas bactérias redutoras do sulfato. Quando esses materiais são queimados, a maioria desse S é convertido a SO_2 , o qual se combina com a água da atmosfera, formando ácido sulfuroso (H_2SO_3). A fotooxidação também converte alguns SO_2 a SO_3^{2-} , tendo-se como resultado final ácido sulfúrico (H_2SO_4). Inversões atmosféricas em áreas urbanas, no inverno, levam à formação de nuvens ácidas altamente irritantes e pouco saudáveis.

A queima de combustíveis fósseis também leva à formação da chuva ácida, como ocorre com o N. A água da chuva tem um pH ligeiramente abaixo da neutralidade, devido à acidez fraca do H_2CO_3 , que pode tornar-se bastante ácida (pH 3,4 – 4,0) por causa dos ácidos sulfuroso e sulfúrico. A chuva ácida, por sua vez, corrói construções e monumentos feitos de calcário e mármore, danifica as plantas, pode causar decréscimo substancial do pH em solo e águas, levando à eliminação de espécies tanto microbianas como de plantas e animais. As regiões industrializadas não são as únicas áreas afetadas pela chuva ácida. As correntes de ar distribuem os poluentes do ar. Esse processo acelera também o intemperismo químico.

Devido aos problemas de poluição, padrões de qualidade do ar pressionam para a limitação das emissões de dióxido de enxofre. Sistemas para remover SO_2 , quando combustíveis com alto teor de S são usados, são caros e apresentam uma variedade de problemas operacionais. Microrganismos mostram algum potencial para remover S dos combustíveis fósseis antes da queima. A atividade de bactérias oxidantes do S poderia teoricamente ser utilizada para esse propósito, talvez a um custo viável.

Elementos-traços

Os elementos-traços normalmente estão presentes em concentrações relativamente baixas, nos solos ou nas plantas. Os termos micronutrientes e metais pesados são usados para descrever categorias de elementos-traços. O uso do termo micronutrientes não será usado neste trabalho porque implica os elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento de algum organismo, porém muitos elementos-traços não são essenciais. O uso do termo metais pesados também não deverá ser usado, porque ele se refere a elementos metálicos com uma massa atômica maior que a do ferro (55,8 g/mol), ou elementos com densidade superior a 5,0 g/cm³, e isto exclui muitos elementos-traços.

Os resíduos orgânicos possuem concentrações variadas de elementos-traços, com potencial ação poluidora da paisagem (Quadro 11) e, por isso, devem ser alvo de uma avaliação criteriosa antes de ser utilizados com fins agrícolas ou reciclados de qualquer outra forma.

Os elementos-traços do solo podem ser divididos em três categorias, com base na forma química esperada na sua solução. Os metais catiônicos, são elementos metálicos cujas formas predominantes, na solução de solo, são cátions (As^+ , Cd^{2+} , Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} e Zn^{2+}). Os oxiânions, são elementos que quando combinados com oxigênio apresentam na sua molécula balanço de cargas negativas (AsO_4^{3-} , $\text{B}(\text{OH})_4^-$, CrO_4^{2-} , MoO_4^{2-} , HSeO_3^- e SeO_4^{2-}). Os halogênios são membros do grupo VIIA na tabela periódica e estão presentes como ânions na solução de solo (F^- , Cl^- , Br^- e I^-). Alguns elementos podem ocorrer em mais de uma categoria. Os usos dos elementos-traços são bem variados e numerosos. Considerável interesse de utilização dos elementos-traços se concentra na área de suplementos dietéticos para uso humano, por ser alguns deles elementos essenciais. O Pb e o As são usados, comumente, em pesticidas. O Pb também está contido na gasolina e nas

QUADRO 11 - Concentrações máximas, limites legais, taxa de carga anual e acumulativa para elementos traços presentes em resíduos orgânicos

Elementos-traços	Concentração máxima (mg/kg)	Carga acumulada (kg/ha)	Carga máxima anual (kg/ha/ano)
Arsênio (As)	75	41	2,0
Cádmio (Cd)	85	39	1,9
Cromo (Cr)	3.000	3.000	150
Cobre (Cu)	4.300	1.500	75
Chumbo (Pb)	840	300	15
Mercúrio (Hg)	57	17	0,85
Molibdênio (Mo)	75	18	0,90
Níquel (Ni)	420	420	21
Selênio (Se)	100	100	5,0
Zinco (Zn)	7.500	2.800	140

tintas. O Zn é usado extensivamente na manufatura de produtos de borracha, metais galvanizados e no branqueamento de caulim. O Cr é usado em componentes de automóveis e na manufatura de aço.

Em função da existência dos mais variados usos para elementos-traços, há também variadas maneiras para a contaminação do solo por eles. A mineração de alguns desses elementos tem criado problemas de contaminação do solo. Usinas de tratamento de águas residuais municipais (doméstico e industrial) geram lodo de esgoto e este, quando aplicado no solo, enriquece-o com elementos-traços. Veículos motorizados, movidos a óleo diesel, emitem Cd, Zn, Ni, Cr, V, W e Mo do atrito de pneus e metais, e os movidos à gasolina, Pb. Resíduos de metais são encontrados também em alguns sprays agrícolas e corretivos do solo. O cobre é usado como suplemento dietético na alimentação de suínos, produzindo dejetos ricos desse elemento, que podem ser aplicados em solos agrícolas. As áreas urbanas próximas a fontes de elementos-traços terão concentrações altas deles nos solos.

A erosão do solo é o mecanismo principal por meio do qual os elementos-traços são transferidos dos solos para os ambientes aquáticos. Os efeitos de concentrações elevadas de elementos-traços em ambientes aquáticos são extremamente difíceis de determinar, devido, em grande parte, à mobilidade de alguns deles e à dificuldade de separar os efeitos da água contaminada com os dos sedimentos contaminados.

O processo de metilação de alguns elementos-traços (Hg, Se, As) resulta no aumento de sua toxidez e biomagnificação. Os microrganismos são capazes de transferir grupos metila para esses elementos. As interações microbianas com alguns desses elementos resultam na mobilização e potencialização deles como sérios poluentes ambientais. O mercúrio, o qual tem recebido muita atenção, serve para ilustrar bem o processo. O fenômeno mostra a tendência geral das cadeias alimentares, no ambiente aquático, de acumular esses elementos. A metilação de Hg e outros ele-

mentos no ambiente é atribuída ao sistema responsável para a geração anaeróbia de metano. Alguns microrganismos também são capazes de mobilizar e acumular elementos-traços.

Pesticidas

O impacto do advento dos pesticidas organosintéticos na paisagem agrícola mundial é hoje uma das maiores preocupações ambientais globais, que afeta a qualidade de vida humana e biológica, através dos efeitos na atmosfera, hidrosfera e solo. As categorias de pesticidas variam desde herbicidas, inseticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas e acaricidas, até os modernos rodenticidas utilizados para o controle de ratos e outros roedores domésticos no armazenamento de grãos. Os efeitos adversos e impactos na paisagem podem ser muito variáveis, e, no Brasil, seu monitoramento se encontra em estado inicial, excetuando-se talvez os trabalhos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) em São Paulo, e nos monitoramentos assistemáticos e pontuais em outros Estados da Federação.

No Quadro 12 estão ilustrados os principais processos de transferência de substâncias químicas orgânicas, que possuem potencial poluidor nos solos, com ênfase nos pesticidas organosintéticos.

Os impactos gerais da aplicação dos pesticidas na qualidade ambiental encontram-se resumidos no Quadro 13.

UMA SÍNTESE: A ECOLOGIA DA PAISAGEM NA GESTÃO AMBIENTAL

O termo "paisagem" foi introduzido no meio geográfico-científico no início do século XIX por Alexander von Humbol, o sábio alemão pioneiro da Geografia Física e Geobotânica. Contudo, com o avanço das ciências da terra, o conceito estreitou-se, tornando-se sinônimo na Comunidade Acadêmica Ocidental de Fisiografia ou, mais especificamente, dos Estudos das Formas da Terra - a Geomorfologia.

Na Alemanha e, especialmente, na Rús-

sia o conceito de paisagem manteve sua visão holística, incluindo fenômenos da geosfera e biosfera. Na Austrália, nos anos 60, surgiria a "Divisão de Pesquisa da Terra", hoje "Divisão do Uso da Terra", que adotou um sistema inovador de levantamento do Uso da Terra e Avaliação da Aptidão Agrícola, levando em conta fatores ecológicos e sócio-econômicos no planejamento do uso da Terra (Christian & Stewart, 1968). Na Holanda, o Instituto Internacional para Levantamentos Aéreos e Ciências da Terra (ITC) desenvolveu a Ciência da Paisagem em relação estreita com fatores ecológicos.

Os sistemas naturais e mesmo antrópicos tendem a mostrar uma notável auto-organização e diversos mecanismos de simbiose. Na prática, reconhecemos hoje uma verdadeira tendência à ordem (organização) através da flutuação. Até recentemente, tratava-se o não-equilíbrio termodinâmico nos sistemas naturais como um distúrbio temporário do equilíbrio, até que estudos demonstraram ser possível que o não-equilíbrio fosse também uma fonte de ordem e organização (Prigogine, 1976 e Zaveh & Lieberman, 1993). Conceitos pedológicos incorporaram, ao mesmo tempo, a idéia de Caos, ou um permanente estado de desequilíbrio, para explicar a complexidade dos processos pedogenéticos. Segundo estes estudos, a ordem biológica dos sistemas naturais operariam fora dos domínios do conceito clássico de equilíbrio, e portanto, precisamos considerar situações de não-equilíbrio para explicar os fenômenos naturais.

A ecologia da paisagem é o estudo das inter-relações dos fenômenos da geosfera e biosfera; sua dinâmica e processos funcionais, que definem a ecologia da paisagem. Esses estudos abrangem a paisagem humana e envolvem graus de modificação (interferência) antrópica. Levam em conta ainda, fatores sócio-econômicos, além de ecológicos. É um conceito novo que agrega muitas das ciências tradicionalmente envolvidas com o meio ambiente, dentro de um paradigma diferenciado, de visão holística

QUADRO 12 - Dinâmica das substâncias químicas orgânicas (SQO) nos solos e meio ambiente, com referência especial aos pesticidas

Processo	Consequência	Fatores
Transferência (processos que relocalizam SQO sem alterar sua estrutura)		
Deriva física	Movimento de SQO devido à ação do vento	Velocidade do vento, tamanho da gota, distância física do objeto
Volatilização	Perda devido à evaporação a partir do solo, planta ou dos ecossistemas aquáticos	Pressão do vapor, velocidade do vento, temperatura
Adsorção	Remoção das SQO pela interação com plantas, solos e sedimentos	Argila e conteúdo de matéria orgânica, tipo de argila, umidade
Absorção	Entrada de SQO pelas raízes das plantas ou ingestão animal	Transporte de membrana celular, tempo de contato e susceptibilidade
Lixiviação	Translocação de SQO lateralmente ou descendente através dos solos	Conteúdo de água, macroporos, textura do solo, argila e conteúdo de matéria orgânica
Erosão	Movimento de SQO devido à ação da água	Chuva, velocidade do vento, tamanho das partículas de argila com matéria orgânica com SQO nela absorvidos
Degradação (processos que alteram a estrutura química)		
Fotoquímica	Separação das SQO devido à adsorção da luz do sol (raio ultravioleta)	Estrutura de SQO, intensidade e duração da luz do sol (exposição)
Microbiológico	Degradação de SQO pelos microrganismos	Fatores ambientais (pH, umidade, temperatura), status de nutriente, conteúdo de matéria orgânica
Química	Alteração da SQO pelos processos químicos, assim como reações de hidrólise e redox	Alto e baixo pH, mesmos fatores como para degradação "microbial"
Metabolismo	Transformação química das SQO depois de ser absorvidas pelas plantas ou animais	Pode ser absorvido, metabolismo do organismo, interações com o organismo

QUADRO 13 - Impactos das aplicações de pesticidas na qualidade ambiental e eficácia do controle de pragas

Especificações	Impactos	
	Qualidade ambiental	Controle de pragas
Tipo de pesticida	Alta sorção, baixa lixiviação. Rápida degradação - não-transportado. Toxidez - determina a concentração máxima permitida em água	Eficácia do controle, dependendo do pesticida
Tipo de aplicação	Incorporado ao solo - maior chance de contaminação dos lençóis d'água. Aplicação no subsolo - diminui o risco de deriva do pesticida	Toxidez para praga, microbiota e plantas
Tecnologia <i>spray</i>	Muitas gotas - deriva física reduzida	Condições úmidas do solo podem prejudicar o tempo de otimização
Período de aplicação	Perto de caminhos de enxurradas ou irrigação - aumenta a chance para a contaminação dos lençóis subterrâneos	Grandes dosagens podem diminuir a eficácia. A eficácia do pesticida depende do tempo adequado
Horário da irrigação	Irrigação planejada - reduz o potencial de contaminação das águas nos lençóis subterrâneos e na superfície.	Mudanças na umidade do solo podem afetar as pragas
Lavoura	Efeitos mínimos na lavoura - reduz escoamento superficial, requer maiores níveis de pesticida, maior risco de lixiviação ou deriva do pesticida	Aumenta a densidade das pragas, sendo necessária a aplicação adicional de pesticida
Procedimentos próprios da irrigação	Abuso (uso incorreto) de pesticida - aumenta a contaminação da água e do solo	Não há efeitos negativos no controle de pragas

e abrangente, integrando os diferentes aspectos da paisagem numa visão orgânica.

Dentre os principais que regem a ecologia da paisagem, destacamos:

- a) a auto-organização dos sistemas naturais;
- b) a existência da “ordem” através da flutuação;
- c) sistemas sob estresse são regra, não exceção;
- d) a “ordem” imposta pela ação biológica na superfície terrestre é a única que contraria a “entropia ou tendência à desordem”; depende da energia

solar para que ocorra essa ação organizadora.

Os estudos de ecologia da paisagem permitem concluir que a “civilização humana”, sendo um dos mais complexos sistemas ecológicos, é também um dos mais vulneráveis, com muitas relações de dependência. Em um cenário de paisagens totalmente modificadas, poluídas e radioativas, o ser humano será o primeiro a sofrer as conseqüências, muito antes que os biosistemas venham a sofrer danos mais sérios. Isso nos leva a pensar na urgência de reconciliar nossas necessidades humanas de bem-estar com as leis fundamentais de equilíbrio da natureza, com as quais esta-

mos quase sempre em conflito aberto.

Uma visão mais integradora da paisagem é possível e desejável, a partir das informações dos relatórios técnicos temáticos de geomorfologia e pedologia, pois estes representam a interface viva e dinâmica da paisagem total. Através da coordenação das informações de litologia, estrutura, morfologia e solos, é possível uma predição sintetizada dos riscos ambientais e impactantes, em escalas variáveis. Como exemplo ilustrativo, citamos o recente Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias de Leste, com ênfase hidrológica voltada à gestão das águas na paisagem (Quadro 14).

QUADRO 14 - Síntese das características gerais associadas às Unidades Geomorfológicas identificadas na área de abrangência do PDRH – Bacias dos rios do Leste

Unidade geomorfológica	Litologia	Estrutura	Padrão morfológico	Solos	Morfodinâmica atual e erosão	Síntese ambiental com ênfase hidrológica (continua)
Planície Costeira	Depósitos fluviomarinhos Quaternários.	Sedimentar, horizontal, discordante do paleo - relevo inundado.	Feições baixas e planas de delta, mangues e estuários. Eventuais dunas e terraços marinhos proeminentes.	Pedogênese incipiente. AM, solos indiscriminados de mangue, solos Glei.	Erosão fluviomarinha e construção deltaica ativa, canais fluviais retilíneos, paralelos à linha de costa.	Zona de acumulação de <i>hot-spot</i> de poluentes. Poluição de aquíferos em lixões urbanos nas áreas turísticas litorâneas. Degradação das planícies costeiras e manguezais interrompe ciclo biogeoquímico importante. Assoreamento de canais e aterros em mangues.
Tabuleiros	Areias, argilas e conglomerados terciários; coberturas.	Sedimentar, suborizional a horizontal, inundando superfície irregular do embasamento.	Relevo tabular, colinas de topos nivelados e vales de fundo chato.	Pedogênese moderada sobre sedimentos pré-intemperizados. Fenômeno de perda de argila em superfície (ferrolise) e podzólização rebaixando a paisagem PA/LA/LV.	Forte dissecação fluvial; padrão de drenagem paralelo a subparalelo, sob controle neotectônico. Erosão mecânica em lençol.	Aquíferos nos contatos entre lentes arenosas e argilosas do sedimento Barreiras. Fluxo hídrico subsuperficial até pontos de surgência nas bordas dos vales de fundo chato. Poluição por pesticidas em áreas de cultura intensiva (mamão e café Conillon). Degradação de solos sob pastagem.
Patamares e Colinas	Granitos e Gnaisses diversos com coberturas terciárias associadas.	Exumação de estruturas Pré-cambrianas reativadas nos sucessivos ciclos geotectônicos.	Patamares com frentes escarpadas e colinas convexas de topo nivelado.	Pedogênese moderada sobre saprolitos pré-intemperizados PVde, LVad, LAa.	Dissecação fluvial homogênea. Erosão em lençol. Canais retilíneos e meandantes, sob controle tectônico local.	Degradação dos solos sob pastagens. Voçorocamento nos solos rasos sobre saprolitos de granitóides. Desmatamento favorece escoamento superficial e colmatagem dos vales. Priorizar reflorestamento desta unidade.
Depressão Fluvial	Sedimentos argilo-arenosos, colúvios fluviais lacustres.	Sedimentos de origem neotectônica, seja por falhas normais, seja em zonas de transcorrência.	Feições de outeiros e colinas suaves, ladeadas por escarpas.	Pedogênese incipiente. HPH, Gleis.	Dissecação fluvial homogênea, diferencial e escalonada. Padrão de drenagem subdendrítica e retangular.	Risco de colmatagem acelerada. <i>Hot-spots</i> de poluição sob agricultura intensiva. Solos com camadas encrostadas – excesso de pastejo – erosão laminar.
Planalto Deprimido	Xistos, mica-xistos, biotita gnaisses.	Dobramentos de fundo, marcados por rebordos erosivos / estruturais; contatos tectônicos frequentes com planaltos dissecados adjacentes.	Feições colinosas com áreas aplainadas de extensão limitada.	Pedogênese incipiente. PVe, PE e, Cambissolos eutróficos.	Erosão fluvial remontante, morfogênese ativa, canais retilíneos e meandantes, sob controle tectônico local.	Problemas associados à pressão de pastejo. Desmatamento quase completo das matas estacionais – erosão mecânica acelerada, associada com colônia e braquiária. Concentração fundiária, menor disponibilidade de água para sustentar pequena produção.

Unidade geomorfológica	Litologia	Estrutura	Padrão morfológico	Solos	Morfodinâmica atual e erosão	Síntese ambiental com ênfase hidrológica (conclusão)
Planalto Dissecado	Biotita-xistos e rochas granítico-gnaissáica	Fortemente dobrada; tabular a subhorizontal geralmente	Topos planos e colinas convexas. Presença de cristas e colinas de vertentes ravinadas e vales encaixados, com terraços embutidos.	Pedogênese > Morfogênese. LV, PV, álicos e distróficos.	Erosão em sulcos moderada, exceto nos saprolitos de granitóides, onde ocorrem sulcos e voçorocas. Padrão de drenagem subdendrítico.	Problemas de erosão em áreas mais félsicas e saprolitos de zonas tectonicamente ativas. Grande densidade de drenagem favorece pequena produção, apesar dos solos serem de baixa fertilidade. Queima e cultivos sucessivos expõem subsolo – erosão em sulcos com alto risco de poluição ambiental.
Maciço Montanhoso	Granitos, gnaisses e quartzitos	Fraturas NE/SW NNE/SSW dobrada e falhada, com remanescentes escalonados da superfície de cimeira, aplainada.	Relevo acidentado, colinas convexas e cristas aguçadas - colinas de vertentes ravinadas e vales encaixados (V). Raros topos planos e picos proeminentes esparsos.	Equilíbrio entre Pedogênese & Morfogênese. Litólicos, LV e PV, álicos e distróficos.	Erosão em sulcos acelerada, com intenso voçorocamento nos saprolitos de granitóides. Padrão de drenagem subdendrítico, com angulosidades e inflexões.	Áreas colmatadas extensamente com relevo forte ondulado a montanhoso. Erosão em ravinhas e voçorocas provocam colmatagem de rios e córregos. Poluição pontual com pesticidas usados em café arábica. Lixões urbanos com problemas a jusante.
Pontões e Cristas	Granitos félsicos, ocasionais gnaisses e migmatitos.	Falhada, residual de núcleos graníticos massivos.	Cristas e Pontões salientes com vertentes ravinadas ou superfície rochosa exposta. Residuais de Plútons ou falhamentos neotectônicos e fraturas de alvívio	Morfogênese >> Pedogênese. AR e Litólicos.	Erosão acelerada, com exposição dos núcleos rochosos ou raízes de saprolitos. Padrão de drenagem subdendrítico e dômico. Feições de pseudokaren nos <i>icebergs</i> graníticos proeminentes.	Águas nascentes com possibilidade de aproveitamento como bens minerais – alto valor. Proteção das nascentes em pontões – necessidade de lei ambiental específica. Necessidade de incentivar o replantio de encostas rochosas com solos muito rasos.

FONTE: Schaefer et al. (1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; DEMATTÊ, J.L.; ANDRADE, F.V. Pedomorfologia e micropedologia de uma seqüência latossolo-areia quartzosa hidromórfica sobre rochas cristalinas do estado do Amazonas. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.55-66, 1997.
- CHRISTIAN, C.S.; STEWART, G.A. Methodology of integrated surveys: In: CONFERENCE ON AERIAL SURVEYS AND INTEGRATED STUDIES, 1968, Toulouse. **Proceedings...** Toulouse: UNESCO, 1968. p.233-280.
- CONAMA (Brasília, DF). **Resolução do CONAMA 1984/91**. 4.ed.rev.aum. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.
- MANUAL técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 111p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 5).
- PIERZYNSKI, G.M.; SIMS, J.T.; VANCE, G.F. **Soils and environmental quality**. Boca Raton: Lewis, 1994. 313p.
- PRIGOGINE, I. Order through fluctuation: self organization and social systems. In: JANTSCH, E.; WADDINGTON, C.W. (Ed.). **Evolution and consciousness: human systems in transition**. Reading: Addison Wesley, 1976. p.93-130.
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos EIA-RIMA. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. p.291-336.
- SCHAEFER, C.E.R.; CAMPOS, J.C.F.; CHARMELO, L.L.; MARQUES, A.F.S.M.; SAADI, A.; KER, J.C. (Coord.). **Levantamento geomorfológico da Bacia do Rio Paranaíba, como parte do meio físico do Plano Diretor de Recursos Hídricos da bacia do Paranaíba**. Viçosa: FUNARBE, 1999. 48p.
- SCHAEFER, C.E.R.; CAMPOS, J.C.F.; CHARMELO, L.L.; MARQUES, A.F.S.M.; SAADI, A.; KER, J.C. (Coord.). **Levantamento geomorfológico das Bacias do Leste, como parte do meio físico do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacias do Leste**. Viçosa: FUNARBE, 1998. 45p.
- ZAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape ecology: theory and application**. 2.ed. New York: Springer Verlag, 1993. p.4-50.

Impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos

Rodrigo De Filippo¹

Resumo - Desenvolvimento de estudos limnológicos e de qualidade da água no contexto da Avaliação de Impactos Ambientais (EIA), destacando aspectos que devem ser levados em consideração, desde o seu planejamento à execução. São apresentados os impactos ambientais mais relevantes provocados por minerações, projetos agropecuários e, principalmente, por barragens.

Palavras-chave: Limnologia; Qualidade da água; Impacto ambiental; Monitoramento.

INTRODUÇÃO

As ações do homem sobre o ambiente refletem-se freqüentemente nos sistemas aquáticos continentais e marinhos. Como não poderia deixar de ser, o homem tem uma relação estreita com a água por depender dela para todas as suas atividades, inclusive para a disposição de seus resíduos. O simples desmatamento para a plantação de uma lavoura, a instalação de complexos industriais, e ainda as desmensuradas aglutinações urbanas, alteram de alguma forma, temporária ou permanentemente, as características dos sistemas aquáticos mais próximos.

As águas continentais, ou águas doces, englobam rios, lagos naturais e reservatórios. São consideradas águas doces aquelas cuja salinidade é igual ou inferior a 0,50%. As águas epicontinentais (de superfície) constituem cerca de 230 mil km³, ou 0,02% de todo o volume de água do planeta (Margalef, 1983). A limnologia é a parte da ciência que estuda esses ecossistemas, com uma ampla interface com as pesquisas desenvolvidas pela Engenharia Sanitária, embora seus enfoques sejam diferentes.

A produção hídrica mundial é da ordem de 990 mil m³/s. A América do Sul responde com 334 mil m³/s, dos quais 168.790 m³/s são gerados pelas bacias hidrográficas brasileiras. Portanto, o Brasil concentra 17,07% da produção hídrica mundial e 51,15% da produção sul-americana.

Rios e lagos têm características clara-

mente distintas. Os rios são sistemas denominados lóticos, ou seja, de água corrente, e os lagos sistemas lênticos, isto é, de águas paradas. A variável velocidade determina uma série de processos físicos, químicos e biológicos que obriga uma análise diferenciada pelos que avaliam impactos ambientais provocados por um empreendimento que se instale em sua bacia hidrográfica.

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Os órgãos ambientais utilizam-se das resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), como referência para exigir estudos de impacto ambiental, avaliar e/ou licenciar empreendimentos modificadores do meio ambiente. A Resolução 001/86 (Conama, 1992) determina a realização de estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento das obras a seguir, respeitadas as dimensões nela estabelecidas:

- a) estradas de rodagem e ferrovias;
- b) portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
- c) aeroportos;
- d) oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- e) linhas de transmissão;
- f) extração de combustível fóssil;
- g) obras hidráulicas;
- h) extração de minério;

- i) aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
- j) usinas de energia elétrica;
- k) complexos e unidades industriais e agroindustriais;
- l) distritos industriais;
- m) exploração econômica de madeira ou lenha;
- n) projetos urbanísticos;
- o) atividades que utilizem acima de dez toneladas por dia de carvão vegetal.

A Resolução 020/86 (Conama, 1992) estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas no território nacional. A resolução definiu cinco categorias para águas doces, duas para águas salinas e outras duas para águas salobras, de acordo com usos preponderantes. O Quadro 1 apresenta os principais usos que determinam cada uma das quatro categorias de águas doces estabelecidas.

Para cada categoria foram definidos limites máximos de substâncias potencialmente nocivas ao ecossistema aquático e ao homem. A mesma norma estabelece ainda padrões para o lançamento de efluentes nos corpos receptores e padrões de balneabilidade para os cursos d'água, com base na concentração de coliformes fecais. A fiscalização para o cumprimento da legislação fica a cargo dos órgãos estaduais de controle ambiental.

¹Biólogo, M.Sc., FURNAS Centrais Elétricas S.A. - Dep^o Meio Ambiente, R. Real Grandeza, 219 - Bloco C - Sala 1205 - Botafogo, CEP 22283-900 Rio de Janeiro-RJ. E-mail: defilipp@furnas.com.br

QUADRO 1 - Classificação das águas doces e seus usos

Especial	Classes			
	1	2	3	4
Abastecimento doméstico sem prévia ou simples desinfecção	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado	Abastecimento doméstico após tratamento convencional	Abastecimento doméstico após tratamento convencional	Navegação
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Proteção das comunidades aquáticas	Proteção das comunidades aquáticas	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	Harmonia paisagística
–	Recreação de contato primário	Recreação de contato primário	Dessedentação de animais	Usos menos exigentes
–	Irrigação de hortaliças consumidas cruas	Irrigação de hortaliças e de plantas frutíferas	–	–
–	Aqüicultura para alimentação humana	Aqüicultura para alimentação humana	–	–

FONTE: Conama (1992).

FONTES DE POLUIÇÃO HÍDRICA

Poluição é uma alteração significativa das características físico-químicas ou biológicas da água, as quais prejudicam o homem pelo seu uso ou causam rupturas nos ecossistemas aquáticos (Silveira & Sant'Anna, 1990). A poluição dos recursos hídricos possui três origens básicas: doméstica, que incluem-se as águas servidas, resíduos sólidos e o escoamento superficial de áreas urbanas; industriais, que são os resíduos de mineração (Fig. 14, p.64); e processos industriais de transformação (Fig. 15, p.64) e agrícolas, isto é, os resíduos de granjas (Fig. 16, p.64), matadouros, fertilizantes e pesticidas (Fig. 17, p.64).

A natureza da poluição pode ser física, química ou biológica. A poluição de natureza física decorre, por exemplo, do lançamento de água dos sistemas de refrigeração de usinas termelétricas e complexos industriais, provocando a elevação da temperatura do corpo receptor. Outra forma de poluição física é o aumento da turbidez, decorrente de atividades mineradoras, garimpos, desmatamentos ou quaisquer ações relacionadas com o decapeamento

de grandes áreas ou com a movimentação de grande volume de terra. As partículas de solo suspensas na água tenderão a sedimentar em trechos mais a jusante, levando ao assoreamento do curso d'água afetado, com implicações sobre toda a biota aquática e ripária.

A poluição química ocorre, quando são despejados resíduos domésticos, agrícolas ou industriais que alterem a composição química da água. Esgotos domésticos são ricos em gorduras e detergentes, além de compostos orgânicos contendo nitrogênio (N) e fósforo (P). Já os efluentes industriais apresentam concentrações elevadas de metais pesados, cianetos, mercúrio e outras substâncias geralmente tóxicas para as comunidades aquáticas e para o homem. Os grandes empreendimentos agrícolas geram grandes quantidades de resíduos orgânicos sólidos ou líquidos, ricos em fertilizantes inorgânicos e pesticidas organoclorados ou fosforados.

A poluição de natureza biológica é representada pelo aumento de espécies patogênicas no corpo d'água. Doenças como tifo, esquistossomose, cólera e hepatite são transmitidas via contato ou ingestão

da água contaminada. A causa principal é a ausência de uma educação sanitária abrangente e de uma política nacional de saneamento básico.

EUTROFIZAÇÃO

A eutrofização é o processo de enriquecimento dos corpos d'água com nutrientes (N e P), cuja consequência é o crescimento excessivo de algas ou de plantas aquáticas. A eutrofização é o resultado da interação dos sistemas lacustres com o ambiente terrestre que o circundam (Margalef, 1977), e pode ser acelerada na medida em que as ações do homem na bacia contribuam para tal.

O P é o principal fator limitante para o crescimento biológico nos ecossistemas lênticos. O processo de eutrofização está associado tanto ao aumento da concentração de P na água, quanto à redução da profundidade do lago.

A eutrofização dificilmente é percebida em sistemas fluviais, devido às limitações impostas pela correnteza, variação de nível e turbidez da água ao crescimento algal ou de macrófitas. Ao mesmo tempo, rios possuem maior potencial depurador, pois o ambiente francamente oxigenado e turbulento favorece a sedimentação do P, na forma de fosfato de cálcio, insolúvel em ambientes aeróbios.

A tendência evolutiva de todos os lagos é o seu desaparecimento pelo assoreamento. Em lagos profundos, as moléculas de fosfato agregadas às partículas inorgânicas em suspensão, ou na forma de moléculas orgânicas, se sedimentam. A grande distância entre superfície e fundo impede a sua ressuspensão e a reabsorção pelo fitoplâncton, perdendo-se no sedimento.

Em profundidades menores, os movimentos verticais de circulação tornam-se mais intensos e reduzem a taxa de sedimentação de P. Levando-se em conta o maior aporte de P, devido a fontes poluidoras, maiores concentrações permanecem disponíveis para as algas, suportando a explosão populacional. O crescimento massivo de algas, além de criar um cenário desagradável na paisagem, pode alterar significativamente o equilíbrio entre as populações de peixes, bem como provocar oscilações bruscas na concentração de oxigênio dissolvido que, por vezes ocasionam mortalidade de peixes. Algumas espécies de algas,

as cianofíceas, produzem neurotoxinas e hepatotoxinas potentes que podem levar à morte animais de grande porte, como bois e cavalos. A literatura científica é farta em relatos dessa natureza, podendo ser constatado em Repavich (1990) e De Mott (1991).

Todavia nem sempre a eutrofização favorece as cianofíceas. Sua habilidade em conquistar o ambiente eutrofizado está na capacidade de absorção de N atmosférico. Quando a relação N/P é maior, esta capacidade não lhe dá vantagens competitivas e outros grupos podem prevalecer.

PROCEDIMENTOS PARA A ELABORAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Os estudos de impacto ambiental dividem-se em duas fases: caracterização (diagnóstico ambiental) e avaliação (prognósticos e avaliação dos impactos discriminados). O desenvolvimento dos trabalhos cumpre, entretanto, um roteiro básico comum a estudos ambientais de empreendimentos de qualquer natureza, roteiro este pormenorizado a seguir, no que tange aos aspectos de limnologia e qualidade da água.

Levantamentos preliminares

Conforme a lista de empreendimentos da Resolução 001/86 (Conama, 1992), desprende-se que nem todos os projetos têm efeitos significativos sobre os recursos hídricos. O primeiro e óbvio procedimento é a análise do projeto e a identificação de todas as atividades relacionadas com as fases de implantação e operação que possam exercer alguma influência sobre os sistemas fluviais e lacustres localizados na área de influência. Este levantamento é feito através da leitura detalhada do projeto e de entrevistas com os técnicos responsáveis. Todas as atividades impactantes devem ser identificadas, ainda que seus prováveis efeitos sejam reduzidos.

O segundo passo nesta etapa de levantamentos é igualmente óbvia. Após a leitura do projeto deve ser realizada uma visita ao local da obra e à área de influência para a confirmação das hipóteses elaboradas. Profissionais das diversas áreas do meio ambiente devem participar da viagem, assistidos pelos técnicos responsáveis pelo projeto, e trocar suas impressões sobre

o que verificaram de mais relevante em sua especialização. A troca de informações permitirá que cada especialista possa rever sua expectativa de impactos potenciais a partir da integração entre as diversas áreas.

O limnólogo, em especial, deve interagir com quase todos os profissionais, uma vez que as diversas áreas abordarão aspectos que, de forma direta ou indireta, terão reflexos sobre a qualidade da água.

Durante a viagem de reconhecimento devem ser observadas características de ocupação do solo, a cobertura vegetal predominante, a localização de centros urbanos, seu porte e atividades econômicas. Os rios e lagos devem ser avaliados quanto à proximidade do empreendimento, sua dimensão, caudal, profundidade e grau de deterioração em face das ações antrópicas na bacia. Devem ser levantados ainda os usos da água a montante e a jusante da área do projeto.

Elaboração do plano de trabalho

A partir das informações levantadas o profissional deverá elaborar as hipóteses de impactos potenciais, estimando sua relevância diante das demais áreas do meio ambiente. Relações de causa e efeito devem ser especificadas para justificarem o programa de amostragem a ser elaborado. Devido às características multidisciplinares dos estudos ambientais, cada especialização deve otimizar seus custos dentro dos prazos e dos recursos disponíveis. Lembrando que estes estudos são desenvolvidos por empresas privadas que disputam entre si, segundo critérios técnicos e orçamentários, o equacionamento de custo e grau de profundidade dos estudos e um parâmetro aferidor de eficiência profissional. Deve-se ter em mente que um estudo ambiental tem prazos determinados e custos pré-dimensionados, e que o plano de trabalho a ser elaborado deve ser compatível com esses dois fatores.

Para o desenvolvimento de suas atividades, o profissional deve elaborar um programa de amostragem, levando em consideração aspectos identificados na viagem de reconhecimento, tais como:

- a) os rios ou lagos mais afetados pelo projeto;
- b) os tributários mais importantes a montante e a jusante do projeto;
- c) os municípios mais próximos a montante e a jusante do projeto;
- d) os usos da água a montante e a jusante do projeto;
- e) os parâmetros de qualidade da água potencialmente alterados pelo projeto;
- f) a extensão provável das alterações provocadas a jusante do projeto.

O plano de trabalho deverá contemplar uma rede de amostragem cujos pontos de coleta deverão ser selecionados em função das condições de acesso em qualquer época do ano e de sua representatividade para a obtenção das informações necessárias ao estudo. A seleção dos pontos de coleta em lagos é facilitada pelo deslocamento por barco.

A amostragem em rios depende de estradas e da navegabilidade dos trechos de interesse. O número excessivo de corredeiras, a velocidade de correnteza na cheia e o caudal reduzido na seca limitam a utilização dos rios como via de transporte de um local de coleta para outro.

Para efeito de seleção de locais de amostragem deve ser observada a presença de esgotamentos sanitários e industriais a montante, cuidando-se que estes estejam distantes o suficiente para a homogeneização adequada dos efluentes.

Freqüência de amostragem e duração do programa

A freqüência e a duração dos trabalhos, em geral, são determinadas pelo termo de referência elaborado pelo órgão ambiental. Há situações, entretanto, em que as diretrizes são expostas de maneira apenas genérica, cabendo ao profissional detalhá-las no plano de trabalho. Novamente, é preciso equacionar o binômio custo *versus* profundidade dos estudos, conforme a relevância dos impactos previstos e dos prazos oferecidos.

É comum que se estabeleçam amostragens com freqüência bimestral ou trimestral, ao longo de um ciclo hidrológico completo, isto é, que contemplem as fases de enchente, cheia, vazante e seca. O profissional deverá alertar o cliente sobre os riscos de pouca consistência dos resultados, sempre que prazos e/ou recursos não permitirem o desenvolvimento adequado dos trabalhos.

Nenhum ciclo hidrológico é igual ao

anterior, tampouco deverá ser idêntico ao seguinte, portanto a frequência de amostragem deve ser bem definida. Para lagos, cuja influência de atividades antrópicas na bacia não seja significativa, a frequência trimestral de coleta poderá ser satisfatória. Para os rios, a mesma lógica pode prevalecer, porém as variações bruscas de vazão podem ocasionar variações igualmente bruscas dos parâmetros de qualidade da água analisados, gerando assim um conjunto inadequado de informações à avaliação ambiental. É importante considerar também a possibilidade de estudos intensivos durante ciclos de 24 horas no curso mais afetado pelo empreendimento, de forma que venha detalhar essas variações de curto prazo.

Um dos elementos mais representativos que definem os custos de um estudo de qualidade da água é o deslocamento de pessoal e equipamentos para a área de estudo. A possibilidade de utilização de mão-de-obra local permite uma redução considerável desses custos, e a sua ocupação para realização de medições específicas ou coleta de amostras com uma frequência mais intensa pode melhorar em muito a consistência dos dados.

Parâmetros a serem analisados e procedimentos de coleta

O preço das análises laboratoriais é outro componente de peso na definição dos custos de um estudo de qualidade da água. Nem todos os projetos provocam impactos ambientais tão grandes que exijam tantas análises, por isso é importante que o profissional justifique no plano de trabalho a necessidade de cada parâmetro por ele selecionado. O profissional deverá negociar com o órgão ambiental a exclusão dos parâmetros que, eventualmente exigidos, não contribuam para a avaliação dos impactos previstos.

O Quadro 2 apresenta as justificativas para alguns parâmetros de qualidade da água mais comumente analisados. Outros mais deverão ser incluídos sempre que houver alguma relação direta com o empreendimento em estudo.

Definidos os parâmetros, locais de coleta, frequência e prazo de execução, o plano de amostragem deverá prever ainda a

QUADRO 2 - Parâmetros de qualidade de água

Parâmetro	Justificativa
Cor	Existência de substâncias em solução, geralmente orgânicas
Odor	Odores são desfavoráveis ao consumo
Turbidez	Presença de sólidos suspensos, sejam inorgânicos ou microrganismos
Sólidos totais	Provocam sabor na água e irritações gastrintestinais
pH	Relacionado com a capacidade de corrosão ou incrustação de sistemas
Surfactantes	Produzem espuma e sabor
Fenóis	Produzem sabor, sobretudo em águas cloradas
Dureza total	Sais que conferem dureza à água e produzem incrustações
Cálcio	Forma incrustações
Cloretos	Indica mistura recente ou remota com águas residuárias
Cobre	Confere gosto e cor, provoca corrosão
Ferro	Sabor e coloração. Ferrobactérias conferem turbidez
Magnésio	Confere dureza e provoca problemas intestinais
Manganês	Sabor, coloração e turbidez
Sulfato	Problemas intestinais
Oxigênio consumido	Quantidade de matéria orgânica
Oxigênio dissolvido	Condições de manutenção da vida aeróbia
Nitrito	Contaminação recente por matéria orgânica
Nitrogênio amoniacal	Contaminação recente por matéria orgânica
Fósforo	Provoca proliferação excessiva de algas
Cloro residual	Bactericida
Alcalinidade total	Indica possibilidade de corrosão ou incrustação nas tubulações
Alumínio	Provoca turbidez na água tratada

FONTE: Técnicas... (1976).

logística necessária, os procedimentos de coleta, o tratamento e preservação das amostras. Manuais de coleta e preservação de amostras de água e sedimento foram publicados por empresas públicas, como por exemplo o da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) (Manual..., 1983), envolvidas com o monitoramento da qualidade da água de seus estados. Esses manuais se baseiam em grande parte nos procedimentos mundialmente consagrados e periodicamente revisados pela American Public Health Association (APHA) (Standard..., 1992).

Para a coleta em rios, geralmente procura-se a calha central, onde é assegurada a maior homogeneização da massa d'água. As coletas de margem devem ser cuidadosamente planejadas, evitando-se remansos

onde se acumulam detritos. Por vezes é necessário que o coletor entre no rio para alcançar o fluxo principal. Este procedimento não é recomendável em condições de cheia, quando a velocidade da correnteza torna-se mais forte. Nesse caso, o coletor deve observar como a água flui pela calha do rio e escolher o local mais apropriado (e seguro) para proceder à coleta de margem.

Diagnóstico ambiental

De posse de todas as informações acumuladas durante o período de coleta, o profissional terá condições de elaborar o diagnóstico ambiental dos cursos hídricos estudados. Desse diagnóstico deverão ser abordados os problemas ambientais já presentes, o grau de alteração dos ecossistemas aquáticos e o seu poder de recupera-

ção atual. Deverão ser identificadas as ações antrópicas atuais que possam repercutir em degradação ambiental posterior. Atenção deve ser dada também à sazonalidade, indicando-se os períodos mais críticos. O diagnóstico deve apontar, da mesma forma, as lacunas a serem preenchidas por estudos complementares que deverão ser sugeridos quando da avaliação ambiental.

Prognósticos ambientais

Os prognósticos são elaborados de acordo com a metodologia de avaliação ambiental estabelecida. Algumas delas não dão espaço para uma descrição detalhada dos processos geradores de impacto e de seus cenários. Tais descrições são de grande valia para a orientação dos técnicos dos órgãos ambientais responsáveis pela avaliação do trabalho.

O prognóstico ambiental não pode levar em conta hipóteses não investigadas na fase anterior, de caracterização, a menos que o profissional se valha de sua experiência e se disponha a arcar com o risco de conclusões não fundamentadas pelo estudo.

Os modelos matemáticos de previsão de qualidade da água são instrumentos de apoio à elaboração de prognósticos ambientais, porém sujeitos a inúmeras limitações. A primeira delas é justamente o volume de dados geralmente insuficiente para a alimentação do modelo, o que força a utilização de parâmetros e coeficientes que podem não ser adequados para o ecossistema em estudo.

Modelos matemáticos podem ser aplicados para avaliar a qualidade da água de rios, lagos e reservatórios, cada qual com sua abordagem, enfocando situações específicas. Há modelos de eutrofização, de assoreamento, de dispersão de cargas poluidoras, etc. É importante que a utilização de modelos matemáticos seja decidida ainda na fase de planejamento amostral, para que o levantamento de dados contemple as informações necessárias à sua aplicação.

Medidas mitigadoras e estudos complementares

As medidas necessárias à minimização dos impactos ambientais previstos deverão ser recomendadas pelo profissional, assim como a continuidade dos estudos e

o levantamento de informações não obtidas na fase de caracterização. Nem sempre as medidas de controle de poluição estão previstas no projeto e, por vezes, podem ser encontradas propostas inadequadas para este fim. Caberá ao profissional apontar as falhas de projeto e propor as correções necessárias, como as citadas a seguir:

- a) os efluentes líquidos devem ser tratados antes de ser lançados no corpo receptor. O projeto deverá contemplar fossas sépticas e sumidouros para dormitórios, refeitórios e sanitários do canteiro de obras, quando não houver ligação com o sistema de esgotamento público. As oficinas deverão possuir caixas de separação de óleo e a lavagem de veículos e peças não deve ser realizada na margem dos cursos d'água. Os efluentes da lavagem de minérios devem ser lançados em bacias de contenção de sólidos, para evitar o assoreamento do corpo receptor e sua contaminação com resíduos químicos;
- b) os resíduos sólidos devem ser dispostos de maneira adequada. O lixo doméstico deve ser coletado sistematicamente e disposto nos aterros sanitários dos municípios mais próximos, ou ter um destino adequado. O lixo tóxico deve ser estocado em áreas impermeabilizadas, para que não contamine o lençol subterrâneo;
- c) filtros de ar devem ser instalados nos complexos industriais para a redução das emissões atmosféricas, assim como catalisadores que reduzam a emissão de gases que aumentem o poder de corrosão da água de chuva;
- d) o volume de captação de água de um projeto industrial ou de irrigação deve ser definido de modo que não prejudique o uso da água a jusante. A proposta de captação a jusante do ponto de lançamento dos próprios efluentes, embora quase sempre rejeitada pelos empreendedores, é uma forma de garantir o controle adequado da poluição hídrica;
- e) áreas a serem inundadas pela formação de reservatórios deverão ser estudadas para fins de desmatamento e prevenção de problemas de qualidade da água.

A proposição de medidas mitigadoras viabiliza ambientalmente o projeto, todavia há que se garantir o controle de sua eficiência com o monitoramento da qualidade da água dos rios e lagos afetados. Esse monitoramento deve ser iniciado ainda na fase de implantação do empreendimento e perpetuar-se ao longo de sua operação.

IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS POR PROJETOS AGROPECUÁRIOS

A agricultura planejada atingiu um sofisticado nível de mecanização, incorporando tecnologias de manejo de solo e melhoramento genético. Todavia a necessidade por mais terras férteis é ininterrupta e, assim, o homem vai substituindo a paisagem natural por outra controlada por ele para gerar alimento (Fig. 18, p. 65).

A primeira ação impactante é, por si só, o desmatamento. Apesar de toda legislação ambiental em vigor, extensas áreas são desprovidas de vegetação, incluindo aí a vegetação ripária e as nascentes. Se não são utilizadas técnicas adequadas de conservação do solo, a infiltração da água no solo fica reduzida e o escoamento superficial torna-se mais intenso. O regime hídrico passa a ter um padrão mais torrencial e os processos erosivos ganham curso e aceleram o transporte de sólidos para os cursos d'água. A elevação da turbidez em certos trechos de rio pode comprometer a reprodução de espécies aquáticas, especialmente pelo assoreamento de locais de nidificação. Rios assoreados possuem um número menor de microambientes e, por isso, suportam uma diversidade de espécies menor. Lagos assoreados, por sua vez, perderam o seu potencial diluidor e tornaram-se sujeitos ao processo de eutrofização.

Além do impacto de natureza física descrito anteriormente, rios e lagos podem sofrer também impactos de natureza química decorrentes da implantação de atividades agropecuárias na bacia de drenagem, na utilização de insumos e defensivos agrícolas, e dos efluentes das agroindústrias, cada qual com impactos específicos sobre o ecossistema aquático.

Os insumos agrícolas, quando utilizados em quantidades excessivas ou sem as devidas prevenções contra a erosão, são

carreados pelas chuvas para os rios e lagos adjacentes às culturas. O N e o P são os elementos responsáveis pelo processo de eutrofização.

Para assegurar a produção agrícola é necessária a aplicação de uma variedade de produtos controladores de pragas. Nas décadas passadas, milhares de toneladas de herbicidas e inseticidas foram indiscriminadamente aplicadas às culturas agrícolas no mundo todo. Dentre eles, o diclorodifetiltricloroetano (DDT), lançado em 1942, foi talvez o inseticida mais amplamente consumido no planeta.

Os primeiros defensivos utilizavam compostos organoclorados como princípio ativo e foram largamente produzidos, devido ao custo relativamente baixo. Apenas na década de 70, o mundo começou a perceber os seus efeitos danosos ao meio ambiente, causados pela longa atividade do composto e de seu poder de acumulação nos tecidos orgânicos. A partir de então foram pesquisadas alternativas e se desenvolveram os compostos organofosforados e carbamatos. Estes últimos não são considerados poluentes sérios para o ecossistema aquático, devido à sua rápida decomposição (Allan, 1991).

Os efluentes agroindustriais, além de ricos em N e P, contêm enorme carga orgânica. A produção de seis toneladas de cerveja, álcool e papel, equivale à poluição pelos esgotos de 8 mil, 24 mil e 30 mil pessoas, respectivamente. A carga orgânica tem efeito mais drástico e danoso no sistema aquático, porque sua decomposição pode consumir o oxigênio disponível na água e eliminar as formas de vida aeróbia. Portanto, todo projeto de agroindústrias deve contemplar um capítulo específico referente ao tratamento dos efluentes produzidos.

Os efluentes agroindustriais podem ser de caráter sazonal e a identificação do período em que são lançados no ambiente pode ser de grande importância para a viabilização do projeto, isto porque os rios tornam-se mais sensíveis a eles durante todo o período de estiagem, quando as vazões e o potencial depurador são mais reduzidos.

A retomada das chuvas não significa a imediata retomada das vazões. As primeiras chuvas lavam o terreno e, após a infiltração no solo, drenam para os cursos d'água, levando consigo altas concentrações de nu-

trientes, sem que o rio esteja com volume suficiente para diluí-los. O início da estação chuvosa pode, assim, ser tão problemático quanto o período seco.

O efeito mais aparente da atividade agrícola sobre a paisagem é exatamente a derrubada da cobertura vegetal original. Extensas áreas são necessárias para a implantação de projetos agrícolas, bem como do assentamento de populações no ambiente rural.

IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS POR MINERAÇÃO

A atividade mineradora geralmente provoca impactos ambientais significativos nos cursos d'água da bacia de drenagem que ocupa. Mascarenhas (1987) descreve três tipos de lavras potencialmente impactantes dos ecossistemas de águas doces: a céu aberto, a subterrânea e a dragagem. As atividades mineradoras compõem-se das etapas de extração e beneficiamento. O processo de extração pode provocar desoxigenação da água, aumento da turbidez e condutividade elétrica e alteração na cor da água, além do risco de assoreamento do leito do rio e destruição de habitats para a fauna aquática. Segundo este autor, a etapa de beneficiamento pode provocar, além dos impactos já citados, a contaminação por reagentes orgânicos, metais pesados, mercúrio e cianetos, e alteração do pH.

As instalações residenciais, administrativas e de manutenção produzem efluentes que podem provocar a contaminação dos cursos d'água com esgotos domésticos, óleos e detergentes.

Produzem-se dois tipos de resíduos básicos: rejeitos sólidos e efluentes líquidos.

Os rejeitos sólidos derivam do decapeamento da jazida e da extração física do minério. Esses rejeitos, denominados estéréis, são depositados em áreas selecionadas, na forma de pilhas, ou reconduzidos à própria cava (no caso de mineração subterrânea). A recomposição das áreas mineradas e das pilhas de rejeito, para fins de controle de processos erosivos, se faz por meio da reutilização do solo extraído na cava, da dispersão de sementes de gramíneas e do plantio de mudas de espécies nativas.

Os efluentes líquidos, gerados pelo beneficiamento do minério, terão características físicas e químicas conforme o tipo de

minério explorado. O beneficiamento dos minérios pode ser de natureza física (britação, lavagem e peneiramento) ou química, a base de reagentes químicos e orgânicos.

A deposição de sedimento na calha do rio reduz sua profundidade, destruindo os habitats típicos de substratos pedregosos. Com o leito gradativamente mais raso, a área de inundação na época das cheias torna-se maior, levando à consequente deposição de sedimentos nas áreas marginais antes não atingidas pelas águas. A vegetação ripária passa a sofrer a asfixia de seu sistema radicular, tanto pela inundação quanto pela colmatação da argila depositada. A um prazo maior ocorre a própria destruição da vegetação ciliar e, portanto, a perda de habitats para fauna terrestre.

As mineradoras procuram minimizar esses impactos construindo represas para a contenção dos efluentes líquidos ricos em sólidos suspensos. Com vida útil que pode chegar a dez ou quinze anos, esses reservatórios geram, numa escala menor, impactos similares aos provocados por projetos hidrelétricos, respeitadas as diferenças de proporção e de usos da água.

Para a avaliação do impacto ambiental de uma mineração nos sistemas aquáticos, o profissional deve levar em consideração os seguintes aspectos:

- a) delimitação da concessão de lavra e demarcação dos cursos d'água afetados;
- b) características do minério explorado e sua constituição química;
- c) características da calha dos rios e ocorrência de áreas alagadiças e lagoas marginais;
- d) caracterização dos usos da água a jusante da área de lavra;
- e) usos da água a jusante da mineração.

Além desses aspectos, o especialista deve observar as características do plano de lavra, tais como cronograma, processos de beneficiamento do minério e tipos de resíduos produzidos, locais de deposição de rejeito, técnicas de controle de erosão, dimensão dos reservatórios de contenção e sua localização, população operária, disposição de efluentes sanitários sólidos e líquidos e sistema de retenção de óleos e graxas das oficinas.

IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS POR RESERVATÓRIOS

Reservatórios são formados a partir do barramento do leito de um rio para atender a diversas finalidades, tais como a geração de energia, o controle de cheias, abastecimento público, retenção de sólidos, irrigação etc. Tundisi (1988) apresenta uma ampla abordagem dos impactos de reservatórios sobre os ecossistemas aquáticos.

Os estudos ambientais, bem como os termos de referência em que se orientam, costumam apresentar os efeitos sobre os sistemas aquáticos na forma genérica de "alterações na qualidade da água". Tal simplificação impossibilita a expressão de previsões acerca das características do futuro reservatório e suas implicações (Fig. 19, p.65).

Para a avaliação dos impactos na qualidade da água devem ser considerados a própria barragem, a bacia de acumulação e o curso do rio a jusante. Para a avaliação dos impactos sobre a ictiofauna deve-se levar em conta, ainda, o trecho de rio a montante do reservatório.

Os impactos ambientais devem ser previstos para as três etapas do projeto: construção, enchimento e operação. É preciso salientar que as dimensões do lago, sua morfologia, suas características hidráulicas, a ocupação da bacia de drenagem e a rede hidrográfica a jusante da barragem podem resultar em avaliações diferentes para projetos diferentes. É preciso tomar cuidado para não exacerbar problemas ocorridos em outros reservatórios. Quanto maior a experiência profissional, mais apurada será a avaliação, porque as diferenças entre projetos podem ser sutis aos olhos de alguém inexperiente. Citando dois exemplos, o tempo de residência da água no lago e a posição da tomada d'água podem alterar significativamente uma avaliação ambiental, sem falar na cobertura vegetal a ser inundada. A densidade da fitomassa e sua disposição no lago podem provocar o consumo de todo o oxigênio dissolvido na água, ou apenas em alguns setores do espelho d'água.

Impactos previstos para a etapa de construção

Durante a construção da barragem, a área de inundação sofre pouca ou nenhuma

interferência que resulte em impactos ambientais expressivos, nesta etapa relacionados basicamente com a movimentação de terra.

O aumento da turbidez e o assoreamento da calha do rio podem vir a ocorrer próximos ao canteiro de obras e às áreas de empréstimo e de bota-fora. Entretanto tais impactos podem ser minimizados com medidas de controle de erosão.

Impactos relacionados com a poluição orgânica podem ocorrer em razão dos despejos de águas servidas dos escritórios, alojamentos e oficinas mecânicas. A instalação de fossas sépticas, sumidouros e caixas de retenção de óleo são práticas comuns de prevenção contra esse tipo de poluição.

Riscos de poluição por lixo são facilmente eliminados com um sistema adequado de coleta e disposição dos resíduos.

A ictiofauna pode ser afetada ainda na fase de construção pelo desvio do rio de seu leito natural. O fluxo da água confinada no canal de desvio, mais estreito e profundo que a calha original, tende a ser mais rápido, podendo interromper a migração dos peixes na piracema. A velocidade é ainda maior em túneis de desvio, onde a ausência de luz pode inibir as tentativas de se transpor esse obstáculo. Desta forma, é possível prever a redução da atividade pesqueira a montante do eixo da barragem já na fase de construção.

Impactos previstos para a etapa de enchimento

O enchimento do reservatório gera os principais impactos provocados pelo empreendimento, alguns dos quais se estendem por toda a operação. A legislação determina que 70% da vazão mínima média mensal seja mantida durante a formação do lago, a fim de que o rio não fique seco a jusante.

O enchimento é mais ou menos impactante, conforme o tempo necessário de obstrução do fluxo de água, a distância entre o barramento e o tributário mais próximo e a contribuição da bacia neste mesmo trecho.

A duração do enchimento é determinada pelo projeto. Reservatórios com tempo de residência prolongado demoram mais a encher que os de tempo de residência curto. A época de fechamento das adufas também é determinada pelo projeto de engenharia, podendo ocorrer às vésperas do período chuvoso ou mesmo em plena

estiagem.

Geralmente é necessária uma estação chuvosa para a formação do reservatório, de modo que pelo menos um ciclo reprodutivo da ictiofauna corra o risco de ser afetado. Os efeitos sobre a ictiofauna serão mais graves se o rio em questão comportar populações de peixes migradores, os quais poderão não alcançar os habitats originais de reprodução, e se não houver rotas alternativas de migração para essas espécies. Ao mesmo tempo, o nível da água reduzido pode impossibilitar o acesso das formas juvenis às lagoas marginais importantes para o seu crescimento.

Além das complicações com a biota aquática, a etapa de enchimento pode prejudicar temporariamente o abastecimento de água de cidades, indústrias e projetos de irrigação, bem como a diluição dos efluentes das atividades humanas.

Na bacia de acumulação, o enchimento provoca a inundação de áreas com cobertura vegetal, cuja decomposição pode provocar a redução brusca das concentrações de oxigênio dissolvido na água. Mortandades e fugas de peixes podem ocorrer já nos primeiros dias do enchimento. O tempo de residência prolongado faz com que o efeito diluidor do acúmulo de água não seja suficiente para a rápida recomposição de um ambiente aeróbio e, assim, a anoxia do meio pode persistir por mais tempo.

O processo de decomposição de fitomassa alagada libera amônia e fosfatos, reduz o pH, aumenta a concentração de gás carbônico, gás sulfídrico e metano. A água torna-se mais agressiva ao concreto e às estruturas metálicas de geração, aumentando o risco de corrosão das peças.

O cumprimento da Portaria DCAE/DCRH nº 02, do DNAEE, que determina que "a vazão remanescente no curso d'água, a jusante do barramento, não poderá ser inferior a 80% da vazão mínima mensal", pode agravar as condições de jusante, se a qualidade da água liberada não for satisfatória à vida aquática e se o rio não favorecer sua rápida depuração.

As medidas mitigadoras necessárias à prevenção dos impactos citados devem ser tomadas durante as etapas de construção ou mesmo durante a elaboração do projeto da usina.

A deterioração da qualidade da água pode ser menor se uma limpeza da bacia de acumulação for realizada previamente ao

enchimento. O desmatamento, entretanto, tem um custo muito elevado e os benefícios devem ser avaliados antes de uma decisão a esse respeito.

Estudos de fitomassa devem ser realizados para que se dimensione a biomassa total alagada. Com base ainda no volume do reservatório e no tempo de residência, pode-se avaliar o impacto da decomposição da matéria orgânica. Através da morfologia do lago podem ser identificadas áreas em que o desmatamento se faça mais premente, uma vez que a limpeza de toda a bacia de acumulação é praticamente impossível, quando não inútil. Por via de regra, esse procedimento só é realizado em pequenos reservatórios destinados ao abastecimento público.

A revisão do projeto de engenharia pode reduzir o impacto da qualidade da água sobre as estruturas da usina. A redução das dimensões da hidrelétrica para se reduzir o tempo de residência da água, o posicionamento da tomada d'água mais profundo para se evitar a formação de zonas permanentes de água estagnada e de qualidade ruim, o posicionamento mais elevado para a tomada dos sistemas de refrigeração para prevenir a corrosão e/ou incrustação das tubulações; todas essas medidas devem ser avaliadas no contexto do propósito original do projeto, a geração de energia.

Impactos previstos para a etapa de operação

Passada a fase inicial de estresse ambiental, o volume do reservatório passa a se tornar predominantemente aeróbio nos primeiros metros e anóxico abaixo de certa profundidade. A operação da barragem é, por si só, um fator de recuperação do lago, pois determina o ritmo de renovação das águas do reservatório.

A recuperação da qualidade da água dependerá de vários fatores intrínsecos ao novo ambiente formado e à bacia de drenagem. A morfologia, a morfometria, o tempo de residência, o posicionamento da tomada d'água, a climatologia e os usos do solo podem adquirir maior ou menor relevância, segundo as peculiaridades de cada projeto. Associadas, essas informações podem embasar uma previsão de recuperação rápida (após alguns meses) ou gradual (alguns anos) da qualidade da água.

A fitomassa inundada ganha maior representatividade nos projetos localizados na Amazônia. Nas regiões Sul e Sudeste a poluição doméstica e industrial podem deteriorar as condições do lago recém-formado. No primeiro caso, as chances de recuperação são maiores que no segundo, já que inexiste uma política nacional de saneamento e de controle de poluição.

Habitats diferenciados podem ser criados em braços e reentrâncias do espelho d'água, propiciando condições de desenvolvimento da ictiofauna adaptada a ecossistemas lacustres, assim como poderão ocorrer setores cujo isolamento hidráulico determine condições menos favoráveis. Os novos ambientes marginais podem favorecer ainda a proliferação de insetos (anofelinos) ou moluscos (*Biomphalaria* spp.) vetores de endemias.

Os processos de circulação vertical e horizontal da massa d'água no reservatório dependem das condições de clima e geomorfologia, tanto da bacia de acumulação quanto do seu entorno. Esses processos são importantes para a dispersão e imobilização de poluentes no sedimento.

Enfim, tantos fatores interferem no potencial autodepurador do novo lago que é difícil estabelecer um padrão comum. Caberá ao especialista avaliar cuidadosamente cada um desses fatores e interagir para definir o cenário mais provável.

A ictiofauna do reservatório geralmente tem sua composição alterada em relação à comunidade original. O regime lacustre favorecerá outro conjunto de espécies, menos comuns em ambientes lóticos. Podem ser esperados grandes crescimentos populacionais de espécies de pequeno valor comercial e de menor porte. O crescimento populacional terá como suporte a disponibilidade de alimento em todos os elos da cadeia alimentar, devido à instabilidade do sistema e à liberação de nutrientes (via decomposição da vegetação) para o desenvolvimento de fitoplâncton, perifíton e macrófitas aquáticas. Recentemente, tem sido estudada a importância da cadeia heterotrófica (com base nas populações de bactérias) na sustentação da biota lacustre.

Com a evolução do sistema, há uma tendência gradual de redução da disponibilidade de nutrientes e as populações tendem a se reduzir, buscando um novo ponto de equilíbrio.

Os impactos da operação de represas

no trecho de rio a jusante estão condicionados às regras operativas e à qualidade da água defluente. Os primeiros testes de turbinas e a entrada final em operação geralmente liberam águas alteradas pela decomposição da fitomassa alagada, cujos teores de gás sulfídrico podem provocar a morte dos peixes próximos à barragem (Bernacer, 1984).

O controle das cheias, com a redução de seus picos de enchente, benéficos aos interesses do homem, pode ser desastroso para a ictiofauna, impedida de acessar ambientes marginais importantes para o desenvolvimento das formas juvenis.

O vertimento pode provocar a supersaturação da água com oxigênio e destruir ovos e larvas no trecho de rio mais próximo da barragem (Agostinho et al., 1992). Por outro lado, o turbinamento de águas profundas e anóxicas pode provocar a morte não apenas das formas juvenis, como também dos indivíduos adultos.

A baixa velocidade da água no reservatório faz com que o material particulado em suspensão, transportado pelo rio, seja depositado ao longo do leito do novo reservatório, fazendo com que a concentração de particulado em suspensão a jusante seja inferior à concentração afluyente. Águas transportando menos partículas alcançam um novo equilíbrio com a erosão da calha e a margem do rio, de modo que bancos de areia e remansos que sejam importantes ambientes para a ictiofauna e outros representantes da fauna aquática correm o risco de ser destruídos a partir da operação da barragem. A maior transparência da água a jusante aumenta a taxa de predação, devido à maior facilidade de se detectarem as presas, o que pode reduzir o número de indivíduos jovens na população ictífica (Agostinho et al., 1992).

A comunidade ictífica frugívora sofrerá uma limitação em razão da redução da disponibilidade de alimento para peixes frugívoros, redução da relação área terrestre *versus* área aquática no reservatório (Agostinho et al., 1992). Os frugívoros serão ainda mais afetados quando a nova cobertura vegetal ripária tiver composição específica muito diversa da mata ciliar então alagada.

O posicionamento da tomada d'água, a proporção entre vazão vertida e turbinada, a frequência do vertimento e o posicionamento do vertedouro em relação ao canal de fuga são parâmetros de grande impor-

tância para a definição da qualidade da água de jusante.

O posicionamento da tomada d'água determinará a captação de água com mais ou menos oxigênio dissolvido em períodos de estratificação térmica. Em caso de massa d'água anóxica, a pequena energia cinética na saída das turbinas pode não favorecer a eficiente reoxigenação ao longo do canal de fuga. A recomposição dos níveis de oxigênio na água deverá ficar a cargo da calha natural do rio, dependendo da ocorrência de cachoeiras e corredeiras.

A relação entre vazões vertidas e turbinadas, bem como a frequência de vertimento, define em que períodos poder-se-á contar com o vertimento para melhorar as condições de oxigenação da água de jusante. O vertimento planejado pode ser uma poderosa ferramenta para o manejo da qualidade da água dos reservatórios. O posicionamento do vertedouro em relação ao canal de fuga permite a avaliação da eficiência da mistura das massas de água vertidas e turbinadas, e da recomposição dos teores de oxigênio dissolvido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da ampla disponibilidade de recursos hídricos, as autoridades brasileiras parecem ter grande dificuldade em compreender a importância de uma política de gerenciamento dos recursos hídricos (Fig. 20, p.65). O desconhecimento técnico e a escassez de recursos financeiros não estimulam a implantação de sistemas eficientes de tratamento de efluentes líquidos e de disposição de resíduos sólidos. Tampouco há um esforço de se fiscalizarem, sistematicamente, as emissões industriais. É lamentável que tais medidas dificilmente se traduzem em benefícios eleitorais, além do que podem contrariar interesses políticos e econômicos locais.

A mudança de consciência das autoridades passa antes pela mudança do comportamento da própria sociedade em relação à utilização dos recursos naturais, através de uma reflexão sobre o consumo de bens e seus impactos sobre o meio ambiente.

Matéria-prima e energia em abundância são indispensáveis à manutenção do desenvolvimento econômico e tecnológico. A expressão "desenvolvimento sustentado" foi criada como uma tentativa de definir

um novo comportamento de desenvolvimento econômico com menor agressão ao meio ambiente. A idéia pode ter rendido bons dividendos ao seu autor, porém está longe de ser factível. Falta definir basicamente que modelo econômico e social deverá ser adotado e levado a todas as regiões do mundo. O planeta fatalmente não resistiria a cinco bilhões de habitantes com o mesmo padrão de consumo americano ou europeu. As reservas naturais de combustível e matéria-prima esgotar-se-iam rapidamente. E como convencer o Primeiro Mundo a reduzir o consumo?

O potencial hidrelétrico brasileiro nas regiões Sul/Sudeste está chegando ao limite. As opções de energia para a região mais industrializada do país restringem-se à construção de grandes barragens cada vez mais distantes ou à implantação de centrais térmicas (a óleo ou nucleares). Estas últimas sofrem inúmeras restrições por parte da opinião pública, devido à poluição atmosférica ou aos riscos ambientais de um acidente nuclear. No jogo de pressões econômicas e de ambientalistas, os custos ambientais do desenvolvimento industrial e social dos grandes centros urbanos recaem predominantemente sobre as áreas rurais ou núcleos urbanos de menor porte e menos mobilizados.

Não basta acusar as autoridades de desleixo ou as grandes empresas de poluidoras. Cada cidadão, dentro de seu pequeno círculo de atuação no contexto social, tem responsabilidades e deve exigir de si mesmo os cuidados com o ambiente urbano que costuma reclamar aos que fazem uso dos recursos naturais. Nesse contexto, o simples gesto de lançar um papel na rua, ou lixo na margem de um rio, torna-se uma ação tão nociva ao ambiente urbano quanto à derrubada de uma árvore no Cerrado ou na Amazônia. O gesto isolado, aparentemente irrelevante, agiganta-se, quando conscientemente repetido centenas de milhares de vezes ao dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JÚNIOR, H. F.; BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação - um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista Unimar*, Maringá, v.14, p.89-107,

1992. Suplemento.

ALLAN, R.J. Organic pesticides in aquatic environment with emphasis on sources and fate in Great Lakes. In: MATSUI, S. **Guidelines of lake management**. Otsu, Japan: ILEC, 1991. v.4: Toxic substances management in lakes and reservoirs. p.87-112.

BERNACSER, G. M. **Dam design and operation to optimize fish production in impounded river basins**. Rome: CIFA, 1984. p.1-98. (CIFA. Technical Paper, 11).

CONAMA (Brasília, DF). **Resolução do CONAMA 1984/91**. 4. ed. ver. aum. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.

DE MOTT, W.R.; ZHANG, Q.X.; CARMICHAEL, W.W. Effects of toxic cyanobacteria and purified toxins on the survival and feeding of a copepod and three species of *Daphnia*. **Limnology and Oceanography**, New York, v.36, p.1346-1357, 1991.

MANUAL de amostragem de qualidade da água. Rio de Janeiro: FEEMA, 1983. 32p. (Cadernos FEEMA. Série Técnica, 19/83).

MARGALEF, R. **Ecologia**, Barcelona: Omega, 1977. 951p.

MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Omega, 1983. 1010p.

MASCARENHAS, G. R. Aspectos ambientais na elaboração do Plano de Controle Econômico (PAE). In: CURSO de controle de poluição por mineração: alguns aspectos. Brasília: DNPM, 1987. v.1.

REPAVICH, W.M.; SONZOGNI, W.C.; STANDRIDGE, J.H.; WEDEPOHL, R.E.; MEISNER, L.F. Cyanobacteria (blue-green Algae) in Wisconsin waters: acute and chronic toxicity. **Water Research**, Halliolford, v.24, p.225-231, 1990.

SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANNA, F. S. P. Poluição hídrica. In: MARGULIS, S. (Ed.). **Meio ambiente, aspectos técnicos e econômicos**. Brasília: IPEA/PNUD, 1990. p.57-86.

STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 18.ed. Baltimore: APHA, 1992.

TÉCNICAS de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: CETESB, 1976. v.1.2a.

TUNDISI, J.G. **Limnologia e manejo de represas**. São Carlos: EESC-USP/CRHEA/ACIESP, 1988. t.1/2. (Série Monografias em Limnologia, 1).

Educação ambiental

Márcia Ferreira Guerra¹

Resumo - A elaboração e implantação de programas educativos voltados para o meio ambiente requer uma reflexão inicial acerca da educação ambiental, seus objetivos gerais e pressupostos básicos. O desenvolvimento de programas de educação ambiental deve utilizar metodologias participativas, tanto na fase de planejamento, quanto na fase de execução das ações previstas. A participação ativa dos atores envolvidos nos programas é de fundamental importância para a criação de um vínculo de corresponsabilidade entre a equipe técnica responsável pelos programas e o público-alvo do processo educativo.

Palavras-chave: Educação ambiental; Ética ambiental; Agroecologia; Participação.

INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por avanços tecnológicos e científicos de grande magnitude. Contudo, desastres ambientais tornaram-se cada vez mais frequentes, sendo objeto de preocupação mundial. Estaremos nós impossibilitando a existência da própria vida?

É neste contexto que surge a educação ambiental, buscando desenvolver condutas que respeitem o meio ambiente e suas diferentes formas de vida. A educação ambiental surge como um reflexo dessa preocupação mundial com o meio ambiente e da necessidade de estabelecer uma ética ambiental. A valorização da própria humanidade não é excludente a este processo de valorização do patrimônio ambiental. Mas, como valorizar o meio em que vivemos, se grande número de pessoas vive em situação calamitosa e padece em condições subumanas, na miséria, na fome, em guerras e conflitos políticos?

A educação ambiental traz consigo conceitos como cidadania e desenvolvimento sustentável, porque resgata o papel transformador dos indivíduos perante a realidade e preocupa-se com a qualidade de vida herdada pelas gerações futuras. Embora estejam pautadas em princípios básicos, as ações educativas são específicas e variam conforme a realidade sócio-ambien-

tal encontrada nas diferentes localidades.

Considerada um suporte básico para qualquer projeto que interfira no meio ambiente, a educação ambiental deve ser um instrumento capaz de despertar nos indivíduos sua própria importância como agentes de mudança.

SÍNTESE HISTÓRICA

No final da década de 60, foi mundialmente reconhecida a necessidade de uma educação voltada para o meio ambiente. Em 1968, a Conferência da Unesco sobre a Biosfera postulou e sugeriu um programa integrado, contínuo e permanente de educação e informação sobre o meio.

Em 1972, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, recomendou a adoção de um programa internacional de educação para o meio ambiente de enfoque interdisciplinar e com caráter escolar e extra-escolar, que abarcasse todos os níveis de ensino e se dirigisse ao público em geral.

O Seminário de Educação Ambiental, realizado em Belgrado em 1975 (Educação..., 1994), considerado um marco conceitual para a educação ambiental, resultou no lançamento do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) pela Unesco, em colaboração com o Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Pnuma).

Após a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em 1977, em Tbilisi, Georgia (ex URSS), todos os pressupostos dos programas do PNUMA passaram a incluir a educação e a formação ambiental entre seus principais componentes nas atividades de apoio ao Programa, caracterizando a importância da educação ambiental, enquanto atividade suporte em projetos voltados para o meio ambiente.

As recomendações internacionais também refletiram-se no Brasil, alcançando uma extensão maior durante a década de 80. A Constituição da República Federativa de 1988 dispõe ser competência do poder público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente, o que repercutiu nas constituições estaduais e leis orgânicas municipais, que passaram a mencionar a educação ambiental em seus respectivos capítulos do meio ambiente. Neste mesmo ano foi realizado no Rio de Janeiro o 1º Encontro Nacional de Educação para o Meio Ambiente, com recursos da Finep, do CNPq e da antiga Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), dentre outros, que contou com a participação de cerca de 350 representantes das diferentes regiões do país.

Em 1992, durante a 2ª Conferência das

¹Bióloga, Diretora do Centro de Educação Ambiental (CEA) da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC/RJ), Rua Afonso Cavalcanti, 455/12º andar, CEP 20211-110 Rio de Janeiro-RJ. E-mail: mfguerra@perj.rj.gov.br

Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, a RIO 92, vários documentos foram assinados por órgãos governamentais e organizações não-governamentais. Dentre eles, destacam-se a Agenda 21, assinada por 170 países, que recomenda ações de educação ambiental, e o Tratado de Educação Ambiental para as Sociedades Sustentáveis, elaborado pelo Fórum de Educação Ambiental das Organizações Não-Governamentais (ONGs), que revela o compromisso da sociedade civil para a construção de um modelo mais humano e harmônico de desenvolvimento.

Nos anos seguintes, em cumprimento às recomendações da Agenda 21, é aprovado no Brasil o Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea), que define linhas de ação para a educação ambiental. Também são aprovados os novos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que tratam o meio ambiente como tema transversal em todas as disciplinas (Padua & Tabanez, 1997).

Em 1997, após diversos eventos preparatórios em todo o mundo, como a Conferência Nacional de Educação Ambiental em Brasília, foi realizada em Thessaloniki (Grécia) a Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública da Sustentabilidade, que reiterou as recomendações e os planos de ação das conferências internacionais anteriores e propôs uma conferência internacional, em 2007, para avaliar a implementação e o progresso do processo educativo sugerido (Implantação..., 1998).

PRESSUPOSTOS BÁSICOS

A educação ambiental apresenta um enfoque ético de transformação da sociedade, uma mudança nos propósitos do processo civilizatório, abordando problemas, na tentativa de promover ações que visem a sua resolução. O enfoque crítico e o espírito criativo são fundamentais para o processo de tomada de consciência acerca do meio ambiente e seus problemas conexos. A compreensão da presença e a função da humanidade no meio ambiente requerem responsabilidade crítica, vital para a busca de soluções e adoção das medidas cabíveis.

Os objetivos gerais da educação ambiental (Quadro 1), assim como os específicos, representam o ponto de partida para a avaliação do próprio programa. A escolha de indicadores sócio-ambientais auxilia o processo de

avaliação dos programas e a verificação de que os objetivos foram alcançados.

Conforme apresentado na Figura 21, seguem alguns preceitos básicos da educação ambiental, fundamentais para a concepção e a realização dos programas educativos:

- a) a compreensão do meio ambiente em sua totalidade requer a aquisição de conhecimentos básicos, de ordem social e científica, necessários para a resolução dos problemas ambientais. Desta forma, amplia-se o nível cognitivo dos indivíduos e grupos sociais, facilitando o processo de conscientização deles, acerca do meio ambiente e dos problemas conexos (Fig. 22, p.65);
- b) a sensibilização, com relação ao meio ambiente e seus problemas, é primordial para o processo de conscientização. Além da razão, é preciso despertar o sentimento e a emoção das pessoas diante da questão sócio-ambiental, propiciando uma perspec-
- tiva mais equilibrada da vida (Fig. 23, p.65);
- c) o desenvolvimento de habilidades é fundamental para a utilização de técnicas voltadas para a melhoria do meio ambiente e de extrema importância para o desenvolvimento das aptidões necessárias para enfrentar os problemas (Fig. 24, p.65);
- d) a resolução dos problemas ambientais requer a busca de alternativas que, por sua vez, prescindem criatividade e novas formas de expressão. A educação ambiental deve dar forma a novas vias de aprendizagem, nas quais a criatividade e a cooperação, e não a competência, sejam as principais diretrizes;
- e) através de um enfoque crítico acerca da realidade, desenvolve-se um pensamento crítico, inerente à avaliação de qualquer programa de cunho educativo e essencial para que os indi-

QUADRO 1 - Objetivos gerais da educação ambiental

Objetivos	Indicadores
Tomada de consciência	Maior consciência do meio ambiente e dos problemas conexos (sensibilização).
Conhecimentos	Compreensão básica do meio ambiente em sua totalidade e da presença e função da humanidade nele.
Atitudes	Valores e comportamentos favoráveis à melhoria da qualidade do meio ambiente.
Aptidões	Faculdades práticas necessárias à resolução dos problemas ambientais.
Capacidade de avaliação	Avaliação das medidas e programas em função dos fatores ecológicos, políticos, econômicos, sociais, estéticos e educacionais.
Participação	Atuação para assegurar a adoção das medidas adequadas aos problemas ambientais.

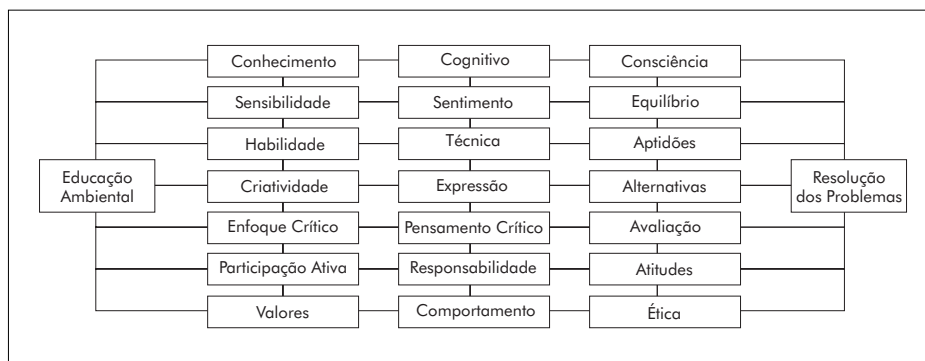


Figura 21 - Preceitos básicos da educação ambiental

víduos se neguem a aceitar cegamente que as coisas sigam como são;

- f) a participação ativa dos indivíduos envolvidos em um programa de educação ambiental estimula as suas responsabilidades com relação às ações promovidas. Quando há responsabilidade crítica, os indivíduos passam a adquirir um compromisso permanente de melhorar o meio humano e a qualidade de vida. Conseqüentemente, desenvolvem-se atitudes favoráveis à resolução dos problemas emergentes (Fig. 25, p.65);
- g) todo sistema ou programa educacional apresenta determinados princípios intrínsecos e compartilha certos valores, imprescindíveis para a sua manutenção. A mudança de comportamentos inicia-se com uma avaliação acerca do próprio estilo de vida, o que subentende a reformulação de valores e o surgimento de uma ética ambiental, cujas normas e fundamentos tenham como base a cooperação, a solidariedade e uma nova concepção de progresso e desenvolvimento que contemple profundas inovações e não apenas as tecnológicas.

ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS AGRÍCOLAS

Nas áreas agrícolas há uma gama de fatores ambientais a ser tratada. Norteados pela realidade local, sem perder de vista aspectos globais, os programas de educação ambiental não consistem em pacotes fechados e devem ser concebidos a partir de um diagnóstico sócio-ambiental da área e da definição dos diferentes atores envolvidos no processo. Dessa forma, são identificados os principais problemas, definido o perfil do público-alvo e selecionados possíveis indicadores para a verificação do alcance do programa.

Esta fase inicial de estudo/diagnóstico é vital para a elaboração de um plano de trabalho eficaz e para a escolha de estratégias apropriadas, que deverão ser apresentados à população e discutidos em seminários, encontros e reuniões, para modificação e adequação das propostas inicialmente previstas, de acordo com as proposições e sugestões dos participantes. O plano de

trabalho deverá conter ações práticas, a serem implementadas na forma de projetos, compatíveis com as necessidades e os interesses da própria população.

A utilização de metodologias participativas proporciona a integração direta e ativa dos indivíduos no planejamento das ações e/ou atividades educativas a serem desempenhadas, propiciando um comprometimento maior das pessoas durante a implementação do programa.

Considerando as particularidades e especificidades da área de implantação dos programas e seus respectivos projetos, seja no nível formal (escolas) ou não-formal (extra-escolar), as ações educativas devem contemplar assuntos consonantes com a temática agroecológica, que poderão nortear as ações educativas a serem desenvolvidas (Fig. 26).

A avaliação dos programas de educação ambiental deve ter caráter permanente, com reuniões entre o próprio corpo técnico envolvido e entre técnicos e representantes do público-alvo, entrevistas e aplicação de questionários. O processo de avaliação

deve conter aspectos quantitativos e qualitativos, antes e depois de iniciado o trabalho, para auxiliar na verificação do alcance do programa.

O leque de opções é extenso e as possibilidades de ação variam de acordo com as necessidades e os potenciais existentes nas áreas de atuação dos programas. Contudo é fundamental não reduzir a educação ambiental a atividades/eventos por si só, esquecendo-se de que ela faz parte de um processo de democratização e construção da cidadania em busca de uma sociedade ecologicamente equilibrada e socialmente mais justa. A educação ambiental é uma briga política para que a existência fique à altura da vida. Por isso, deve estimular os indivíduos a conceberem-se não apenas no mundo, mas com o mundo. Assim sendo, abrem-se possibilidades para refazermos o mundo e, refazendo-o, refazemo-nos também. Já não bastam palavras, mas ações, a busca de novas práticas, novas atitudes (Freire, 1987). Precisamos desenvolver valores éticos que recuperem a humanidade das pessoas.

Sugestões temáticas
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Conservação do solo ⇒ Manutenção de remanescentes florestais ⇒ Proteção de mananciais hídricos ⇒ Manejo para abastecimento de madeira ⇒ Recuperação de áreas degradadas ⇒ Correta utilização de defensivos e fertilizantes químicos X problemas gerados por estes produtos ⇒ Destinação adequada dos resíduos sólidos e alternativas para o seu reaproveitamento <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Agricultura orgânica ⇒ Controle biológico de pragas ⇒ Capacitação em assuntos ligados à agroecologia <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Aproveitamento integral dos alimentos ⇒ Formas de manejo e uso do solo X saúde dos agricultores

Figura 26 - Sugestão de temas agroecológicos para nortear as ações educativas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EDUCAÇÃO ambiental e desenvolvimento: documentos oficiais. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1994.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. (O Mundo Hoje, 21).

- A IMPLANTAÇÃO da educação ambiental no Brasil. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 1998.

- PADUA, S.M.; TABANEZ, M.F. (Org.). **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil**. Brasília, 1997. 283p.

Indicadores de impactos das atividades agropecuárias

*Hugo Adelande Mesquita¹
Miralda Bueno de Paula²
Maria Inês Nogueira Alvarenga³*

Resumo - A expansão da fronteira agrícola tem provocado crescente pressão sobre os recursos naturais e gerado situações de conflito em algumas áreas, principalmente sobre os recursos hídricos, uma vez que tem ocorrido o aumento no consumo da água para múltiplas atividades, como a geração de energia, abastecimento urbano e principalmente para irrigação. A oportunidade da pesquisa multidisciplinar é relevante na busca de soluções para os processos ambientais e para a produtividade agroalimentar, na medida em que a sociedade está sendo orientada pela demanda de produtos mais saudáveis concomitante com a preservação dos recursos naturais. A maneira mais adequada de utilização está no limite entre o uso racional e adequado dos recursos naturais e o desenvolvimento econômico, promovendo a melhoria das condições, qualidade de vida e bem-estar da sociedade. Também é necessária mudança de atitudes tanto de técnicos, produtores, governo, como da sociedade em geral, ao se interferir no meio ambiente.

Palavras-chave: Degradação; Solo; Sustentabilidade; Recursos naturais; Agroecologia.

INTRODUÇÃO

Tem surgido nos últimos anos uma crescente consciência ecológica sobre a qualidade do solo, que é um conceito emergente integrando avaliações descritivas e analíticas das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. A qualidade do solo é definida atualmente como a capacidade de produzir alimentos a longo prazo, de forma sustentável, e de contribuir para o bem-estar dos seres vivos, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o meio ambiente (Warkentin, 1995). Dessa forma, a sustentabilidade do solo somente ocorrerá, quando a qualidade for mantida ou melhorada, concomitantemente com a qualidade do ar, da água e dos alimentos.

A utilização do solo nas regiões tropicais brasileiras desde os primórdios da colonização tem sido caracterizada pela implantação de sistemas agrícolas imedia-

tistas, decorrentes quase sempre da ação de estímulos políticos e econômicos, favorecendo a exploração cíclica e migratória. Responsáveis pela produção agrícola e cultivados continuamente, têm suas produtividades diminuídas cada vez mais, devido principalmente à erosão e ao manejo inadequado.

O estado de Minas Gerais em virtude de sua vasta extensão territorial e variabilidade edafoclimática apresenta uma grande diversidade de sistemas agrícolas, carentes de técnicas de manejo em acordo com as realidades regionais. A falta de um manejo correto dos recursos naturais, principalmente solo e água, expõe estes ecossistemas à degradação, transformando solos de boa qualidade em solos de pouca produtividade ou até mesmo improdutivos. Este fato implica na necessidade de recuperação do solo, o que nem sempre é totalmente possível e economicamente viável.

O SOLO COMO COMPONENTE DO AMBIENTE

A agricultura, ou seja, a exploração agrícola dos solos, pode ser observada como um componente do ambiente ou, porque não dizer, um agroecossistema. Para melhor entender essa colocação, deve-se atentar para as esferas formadas dos ecossistemas: hidrosfera, atmosfera, biosfera e litosfera (Resende, 1988). Numa perspectiva mais voltada para o ambiente agrícola, a hidrosfera compõe-se das águas (cursos d'água, oceanos), a atmosfera pode ser representada pelas precipitações e radiação solar, a litosfera é composta pelas rochas e sedimentos e a biosfera representada pelos organismos em geral (plantas, animais, inclusive o homem). Infere-se daí que um ecossistema é o produto da interação dessas esferas e que na união delas encontra-se o solo, produto da interação de fatores representados por alguns componentes

¹Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: epamig@ufla.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: bueno@ufla.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: mines@ufla.br

das esferas formadoras dos ecossistemas: clima (atmosfera e hidrosfera), organismos (biosfera), material de origem (litosfera), que sob ação do tempo, sofre também influência da posição no relevo (Alvarenga & Souza, 1997).

O solo, por ser um recurso natural, ocupa uma posição peculiar, podendo ser denominado, por analogia, de pedosfera, que contém as várias ramificações das esferas formadoras dos ecossistemas. Numa visão simplista, ele é composto por segmentos da atmosfera (25% de ar), hidrosfera (25% de água), litosfera (45% da fração mineral) e da biosfera (5% de matéria orgânica) (Fig. 27).

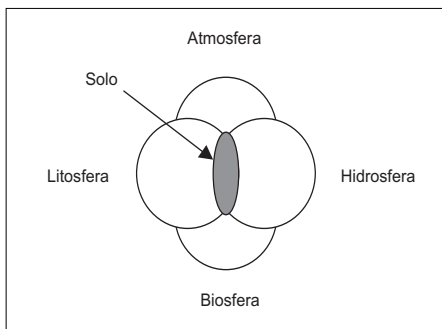


Figura 27 - O solo (pedosfera) como "interface" entre litosfera, atmosfera, biosfera e hidrosfera

FONTE: Resende (1988).

Fazendo um paralelo com a definição de agricultura de Monteith (1958) (Fig. 28): "É a exploração da radiação solar, possível através do suprimento de água e nutrientes para manter o crescimento das plantas, e as esferas formadoras dos ecossistemas."

Pela própria definição, observa-se que a agricultura é o resultado da interação das esferas dos ecossistemas, que atuam na pedosfera, e por isso os sistemas agrícolas podem ser considerados como agroecossistemas.

Considerando ainda que o solo é um recurso natural não-renovável, degradá-lo é perder a chance de recuperar o estabelecimento do ecossistema ou manejá-lo satisfatoriamente.

A SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA AGRÍCOLA

Algumas estimativas indicam que atualmente 40% da produção líquida primária

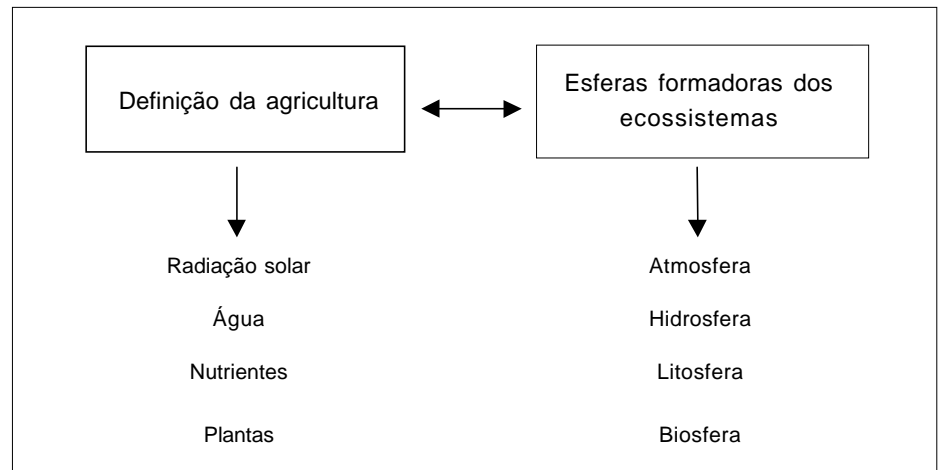


Figura 28 - Paralelo entre a definição de agricultura e as esferas formadoras dos ecossistemas

terrestre da biosfera, em termos de apropriação de recursos naturais e energia, já está comprometida para consumo humano. Tal escala de atividades aponta limites bastante restritos ao crescimento e, ao mesmo tempo, requer exigências bastante severas ao avanço tecnológico que atenuem estas restrições (Motta, 1997). Assim é prudente identificar os níveis mínimos de segurança ou a capacidade suporte dos recursos naturais que estão sendo apropriados na geração de renda.

O conceito de sustentabilidade surge formalmente, no relatório Brundtland, realizado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (CMMAD), em 1988, que diz que "a sustentabilidade é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras, em satisfazer suas necessidades" (Nosso..., 1988).

A busca do desenvolvimento sustentável está diretamente ligada ao grau de satisfação da sociedade em relação às suas expectativas. Estas expectativas se referem ao estágio de desenvolvimento sob quatro aspectos: social, econômico, ecológico e político (Flores & Nascimento, 1994), como pode ser observado na Figura 29. Segundo estes autores, uma sociedade democrática, com altos padrões de desenvolvimento econômico e social, dará prioridade aos avanços no controle ambiental. Uma sociedade, que por outro lado, tenha níveis de pobreza e desigualdade social acentuados, terá nesses temas maiores prioridades para

atender suas expectativas. Qualquer sociedade com alto padrão de desenvolvimento social, econômico e ecológico, porém sob regime autoritário, terá na democratização sua maior prioridade. Em quaisquer destes casos, ainda segundo Flores & Nascimento (1994), a sustentabilidade do desenvolvimento não está estabelecida, havendo ameaças de rupturas da ordem das coisas.

O desenvolvimento sustentável, segundo Veiga (1994), é aquele que garante:

- a manutenção a longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola;
- mínimo de impactos adversos aos produtores;
- retorno adequado aos produtores;
- otimização da produção com mínimo de insumos externos;
- satisfação das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais;
- satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda.

A sustentabilidade é ainda a complexa interação entre fatores biológicos, físicos e sócio-econômicos. Entre os fatores biológicos, podem-se incluir a manutenção e o fortalecimento dos recursos genéticos, a produtividade, o controle do uso de agrotóxicos e sistemas de equilíbrio entre atividades de agricultura e pecuária. Aspectos físicos, incluem a gerência do uso da água e do solo, uso de químicos agríco-

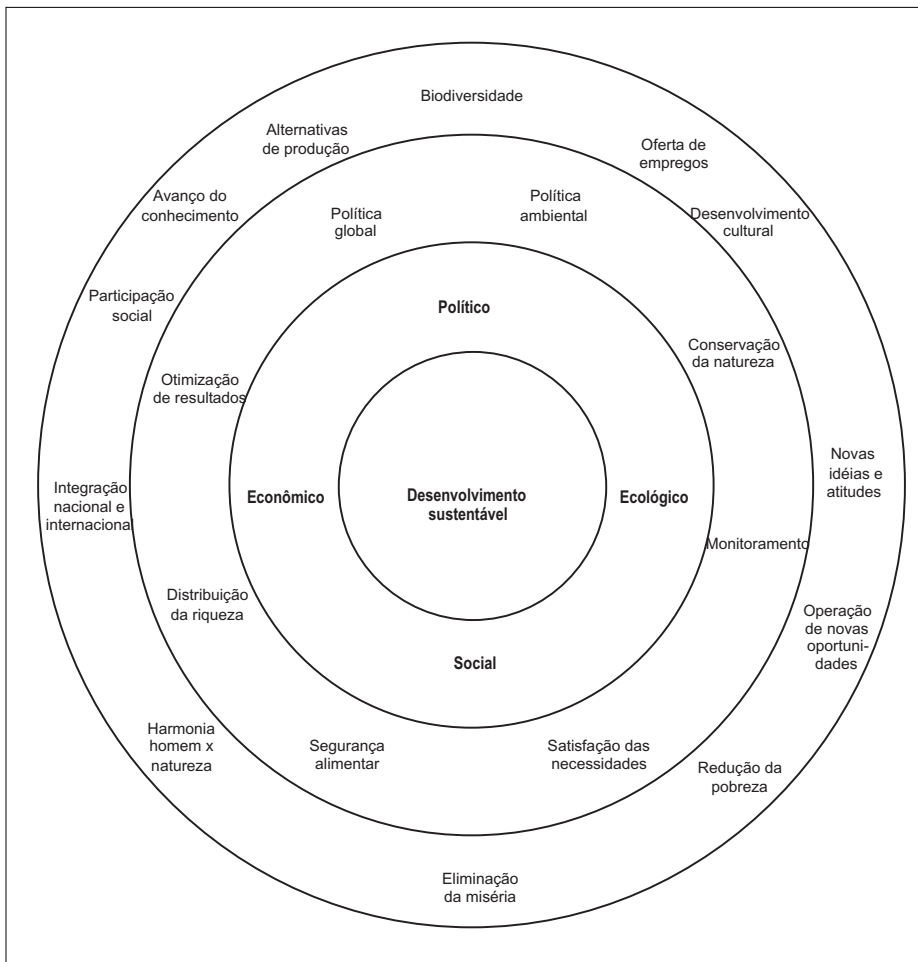


Figura 29 - Conceito multidimensional do desenvolvimento sustentável

FONTE: Flores & Nascimento (1994).

las, mudanças atmosféricas e consumo de energia. Fatores sócio-econômicos também podem promover ou inibir a sustentabilidade, dependendo da capacidade do governo na formação de políticas adequadas para crédito, insumos e mercado. É necessário que estes fatores se juntem para criar uma situação viável economicamente, para que a sustentabilidade torne-se uma alternativa para famílias de produtores.

O maior objetivo a ser alcançado pelo setor agropecuário é o de garantir que os agroecossistemas sejam produtivos, competitivos e sustentáveis ao longo do tempo. A competitividade do setor agropecuário, segundo Flores & Nascimento (1994), está diretamente dependente, não só da eficiência econômica, em que a produtividade constitui a principal variável, mas também da qualidade ambiental e da diversificação da produção, de acordo com a demanda do mercado.

O aumento da exigência de consumidores por produtos com menor nível de resíduos químicos e novos padrões de qualidade, implica na utilização de tecnologias capazes de manter a produtividade e de garantir a qualidade exigida.

PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As tecnologias não são solução para todas as questões ambientais, mas elas podem ser desenvolvidas, visando contribuir para a crescente sustentabilidade dos sistemas agropecuários. A agricultura sustentável só é viável com a obtenção de níveis econômicos de produtividade; e as novas soluções tecnológicas devem ser desenvolvidas com restrições severas em relação ao potencial de degradação ambiental. A pesquisa agropecuária deverá desenvolver tecnologias ambientalmente adaptadas,

que assegurem a lucratividade e a sustentabilidade do setor agropecuário e florestal e, em consequência, o desenvolvimento social e econômico.

O planejamento adequado no processo de transformação da agricultura, segundo Flores & Nascimento (1994), deverá prever a evolução da agricultura “tradicional” para a “agricultura tecnologicamente sustentável”, isto é, não apenas para a agricultura tecnológica, como ocorreu em passado recente. De modo geral, as soluções da pesquisa poderão vir antes da avaliação do potencial dos ecossistemas, de modo que venha a indicar áreas de preservação, apresentando alternativas de produção de alimentos que minimizem a degradação dos recursos naturais.

INDICADORES DE IMPACTOS

Para saber se estamos caminhando para rumos sustentáveis devemos avaliar e medir o grau de sustentabilidade dos sistemas produtivos. Esta realidade nos faz buscar instrumentos para medir e monitorar os graus de sustentabilidade dos diferentes modelos de produção agropecuária. Estes instrumentos podem ser fornecidos por indicadores de sustentabilidade que nos permitam verificar como as tecnologias empregadas na propriedade, em diferentes sistemas de produção, estão afetando negativa ou positivamente a sustentabilidade dos agroecossistemas. Os indicadores, segundo Ferraz (1991), devem apresentar, entre outros fatores, simplicidade de mensuração e repetibilidade ao longo do tempo, sensibilidade para detectar mudanças no sistema e permitir o cruzamento com outros indicadores. É necessário também, segundo este autor, obter informações de níveis máximo e mínimo para os indicadores, de acordo com a capacidade de suporte do sistema, devendo-se também estabelecer o seu grau de importância para cada situação. Além disso, os indicadores devem ser eficientes para medir o grau de sustentabilidade tanto em nível local como regional, contemplando aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

No Quadro 1 é apresentada a síntese de algumas atividades agropecuárias, com suas características e principais impactos gerados ao ambiente, bem como a sugestão de medidas mitigadoras e/ou de reversão de impactos.

QUADRO 1 - Síntese das atividades agropecuárias, problemas, impactos ambientais e medidas de controle

Atividades agropecuárias	Problemas e/ou atividades	Características	Principais impactos ambientais	Medidas mitigadoras e/ou de reversão (continua)
Culturas intensivas e projetos agroindustriais	Grandes áreas de cultivo	Mecanização intensiva do plantio à colheita	Degradação física, química e biológica do solo Erosão Perda do equilíbrio do ecossistema	Empregar práticas de conservação de solo e água Respeitar e/ou recompor as matas ciliares e de topo mantidas por lei
		Uso intensivo de fertilizantes agrotóxicos	Carreamento sazonal de agrotóxicos, contaminando solo, água e lençol freático Perda do equilíbrio do ecossistema	Usar técnicas de manejo integrado de pragas e doenças Usar técnicas alternativas
		Produção de resíduos agroindustriais	Poluição solo, água com resíduos agroindustriais Aumento do consumo de água, causando conflitos com usos antrópicos e com o ambiente	Dar destino adequado aos resíduos agroindustriais Respeitar as matas ciliares Manter a vegetação nativa nas áreas de recarga de lençóis
		Demanda por água para irrigação	Poluição do solo, água com resíduos agroindustriais Aumento do consumo de água, causando conflitos com usos antrópicos e com o ambiente	Coordenar o uso da água através do sistema de outorga dos direitos de uso Adotar tecnologias de baixo consumo de água
Horticultura e Fruticultura	Sistemas exploratórios intensivos	Mecanização intensiva (hortaliças)	Pulverização, compactação, exposição e erosão do solo	Empregar práticas de conservação do solo e água
			Degradações físicas, químicas e biológicas do solo	Respeitar a legislação ambiental, quanto à localização das lavouras
			Rebaixamento do nível lençol freático, e nível de água de riachos, ribeirões e reservatórios	Promover a racionalização do uso de agrotóxicos, fertilizantes e insumos agrícolas
	Falta do uso de práticas conservacionistas	Uso intensivo e indiscriminado de fertilizantes, agrotóxicos e insumos agrícolas	Degradações físicas, químicas e biológicas do solo Carreamento sazonal de agrotóxicos e fertilizantes, contaminando água, solo e lençol freático Contaminação de alimentos com resíduos de agrotóxicos	Utilizar técnicas de manejo integrado de pragas e doenças Utilizar técnicas de conservação de água e solo Racionalizar o uso de agrotóxicos, através de receituário agrônomico
	Alto consumo de água	Carreamento sazonal de agrotóxicos e fertilizantes, contaminando água, solo e lençol freático Rebaixamento do nível lençol freático, e nível de água de riachos, ribeirões e reservatórios	Utilizar técnicas alternativas nativas de controle de doenças e pragas Coordenar o uso da água através de outorgas dos direitos de uso Adotar tecnologia de baixo consumo de água Manter a vegetação nativa nas áreas de recarga de lençóis e preservar as matas ciliares	

Atividades agropecuárias	Problemas e/ou atividades	Características	Principais impactos ambientais	Medidas mitigadoras e/ou de reversão (conclusão)
Reflorestamento (Fig. 30, p.66)	Implantação de grandes maciços florestais	Mecanização intensiva	Erosão do solo Compactação do solo Degradação física, química e biológica do solo Rebaixamento do lençol freático	Utilizar técnicas de conservação de solo e água Respeitar as matas ciliares mantidas por lei Manter corredores biológicos
		Maciços de florestas homogêneas	Rebaixamento do lençol freático Redução da biodiversidade Perda do equilíbrio do ecossistema	Usar faixas de vegetação nativa Empregar práticas de manejo adequadas
		Uso intensivo de agrotóxicos e insumos	Contaminação ambiental do solo e da água por agrotóxicos Perda do equilíbrio do ecossistema	Utilizar técnicas de manejo integrado e alternativas
Bovinos	Excesso de unidade animal/área	Pisoteio excessivo	Compactação e erosão do solo Baixa retenção de água	Utilizar áreas de acordo com a capacidade de uso do solo Formar pastagens melhoradas
	Baixa capacidade de suporte das pastagens	Degradação das pastagens	Incorporação de áreas impróprias Rebaixamento do lençol freático Baixa retenção de água	Utilizar técnicas de conservação do solo e água Respeitar as matas ciliares e de topo mantidas por lei
	Exploração extrativista das pastagens	Ocupação de novas áreas		Racionalizar o uso de agrotóxicos, medicamentos e insumos e técnicas alternativas
	Queima de pastagens (Fig. 31, p.66)	Pastagens degradadas	Rebaixamento do lençol freático Baixa retenção de água	Empregar práticas de manejo agropastoril adequadas
	Uso indiscriminado de medicamentos, agrotóxicos e insumos	Restrições à exportação de carne e leite	Contaminação do solo e da água Contaminação da carne e do leite	Tratar do resíduo através de tanques de decantação
Avicultura	Sistemas exploratórios concentrados e intensivos	Uso intensivo de medicamentos e/ou insumos	Contaminação ambiental da água e do solo Contaminação de alimentos	Racionalizar o uso de medicamentos e insumos Dar destino adequado aos dejetos
		Grande produção de dejetos e resíduos	Contaminação ambiental da água e do solo Contaminação de alimentos	Usar técnicas alternativas de reaproveitamento de dejetos e resíduos na adubação orgânica e na alimentação de animais
Suinocultura (Fig. 32, p.66)	Sistemas de produção intensivos e concentrados	Aumento do volume de dejetos produzidos por unidade de área	Contaminação da água e do solo por agentes patogênicos Contaminação da água e do solo por resíduos orgânicos e minerais	Racionalizar o consumo de água, visando diminuir a produção de volume de resíduos Associar o uso de dejetos a palhadas de culturas (arroz, milho, feijão, resíduos de capineira, palha de café etc.) para produção de composto orgânico
		Atividade potencialmente causadora de degradação ambiental, impedindo a expansão da suinocultura como atividade econômica	Contaminação da água e do solo por agentes patogênicos Contaminação da água e do solo por resíduos orgânicos e minerais	Usar dejetos associados ou não a palhadas em substituição a fertilizantes químicos Obter licenciamento técnico-ambiental de acordo com a norma deliberativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam)
		Uso intensivo de medicamentos e insumos	Contaminação da água e do solo por resíduos orgânicos e minerais Fator de risco à saúde animal e humana	Racionalizar o uso de medicamentos e insumos

No tocante a indicadores de impactos no solo, observa-se que alguns parâmetros são bastante sensíveis às alterações provocadas pelos diferentes manejos adotados em atividades agrícolas, ou seja, nos agroecossistemas. Apesar de esses parâmetros indicarem impactos nos agroecossistemas, ainda é premente a necessidade de estabelecer níveis que indiquem os limites, além dos quais as alterações possam ser consideradas degradativas ou apenas modificações no equilíbrio dinâmico do ambiente (Alvarenga, 1996).

A seguir, serão apresentados atributos de solo usados como indicadores de alteração ambiental e, por conseguinte, de impacto no solo.

Indicadores físicos

Os impactos sobre os atributos físicos do solo, na maioria das vezes, são provenientes de fatores extrínsecos à sua natureza, normalmente por causa do manejo inadequado que culmina com a erosão, intensificada pela mecanização inadequada e o uso além da sua capacidade de suporte. Isso contribui para a compactação e/ou pulverização e conseqüente degradação da estrutura dos solos e, ainda, para a diminuição da capacidade de infiltração de água das chuvas e aumento da erosão.

A erosão tem conseqüências diversas, entre as quais destacam-se o assoreamento das partes baixas e dos cursos d'água, a contaminação da água e do solo, quando o manejo inclui o uso de agrotóxicos, além da perda de nutrientes e corretivos que promovem a eutrofização de mananciais, potencializando o prejuízo dos produtores.

Entre os atributos físicos que indicam impactos no solo, podem ser usados a perda de solo por erosão, a densidade do solo e de partícula, a textura, a estrutura e a distribuição de poros no solo, bem como a estabilidade dos agregados e a permeabilidade do perfil.

Indicadores químicos

Os indicadores químicos estão relacionados com os aspectos de nutrição de plantas, sendo de efeito direto no caso dos macro e micronutrientes, ou indiretos, quan-

do se trata da presença da matéria orgânica no solo.

Macro e micronutrientes do solo

A primeira etapa de ocupação da terra é a destruição da vegetação natural e a sua substituição por atividade agropecuária, urbana, industrial ou de exploração mineral. A queda de fertilidade nos solos intensamente cultivados e/ou mal-planejados está diretamente relacionada com a diminuição de matéria orgânica, a qual exerce efeitos benéficos, entre outros, sobre a capacidade de troca catiônica do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Quando se considera a necessidade de garantir o abastecimento crescente de alimentos, fibra e energia renovável, o papel maior cabe ao aumento na produtividade da terra, através do emprego de práticas adequadas de manejo do solo, água e correção da fertilidade. Os corretivos e fertilizantes favorecem a recuperação da fertilidade, o desenvolvimento da cobertura vegetal e a formação de matéria orgânica, e, graças às maiores produções, aumentam a produtividade de áreas já cultivadas, reduzindo assim a ocupação de novas áreas para aumento da produção agrícola.

A presença de metais pesados e outros elementos tóxicos em fertilizantes, segundo Malavolta (1994), não é fato novo, principalmente porque muitos países vêm utilizando subprodutos e resíduos industriais, bem como lodo de esgoto para sua produção.

A toxidez dos metais pesados para as plantas e, eventualmente, para os animais tem duas causas: a própria natureza e o homem, isto é, antropogênica. Segundo Malavolta (1994), a acumulação de metais pesados tóxicos no solo como conseqüência do uso continuado de adubos em ensaios de longa duração, tem sido avaliada em outros países e os dados obtidos mostram que a acumulação de cádmio (Cd), por exemplo, resulta em aumentos desprezíveis no seu teor na planta. Em escala mundial os adubos minerais contribuem em menos de 1% da adição de metais pesados no solo. Entre os adubos orgânicos, segundo este autor o lodo de esgoto parece ser a fonte mais rica de metais pesados

tóxicos, como Cd, cromo (Cr) e chumbo (Pb), cujo teor pode chegar a milhares de mg/kg.

Carbono orgânico e matéria orgânica

A matéria orgânica é a responsável pela manutenção da micro e mesobiotividade no solo e a bioestrutura e produtividade do solo baseiam-se na sua presença. Possui em média 58% de carbono (conversão 1,72). A matéria orgânica existe, em parte como raízes mortas e folhas e como produtos intermediários de decomposição (ácidos poliu-rônicos) e, às vezes, como substâncias húmicas (Primavesi, 1990).

Segundo Santos (1993), o decréscimo na produtividade do solo nas regiões tropicais tem sido atribuído ao processo erosivo e à redução nos teores de matéria orgânica.

Nos sistemas de agricultura intensiva, os componentes orgânicos do solo podem atuar como um reservatório temporário de nutrientes, quando bem manejado, possibilita o aumento da eficiência de uso dos nutrientes já presentes no solo ou provenientes de fertilizações químicas. O teor de matéria orgânica presente no solo é função de seu manejo atual, bem como do histórico de seus restos culturais. As duas principais fontes de matéria orgânica nos agrossistemas são remanescência de resíduos animais e de decomposição da vegetação nativa e a introdução de matéria orgânica pela adição de restos culturais ao solo. A forma menos dispendiosa de elevar os teores de matéria orgânica de um solo é a sua produção *in situ*, ou seja, a utilização de restos vegetais produzidos no próprio local.

A matéria orgânica é referencial da atividade microbiana nos diferentes ecossistemas, bem como resultado da influência da cobertura vegetal. Quando correlacionada com composição química da serrapilheira, dá um indicativo da sua velocidade de decomposição, também pode ser relacionada com parâmetros físicos do solo e com a resistência do solo à erosão.

CONTAMINAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA POR AGROTÓXICOS

Segundo Kitamura (1994), a partir da década de 70, vários países engajaram na



Aplicação de **COUNTER** com Granuladeira Manual para a Cultura do Café

Respeito à Vida e ao Meio Ambiente.

Profissionalismo

Uma equipe treinada e especializada aplica Counter 150G para o cafeicultor.

Segurança

Counter 150G é aplicado de forma segura e sem riscos de contaminação.

Economia

Counter 150G é aplicado na dose certa e o serviço rende mais. O cafeicultor fica com tempo livre para outras atividades.

Respeito ao Meio Ambiente

A empresa aplicadora é responsável pelo destino final das embalagens.

Tecnologia em Serviço

A qualidade de Counter 150G, aliada à qualidade de aplicação, é garantia de resultados.

Nós aplicamos. Você colhe os frutos.



ATENÇÃO

Este produto é EXTREMAMENTE TÓXICO à saúde humana e MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE.
Este produto é ALTAMENTE TÓXICO para organismos aquáticos e ALTAMENTE TÓXICO para aves.
Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo e na receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade. Nunca distribua o produto com as mãos desprotegidas. Nunca use cachimbinho ou canequinha para aplicar o produto.

Consulte sempre um Engenheiro Agrônomo. Venda sob receituário agrônômico.

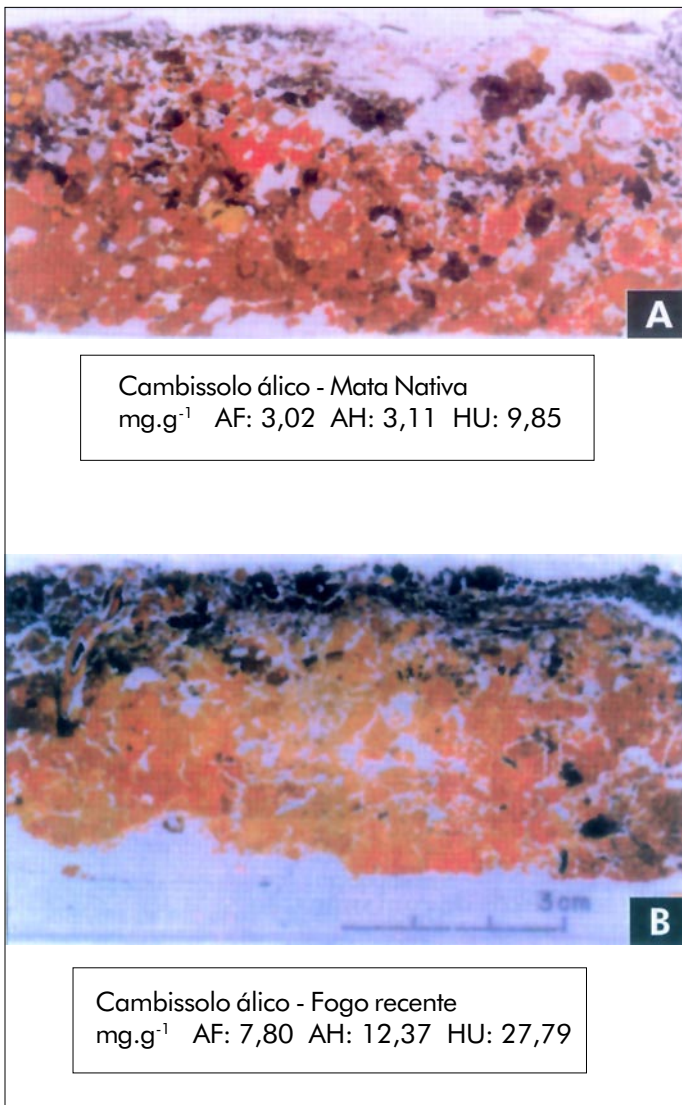


Figura 8 - Seção fina (corte) de um cambissolo ácido sob mata nativa (A) e sob manejo de fogo recente (1 ano) e pastagem (B), indicando os valores absolutos de ácidos fúlvicos, húmicos e huminas nos dois casos



Figura 14 - Poluição hídrica por mineração de areia



Foto: Folha Agrosul

Figura 15 - Resíduos de agroindústrias



Foto: Folha Agrosul

Figura 16 - Poluição hídrica por granjas



Foto: Folha Agrosul

Figura 17 - Fosso para vasilhames de agrotóxico

Foto: Folha Agrosul



Figura 18 - Utilização agrícola das terras na geração de alimentos

Foto: Folha Agrosul



Figura 19 - A construção de reservatórios tem implicações ambientais e exige avaliação prévia de impactos



Figura 20 - A região Sudeste possui grande disponibilidade de recursos hídricos, que precisam ser utilizados adequadamente (Cachoeira da Zilda, Carrancas - MG)



Figura 22 - Conscientização dos indivíduos e grupos sociais acerca do meio ambiente e dos problemas conexos



Figura 23 - O sentimento e a emoção das pessoas: uma perspectiva mais equilibrada da vida



Figura 24 - Desenvolver habilidades é essencial para utilização de técnicas voltadas à melhoria do ambiente



Figura 25 - Participação ativa dos indivíduos envolvidos em educação ambiental estimula responsabilidades com relação às ações promovidas



Figura 31 - Queimada



Figura 30 - Área reflorestada com eucalipto



Figura 32 - Lagoa de estabilização de dejetos de suínos

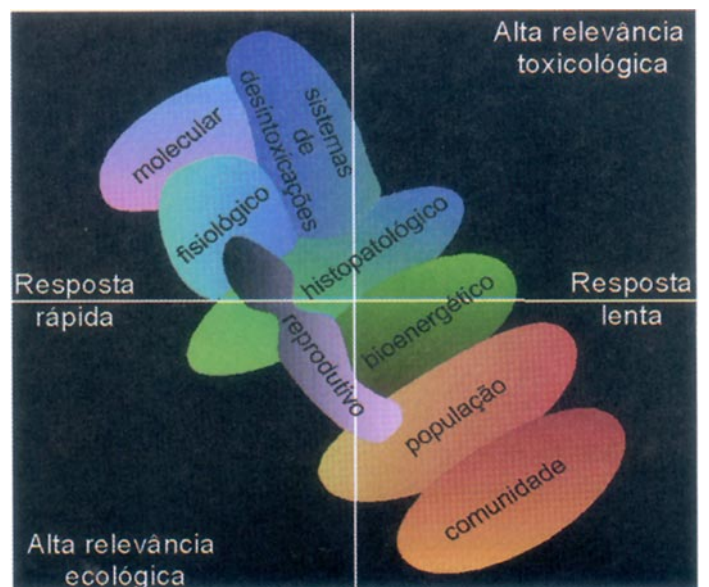


Figura 33 - Níveis de respostas bioindicadoras, em função do tempo de resposta e da relevância ecológica ou toxicológica

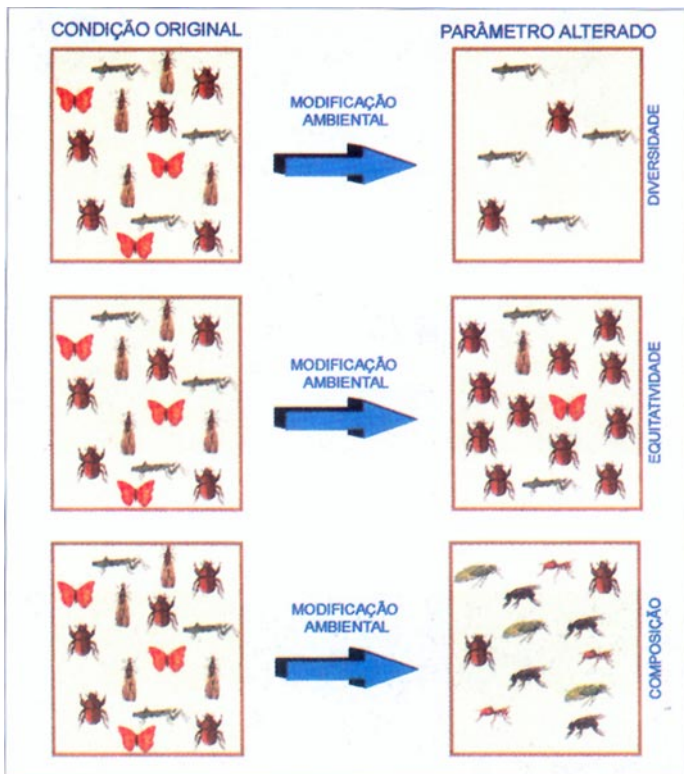


Figura 34 - Características bioindicadoras em nível de comunidade biótica

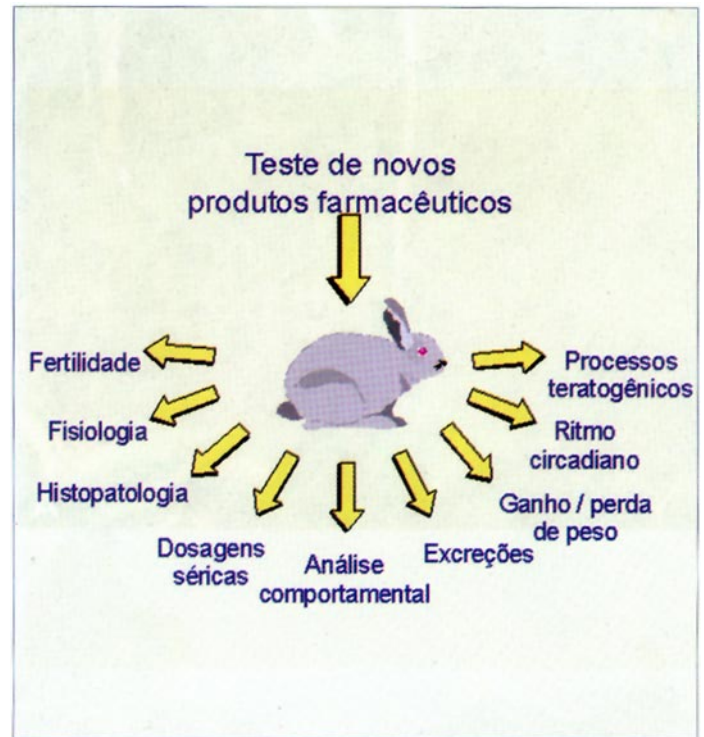


Figura 35 - Utilização de características dos organismos vivos como bioindicadores da eficiência de medicamento ou vacina



Figura 36 - Os pássaros (A) contribuem para a dispersão de sementes de espécies da família Melastomataceae (B)



Figura 37 - Cercas vivas naturais ou plantadas (A) podem contribuir para minimizar o impacto negativo da eliminação ou fragmentação do habitat (B) sobre a fauna silvestre



A



B

Figura 38 - Pequenos animais como o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*) (A) protegem-se dos predadores nas matas ciliares (B)



Figura 53 - Agricultores nas discussões durante a aplicação do Diagrama de Venn

NOTA: Projeto de Assentamento Arizona – RN.



Figura 54 - Aplicação de uma técnica do DRP em assentamento de reforma agrária

NOTA: Projeto de Assentamento Vernona – MA.



Figura 57 - Processo intenso de erosão do solo ocorre em muitas regiões do país, intensificando a degradação ambiental



Figura 58 - A distribuição dos cultivos e/ou uso do solo, de acordo com sua capacidade suporte, favorece a conservação ambiental

Foto: Folha Agrícola

aquicultura

Leia na próxima edição



EPAMIG

chamada “revolução verde”, fundamentada basicamente no aumento da produtividade pelo uso intensivo de insumos químicos, de variedades de alto rendimento, da irrigação e da mecanização. Os objetivos, então estabelecidos, eram consistentes com o cenário do período de crise mundial no mercado de grãos alimentícios, pelo aumento da demanda e rápido crescimento demográfico.

Apesar do sucesso obtido nas décadas de 60, 70 e 80, segundo Kitamura (1994), atualmente reconhece-se que a “revolução verde” trouxe também sérios problemas de equidade social e especialmente de sustentabilidade da produção agrícola a longo prazo.

Os problemas ambientais resultantes deste modelo têm-se tornado cada vez mais um fator limitante, e gerado importantes conseqüências que ameaçam diversos componentes sejam eles econômicos, sociais ou ecológicos (Ferraz, 1991). Tais conseqüências traduzem-se pelo declínio da pro-

ductividade local e regional do solo e da água, através da erosão, sedimentação poluição química, diminuição da biodiversidade.

A crescente demanda por alimentos e a necessidade de produzir alimentos com maior qualidade levam à utilização de agrotóxicos, que se destaca entre as principais formas de controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Os princípios ativos têm como ponto final de depósito o solo ou a água, sendo que a maior parte acaba atingindo o solo. Uma parte é rapidamente degradada pelos microorganismos, e a outra é retida na matéria orgânica e/ou nas argilas. Após a retenção, esses produtos podem ser perdidos tanto para a atmosfera como arrastados pela erosão. A contaminação da água pode ocorrer diretamente pela deriva de pulverizações, pela lixiviação da água de drenagem, erosão e/ou lavagem de tanques e embalagens. A persistência dos produtos depende do princípio ativo, tanto no solo quanto na água. Os dois aspectos mais importantes da poluição ambiental com

agrotóxicos são os efeitos diretos sobre as formas de vida natural e os indiretos pela acumulação na cadeia alimentar sobre os diversos animais.

O uso de agrotóxicos é o fator mais importante na redução da biodiversidade, dentre as práticas de produção agrícola. A supressão da atividade e da diversidade de espécie da flora e da fauna tem grande influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, refletindo nos aspectos nutricionais, e também no equilíbrio biológico do solo, visto que desequilíbrios na cadeia trófica eliminam agentes supressores de pragas e doenças.

As formas mais adequadas de reduzir os problemas de contaminação ambiental são a redução ou uso adequado de agrotóxicos, manejo integrado de pragas e doenças e emprego de práticas de manejo adequado de solo e água.

Fontes de poluição hídrica

As ações do homem sobre o ambiente

AGROVIDA

O Programa Agrovida vem promovendo ações no sentido de levar ao agricultor e sua família, além de novas tecnologias, informações para sua segurança durante o manuseio e a aplicação dos produtos fitossanitários no campo, bem como para o meio ambiente.



refletem-se freqüentemente nos sistemas aquáticos. O homem tem uma relação estreita com a água por depender dela para todas as suas atividades, inclusive para a disposição de seus resíduos.

Segundo Tundisi (1988), a poluição dos recursos hídricos possui três origens básicas: doméstica (incluem-se as águas servidas, resíduos sólidos e o escoamento superficial de áreas urbanas), industriais (resíduos de mineração e processos industriais de transformação) e agrícolas (resíduos de granjas, matadouro e fertilizantes e pesticidas). A poluição química ocorre quando despejados resíduos domésticos, agrícolas ou industriais que alteram a composição química da água. Esgotos domésticos são ricos em gordura e detergentes, além de compostos orgânicos contendo nitrogênio (N) e fósforo (P). Já os efluentes industriais apresentam concentrações elevadas de metais pesados, cianetos, mercúrio e outras substâncias geralmente tóxicas para as comunidades aquáticas e para o homem. No caso específico da agropecuária, os empreendimentos agrícolas geram resíduos orgânicos sólidos ou líquidos, ricos em fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos organoclorados ou fosforados.

Eutrofização

A eutrofização é o processo de enriquecimento dos corpos d'água com nutrientes, principalmente N e P, cuja conseqüência é o crescimento excessivo de algas ou de plantas aquáticas. O processo de eutrofização está associado tanto ao aumento da concentração de P na água quanto à redução da profundidade do lago. A tendência evolutiva é o seu desaparecimento pelo assoreamento.

Em lagos profundos as moléculas de fosfato agregadas a partículas inorgânicas em suspensão, ou na forma de moléculas orgânicas sedimentam-se. A grande distância entre superfície e fundo impede a sua ressuspensão e a reabsorção pelo fitoplâncton, perdendo-se no sedimento. O crescimento maciço de algas pode alterar o equilíbrio entre as populações de peixes, bem como provocar oscilações bruscas na

concentração de oxigênio dissolvido, o que pode causar a morte de peixes. Algumas espécies de algas produzem neurotoxinas e hepatotoxinas, que podem levar à morte animais de grande porte, como bois e cavalos (Tundisi, 1988).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca de indicadores geomorfológicos para a sustentabilidade ambiental se traduz em dados quantitativos e, sobretudo, qualitativo, a fim de estabelecer os limites de equilíbrio do sistema ambiental. Segundo Cunha (1994), o desenvolvimento sustentável deverá atender:

- a) incremento da qualidade de vida, crescimento da produção agrícola em ritmo comparável com o crescimento da demanda;
- b) maior controle dos processos biológicos pela própria agricultura;
- c) uso mais eficiente dos recursos naturais e melhoria da eficiência dos fatores de produção;
- d) aumento do nível de bem-estar de uma geração sem o sacrifício de outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.I.N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas**. Lavras: UFLA, 1996. 211p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 1996.
- ALVARENGA, M.I.N.; SOUZA, J.A. de. **Atributos do solo e o impacto ambiental**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 205p.
- CUNHA, A.S. **Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados**. Brasília: IPEA, 1994. 2v. (IPEA. Estudos de Política Agrícola, 1. Relatórios de Pesquisa 11).
- FERRAZ, J.M.G. Indicadores de sustentabilidade agrícola. **Informativo**, Jaguariúna, v.2, n. 3. fev./mar. 1991.
- FLORES, M.X.; NASCIMENTO, J.C. Novos desafios da pesquisa para o desenvolvimento sustentável. **Agricultura Sustentável**,

Jaguariúna, v.1, n.1, p.10-17, jan./abr. 1994.

- KITAMURA, P.C. A agricultura e o desenvolvimento sustentável. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v.1, n.1, p.27-32, jan./abr. 1994.
- MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos. São Paulo: Produquímica, 1994. 153p.
- MONTEITH, J.L. The heat balance of soil beneath crops. In: SYMPOSIUM ZONE RES CLIMATOLOGY AND MICROCLIMATOLOGY, 11, 1958, Camberra. **Proceedings...** London: UNESCO, 1958. v.2, p.123-128.
- MOTTA, R.S. A questão econômica da questão ambiental. In: SHIKI, S.; SILVA, J.G. da; ORTEGA, A.C. (Org.) **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro**. Uberlândia : UFU, 1997. p. 25-31.
- NOSSO futuro comum. Rio de Janeiro: FVG/CMMD, 1988. 430p.
- PRIMAVESI, A. A matéria orgânica. In: MANEJO ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1990. p.107-165.
- RESENDE, M. **Caracterização dos solos tropicais brasileiros**. Brasília: ABEAS, 1988. Curso de Agricultura Tropical: Módulo 2.1.
- SANTOS, J.C.F. **Comportamento de propriedades físicas e químicas de dois Latossolos Roxos sob diferentes sistemas de rotação de culturas em plantio direto**. Lavras: ESAL, 1993. 101p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993.
- TUNDISI, J.G. **Limnologia e manejo de represas**. São Paulo: USP-EESC, 1988. t.1/2. (USP. Monografias em Limnologia, 1).
- VEIGA, J.E. Problemas de transição à agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, p.9-29, 1994.
- WARKENTIN, B. The changing concept of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.50, n.3, p.226-228, 1995.

Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária

*Júlio N. C. Louzada¹
Newton Moreno Sanches²
Marcelo Nivert Schilindwein³*

Resumo - A crescente demanda de tecnologias ecologicamente corretas tem proporcionado o avanço de estudos em áreas outrora restritas. Uma das novas tecnologias que se têm mostrado de grande utilidade, para avaliar os impactos ambientais e monitorar a recuperação do meio ambiente, é o uso de espécies bioindicadoras. Estas espécies podem indicar o grau com que o ambiente foi perturbado ou a sua velocidade de recuperação, após um distúrbio. Entretanto, nota-se que o emprego de bioindicadores é mais amplo que a trivial função de avaliar impacto ambiental. São apresentadas as bases para a utilização de bioindicadores em diversas atividades envolvendo a agropecuária.

Palavras-chave: Bioindicadores de qualidade; Impacto ambiental; Meio ambiente; Agropecuária.

INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de tecnologias e produtos “ecologicamente corretos”, várias estratégias de aferição da qualidade ambiental de produtos e serviços têm sido desenvolvidas (Spellerberg, 1991). O uso de organismos vivos, ou processos biológicos, como bioindicadores de qualidade ambiental apresenta-se como uma das novas estratégias para o monitoramento do ambiente e avaliação da qualidade de produtos, com uso potencial na agropecuária. Neste trabalho, são apresentados os pontos básicos sobre o uso de bioindicadores, visando subsidiar posturas e trabalhos na agropecuária.

O uso de bioindicadores envolve avaliações múltiplas a respeito da qualidade e quantidade da atividade biológica. Estas avaliações incluem vários níveis de organização biológica e utilizam múltiplas escalas temporais de resposta. O uso destes estudos permite ao pesquisador inferir sobre a qualidade do ambiente ou o

efeito de algum agente estressor sobre os organismos vivos (Vos et al., 1985). Os bioindicadores podem variar desde respostas moleculares até respostas em nível de populações e comunidades biológicas (Fig. 33, p.66).

Os bioindicadores são tipicamente utilizados para verificar os efeitos de agentes estressantes (poluentes e degradação de vegetação) em ambientes naturais (Manning & Feder, 1980). Contudo, veremos adiante que o emprego de bioindicadores pode estar ligado a um grande número de atividades agrícolas e da agroindústria.

Os bioindicadores são usados de forma geral para o monitoramento da recuperação e qualidade do ambiente. Conforme Vos et al. (1985), a justificativa de seu uso está ligada a uma, ou mais, de suas propriedades listadas a seguir:

a) fornecem sinais rápidos sobre problemas ambientais, mesmo antes do homem perceber sua ocorrência e amplitude;

- b) permitem que se identifiquem as causas e efeitos entre os agentes estressores e as respostas biológicas;
- c) oferecem um panorama da resposta integrada dos organismos a modificações ambientais;
- d) permitem avaliar a efetividade de ações mitigadoras tomadas para contornar os problemas criados pelo homem.

Existem muitos usos do termo bioindicador, ou espécie bioindicadora, em múltiplas atividades, que permitem a distinção de vários grupos de espécies indicadoras (Spellerberg, 1991). Dentre elas podemos diferenciar os seguintes grupos principais:

- a) espécies sentinelas: organismos sensíveis que, após introduzidos em uma área, oferecem uma idéia geral do nível de degradação ou de presença de uma substância poluente. Por exemplo, canários em minas subterrâneas para indicar a presença de gás metano;

¹*Biólogo, M.Sc., Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.*

²*Biólogo, M.Sc., Pesq. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.*

³*Biólogo, D.S., Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.*

- b) detectoras: espécies que ocorrem naturalmente na área estudada e respondem de maneira mensurável quando há mudança do ambiente. Estas mudanças podem ser no comportamento, densidade, estrutura etária etc.;
- c) exploradoras: espécies em que a sua presença indica a probabilidade de distúrbio ou poluição. Elas frequentemente tornam-se abundantes em áreas poluídas devido à ausência de competição com as espécies eliminadas;
- d) acumuladoras: organismos que acumulam substâncias químicas em quantidades mensuráveis. Por exemplo, o uso de invertebrados aquáticos para avaliar a concentração de metais pesados na água de reservatórios e rios (Gaufin & Tarzwell, 1952);
- e) organismos de bioensaios: organismos selecionados para trabalhos experimentais, que visam detectar a presença de substâncias tóxicas ou organizá-las em ordem de toxicidade. Por exemplo, ratos, *hamsters*, macacos e porcos utilizados como cobaias em testes de medicamentos, vacinas e toxicidade de substâncias químicas.

NÍVEIS DE ABORDAGEM

Uma grande variedade de medidas biológicas pode ser tomada como bioindicadoras de alguma modificação ambiental, ou de qualidade de algum produto (Quadro 1). Tais medidas envolvem várias escalas, o que exige às vezes a ação de profissionais de diferentes ramos e especializações. Contudo, a escolha do parâmetro biológico que será utilizado como bioindicador depende mais dos objetivos da análise e da disponibilidade de materiais e pessoal técnico do que da necessidade pura e simples de avaliação em todas as escalas possíveis.

No geral, o nível de abordagem que é empregado, para avaliar um determinado problema ambiental, é uma função do tempo que se dispõe para a obtenção de respostas e do agente estressante envolvido (Fig. 33, p.66).

Alterações ambientais de larga escala, tais como desmatamentos e queimadas, são avaliadas e monitoradas com bioindica-

dores em nível de populações e comunidades. Nestes casos, as respostas são obtidas após acompanhamento a longo prazo e são estudos que apresentam grande relevância ecológica (Fig. 33, p.66).

Por outro lado, avaliações rápidas e de curto prazo, visando avaliar a toxicidade de algum produto sobre os seres vivos, envolvem o uso de escalas mais restritas. Dessa forma, prima-se mais pela precisão das respostas (Fig. 33, p.66).

Níveis bioquímico, histológico e fisiológico

Todos os organismos vivos são compostos por moléculas orgânicas, sintetizadas de forma constitutiva ou indutiva, que seguem rotas metabólicas próprias. A modificação do ambiente biótico, pela ação de um agente externo ou introdução de alguma substância poluente, pode favorecer ou inibir a produção de algumas dessas moléculas, ou ainda alterar sua rota de produção (Buikema et al., 1982 e Andre

et al., 1982). Este desvio de rota pode gerar disfunções fisiológicas ou até mesmo mudança na estrutura histológica do organismo. Tais modificações podem ser utilizadas como bioindicadoras.

Um dos exemplos mais ilustrativos é a utilização de testes com microrganismos e cobaias para avaliar o efeito de substâncias carcinogênicas e/ou mutagênicas, que possam estar contidas em medicamentos e alimentos industrializados. Estas substâncias podem provocar o aparecimento de câncer e alterações no material genético; e o uso destes bioindicadores é uma etapa fundamental antes da liberação de novos produtos e tecnologias.

Vários testes utilizando microrganismos foram desenvolvidos para detectar os efeitos mutagênico e carcinogênico de substâncias químicas e agentes físicos (Quadro 2). Estes testes baseiam-se no princípio de que a estrutura do material genético é, em grande parte, universal; e substâncias que alterem o material genético e

QUADRO 1 - Níveis de abordagem do uso de bioindicadores

Bioquímico	Fisiológico	Histológico	Indivíduos	Populações	Comunidades	Ecosistemas
Integridade de DNA	Atividade enzimática	Necrose de tecidos	Crescimento	Abundância	Diversidade de espécies	Taxa de decomposição
Metabólitos biliares	Nível de cortisona	Agregados de macrófagos	Acúmulo de gordura	Distribuição etária	Equitatividade	Produtividade
Enzimas antioxidantes	Triglicérides	Lesões feitas por parasitas	Lesões	Razão sexual	Estabilidade	Quantidade de nutrientes
-	Hormônios	Tumores	Anomalias	Movimentação	Estrutura trófica	Exportação de matéria

QUADRO 2 - Testes bioquímicos para indicar a ação de agentes carcinogênicos e mutagênicos empregando bioindicadores

Tipo de teste	Organismos utilizados	Resposta bioindicadora
Teste de Ames	<i>Salmonella</i>	Frequência e quantidade de mutantes que surgem após exposição à substância suspeita, em diferentes doses
Teste de indução de mutação	<i>Salmonella</i> e <i>Bacillus</i>	Ocorrência de mutações no material genético que induzam resistência a substâncias químicas e alterações na produção de esporos (em <i>Bacillus</i>)
Teste de inibição diferencial do crescimento	<i>Escherichia</i> , <i>Bacillus</i> e <i>Salmonella</i>	Modificações no sistema de reparo do DNA que alterem a capacidade de crescimento de mutantes em relação a linhagens selvagens

rotas metabólicas dos microrganismos têm também grande possibilidade de provocar alterações em vertebrados.

A presença de substâncias tóxicas no ambiente pode ser detectada pelo seu acúmulo em tecidos. Um exemplo é a presença de policiclobenzenos (PCBs) e metais pesados que se acumulam nos tecidos de peixes e outros animais, os quais servem como indicadores da poluição. Alguns fatores não são necessariamente acumulados em quantidades detectáveis, mas seu efeito na fisiologia do animal, como a queda na taxa de reprodução, modificações nas taxas hormonais ou alterações histológicas, pode indicar sua presença no ambiente.

Nível de indivíduos

Indivíduos são as unidades identificáveis em uma população e se constituem na unidade fundamental da ecologia. Os organismos seriam o primeiro nível de organização biológica que a ecologia investiga (Begon et al., 1996). Para sobreviver em um ambiente, os indivíduos precisam ser capazes de crescer e reproduzir-se.

As alterações ambientais provocadas pelo homem podem induzir a uma série de efeitos sobre os indivíduos. Estes efeitos são refletidos em características perceptíveis, muitas vezes até sem instrumentos de mensuração. Um bom exemplo é o uso de taxa de engorda ou de produção de leite do gado, para avaliar a qualidade de pastagens ou de combinações de ingredientes em ração.

O uso de propriedades individuais como bioindicadoras pode determinar também os limites de tolerância que a espécie pode estar submetida (isto é, o nível máximo e mínimo de determinada condição, fator ou concentração que uma espécie pode suportar), podendo ser estimados os efeitos que estas situações máximas e mínimas causam nos indivíduos submetidos ao ambiente modificado (Gaufin & Tarzwell, 1952). Os limites de tolerância determinam em grande parte a distribuição e abundância de vários organismos, podendo portanto servir para quantificar o efeito de uma alteração ou perturbação ambiental (Le Blanc & Sloover, 1970).

Nível de populações

Populações são conjuntos de indivíduos de uma mesma espécie, que vivem e

reproduzem-se em um determinado local (Begon et al., 1996). O tamanho das populações é regulado primariamente pelas taxas de natalidade, mortalidade, emigração e imigração. Assim, o tamanho de uma população qualquer ativa em um local é o resultado de um balanço entre os indivíduos que nascem ou chegam de outros locais menos aqueles que morrem ou vão embora.

Vários fatores intrínsecos ou extrínsecos à população podem afetar as taxas de natalidade, mortalidade, imigração e emigração. Estes podem ser do ambiente físico e químico (nutrientes, clima, luz, pH do solo etc.) ou do ambiente biótico da espécie (predadores, presas, competidores, parasitas etc.).

As modificações no ambiente provocadas pelo homem, ou suas atividades podem alterar o balanço de forças que atua regulando as populações, fazendo com que estas respondam de diferentes maneiras. É possível, por exemplo, que determinada modificação ambiental favoreça o aumento do tamanho de uma população, enquanto leva à diminuição de outras (Fig. 34, p.67). Outras características, como a distribuição etária e a movimentação, podem também ser utilizadas como bioindicadoras (Le Blanc & Sloover, 1970) (Quadro 1).

O uso de populações como bioindicadoras pode ser feito também com dados de presença, ou ausência, de determinada espécie no ambiente. Por exemplo, a contaminação de produtos por organismos patogênicos é feita pela detecção ou não destas espécies no produto, independente da sua quantidade ou *status* populacional (Spellerberg, 1991).

Nível de comunidades

Uma comunidade pode ser definida como um conjunto de populações vivendo e interagindo em um determinado local. As comunidades normalmente apresentam uma série de propriedades, que compõe e caracteriza sua estrutura e composição (Begon et al., 1996).

Três propriedades das comunidades podem ser utilizadas para inferir sobre os efeitos de modificações ambientais e para o monitoramento de áreas em recuperação. A primeira diz respeito ao número de espécies que existe em um local, também conhecida como diversidade de espécies. A segunda propriedade é a equitatividade,

ou, em outras palavras, o número relativo de indivíduos de cada espécie dentro da comunidade. Por último, a propriedade que determina a composição de espécies da comunidade. Estas três propriedades podem fornecer bastante informação sobre a degradação do ambiente, quando se compara um local isento (ou anterior) de modificação com locais onde ocorreram níveis variados de degradação ambiental (Fig. 34, p.67).

Através da comparação entre as diferentes comunidades de espécies é possível estabelecer parâmetros sobre a qualidade ambiental da área e tomar medidas de planejamento e de escolhas de áreas a serem manejadas ou preservadas.

Nível de ecossistemas

Os ecossistemas são agrupamentos de plantas e animais reunidos pelas exigências dos fatores do meio. Nos ecossistemas identificamos necessariamente dois componentes, um biótico, que engloba todos os seres vivos, e outro abiótico, que engloba os meios físico e químico (Begon et al., 1996).

Os ecossistemas são extremamente dinâmicos, ocorrendo um constante fluxo de energia e ciclagem da matéria entre os seus componentes, bióticos e abióticos. Esta passagem de energia e de matéria entre os componentes dos ecossistemas deve-se às relações tróficas que se estabelecem entre os componentes bióticos e a passagem dos nutrientes para o meio abiótico através da decomposição.

As relações tróficas em um ecossistema unem as espécies em cadeias e teias alimentares de diferentes tamanhos. Este conjunto das relações tróficas de um ecossistema irá constituir as diferentes cadeias alimentares. Em uma cadeia alimentar um vegetal serve de alimento a um herbívoro, que por sua vez serve de alimento a um carnívoro, que pode ou não servir de alimento a um outro carnívoro, formando assim uma cadeia de interações. Estas interações podem ser estudadas a partir da análise dos seus componentes, que indicará como este sistema interligado foi afetado por qualquer tipo de alteração ou perturbação.

Uma área agrícola é um ecossistema artificial, que exige intervenção humana constante: a preparação e a semeadura mecanizada substituem a dispersão; os pesticidas substituem o controle natural das populações de insetos e agentes patogê-

nicos; a manipulação genética substitui os processos naturais de seleção e evolução das plantas (Altieri, 1994).

Esta intervenção humana pode representar também danos ao meio ambiente, principalmente se for conduzida sem conhecimento detalhado do funcionamento do sistema e da integração entre seus componentes. A diminuição das taxas de reciclagem da matéria, por exemplo, pode ser tomada como bioindicadora dos efeitos da atividade agrícola sobre a dinâmica do ecossistema (Louzada et al., 1997).

USO DE BIOINDICADORES

O uso de bioindicadores no meio rural é amplo, apesar de não ser reconhecido como tal.

Bioindicadores na cultura popular

O homem do campo em sua interação constante com a natureza identificou, por exemplo, vários indicadores de qualidade de solos que têm fundamentos científicos comprovados. Um exemplo, entre eles, está na ocorrência de alguns tipos de plantas em solos tidos como ruins ou ácidos (sapê, samambaia etc.). Estas plantas servem, na cultura popular, como bioindicadoras da qualidade do solo, em caso de aquisição de terras ou planejamento de plantios.

Entretanto, existe uma gama muito ampla de outras aplicações, que permite a avaliação de situações onde as respostas são integradas e dependentes da interação de vários fatores. Nestas situações, os equipamentos de medição ou são substituídos ou atuam de forma conjunta com a resposta que organismos vivos apresentam aos agentes modificadores.

Na avaliação da eficiência de remédios e vacinas

O uso de novos medicamentos e vacinas deve ter sua segurança verificada em modelos que se aproximem ao máximo do organismo no qual ele é direcionado. Nestes casos, são escolhidos animais modelos que servem como indicadores para reações adversas que o novo fármaco possa causar. A fisiologia, histologia e sistema imunológico desses animais devem ser bem conhecidos para que as reações observadas se-

jam extrapoladas para o organismo no qual o medicamento ou vacina de estudo seja dirigido (Fig.35, p.67).

Na avaliação de impactos ambientais

A avaliação de impactos ambientais, associada à atividade industrial, tem sido uma exigência cada vez mais freqüente dos órgãos de proteção ambiental. Esta prática na agropecuária ainda é insipiente, mas tem-se mostrado de fundamental importância para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Provocados por práticas agrícolas

As atividades agrícolas simplificam as comunidades naturais, tendo efeito sobre a riqueza e composição de espécies e abundância de indivíduos (Fig. 34, p.67). Podemos ter duas principais categorias de fatores de alteração ambiental causados pelo homem:

- a) por desmatamento e substituição de vegetação;
- b) pela introdução de insumos agrícolas.

A alteração de habitats por desmatamento e substituição de vegetação é responsável por, aproximadamente, 30% das extinções de espécies no mundo (Wilson, 1989), e é inerente à ocupação agrícola. Na implantação da agricultura dita comercial (monoculturas), é freqüente a retirada da vegetação original e a introdução das cultivares. A preocupação em manter a diversidade biológica é uma medida estratégica em sistemas agrícolas que visam à sustentabilidade ambiental, pois sabemos que a saúde do solo e da água depende da estabilidade dos sistemas. Por exemplo, atualmente sabe-se que as formigas e cupins são tão ou mais importantes para a fertilidade dos solos tropicais quanto as minhocas.

Podemos utilizar as formigas para avaliar o impacto do desmatamento, utilizando características das comunidades para indicar o efeito que o processo de ocupação humana teve sobre a fauna original (Fowler et al., 1994). A manutenção da diversidade de espécies na propriedade agrícola, além de ser importante para o manejo do solo e

da hidrologia, pode também ser importante fonte de inimigos naturais contra as pragas das lavouras (Altieri, 1994).

Outras práticas comuns no meio rural, como as queimadas por exemplo, podem provocar modificações profundas nas comunidades bióticas. Estas mudanças podem ser utilizadas para avaliar o dano total provocado. Louzada et al. (1996) utilizaram a comunidade de besouros rola-bosta (Scarabaeidae) para avaliar o dano provocado pela queimada na vegetação de restinga, no litoral do Espírito Santo. Estes autores observaram a redução drástica das populações de duas espécies de *Dichotomius*, em área onde houve queimada, e aumento populacional de *Ateuchus squalidus* (Gráfico 1). Com essas informações, Louzada et al. (1996) propuseram o acompanhamento do *status* populacional destas espécies de besouros, como forma de avaliar as modificações provocadas pelo homem naquele ecossistema.

As práticas agrícolas podem também alterar profundamente as condições químicas e físicas do ambiente. O uso de defensivos agrícolas afeta diferentes organismos, inclusive os seres humanos. Outras práticas comuns, como o manejo inadequado de programas de irrigação e adubação, podem levar à salinização e ao acúmulo de substâncias nocivas. E o uso de espécies sentinelas e monitoras pode quantificar e qualificar estes efeitos indicando a necessidade de alterações nas práticas de manejo.

Provocados por agroindústrias

Um dos problemas ambientais provocados pela agroindústria é a poluição de mananciais e cursos d'água por dejetos orgânicos e, algumas vezes, produtos químicos. O nível de impacto provocado por estes agentes pode ser avaliado e monitorado com o uso de bioindicadores. É possível usar vários dos níveis de abordagem para proceder esta tarefa, conforme são apresentados no Quadro 1.

Uma das conseqüências da emissão de dejetos é o aumento significativo da matéria orgânica dissolvida na água. Essa matéria orgânica é utilizada por microorganismos como recurso alimentar, para seu crescimento e divisão. Conseqüentemente, o aumento da matéria orgânica no geral

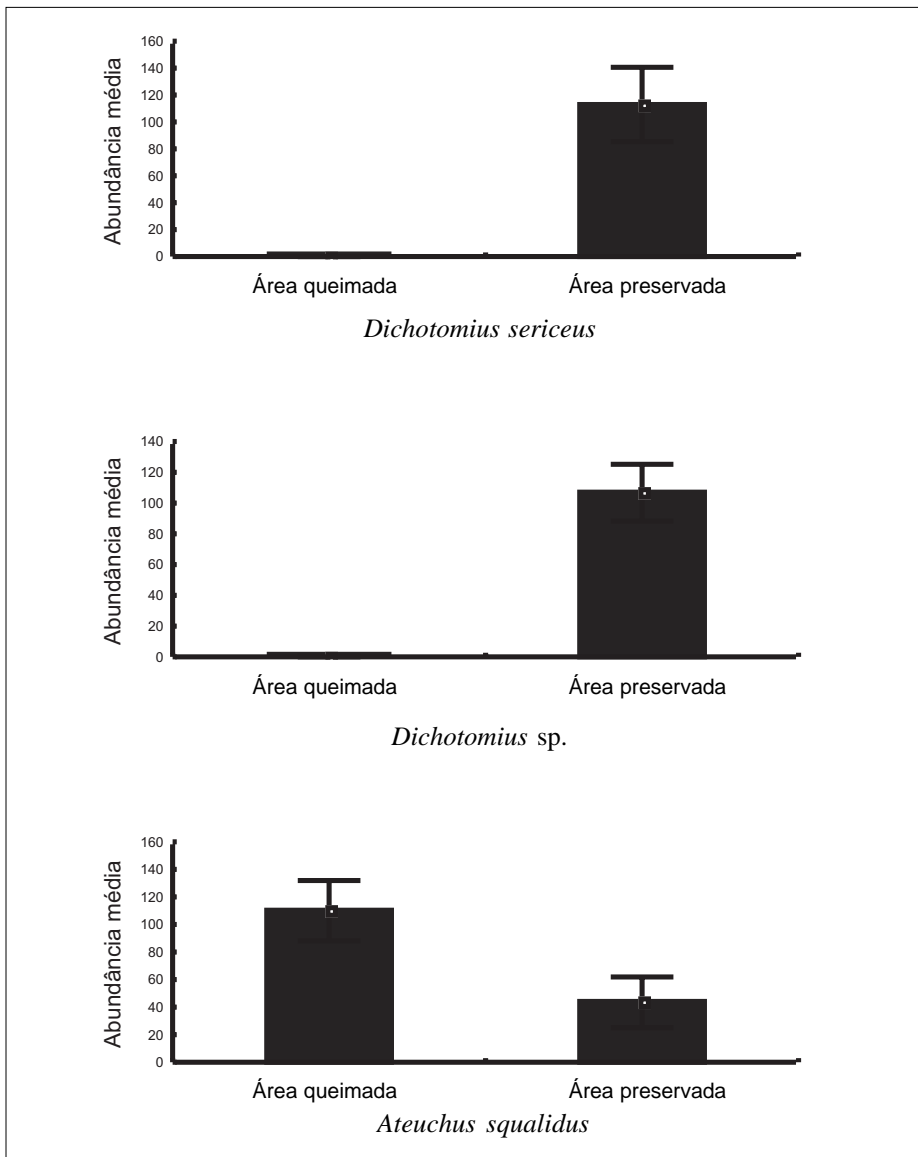


Gráfico 1 - Respostas populacionais de espécies de Scarabaeidae coprófagos à queimada da vegetação de restinga

FONTE: Louzada et al. (1996).

provoca o crescimento exagerado de populações de microrganismos, em um processo denominado eutrofização.

Contudo, uma parte significativa dos microrganismos necessita também de oxigênio para sua sobrevivência. Este oxigênio está dissolvido na água e é disputado com os peixes e demais organismos aquáticos. Assim, a eutrofização pode levar à diminuição da taxa de crescimento de organismos aquáticos, ao aumento na taxa de mortalidade e mesmo à exclusão de algumas espécies mais exigentes. Todas estas mudanças no panorama natural podem ser utilizadas como bioindicadoras dos efeitos

da poluição.

Por outro lado, a adição de nutrientes na água pode favorecer o crescimento de algas, o que muda a cor e características físico-químicas da água. Estas mudanças podem servir como bioindicadoras do grau de adição de nutrientes na água de um rio ou lago.

Na avaliação da qualidade da água

Os poluentes aquáticos de origem biológica são microrganismos e vírus entéricos que podem ser os causadores de doenças e intoxicações, mesmo se ingeridos em

pequenas quantidades. Entretanto, a avaliação da potabilidade da água não pode ser feita através da identificação e quantificação direta destes microrganismos e vírus, pois:

- sua sobrevivência na água é por curto período, podendo não ser detectada após a rotina de coleta, transporte e análise em laboratório das amostras de água;
- mesmo em pequenas quantidades podem ser altamente patogênicos, contudo em baixa densidade podem não ser detectados;
- a presença de microrganismos patogênicos pode comprometer a saúde das pessoas que consumam a água entre o intervalo da coleta de amostras e a obtenção de resultados que indiquem sua presença;
- a detecção de vírus entéricos por métodos diretos é cara e exige técnicas moleculares.

Em função destes motivos, a potabilidade da água é aferida através do uso de bioindicadores microbianos. Estes indicadores são bactérias que habitam naturalmente o intestino do homem e de outros animais de sangue quente. Estas bactérias apresentam algumas características que as tornam facilmente identificadas, tais como: a capacidade de fermentar lactose com produção de gás em 48 horas, apresentar coloração diferenciada em meio de cultura seletivo e capacidade de assimilação de certas fontes de carbono. A detecção de microrganismos que se encaixam nestas características (denominados coliformes fecais) indica que a água em análise está potencialmente contaminada com bactérias patogênicas.

Entretanto, a ausência de coliformes fecais não descarta a presença de vírus entéricos humanos, os quais podem ter a presença indicada pela detecção de bacteriófagos que infectam bactérias da microbiota intestinal. Estes podem ser facilmente detectados pela capacidade de formação de placas de lise em colônias de bactérias (Brock & Madigan, 1988).

Assim, o uso de coliformes fecais e bacteriófagos como bioindicadores garante uma aferição da qualidade da água de consumo humano e da agroindústria, mesmo em mu-

nicípios pobres e com poucas condições técnicas e de equipamentos. Este processo de análise permite o desenvolvimento de rotinas e regras que pode servir para toda uma região geográfica, além de formar protocolos de qualidade a serem acompanhados por uma série de atividades industriais.

Na avaliação de novas tecnologias

O desenvolvimento científico necessariamente conduz ao desenvolvimento de novas tecnologias de utilização do ambiente. Estas novas tecnologias podem afetar de maneira imprevisível os ambientes naturais. Por isso, o emprego de novas tecnologias deve ser acompanhado de estudos prévios de avaliação e de monitoramento após implantação (Andre et al., 1982). Para este acompanhamento e monitoramento, os bioindicadores podem ser ferramentas de utilidade inestimável.

Monitoramento ambiental por resposta microbiana

Microorganismos são considerados bons indicadores de diversas alterações ambientais. Normalmente os microorganismos respondem mais rapidamente a uma situação de estresse do que um organismo superior. Esta velocidade de resposta está relacionada com o seu metabolismo, que apresenta uma economia de processos, dado o tamanho diminuto do genoma de microorganismos quando comparado com organismos superiores (Brock & Madigan, 1988).

Sobre condições ótimas, as bactérias utilizam apenas uma pequena fração do seu potencial genético disponível. Grande parte do material genético encontra-se inativo, porém de prontidão para ser ativado no caso de alguma mudança nas condições ambientais. Enquanto que algumas das possíveis respostas para tais mudanças são altamente específicas na natureza, outras são caracterizadas por uma vasta especificidade. Uma bactéria pode responder de maneira ampla para vários estímulos ambientais, incluindo variações na temperatura, mudanças de concentração de sais, mudanças de pH, estresse oxidativo, infecção por parasitas, ausência de nutrientes, danos ao DNA ou contato com metais pesados (Martins et al., 1997).

A resposta a um dado estímulo nem sempre é prontamente identificada, podendo, para tanto, necessitar de métodos e aparelhos sofisticados. A construção de bactérias contendo genes para luminescência, que se ativam quando estimulados por alguma variação externa, tem sido empregada como um sensor seguro e sensível para o monitoramento de modificações ambientais. As bactérias podem ser construídas para responder a diferentes estímulos com variados comprimentos de ondas de luz emitida (Belkin & La Rossa, 1997). Tais microrganismos podem servir como ferramentas para o estudo de respostas de estresse bacteriano, como um sensível biossensor para diferentes classes de produtos químicos, monitoramento em tempo real do ambiente, tratamento de águas, biorremediações e controle de processos industriais (Barkay, 1997).

CONCLUSÃO

O uso de bioindicadores é muito mais amplo que o delineado na literatura especializada, e o reconhecimento da amplitude de sua aplicação pode abrir novos horizontes para a pesquisa agropecuária. A utilização em nível de campo ainda carece de metodologia especializada e estudos mais aprofundados. Entretanto, em face dos bons resultados que se obtêm nos casos em que as rotinas de análise já foram desenvolvidas, é altamente recomendável a ampliação dos estudos visando identificar bioindicadores de qualidade e impactos para as diferentes atividades do setor agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRE, H.M.; BOLLY, C.; LEBRUM, P.H. Monitoring and mapping air pollution through the animal indicator: a new and quick method. *Journal of Applied Ecology*, London, v.19, p.107-111, 1982.
- ALTIERI, M.A. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. New York: Prentice Hall, 1994. 323p.
- BARKAY, T. A mer-lux reporter system to study factors that determine mercury availability to bacteria. In: MARTINS, M. T.; SATO, M.I.Z.; TIEDJE, J.M.; HAGLER, L.C.N.; DÖBEREINER, J.; SANCHEZ, P.S. (Ed.). *Progress in microbial ecology*. São Paulo: SBM/ICOME, 1997. p.551-558.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. *Ecology: individuals, populations and*

- communities*. 3.ed. New York: Blackwell Science, 1996. 1068p.
- BELKIN, S.; LA ROSSA, R.A. Biotechnological applications of microbial stress responses: new trends in environmental monitoring. In: MARTINS, M.T.; SATO, M.I.Z.; TIEDJE, J.M.; HAGLER, L.C.N.; DÖBEREINER, J.; SANCHEZ, P.S. (Ed.). *Progress in microbial ecology*. São Paulo: SBM/ICOME, 1997. p.565-572.
- BROCK, T.D.; MADIGAN, M.T. *Biology of microorganisms*. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 835p.
- BUKEMA, A.L.; NIEDERLEHNER, B.R.; CAIRNS, J. Biological monitoring: part IV - toxicity testing. *Water Research*, Melborn, v.16, p.239-262, 1982.
- FOWLER, H.G.; SCHLINDWEIN, M.N.; MEDEIROS, M.A. Exotics ants and community simplification in Brazil: a review of the impact of exotic ants on native assemblages. In: WILLIAMS, D.F. *Exotics ants*. Boulder: Westview Press, 1994. p.151-173.
- GAUFIN, A.R.; TARZWELL, C.M. Aquatic invertebrates as indicators of stream pollution. *Public Health Reports*, Chicago, v.67, p.57-64, 1952.
- LE BLANC, F.; SLOOVER, J. de. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany*, Toronto, v.48. p.1485-1496, 1970.
- LOUZADA, J.N.C.; SCHIFFLER, G.; VAZ DE MELLO, F.Z. Efeitos do fogo sobre a composição e estrutura da comunidade de *Scarabaeidae* (Insecta: Coleoptera) na restinga da Ilha de Guriri, norte do ES. In: MIRANDA, H.S.; SAITO, C.H.; DIAS, B.F. (Ed.). *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*. Brasília: UnB/ECL, 1996. p.161-169.
- LOUZADA, J.N.C.; SCHOEREDER, J.H.; DE MARCO JUNIOR., P. Litter decomposition in semideciduous forest and *Eucalyptus* spp. crop: a comparison in southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.94, n.1, p.31-36, jan. 1997.
- MANNING, W. J.; FEDER, W.A. *Biomonitoring air pollutants with plants*. New York: Applied Science, 1980. 234p.
- MARTINS, M.T.; SATO, M.I.Z.; TIEDJE, J.M.; HAGLER, L.C.N.; DÖBEREINER, J.; SANCHEZ, P.S. *Progress in microbial ecology*. São Paulo: SBM/ICOME, 1997. 619p.
- SPELLERBERG, I.F. *Monitoring ecological change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 334p.
- VOS, J.B.; FEENSTRA, J.F.; BOER, J. de.; BRAAT, L.C.; BAALEN, J. van. *Indicators for the state of the environment*. Amsterdam: Institute for Environmental Studies, 1985. 425p.
- WILSON, E.O. *Biodiversity*. New York: National Academic Press, 1989. 354p.

Impacto da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre

*Antônio Carlos da Silva Zanzini¹
José Francisco do Prado Filho²*

Resumo - A fauna silvestre constitui, junto com a flora, o solo e a água, os quatro recursos naturais básicos que subsidiaram o progresso da humanidade. Além de sua importância científica, social e econômica, a fauna silvestre exerce um papel de fundamental importância no equilíbrio dinâmico do ambiente. Com a expansão da fronteira agropecuária os ecossistemas naturais vêm sendo substituídos por áreas de produção agropecuária e, em consequência, muitas espécies de animais silvestres encontram-se ameaçadas de extinção. São apresentados os principais impactos negativos da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre e algumas medidas que podem contribuir para minimizar o problema.

Palavras-chave: Fauna silvestre; Agropecuária; Impacto ambiental.

INTRODUÇÃO

O crescimento da agropecuária nos últimos 50 anos foi uma das mais expressivas conquistas da humanidade, para suprir a demanda por alimentos de uma população que quase triplicou no mesmo período.

Só no cerrado brasileiro, cerca de 50 milhões de hectares encontram-se ocupados com pastagens e culturas agrícolas (Dias, 1993). Para as próximas décadas, as estimativas indicam que mais 80 milhões de hectares poderão estar incorporados ao processo produtivo (Macedo, 1993).

No Brasil, a produção de grãos passou de 39 milhões de toneladas em 1975, para 86 milhões de toneladas em 1994, um aumento de quase três vezes em apenas 19 anos (Gomes, 1995).

Na guerra entre o arado e a cegonha, sugerida por Thomas Malthus em 1798, o primeiro mostrou que pode vencer, mas vem deixando uma importante questão pendente, ou seja, o impacto negativo sobre a fauna silvestre.

No mesmo cerrado que produz anualmente 20 milhões de toneladas de grãos e

3,5 milhões de toneladas de carne (Macedo, 1993) e mantém 21 espécies de mamíferos de pequeno, médio e grande portes e 48 espécies de aves, respectivamente, 21% e 18% do total destas espécies para a região encontram-se vulneráveis à extinção (Dias, 1992). No Brasil seis espécies foram provavelmente extintas e pelo menos 198 encontram-se ameaçadas de extinção (Bernardes et al., 1990).

Tal panorama poderia ser atenuado, se medidas mitigadoras fossem efetivamente empregadas no sentido de conciliar desenvolvimento e conservação dos recursos naturais.

FAUNA SILVESTRE - CONCEITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA

Consideram-se, como fauna silvestre, todas as espécies animais que vivem no ambiente livres de quaisquer normas de domesticação.

A fauna silvestre é um bem da natureza que pode ser utilizado pelo homem sendo, portanto, considerada um recurso natural. Junto com a flora, a água e o solo, a fauna

silvestre integra os quatro recursos naturais básicos que subsidiaram o progresso da civilização.

Muito além da importância científica, social, estética e econômica, a fauna silvestre é fundamental para a sustentabilidade dos ecossistemas.

Tal valor pode ser compreendido, quando se considera que na natureza desenvolvem-se continuamente dois fenômenos vitais: a produção de matéria orgânica a partir da união de elementos básicos através da luz, realizada pelas plantas, e o consumo e desintegração dessa matéria em seus constituintes fundamentais, realizados pelos animais, bactérias e fungos.

Os animais silvestres ao consumirem as plantas e seus produtos e também outros animais promovem o fluxo da matéria e energia inicialmente imobilizada nas plantas e, ao mesmo tempo, executam tarefas vitais para o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas naturais e antrópicos, como a dispersão de sementes, a polinização e o controle das populações.

A dispersão de sementes é uma relação

¹Eng^o Florestal, M.Sc., Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras-MG.

²Ecólogo, M.Sc., Prof. UFOP, Caixa Postal 140, CEP 35400-000, Ouro Preto-MG.

mutualística na qual tanto as plantas quanto os animais obtêm grandes benefícios. Esse fenômeno é fundamental para a colonização de outras áreas pela planta e para o distanciamento das sementes e das plântulas germinadas a partir delas dos arredores da planta-mãe, onde normalmente ocorre intensa mortalidade por predação e competição. Em contrapartida, os animais encontram nos frutos e nas sementes uma rica fonte de água, minerais, vitaminas e carboidratos.

Em muitas florestas, a maior parte das espécies e dos indivíduos vegetais produz frutos adaptados à dispersão por animais (Gráficos 1 e 2), um fenômeno denominado síndrome de dispersão zoocórica. Esses frutos são bagas coloridas (roxas, vermelhas, alaranjadas ou amarelas), geralmente das famílias Melastomataceae, Myrtaceae, Piperaceae e Rubiaceae (Fig. 36, p.67), muito apreciados por morcegos dos gêneros *Artibeus*, *Carollia*, *Chiroderma* e *Sturnira* e por pássaros como sanhaços, saíras, gaturamos (Thraupidae) e tangará (Pipridae) (Fig. 36, p.67).

A passagem de sementes pelo trato intestinal de pássaros e morcegos pode aumentar a taxa de sementes germinadas e reduzir o tempo de germinação. Entre 50 sementes de embaúba (*Cecropia palmata*) ingeridas por pássaros da família Thraupidae (*Rhamphocelus carbo*), 74% germinaram em tempo médio de 17,4 dias, enquanto a taxa de germinação de sementes não ingeridas foi de 64%, em 19 dias (Guillaumet, 1990).

Através da dispersão de sementes a fauna silvestre contribui também para a regeneração de áreas degradadas. Grande parte das sementes que chegam nesses ecossistemas é introduzida pelos animais silvestres através de três vias básicas: aderidas ao corpo; estocadas para posterior consumo e ingeridas e defecadas (Seitz, 1994).

No primeiro caso, os mamíferos constituem os principais agentes dispersores. No segundo, ocorre devido à participação de formigas dos gêneros *Odontomachus*, *Pachycondyla* e *Pheidole* entre outros, que depositam pequenas sementes próximas aos ninhos, onde imperam condições favoráveis à germinação (Wilson, 1976).

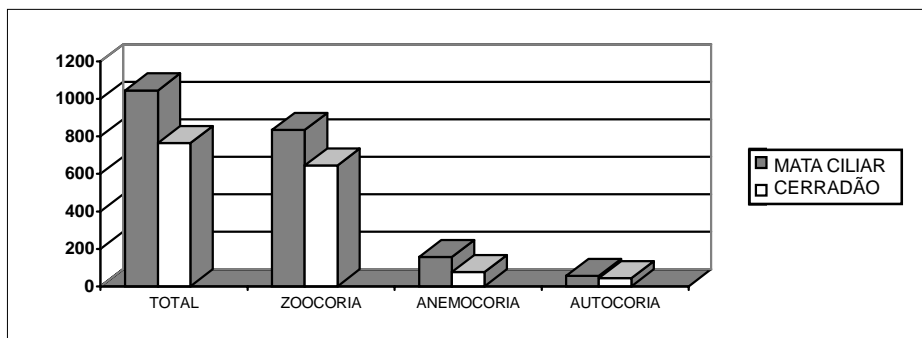


Gráfico 1 - Número de indivíduos arbóreos que apresentam dispersão pelos animais (zoocoria), pelo vento (anemocoria) e por meios próprios (autocoria) em dois tipos de vegetação do cerrado.

FONTE: Tabai & Zanzini (1996).

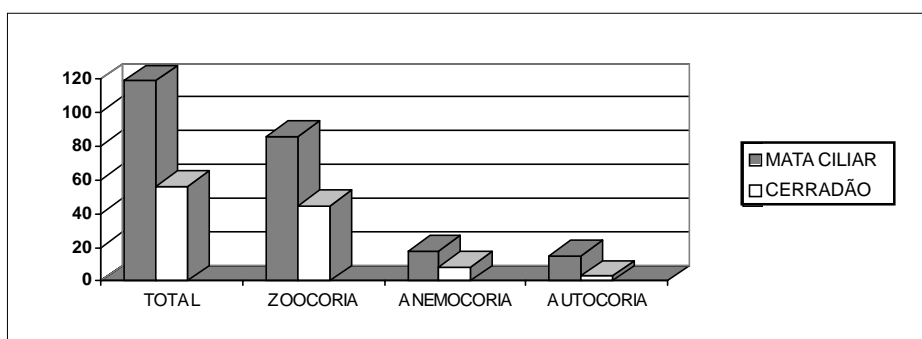


Gráfico 2 - Número de espécies arbóreas que apresenta dispersão pelos animais (zoocoria), pelo vento (anemocoria) e por meios próprios (autocoria) em dois tipos de vegetação do cerrado

FONTE: Tabai & Zanzini (1996).

Desse processo participam também mamíferos roedores como a paca (*Agouti paca*), a cutia (*Dasyprocta agouti*) e o caxinguelê (*Sciurus aestuans ingramii*), importantes dispersores do andá-açu (*Johannesia princeps*), do airi (*Astrocaryum aculeatissimum*) e do baba-de-boi (*Arecastrum romanzoffianum*), respectivamente (Zaú, 1998). E a terceira via de dispersão, consiste em sementes depositadas por aves e morcegos, sob a copa de arbustos ou árvores já estabelecidas, que servem de poleiro ou como local de nidificação ou alimentação para esses animais.

Após um ano de acompanhamento dessa "chuva de sementes" em pastagens degradadas na Amazônia brasileira, Uhl et al. (1991) encontraram 400 vezes mais sementes pertencentes a 22 espécies em bandejas colocadas sob plantas que apresentavam os atrativos mencionados, do que em bandejas colocadas em áreas

abertas.

Em um estudo semelhante realizado em dunas mineradas em processo de recuperação no litoral da Paraíba, foram observadas sob a copa de uma árvore adulta, 25 plântulas pertencentes a sete espécies produtoras de frutos comestíveis (Quadro 1). A ausência de fontes de inóculos próximas sugere que essas plântulas germinaram a partir de sementes introduzidas na área pela fauna silvestre frugívora (Zanzini, 1996).

Em um trecho degradado de mata ciliar nos primeiros estádios de regeneração no Sul do estado de Minas Gerais, foram enumeradas 412 plântulas regeneradas e destas, 65,3% das espécies e 38,6% dos indivíduos eram plântulas de arbustos e árvores produtoras de frutos comestíveis pelos animais silvestres, sugerindo a atuação destes no processo de introdução dessas espécies na área (Roncolleta & Zanzini, 1996).

QUADRO 1 - Regeneração natural sob a copa de uma espécie arbórea pioneira estabelecida em duna minerada sob recuperação no litoral da Paraíba

Espécie regenerada	Ni (n ^o)	DPT (m)	H (cm)	DAS (mm)
<i>Byrsonima</i> sp.	01	02	16	02
<i>Calyptanthus</i> sp.	04	02	40	05
<i>Cecropia obtusa</i>	08	01	15	02
<i>Chrysobalanus</i> sp.	02	02	20	02
<i>Eugenia uniflora</i>	03	02	04	01
<i>Eugenia uvalha</i>	03	02	04	01
<i>Inga affinis</i>	04	02	20	02

FONTE: Zanzini (1996).

NOTA: Ni - número de plântulas regeneradas; DPT - distância da plântula regenerada em relação ao tronco da espécie pioneira estabelecida (em metros); H - altura da plântula regenerada (em centímetros); DAS - diâmetro da plântula regenerada (em milímetros).

A exemplo da dispersão, a polinização é outra interação mutualística entre a fauna silvestre e as plantas de grande importância ecológica e econômica. No Brasil, estima-se que vivem cerca de 105 espécies de beija-flores (Santos, 1981), pelo menos uma centena de espécies de morcegos e um número ainda não estimado de insetos – dentre os quais sobressaem as abelhas pela possibilidade que apresentam de ser manejadas pelo homem – que coletam néctar, óleo, pólen ou substâncias odoríferas, e auxiliam na polinização das flores da grande maioria da flora nacional.

Cerca de 58 famílias e pelo menos 200 espécies de plantas brasileiras são polinizadas por beija-flores (Sick, 1997), entre elas as bromélias, as orquídeas e algumas plantas típicas do cerrado como o pequi, o araticum, o araçá e a cagaita (Andrade, 1993).

Quando se considera que um beija-flor que pesa 3,0g pode consumir em um único dia até 25,0g de alimento líquido e sólido, ou seja, mais de oito vezes o seu peso (Sick, 1997), pode-se ter uma idéia de quão eficientes podem ser essas pequenas aves na polinização. Um homem que tivesse um consumo equivalente teria que ingerir cerca de 560kg de alimento por dia.

Desempenho semelhante pode ser observado também em certas abelhas polinizadoras. Uma única operária de *Apis mellifera* pode visitar entre 1.000 e 1.500 flores em um só dia e cada colméia dessa

espécie pode abrigar cerca de 50.000 operárias ativas (Crane, 1990).

Para espécies cultivadas, o benefício trazido pela polinização vem sendo amplamente quantificado. Em laranjais ocorre um aumento entre 15 a 43% na produção de frutos, quando a polinização é permitida (Trevisan, 1982). O mesmo se verifica na abóbora e na soja, cujos ganhos situam-se em torno de 70% e 24%, respectivamente (Ávila, 1987 e Vila, 1988).

Na história da agropecuária são vários os registros da atuação de certos animais silvestres no controle de outros animais considerados pragas. Muitos deles são exterminados, devido a credices populares

Por exemplo, os sapos (gênero *Bufo*) podem capturar cerca de 100 insetos em um período de 24 horas (Santos, 1981) e, no entanto, vêm sendo paulatinamente eliminados nos campos e nas cidades. O mesmo acontece com os morcegos, pois das espécies descritas para o Brasil apenas três são hematófagas, sendo as demais nectarívoras, frugívoras ou insetívoras. Da mesma forma, das 2.000 espécies de formigas descritas para o Brasil, apenas o gênero *Atta* (com dez espécies e três subespécies) e o gênero *Acromyrmex* (com 20 espécies e nove subespécies) destacam-se como formigas cortadeiras. As demais atuam como detritívoras, polinizadoras, coletoras de sementes ou predadoras (Wilson, 1976).

Dentre os animais, acredita-se que as aves são os grandes inimigos naturais dos insetos considerados pragas. Sick (1997) relatou que no estômago de uma única andorinha-do-campo (*Phaeoprogne tapera*) coletada no alto do rio São Francisco, em Minas Gerais, foram encontrados restos de 402 insetos pertencentes a mais de 20 famílias. Este autor estimou que um casal de andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), espécie do Hemisfério Norte que migra para o Brasil entre setembro e março, pode consumir, junto com seus filhotes, cerca de 290 mil insetos por ano.

Os cuculídeos (anus, papa-lagartas, alma-de-gato), estudados por J.Moojen e J. Cândido de Carvalho, em Minas Gerais e Mato Grosso, mostraram-se igualmente ativos no controle populacional de insetos. Em 109 papos de *Guira guira* (anu-branco), coletados entre maio e outubro foram encontrados restos de aproximadamente 2.500 insetos pertencentes a cinco ordens, e em 46 papos de *Crotophaga ani* (anu-preto), coletados durante os meses do verão, foram observados restos de pelo menos 1.000 insetos pertencentes a três ordens. Em nenhum dos conteúdos estomacais desses animais foram encontrados carrapatos, o que invalida a crença popular de que os anus são comedores desses ácaros (Santos, 1981).

Essa tarefa é realizada eficientemente pelo gavião carrapateiro (*Milvago chimachima*) e pela codorna (*Nothura maculosa*). Uma única codorna pode comer até 18 carrapatos grandes por dia (Santos, 1981).

IMPACTOS DA AGROPECUÁRIA SOBRE A FAUNA SILVESTRE

A atividade agropecuária, tal como a conhecemos hoje, é fruto de quatro grandes revoluções. A primeira ocorreu no período Neolítico, há 10.000 anos, quando as primeiras plantas e animais foram domesticados.

No século XVI, durante a expansão européia, aconteceu a segunda revolução, quando espécies de alta produtividade como o milho e a batata, provenientes do Novo Mundo, foram introduzidas na Europa.

A Revolução Industrial gerou a terceira

revolução, que culminou com a popularização do trator após a Segunda Guerra Mundial.

Finalmente, a quarta revolução na agropecuária foi resultado do progresso da ciência, particularmente nas áreas da química e da genética.

As tecnologias geradas pelas duas últimas revoluções permitiram abastecer a maior parte da humanidade com alimentos, porém provocaram severos impactos sobre a fauna silvestre.

Dentre esses impactos, os principais foram a eliminação total ou parcial dos habitats, causado por um processo de expansão da fronteira agropecuária jamais observado e o envenenamento das cadeias tróficas aquáticas e terrestres provocado pelo uso abusivo de produtos químicos.

A eliminação dos habitats e a fauna silvestre

A supressão da vegetação nativa é, de longe, a etapa da implantação do empreendimento agropecuário que produz mais impactos sobre a fauna silvestre, uma vez que o habitat constituído pela vegetação nativa é total ou parcialmente substituído por extensas áreas com monocultura ou, na melhor das hipóteses, por um mosaico de pequenas e médias propriedades rurais com culturas diversificadas.

Para uma maior compreensão da amplitude do impacto causado pela eliminação da vegetação nativa sobre a fauna silvestre, é necessário considerar que, não muito diferente das comunidades humanas, as comunidades de animais silvestres necessitam de um espaço, onde seus integrantes possam estabelecer abrigos e exercer suas atividades rotineiras de busca de alimento, reprodução e cuidados com os filhotes. Esse espaço é chamado de *home range* ou espaço domiciliar (Souza & Alho, 1980) e costuma ser ocupado pelo animal durante vários anos sucessivos (Barbour et al., 1969). O espaço domiciliar pode variar grandemente em tamanho, dependendo de fatores ligados ao próprio animal e às condições de sobrevivência oferecidas pelo habitat.

Por exemplo, algumas espécies de lagartos ocupam um espaço domiciliar médio de 4.000m² (Turner et al., 1969). Este

mesmo espaço é ocupado pelo pitoco ou rato-do-chão (*Zygodontomys lasiurus*), que vive em habitats naturais do cerrado (Souza & Alho, 1980). Grupos de micos-leões-dourados que vivem na Mata Atlântica do Rio de Janeiro apresentam um espaço domiciliar de cerca de 40 hectares. A onça-pintada, no Pantanal de Mato Grosso, utiliza 25 a 38km² (Schaller & Crashaw, 1980). Já, o lobinho (*Cerdocyon thous*) ocupa, no cerrado, um espaço domiciliar de 50 a 100 hectares (Alho, 1993).

Se o espaço domiciliar é defendido contra competidores ou invasores recebe a denominação de território, um conceito claramente definido também para as comunidades humanas.

Com a supressão da vegetação nativa e sua substituição por áreas de produção agropecuária, elimina-se também o habitat e, por conseguinte, o espaço domiciliar e o território de todos os animais que lá viviam. Com isso, eles muitas vezes são extintos do local, tentam migrar para áreas naturais remanescentes ou, em alguns casos, mudam de hábito podendo-se beneficiar das novas condições proporcionadas pela agropecuária.

No primeiro caso, a soma das extinções localizadas em vários pontos do país resultou na provável extinção de seis espécies da fauna brasileira e na inclusão de várias outras na categoria de ameaçadas de extinção, isto é, encontram-se também prestes a desaparecer do planeta. Atualmente, no Brasil fazem parte dessa categoria uma espécie de anfíbio, nove espécies de répteis, 23 espécies de insetos, 58 espécies de mamíferos e 107 espécies de aves (Bernardes et al., 1990). Em muitas regiões dos estados de São Paulo e Minas Gerais já é raro ver ou ouvir o gavião-real, o mutum, a jacutinga, o macuco ou o jaó, aves que além de sofrerem pressão de caça, necessitam de uma forma ou de outra das florestas nativas para sua sobrevivência.

Quando os animais são forçados a migrar em busca de áreas naturais remanescentes, pode ocorrer mortalidade em larga escala durante o processo de procura e ocupação das novas áreas, devido a deficiências no suprimento alimentar, dificuldade de formação de novos grupos ou competição por espaços domiciliares já

ocupados. Estudos realizados em áreas desmatadas, para a implantação de empreendimentos agropecuários na Amazônia brasileira, indicaram que em situações nas quais os animais em fuga conseguiram alcançar áreas naturais remanescentes, provocaram uma alta concentração populacional nessas áreas (*crowding out*), com prejuízos tanto para as espécies refugiadas, quanto para aquelas originalmente residentes na área. Em muitos casos, as espécies residentes sofreram elevada mortalidade ou abandonaram a área, devido ao esforço gasto na defesa de seus territórios contra as espécies invasoras (Schierholz, 1991).

Dentro de um contexto semelhante ficou célebre a operação de resgate e transferência de animais silvestres da área de inundação de Tucuruí, na qual se consumiram quase 5 milhões de dólares com poucos resultados práticos relacionados com o efetivo salvamento das espécies transferidas (Pádua, 1990).

Em alguns casos, a conversão em grande escala da vegetação original em áreas agrícolas pode-se traduzir em benefícios para algumas espécies da fauna silvestre. No oeste paulista, por exemplo, a pomba-de-bando ou avoante (*Zenaida auriculata*) encontrou nas extensas áreas de monocultura de cana-de-açúcar um excelente local para se abrigar e nidificar, e nas lavouras de grãos uma farta reserva de alimento. Diante de condições tão propícias pode formar bandos capazes de colocar até 12 milhões de ovos em épocas de postura. Para espécies com esse potencial biótico e adaptativo são grandes as possibilidades de se converterem em pragas agrícolas, como aconteceu com a própria avoante no Panamá e na Argentina, quando podem formar bandos de 1 a 5 milhões de indivíduos e alimentarem-se de grãos de soja, na Colômbia, e de sorgo e trigo, na Argentina. Nessas áreas, 85% de sua alimentação é constituída por grãos cultivados, o que se traduz em severos prejuízos sociais e econômicos (Bucher, 1970, citado por Sick, 1997). Da mesma forma, em muitas regiões onde até mesmo as matas que margeiam os cursos d'água (matas ciliares) deram lugar a culturas agrícolas, as populações de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) estão aumentando e atacan-

do as plantações.

A fragmentação dos habitats e a fauna silvestre

Nos casos em que a Lei nº 4.771/65 - Código Florestal (Ventura & Rambelli, 1996) é respeitada, os impactos da substituição da vegetação original por áreas de agropecuária sobre a fauna silvestre podem ser minimizados, porém continuam sendo expressivos.

Nesses casos, a maior parte da paisagem natural é transformada, restando da vegetação nativa original apenas alguns fragmentos de tamanhos variados, isolados um dos outros por extensas áreas de produção agropecuária (Fig. 37, p.67).

Esses fragmentos assemelham-se a ilhas no oceano e a dinâmica das populações que neles residem é regida por regras semelhantes àquelas que regem as populações residentes em ilhas, isto é, quanto mais próxima do continente maior a probabilidade da ilha receber visitantes; quanto maior a ilha e seus recursos maior a possibilidade de abrigar esses visitantes; quanto mais próximas entre si situam-se várias ilhas, maior a chance de intercâmbio entre suas populações. Finalmente, como toda ilha, o fragmento remanescente da vegetação nativa original tende a sofrer fortemente a influência de alterações nos fatores ambientais (luz, umidade relativa, temperatura, vento, precipitação) em todo o seu contorno. Tal influência pode-se dirigir até o centro do fragmento e afetar populações periféricas e interioranas, dependendo de seu tamanho

O fenômeno descrito é denominado efeito de borda e, dependendo de sua amplitude, pode induzir à decadência do fragmento com a conseqüente extinção localizada de muitas das espécies vegetais e animais residentes (Lovejoy et al., 1984, citados por Schierholz, 1991).

A idéia central desse raciocínio (comparação fragmento x ilha oceânica), originalmente formulada por Robert H. MacArthur e Edward O. Wilson e mais tarde discutida por Daniel S. Simberloff e Lawrence G. Abele (Schierholz, 1991), permite considerar que as comunidades de animais silvestres que permanecem em um determinado fragmento ficam susceptíveis à extinção local. Para Newman (1993), isso

ocorre devido a três principais fatores:

- a) efeito de borda;
- b) dificuldade de obter recursos alimentares durante todo o ano;
- c) dificuldade de manter populações mínimas viáveis, isto é, populações com um número mínimo de integrantes capaz de permitir que a espécie sobreviva por um longo tempo ao evitar a endogamia e os efeitos das flutuações populacionais.

Estudos realizados em fragmentos da Amazônia brasileira têm demonstrado que as alterações ambientais provocadas pela fragmentação (efeito de borda) estendem-se até cerca de 100m em direção ao centro do fragmento. Isso significa que fragmentos de 1 ha podem ser totalmente alterados em termos ambientais, os de 10 ha podem sofrer modificações em quase 90% de sua área, os de 100 ha podem experimentar alterações em 35% da área e nos de 1.000 ha pelo menos 10% da área pode ser ambientalmente afetada (Schierholz, 1991).

É claro que alterações de tais amplitudes no habitat refletem-se sobre as comunidades de animais silvestres residentes.

Um levantamento de aves, executado por Willis (1979) em três fragmentos florestais de 1.400, 250 e 21 ha cercados por áreas de produção agropecuária, no planalto paulista, mostrou que cerca de 30 espécies desapareceram do primeiro fragmento, 85 do segundo e 135 do terceiro. Anteriormente, este autor havia estimado que a taxa de extinção de mamíferos e aves em fragmentos florestais de 86 hectares pode chegar a 0,3% ao ano. Esse estudo foi realizado na Reserva de Barro Colorado, uma área de 15,6 km² de mata tropical que se tornou uma ilha, quando foi criado, no início do século, um grande lago na região do Canal do Panamá.

Já em uma reserva isolada de mata tropical, no Equador, as estimativas para a taxa de extinção apontaram para valores de até 26% em um curto período de seis anos (Leck, 1979).

Quando se considera o número de espécies e indivíduos presentes em diferentes locais dentro do fragmento, este é muito maior no interior deste fragmento do que em sua periferia. Por exemplo, existem

38% menos pássaros na periferia de um fragmento do que a 50m em direção ao seu interior. Da mesma forma, o número de espécies presentes no interior do fragmento é cerca de 50% maior do que em sua periferia (Schierholz, 1991).

O efeito de borda nos fragmentos florestais isolados manifesta-se também sobre o potencial de nidificação e sobre a susceptibilidade à predação. Embora por motivos ainda não bem esclarecidos, parece haver uma tendência dos pássaros nidificarem mais nas bordas do que no interior do fragmento. Porém, a predação de ovos no ninho dá-se mais intensamente na periferia do fragmento do que em seu interior (Newman, 1993).

Outro motivo pelo qual os animais silvestres podem vir a ser extintos em fragmentos isolados está relacionado com a dificuldade de obtenção de um suprimento adequado de alimento e de manter uma população mínima viável. Relembrando os conceitos de espaço domiciliar e território e tomando-se como exemplo o *Leontopithecus rosalia* (mico-leão-dourado), pequeno primata, cujo grupo com cerca de oito indivíduos necessita de um espaço domiciliar de aproximadamente 40 ha de floresta tropical para sobreviver, pode-se fazer o seguinte questionamento: poderia um fragmento florestal de 10 ha manter um grupo desse primata? Ou, ainda, quantos grupos poderiam ser mantidos em um fragmento de 100 ha? Lovejoy et al. (1986), citados por Newman (1993) respondem essas perguntas em trabalhos na Amazônia.

Em 1980, um fragmento florestal de 10 ha recém-isolados abrigava um grupo de pequenos primatas (*Saguinus midas*), como o mico-leão-dourado. Cinco anos depois esse grupo havia desaparecido. Semelhantemente, um fragmento de 100 ha abrigava quatro grupos desses primatas, quando foi isolado em 1983. Dois anos mais tarde, um dos grupos havia desaparecido.

A ausência de certos animais no fragmento pode favorecer a presença de outros. Essa relação ocorre com certa freqüência no sistema presa-predador, quando a ausência do predador favorece a proliferação da presa, principalmente se esta pertence a uma espécie generalista.

Um estudo conduzido por Fonseca

(1991), em fragmentos florestais de diferentes tamanhos, na mata atlântica do estado de Minas Gerais ilustra essa situação: o gambá (gênero *Didelphis*) é uma espécie que reúne vários atributos adaptativos como tenacidade, agilidade, elasticidade alimentar e potencial biótico. Entre seus principais predadores naturais encontram-se os médios e grandes felídeos e canídeos como a jaguatirica (*Felis pardalis*), a onça-pintada (*Panthera onca*) e o lobo (*Cerdocyon thous*). Como a maioria dos predadores do topo da cadeia alimentar, esses animais precisam de um espaço domiciliar relativamente grande, por exemplo, o espaço domiciliar da onça-pintada situa-se em torno de 30km² e o do lobo entre 50 e 100 ha (Alho, 1993) e, portanto, não conseguem manter populações viáveis em pequenos fragmentos.

Com a ausência desses predadores, os gambás proliferam-se excessivamente e passam a monopolizar os recursos do fragmento a ponto de deslocar por competição outras espécies que necessitam dos mesmos recursos. Mais uma vez tem-se na fragmentação da vegetação original uma polarização na situação dos recursos faunísticos, com a proliferação indesejável de algumas espécies de um lado e a perda de várias outras de outro.

Pesticidas e fauna silvestre

Na década de 30 era necessário 1 ha para suprir as necessidades de alimento e vestuário de uma pessoa. Atualmente, essas necessidades são satisfeitas com 0,4 ha e, dentro de poucos anos, áreas menores deverão ser necessárias para sustentar uma pessoa (Robinson & Bolen, 1989).

Parte dessa conquista deve-se à utilização intensiva de produtos químicos nos sistemas de produção agropecuária. Esses produtos incluem fertilizantes e vários outros grupos de compostos destinados a matar insetos e plantas consideradas daninhas, os chamados pesticidas e herbicidas.

Apesar do indiscutível aumento de produtividade trazido pela aplicação desses insumos, na outra extremidade dos efeitos de sua utilização em larga escala encontram-se os impactos negativos sobre a fauna silvestre.

Atualmente, são aplicadas em todo o

mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de pesticidas (cerca de 0,5kg/ano para cada indivíduo do planeta), para deter o avanço das pragas da agropecuária (Werf, 1996). Dessa quantidade, apenas 0,3% atinge efetivamente o alvo constituído pelas pragas. O restante (99,7% ou cerca de 2,49 milhões de toneladas) vai para algum lugar do meio ambiente, através da volatilização, escoamento superficial e lixiviação (Pimentel, 1995, citado por Werf, 1996).

Boa parte entra na cadeia alimentar dos ecossistemas através da absorção dos pesticidas presentes na água e no solo pelas raízes e folhas de plantas aquáticas e terrestres. Essa é uma importante rota de exposição de humanos e animais aos pesticidas. Outras vias de contaminação são a respiração e o contato com a pele ou o esqueleto.

Uma vez dentro da cadeia alimentar, o pesticida é transportado de nível para nível, cada vez em maior quantidade, até atingir concentrações muitas vezes letais, em um processo de transferência e acumulação que pode ser simplificado com o seguinte exemplo fictício: vamos considerar que em um paiol foi esquecido um saco de sementes de milho e que cada semente foi tratada com uma unidade de pesticida. Por negligência do proprietário do paiol o saco de milho passou a servir de alimento para uma população de camundongos. Cada camundongo ao comer cinco sementes de milho absorverá também uma quantidade igual a cinco unidades de pesticida que permanecerá depositada em seu corpo. Um predador como o gato-do-mato, ao capturar e devorar dois desses camundongos estará ingerindo também dez unidades do pesticida. Se esse mesmo gato passar a comer diariamente um desses camundongos durante um período de cinco dias, ao final desse período terá acrescentado às dez unidades de pesticidas já presentes em seu corpo, pelo menos mais 25 unidades, e assim por diante, até a concentração do pesticida atingir um nível letal.

Com a morte e posterior decomposição do gato-do-mato, o pesticida acumulado em seu corpo será libertado para o ambiente para dar início a novas rotas de acumulação ao passar a integrar outras cadeias alimentares.

Esse processo é chamado biomagni-

ficação e é particularmente comum em ecossistemas que foram tratados com pesticidas organoclorados de elevada persistência no ambiente (Robinson & Bolen, 1989).

Através do escoamento superficial grande parte dos pesticidas aplicados na lavoura atinge os ecossistemas aquáticos, contaminando a flora e a fauna desses ecossistemas. Estudos desenvolvidos em represas apresentaram os seguintes resultados para a concentração de pesticidas organoclorados ao longo da cadeia alimentar (Hess, 1980): 0,00003 ppm na água da represa; 0,04 ppm nas algas e outras plantas aquáticas; 0,5 ppm em pequenos peixes herbívoros como o lambari; 2,0 ppm em peixes predadores como a traíra e 25 ppm em aves predadoras de peixes como o martim-pescador. Nesse caso, a concentração final do pesticida ao longo da cadeia alimentar atingiu cerca de 800 mil vezes a concentração inicial.

Estudos mostraram que a concentração de pesticidas organoclorados na represa de Santa Bárbara, no Rio Grande do Sul, passou de 0,0005 ppm na água para 1,3 ppm em traíras de um ano de idade; 1,6 ppm em traíras de dois anos e 1,9 ppm em traíras de três anos. Nessa represa não foram encontradas traíras com idade superior a três anos, sugerindo que a partir dessa idade os pesticidas atingiram concentrações letais (Hess, 1980).

Entre as aves é comum a mortalidade de urubus, saracuras, corujas, bacurus, garças e jaçanãs provocada por pulverizações de pesticidas organoclorados realizadas por aviões (Sick, 1997).

Da mesma forma existem evidências do aumento de casos de mortalidade em pássaros granívoros (canário-da-terra) devido à ingestão de sementes tratadas com organoclorados (Werf, 1996). No Triângulo Mineiro foi registrada grande mortalidade entre *Pseudoleistes guirahuro* (melromineiro), que se alimentaram em arrozais contaminados (Sick, 1997).

O mesmo se deu no Pará com anas que se alimentaram de insetos contaminados e no Rio Grande do Sul, com codornas que se alimentaram de carrapatos envenenados caídos do gado (Sick, 1997).

Em alguns casos, o pesticida organoclorado não mata a ave que o ingeriu, mas

inibe a ação de uma enzima que estimula o transporte de cálcio para os ovidutos, provocando alterações na calcificação das cascas de seus ovos. Nesses casos, que normalmente indicam forte envenenamento e são mais comuns em aves predadoras, a ave põe normalmente, mas as cascas enfraquecidas dos ovos se rompem durante a incubação provocando a morte dos filhotes. Estudos mostraram que após o banimento do DDT em 1971, nos Estados Unidos, a taxa de eclosão de ovos do pelicano-marrom da Califórnia, passou de 4 filhotes, em 1.125 ninhos (0,004 filhotes/ninho), para 1.185 filhotes, em 1.286 ninhos (0,922 filhotes/ninho) em um período de seis anos. Em *Pandion haliaetus* a taxa de eclosão aumentou de 0,4 filhotes/ninho para 1,2 filhotes/ninho (Robinson & Bolen, 1989).

Outros bem documentados efeitos subletais de pesticidas organoclorados sobre pássaros são alterações no período de migração, atraso na ovulação, esterilidade e retardamento nas reações de fuga diante de um predador.

Pesticidas organofosforados, apesar da baixa persistência no ambiente, apresentam elevada toxicidade e causam expressiva mortalidade entre pássaros. Essa família de pesticidas foi associada à morte de 1.450 gansos do Canadá e de cerca de 400 aves de rapina que consumiram ratos e pássaros previamente envenenados (Robinson & Bolen, 1989). Nos Estados Unidos foram registradas 8 mil mortes de uma espécie de pássaro-preto, devido ao envenenamento intencional por organofosforados. No mesmo país 11 mil pássaros pertencentes a 12 espécies foram envenenados por esses pesticidas (Robinson & Bolen, 1989).

A morte de mamíferos em decorrência de pesticidas resulta, na maior parte dos casos, da ingestão de alimentos contaminados, principalmente quando pesticidas organoclorados são utilizados. Dessa maneira são mortos os mamíferos predadores que acumulam doses muitas vezes letais de pesticidas ao se alimentarem de mamíferos herbívoros envenenados (Werf, 1996). Alguns estudos indicaram que a exposição de mamíferos a pesticidas como aldrin, atrazine, chlordane e dieldrin produz mortalidade pré-natal e atrasos na maturação sexual (LeBlanc, 1995, citado por

Werf, 1996).

Herbicidas e fauna silvestre

Os herbicidas são compostos relativamente menos tóxicos que os pesticidas e, aparentemente, não exibem a capacidade de biomagnificação existindo, portanto, controvérsias sobre seus efeitos sobre a fauna silvestre.

Estudos de laboratório, realizados com os principais herbicidas utilizados, mostraram que estes produzem pouco ou nenhum dano sobre pássaros, quando estes pássaros são expostos a concentrações semelhantes àquelas recomendadas para aplicações no campo (Hill et al., 1975; citado por Robinson & Bolen, 1989).

Outros estudos, contudo, mostraram que herbicidas como o agente laranja (Tordon 2,4 D e 2,4,5T), o Paraquat e o Trifluralin produziram expressiva mortalidade em certos grupos de animais silvestres. Os dois últimos causaram elevada taxa de mortalidade embrionária em ovos de espécies de patos selvagens, mesmo quando aplicados nas dosagens recomendadas (Robinson & Bolen, 1989). O primeiro foi acusado de provocar a morte de pelo menos 10 mil animais silvestres, quando foi aplicado em uma faixa de 200 quilômetros entre Belém e Goianésia durante a construção de Tucuruí, na década de 80 (Bontempo, 1985). O mesmo herbicida foi associado ao desenvolvimento de vários tipos de câncer e à produção de efeitos teratogênicos em seres humanos após sua aplicação em larga escala (cerca de 30 l/ha), durante a guerra do Vietnã (Robinson & Bolen, 1989).

Os herbicidas podem afetar indiretamente a fauna silvestre através da eliminação da vegetação que lhe serve de abrigo e alimentação. Muitos dos herbicidas utilizados eliminam algumas espécies de plantas utilizadas por pequenos animais. Com isso ocorre uma redução na oferta de abrigo e alimento, principalmente, para pequenos mamíferos e aves campestres.

Fertilizantes e fauna silvestre

A grande maioria dos fertilizantes presentes atualmente no mercado não oferece riscos significativos para a fauna silvestre. Porém, aqueles aplicados na forma de

granulados são geralmente confundidos com sementes ou ração e, dessa forma, ingeridos por pássaros, causando mortalidade em alguns grupos (o mesmo ocorre com iscas granuladas destinadas a combater formigas cortadeiras). Fredrickson et al. (1978), citados por Robinson & Bolen (1989), registraram a morte de cerca de 4.500 faisões associada à ingestão excessiva de grânulos de fertilizantes.

Na Inglaterra o declínio generalizado das populações de anfíbios úteis em áreas de produção agropecuária foi atribuído à aplicação intensiva de fertilizantes a base de nitrogênio (especialmente o nitrato de amônio), que têm efeitos tóxicos sobre esse grupo de animais em concentrações bem abaixo daquelas recomendadas para aplicações no campo (Oldham et al., 1997). Quando esses fertilizantes são transportados para a água provocam alta mortalidade em larvas e adultos, além de produzirem impactos subletais como redução do crescimento e perda da capacidade reprodutiva.

MEDIDAS MITIGADORAS

Medidas mitigadoras são aquelas destinadas a atenuar os impactos negativos de uma certa atividade sobre o meio ambiente.

Como para a grande maioria das atividades impactantes, as medidas mitigadoras dos impactos da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre são perfeitamente exequíveis, bastando para isso vontade de executá-las.

Dentre tantas outras serão comentadas, a seguir, as principais medidas que podem contribuir para minimizar os impactos negativos da agropecuária sobre a fauna silvestre.

Política agropecuária

Atualmente, estima-se que a produção mundial de grãos situa-se em torno de 2,5 bilhões de toneladas para atender uma população de aproximadamente 6 bilhões de habitantes (Borlaug & Dowswell, 1993, citados por Lopes, 1995), o que daria uma proporção de cerca de 1,0kg de grão/habitante/dia, se toda a produção fosse dirigida ao consumo humano.

Porém, como boa parte da quantidade

de grãos produzida no mundo destina-se à produção secundária (carnes e ovos), torna-se compreensível a necessidade de produzir mais para abastecer a população mundial.

O aumento da produção pode vir através de duas formas básicas:

- a) expansão da fronteira agropecuária, obviamente uma opção indesejável, quando se considera a urgente necessidade de conter a degradação dos recursos naturais;
- b) aumento da produtividade nas áreas produtoras através do fomento ao uso de tecnologias já disponíveis e do fortalecimento das instituições de pesquisa, extensão e fiscalização que atuam no setor.

Quanto à utilização de compostos químicos, a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de produtos mais seguros e para a determinação das dosagens adequadas, de modo que concilie combate efetivo às pragas, redução de custos e mitigação dos impactos sobre o meio ambiente. Este conhecimento deve ser bastante difundido entre os produtores rurais através da atuação da assistência técnica especializada privada ou governamental.

Sob esse aspecto, o Receituário Agrônomo adquire um papel de fundamental importância, uma vez que fornece informações que, se observadas com atenção, poderão subsidiar o manejo dos principais componentes envolvidos no sucesso do combate às pragas: o pesticida, a sua aplicação, a produção a defender e o impacto sobre o meio ambiente.

Respeito à legislação

Até 1996, o Brasil contava com cerca de 340 normas ambientais na esfera federal (Ventura & Rambelli, 1996) e uma quantidade não estimada nas esferas estaduais e municipais. Muitas dessas leis são ambíguas, rígidas ou superficiais em vários de seus artigos, contudo não deixam de constituir um importante instrumento de proteção ao meio ambiente.

A Lei nº 4.771/65 (Ventura & Rambelli, 1996) é um exemplo. Apesar de ser confusa em vários aspectos importantes, ela contribui para inibir a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente,

um importante passo para a mitigação dos impactos da atividade agropecuária sobre a fauna silvestre.

Entre as áreas de preservação permanente protegidas por essa lei encontram-se as matas ciliares, formações vegetais do tipo florestal que ocorrem ao longo de pequenos e grandes cursos d'água, protegendo-os como os cílios protegem os olhos, daí advindo-lhe o nome (Fig. 38, p.68).

Normalmente, a área total ocupada pela mata ciliar corresponde a, aproximadamente, 10% da paisagem de uma bacia hidrográfica (Thomas, 1979), porém os animais silvestres utilizam mais intensamente a mata ciliar do que os habitats adjacentes.

Estudos realizados com aves em vários habitats do cerrado do Distrito Federal mostraram que das 215 espécies observadas, 137 ocorreram preferencialmente na mata ciliar (Negret, 1983). Dos 67 gêneros de mamíferos não voadores catalogados para o cerrado, 86% utilizam obrigatória ou oportunisticamente a mata ciliar. Dentre 22 espécies de pequenos marsupiais e roedores capturados em vários habitats do cerrado, 21 espécies foram capturadas também na mata ciliar e 12 foram exclusivas desse habitat (Redford & Fonseca, 1986).

A alta diversidade de espécies animais encontrada na mata ciliar é atribuída à sua complexidade estrutural que, em última instância, é responsável pelo fornecimento de grande parte dos recursos necessários à sobrevivência das espécies. É na mata ciliar que os animais silvestres encontram alimento, sombra e água, em regiões muitas vezes dominadas por vegetação aberta e por longos períodos de insolação e de estiagem. Também é nessa mata que animais como o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), que constitui presa preferencial de felídeos, canídeos e falconídeos, encontra refúgio (Fig. 38, p.68).

Além desses aspectos, as matas ciliares são freqüentemente utilizadas pelos animais silvestres como corredores de ligação entre vários tipos de vegetação contribuindo, dessa maneira, para minimizar o impacto do isolamento reprodutivo provocado pela erradicação ou fragmentação dos ecossistemas naturais (Thomas, 1979).

A manutenção dessas matas nas propriedades rurais de quaisquer dimensões traz benefícios para os solos, para os mananciais de água e para a própria atividade agropecuária ou silvicultural, além de contribuir para a conservação *in situ* de algumas populações da flora e da fauna.

Manejo conservacionista da paisagem

O manejo conservacionista da paisagem consiste na adoção de práticas voltadas a minimizar os impactos negativos da atividade agropecuária sobre os recursos naturais renováveis.

Considerando-se o objetivo de beneficiar a fauna silvestre, a paisagem pode ser manejada nos aspectos relacionados com o aumento da heterogeneidade estrutural; aumento da oferta de abrigo e alimento e aumento da conexão entre fragmentos isolados ecologicamente. Algumas práticas que podem contribuir para o manejo conservacionista da paisagem são descritas a seguir.

Manutenção e implantação de cercas vivas

As cercas vivas naturais ou plantadas nas divisas entre propriedades rurais (Fig. 37, p.67) constituem locais de pouso, abrigo e alimentação para várias espécies de animais silvestres, especialmente aves, podendo aumentar em cerca de quatro vezes a diversidade desses animais no local onde se encontram (Sparks et al., 1996).

As principais variáveis que determinam a diversidade de aves no local das cercas vivas são sua largura e composição florística (Fritz & Merriam, 1996). De acordo com Shalaway (1985), citado por Robinson & Bolen (1989) é recomendável que as cercas vivas tenham, no mínimo, 3m de largura e sejam constituídas por várias espécies de arbustos e árvores naturais da região, para terem uma efetividade mínima na atração de aves silvestres.

A produção de flores melíferas e frutos comestíveis pela fauna silvestre são características bastante desejáveis para as espécies componentes das cercas vivas. Uma espécie interessante, sob esse aspecto, é a amoreira que de um a dois anos produz boa cobertura e uma farta quantidade de frutos. Uma relação de espécies

com as características citadas pode ser encontrada em Brandão & Ferreira (1991).

Implantação de cinturões de quebra-vento

Os cinturões de quebra-vento foram amplamente adotados na década de 30 nos Estados Unidos, onde, entre 1935 e 1942, foram plantadas pelo Serviço Florestal Americano mais de 200 milhões de árvores em cerca de 30 mil quilômetros (Robinson & Bolen, 1989).

Além de proteger a área de agropecuária do vento e o solo da erosão, os cinturões de quebra-vento promovem o aumento da diversidade de aves e pequenos mamíferos, sendo a maioria deles benéficos para a agropecuária.

Um estudo conduzido por Ferber (1974), citado por Robinson & Bolen (1989), revelou que as aves que utilizam os cinturões podem consumir quilos de insetos durante o ano.

A exemplo das cercas vivas, os animais silvestres utilizam os cinturões de quebra-vento como locais de pouso, abrigo e alimentação. Os cinturões são utilizados também para a nidificação.

Com base em um estudo desenvolvido por Capel (1988), pode-se considerar que para promover a proteção do solo e da lavoura e ao mesmo tempo atrair animais silvestres, os cinturões de quebra-vento devem ter pelo menos cinco fileiras de árvores intercaladas com arbustos produtores de flores melíferas e frutos comestíveis pelos animais. Os espaçamentos e espécies a serem utilizadas podem ser obtidos em instituições governamentais de ensino e extensão rural.

Implantação de corredores faunísticos

Os corredores faunísticos podem ser considerados a expressão mais aprimorada das cercas vivas e dos quebra-ventos. Têm como principal função interligar fragmentos da vegetação original que se encontram isolados um dos outros, por áreas de produção agropecuária.

Quando cumprem essa função, promovem o trânsito de animais silvestres entre fragmentos, contribuindo para mitigar o principal impacto da fragmentação do habitat sobre a fauna silvestre: o declínio das populações, devido ao isolamento re-

produtivo. Em adição, os corredores aumentam a área do habitat e a oferta de alimento, fornecem locais de abrigo e nidificação e reduzem as interações competitivas (Newmark, 1993).

Vários estudos voltados a comprovar a eficiência desses corredores no sentido de mitigar os efeitos da fragmentação têm mostrado resultados positivos (Lindenmayer & Nix, 1993, Newmark, 1993 e Haas, 1995). Contudo, atualmente não existe um consenso sobre a largura mínima que esses corredores devem possuir, para garantir a troca genética entre a fauna silvestre, nem sobre a viabilidade de sua implantação em larga escala. O certo é que eles devem ser tão amplos quanto possível e o custo envolvido em sua implantação pode ser alto o suficiente para ser viabilizado unicamente através de parcerias entre organizações governamentais, não-governamentais, empresas privadas e pessoas físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHO, C. J. R. Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico. In: PINTO, M. N. **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: UnB, 1993. p.213-262.
- ANDRADE, M. A. **A vida das aves**: introdução à biologia e conservação. Belo Horizonte: Littera Maciel, 1993. 160p.
- ÁVILA, C. J. **Polinização e polinizadores na produção de frutos e sementes híbridas de abóbora**. Viçosa: UFV, 1987. 56p. Tese (Mestrado) -Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- BARBOUR, R. W.; HARVEY, M. J.; HARDIN, J. W. Home range, movements and activity of the eastern worm snake, *Carphophis amoenus amoenus*. **Ecology**, v. 50, n. 3, p. 471-476, 1969.
- BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B. M.; RYLANDS, A. B. **Fauna brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte: Biodiversitas, 1990. 62p.
- BONTEMPO, M. **Relatório Orion**: denúncia médica sobre os perigos dos alimentos industrializados e agrotóxicos. 3.ed. Porto Alegre: L&PM, 1985. 151p.
- BRANDÃO, M.; FERREIRA, P. B. D. Flora apícola do Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.7-14, 1991.
- CAPEL, S.W. Design of windbreaks for wildlife in the Great Plains of North America. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.22/23, p.337-347, 1988.
- CRANE, E. **Honey**: a comprehensive survey. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732p.
- DIAS, B. F. de S. Conservação da natureza no Cerrado brasileiro. In: PINTO, M.N. **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: UnB, 1993. p.607-663.
- DIAS, B. F. de S. Estratégia mundial para a biodiversidade. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, part. 1, p.62-76, mar. 1992. Edição especial: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992.
- FONSECA, G.A.B. da. Muitas reservas pequenas: uma solução? **Ciência Hoje**, São Paulo, v.13, n.76, p.18-19, set. 1991.
- FRITZ, R.; MERRIAN, G. Fencerow and forest edge architecture in eastern Ontario farmland. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.59, p.159-170, 1996.
- GOMES, L. Os anos da grande faxina. **Veja**, São Paulo, p.62-67, maio 1995.
- GUILLAUMET, J. L. Observações sobre a frutificação e disseminação das sementes de algumas espécies do gênero *Cecropia* (Moraceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35, 1984, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1990. p.143-150.
- HAAS, C. A. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on agricultural landscape. **Conservation Biology**, Cambridge, v.9, n.4, p.845-854, 1995.
- HESS, A. A. **Ecologia e produção agrícola**. São Paulo: Nobel, 1980. 126p.
- LECK, C. F. Avian extinctions in a isolated tropical wet-forest reserve, Ecuador. **The Auk**, Boston, n.96, p.343-352, 1979.
- LINDENMAYER, D. B.; NIX, H. A. Ecological principles for the design of wildlife corridors. **Conservation Biology**, Cambridge, v.7, n.3, p.627-630, 1993.
- LOPES, A. S. Proteção ambiental e agricultura. In: TAU-K-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S. T. **Análise ambiental**: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.103-115.
- MACEDO, J. **Cerrados**: limitações e potencialidades. Lavras: ESAL, 1993, 4p. Trabalho apresentado no VI Congresso da Pós-Graduação da ESAL.
- NEGRET, A.J. **Diversidade e abundância da avifauna da Reserva Ecológica do IBGE**. Brasília: UnB, 1983. 136p. Tese (Mestrado) – Universidade de Brasília, 1983.
- NEWMAN, E. I. **Applied ecology**. Oxford:

- Blackwell Science, 1993. 328p.
- NEWMARK, W. D. The role and design of wildlife corridors with examples from Tanzania. **Ambio**, Stockholm, v.22, n.8, p.501-504, 1993.
- OLDHAM, R. S.; LATHAM, D. M.; HILTON-BROWN, D.; TOWNS, M.; COOK, S.; BURN, A. The effect of ammonium nitrate fertiliser on frog (*Rana temporaria*) survival. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.61, p.69-74, 1997.
- PÁDUA, M. T. J. Estudos e relatórios de impacto ambiental como instrumentos de conservação da natureza. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF/UFPR, 1990. p. 9-12.
- REDFORD, K. H.; FONSECA, G. A. B. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica**, Washington, v.18, n.2, p.126-135, 1986.
- ROBINSON, W. L.; BOLEN, E. G. **Wildlife ecology and management**. 2.ed. New York: MacMillan, 1989. 574p.
- RONCOLETTA, M.; ZANZINI, A.C.S. Regeneração natural em uma área degradada de mata ciliar no município de Lavras (MG): composição florística, fitossociologia e síndromes de dispersão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p.298-299.
- SANTOS, E. **Animais úteis ao homem**. 3.ed. Belo Horizonte: Itatiaia, 1981. 263p.
- SCHALLER, G. B.; CRAWSHAW JUNIOR, P. G. Movement patterns of jaguar. **Biotropica**, Washington, v.12, n.3, p.161-168, 1980.
- SCHIERHOLZ, T. Dinâmica biológica de fragmentos florestais. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.12, n.71, p.22-29, mar. 1991.
- SEITZ, R.A. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO, 1; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.103-110.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862p.
- SOUZA, M. J.; ALHO, C. J. R. Distribuição espacial do roedor silvestre *Zygodontomys lasiurus* em habitat natural do cerrado. **Brasil Florestal**, Brasília, v.10, n.44, p.31-73, 1980.
- SPARKS, T. H.; PARISH, T.; HINSLEY, S. A. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.60, p.1-8, 1996.
- TABAI, F.C.V.; ZANZINI, A.C.S. Diversidade e similaridade de espécies com síndrome de dispersão zoocórica em duas tipologias do cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p.298-299.
- THOMAS, J. W. **Wildlife habitats in managed forests: the blue mountains of Oregon and Washington**. Washington: USDA Forest Service, 1979. 512p.
- TREVISAN, M. Importância das abelhas na polinização dos citros. **Planta cítrica**, v.1, p.149-153, 1982.
- TURNER, F. B.; JENNRICH, R. I.; WEINTRAUB, J. D. Home range and body sizes of lizards. **Ecology**, v.50, n.6, p.1076-1081, 1969.
- UHL, C.; NEPSTAD, D.; SILVA, J. M. C. da; VIEIRA, I. Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.13, n.76, p.22-31, set. 1991.
- VENTURA, V.J.; RAMBELLI, A.M. **Legislação Federal sobre o meio ambiente: leis, decretos-leis, decretos, portarias e resoluções anotados para uso imediato**. 2.ed. rev. ampl. Taubaté: Vana, 1996. 1148p.
- VILA, V.P.V. **Efeito das abelhas africanizadas na hibridação e na produção da soja *Glycine max. L. Merrill***. Viçosa: UFV, 1988. 58p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- WERF, H. M. G. Assessing the impact of pesticides on the environment. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.60, p.81-96, 1996.
- WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescet woodlots in southern Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v.31, n.1, p.1-25, 1979.
- WILSON, E. O. **The insects societies**. 3.ed., Cambridge: Cambridge University Press, 1976. 548p.
- ZAÚ, A. S. Fragmentação da mata atlântica: aspectos teóricos. **Floresta e Ambiente**, v.5, n.1, p.160-170, 1998.
- ZANZINI, A.C.S. Levantamento da regeneração por dispersão zoocórica em dunas mineradas sob recuperação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p.298-299.

Aqüicultura

Aquicultura empresarial

Produção de peixes ornamentais

Viabilidade financeira de projetos de piscicultura

Aspectos legais da aqüicultura em Minas Gerais

Novas tendências: Piscicultura em recirculação

Biofiltros

Leia na próxima edição da revista Informe Agropecuário

EPAMIG

Assinaturas: (31) 273-3544 ramal 137 ou 149

Criação comercial de animais silvestres: fonte alternativa de renda

Jésus José de Oliveira¹

Ivan Pereira Leite²

Resumo - A criação comercial de animais silvestres brasileiros, além de contribuir significativamente para a conservação/manutenção das espécies da fauna brasileira, apresenta-se como uma fonte alternativa de renda para produtores rurais e interessados em explorar tal recurso. São apresentados os procedimentos básicos necessários à legalização da atividade de criação comercial de animais silvestres brasileiros junto ao Ibama.

Palavras-chave: Criação comercial; Animais silvestres; Registro; Legislação; Brasil.

INTRODUÇÃO

A fauna silvestre brasileira é um recurso natural que pode ser explorado comercialmente, desde que tal exploração seja conduzida de acordo com técnicas de manejo adequadas e a partir de licenciamento prévio obtido junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Diante dessa perspectiva, vem-se observando um crescente interesse entre pequenos, médios e grandes produtores rurais pela criação comercial de determinadas espécies de animais silvestres brasileiros.

Tal interesse é compreensível e deve-se ao fato de que os produtos (carne, gorduras etc.) e subprodutos (couro, peles, penas etc.) atingem elevados preços no mercado ao mesmo tempo que apresentam custo de produção relativamente baixo, uma vez que a criação desses animais em cativeiro requer pequena área e mão-de-obra reduzida (aproveitamento da mão-de-obra familiar). Além desses aspectos, é importante ressaltar, que a crescente expansão das cidades, o desenvolvimento agroindustrial, aliados à caça predatória indis-

criminada e ao comércio ilegal de animais silvestres retirados de seu habitat natural, decorrentes principalmente da falta de uma consciência ecológica das pessoas, têm contribuído ao longo dos anos de forma significativa para o desaparecimento de várias espécies, em face da destruição de seus habitats. Fato que tem conseqüências imediatas na quebra do equilíbrio natural dos ecossistemas.

Essa ruptura no “elo da cadeia” gera problemas, pois, com o desaparecimento dos predadores naturais, há um aumento crescente de outras espécies.

Nesse contexto, a criação comercial de animais silvestres brasileiros desempenha papel importante e fundamental na conservação/preservação de nossos recursos faunísticos, apresentando-se como uma das alternativas atenuantes dentro do processo de desequilíbrio dos ecossistemas, através de:

- a) obtenção de dados decorrentes da criação, referentes à biologia, reprodução, sanidade, manejo, instalações, os quais poderão ser utilizados em eventuais projetos de conservação/preservação de espécies;

- b) permissão a todos aqueles interessados em adquirir e manter sob guarda um animal silvestre brasileiro legalizado, evitando com isso a retirada de uma espécie assemelhada de seu habitat natural;
- c) redução da pressão de caça na natureza, em face da oferta de carne com qualidade e legalizada.

Sob essa ótica, este trabalho foi elaborado com o objetivo de fornecer ao público interessado os procedimentos básicos necessários à legalização da atividade de criação comercial de animais silvestres junto ao Ibama.

LEGISLAÇÃO PERTINENTE

A seguir apresenta-se a legislação sobre a fauna silvestre brasileira que está contida na Coletânea da Legislação Federal do Meio Ambiente (1992) do Ibama:

- a) Lei nº 5.197 de 03 de janeiro de 1967 - dispõe sobre a proteção à fauna.
- b) Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 - Lei de Crimes Ambientais.

¹Zootecnista, IBAMA, Rua Bernardino Macieira, 220, CEP 37200-000 Lavras - MG. E-mail: ibama@lavras.gov.br

²Eng^o Agr^o, IBAMA, Rua Bernardino Macieira, 220, CEP 37200-000 Lavras - MG. E-mail: ibama@lavras.gov.br

- c) Decreto nº 3.179 de 21 de setembro de 1999 – dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- d) Portaria nº 324/87 de 22 de julho de 1987 - proíbe a implantação de criadouros de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em áreas que não estejam localizadas dentro da bacia do rio Paraguai, área de ocorrência natural dessa espécie.
- e) Portaria nº 126/90 de 13 de fevereiro de 1990 - normatiza o registro de criadouros com finalidade comercial, do jacaré-do-pantanal na bacia do rio Paraguai, com destino à recria em cativeiro.
- f) Portaria nº 2.314/90, de 26 de novembro de 1990 - normatiza os criadouros destinados à reprodução de insetos da ordem Lepidoptera (borboletas diurnas e mariposas noturnas) da fauna silvestre brasileira, com finalidade econômica.
- g) Portaria nº 119/92, de 17 de novembro de 1992 - normatiza a comercialização de peles de crocodilianos brasileiros das espécies *Caiman crocodilus yacare* e *Caiman crocodilus crocodilus*, produzidos pelos criadouros comerciais devidamente legalizados no Ibama.
- h) Portaria nº 142/92, de 05 de dezembro de 1992 - normatiza a criação comercial de tartarugas de água doce.
- i) Portaria nº 113, de 25 de setembro de 1997 - estabelece que pessoas físicas ou jurídicas utilizadoras de recursos ambientais devem, obrigatoriamente, preencher e assinar o formulário-padrão do Ibama de Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais.
- j) Portaria nº 118-N, de 15 de outubro de 1997 - normatiza o funcionamento

de criadouros de animais da fauna silvestre brasileira com fins econômicos e industriais e dá outras providências.

- k) Portaria nº 117-N, de 15 de outubro de 1997 - normatiza a comercialização de animais vivos, abatidos, partes e produtos da fauna silvestre brasileira provenientes de criadouros devidamente registrados junto ao Ibama, com finalidade econômica e industrial.
- l) Portaria nº 93 de 07 de julho de 1998 - normatiza a importação de espécimes vivos, produtos e subprodutos da fauna silvestre brasileira e da fauna silvestre exótica.

FAUNA SILVESTRE E CRIADOURO

Considera-se fauna silvestre brasileira todos aqueles animais pertencentes às espécies nativas, migratórias e quaisquer outras aquáticas ou terrestres, reproduzidas ou não em cativeiro, que tenham seu ciclo biológico ou parte dele ocorrendo naturalmente dentro dos limites do Território Brasileiro e suas águas jurisdicionais.

Considera-se criadouro, as áreas especialmente delimitadas, dotadas de instalações capazes de possibilitar o manejo, a reprodução, a criação ou recria de animais pertencentes à fauna silvestre brasileira.

Tipos de criadouros

Existem dois tipos de criadouros:

- a) criadouro manejado por empresas: são aqueles criadouros administrados por pessoas jurídicas, devidamente constituídas, com produção intensiva;
- b) criadouro manejado por pessoa física: são aqueles criadouros administrados por pessoas físicas, com produção semi-extensiva em ambiente natural controlado.

Passos necessários à legalização do criadouro

Para a legalização do criadouro deve-se obedecer os critérios descritos a seguir.

O primeiro passo é a apresentação da carta-consulta (Anexo A).

A carta-consulta é o primeiro documento a ser apresentado junto a Superintendência Estadual (sediada em Belo Horizonte, MG) ou ao Escritório Regional do Ibama mais próximo do empreendimento, para obtenção do registro do criadouro. A carta-consulta deverá conter basicamente as seguintes informações:

- identificação do interessado, seja pessoa física ou jurídica;
- localização da propriedade do interessado;
- localização do empreendimento, formas de acesso, com croqui da localização do criadouro na propriedade;
- objetivo da criação e sistema de manejo;
- estrutura da quantidade inicial de matrizes e reprodutores, com nome científico e popular da espécie e sua procedência.

Junto com a carta-consulta, o interessado deverá apresentar os seguintes documentos:

- para pessoa física:
 - formulário-padrão do Ibama, devidamente preenchido e assinado, para registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais;
 - requerimento-padrão do Ibama, solicitando o registro (Anexo B);
 - cópia do alvará de funcionamento, expedido pela prefeitura;
 - cópia da carteira de identidade;
 - cópia do cartão do cadastro pessoa física (CPF);

- cópia de um comprovante de residência.

b) para pessoa jurídica:

- requerimento-padrão do Ibama, solicitando o registro;
- formulário-padrão do Ibama, devidamente preenchido e assinado, para registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais;
- cópia do documento de constituição atualizado (Ata de Constituição ou Contrato Social ou Registro de Firma Individual), devidamente registrado na Junta Comercial;
- cópia do cartão do cadastro geral de contribuintes (CGC);
- cópia do comprovante de inscrição estadual;
- cópia do alvará de funcionamento, expedido pela prefeitura.

Após a aprovação da carta-consulta com as respectivas informações e documentos, o interessado será comunicado através de correspondência oficial. A partir daí, o interessado terá o prazo de 90 dias para apresentar em duas vias o projeto técnico do criadouro.

Apresentação do projeto técnico

O projeto técnico do criadouro deverá ser elaborado e assinado por um responsável técnico, devidamente habilitado pelo respectivo Conselho de Classe.

Esse projeto deverá conter as seguintes informações:

- 1 APRESENTAÇÃO
- 2 JUSTIFICATIVA
- 3 OBJETIVO
- 4 INSTALAÇÕES

- informar a área disponível;
- dimensionar, descrever e apre-

sentar as suas respectivas planta baixa e/ou croqui das instalações/recintos, referendando a escala utilizada e ressaltando os detalhes construtivos de segurança;

- citar e quantificar a espécie e o número de animais por instalação e área, abrigos naturais e artificiais.

5 MANEJO

5.1 Manejo animal - descrever detalhadamente as normas de manejo aplicadas nas diversas fases da criação.

5.2 Manejo alimentar - descrever detalhadamente os tipos de alimentos que irão ser fornecidos, bem como as quantidades e os horários de fornecimento.

5.3 Manejo sanitário - descrever as normas profiláticas adotadas nas diversas fases.

5.4 Manejo reprodutivo - descrever o manejo dispensado às fêmeas e suas respectivas crias.

6 DESCRIVER O SISTEMA DE MARCAÇÃO INDIVIDUAL A SER ADOTADO.

7 EVOLUÇÃO/ESTABILIZAÇÃO DO REBANHO - Efetuar de acordo com os índices zootécnicos empregados na criação.

8 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO PRÉVIO DE MERCADO DENTRO DOS OBJETIVOS DO MANEJO COM VISTAS À COMERCIALIZAÇÃO (existência de abatedouros e pontos de venda de animais vivos, abatidos, partes, produtos e subprodutos, preços esperados e demanda de produtos).

9 ABATE, COMERCIALIZAÇÃO, DESCARTE E/OU DESTINAÇÃO DO EXCEDENTE - descrever detalhadamente todos os procedimentos adotados. As formas de comer-

cialização deverão ser de acordo com a Portaria nº 117 de 15/10/97.

10 TERMO DE COMPROMISSO OU CONTRATO DE TRABALHO DE ACOMPANHAMENTO E RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES E ADMINISTRAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Citar.

É oportuno informar/esclarecer que a responsabilidade técnica e a execução do empreendimento poderá ser assumida por órgão estadual ou municipal de extensão rural e que compreenderá todas as fases da implantação e criação.

A aprovação do projeto técnico será comunicada oficialmente pela Superintendência do Ibama. Após a conclusão de pelo menos 50% (cinquenta por cento) das obras ou instalações previstas no projeto, o interessado deverá requerer junto a Superintendência do Ibama a realização de vistoria.

Solicitação do laudo de vistoria

Estando as obras e instalações de acordo com o projeto apresentado, o laudo será homologado e o registro do criadouro será concedido. De posse do registro, que deverá ser renovado anualmente, o interessado poderá comercializar tanto animais vivos como produtos e subprodutos provenientes de seu criadouro.

Informações adicionais

Maiores informações sobre o processo de registro de criadouros comerciais de animais silvestres brasileiros, bem como, sobre a legislação que o regulamenta, poderão ser obtidas em qualquer representação do Ibama.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLETÂNEA da Legislação Federal do Meio Ambiente. Brasília: IBAMA, 1992. 797 p.
- PORTARIA Normativa nº 118-N, de 15 de outubro de 1997. Brasília: IBAMA, 1997. 2p.

ANEXO A – MODELO DE CARTA-CONSULTA

Ao Sr. (a)

Representante do IBAMA em _____ (Estado da Federação)

_____ (nome da pessoa física) ou

_____ (nome da empresa no caso de pessoa jurídica), constituída

pelo(s) sócio(s) _____ (para pessoa

jurídica), com propriedade/sede localizada na _____

_____ (Rodovia, Estrada, Rua, etc.), no município de _____

_____, pretende iniciar criação com finalidade comercial da(s) espécie(s), _____

_____ (nome

científico e popular), conforme preceitua a Portaria nº _____.

Para tanto, declara estar ciente de toda a Legislação que regulamenta o assunto, em especial a Portaria _____ do IBAMA e a Lei nº 5.197/67.

Apresenta, em anexo, todas as informações e documentos exigidos para a aprovação desta Carta-consulta.

Atenciosamente,

Local, _____ de _____ de _____

assinatura do interessado/representante legal

ANEXO B – MODELO DE REQUERIMENTO

Ao Sr. (a)

Representante do IBAMA em _____ (Estado da Federação)

_____ (nome da empresa),
constituída pelo(s) sócio(s) _____ (para pessoa
jurídica) _____ com propriedade/sede
localizada na _____ (Rodovia, Estrada,
Rua, etc.) no município de _____, quer registro
junto ao IBAMA como comerciante dos Espécimes da Fauna Silvestre Brasileira e Exótica, Partes e Produ-
tos/Indústria/Beneficiamento de Animais Abatidos, Partes e Subprodutos da Fauna Silvestre Brasileira e Exótica
da(s) espécie(s), _____ (nome
científico e nome popular), conforme preceitua a Portaria nº _____.

Para tanto, declara estar ciente de toda a Legislação que regulamenta o assunto, em especial
a Portaria _____ do IBAMA e a Lei nº 5.197/67, com suas alterações introduzidas pela Lei
7.653/88 e 9.111/95.

Apresenta, em anexo, todas as informações e documentos exigidos para a aprovação do
Registro.

Atenciosamente,

Local, _____ de _____ de _____

assinatura do interessado/representante legal

Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável

Renato Luiz Grisi Macedo¹

Nelson Venturin²

Antônio de Arruda Tsukamoto Filho³

Resumo - Os sistemas agroflorestais apresentam os princípios básicos que alicerçam o seu manejo sustentável, a sua classificação, com suas vantagens e desvantagens e ainda realçam suas limitações e potenciais de utilização. Enfim, esses sistemas podem ser protótipos alternativos de sustentabilidade, pois estão alicerçados em princípios econômicos de utilização racional dos recursos naturais renováveis, sob exploração ecologicamente sustentável, e são capazes de gerar benefícios sociais, porém, sem comprometer o potencial produtivo dos agroecossistemas, ou seja, harmonizam-se aos fundamentos de que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras também atenderem às suas próprias necessidades.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais; Sustentabilidade; Agroecossistemas.

INTRODUÇÃO

A exploração racional dos recursos naturais produtivos passou a ter maior destaque e importância nos últimos anos, em virtude da crescente preocupação mundial com a preservação/conservação do meio ambiente. A exploração sustentável dos recursos naturais deixou de ser uma visão utópica, para se tornar uma necessidade básica e essencial do desenvolvimento tecnológico, uma vez que pode garantir o potencial produtivo desses recursos e manter a expectativa de vida destas e das gerações futuras.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são considerados como uma das alternativas de uso dos recursos naturais que normalmente causam pouca ou nenhuma degradação ao meio ambiente, principalmente por respeitarem os princípios básicos de manejo sustentável dos agroecossistemas.

Entretanto, para que os SAFs passem a ser considerados definitivamente como sistemas que visam o desenvolvimento

sustentável, é de fundamental importância o conhecimento de seus princípios básicos de manejo, suas vantagens e desvantagens, potencialidades e limitações de utilização.

Neste enfoque, o presente artigo tem por objetivo discutir os princípios básicos que alicerçam o manejo sustentável dos SAFs, a fim de fornecer informações essenciais para assegurar e facilitar o entendimento e a avaliação das potencialidades e importância desses sistemas para o desenvolvimento sustentável do meio rural brasileiro.

SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Macedo & Camargo (1994) estimam que o mundo perdeu desde a metade deste século, um quinto das florestas tropicais e uma quinta parte da superfície terrestre cultivável. A cada ano são perdidos 20 milhões de hectares de florestas e 25 milhões de toneladas de húmus por efeito da erosão,

desertificação e salinização do solo.

O avanço da agricultura de monocultivo e da pecuária, em busca de novas áreas para plantio e formação de pastagens, em várias regiões do Brasil e do mundo, é considerado uma das principais fontes causadoras da degradação dos recursos naturais; decorrente de técnicas agrícolas inadequadas e incompatíveis com o desenvolvimento sustentável de exploração desses recursos.

O desenvolvimento define-se como as modificações da biosfera e a aplicação dos recursos humanos, financeiros, vivos e inanimados, que visam à satisfação das necessidades humanas e à melhoria da qualidade de vida do homem. De acordo com a Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Nosso... 1991), o desenvolvimento sustentável é o conjunto de ações que geram processos de transformações na exploração dos recursos naturais, na direção dos investimentos e na orientação do desenvolvimento tecnológico com vistas a garantir a expectativa e o potencial

¹Eng^o Agr^o/Eng^o Florestal, Dr., Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

²Eng^o Florestal, Dr., Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

³Eng^o Florestal, Pós-Graduando Ciências Florestais UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

de vida presente e das gerações futuras.

A agrossilvicultura pode ser considerada como a ciência que estuda os SAFs. Estes, por sua vez, apresentam-se como um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais nos quais, espécies florestais são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma superfície. Essas combinações/associações/consorciações podem ser instaladas e manejadas de maneira simultânea/escalonada/seqüencial no tempo e no espaço e apresentar caráter temporário ou permanente (MacDicken & Vergara, 1990, Combe & Budowski, 1979, Nair, 1986, Montagnini, 1992 e Combe, 1992).

Macedo (1992) considera que a estrutura dos SAFs viabiliza os princípios de manejo sustentável dos ecossistemas,

principalmente através da utilização de espécies de usos múltiplos. O componente arbóreo caracteriza os respectivos sistemas e destaca-se como elemento básico, com atribuições definidas dentro de cada associação.

A presença de árvores confere alguns efeitos benéficos que podem favorecer a produtividade e a sustentabilidade dos SAFs. No Quadro 1 são apresentados alguns benefícios das árvores sobre os solos, que normalmente são utilizados no manejo desses sistemas.

Os princípios ecológicos, sociais e econômicos, apregoados pela filosofia de desenvolvimento sustentável, concretizam-se através do planejamento adequado dos SAFs. Pois, os consórcios envolvendo espécies agrícolas/animais/florestais,

normalmente, diminuem e distribuem os riscos de produção, maximizam os fatores de produção, permitem a utilização mínima de insumos adquiridos e das práticas culturais; automaticamente possibilitam rendas adicionais. Em relação ao social, a diversificação de atividades, o aumento da demanda de mão-de-obra e a sua distribuição uniforme durante o ano possibilitam a fixação do homem no campo e ainda permitem melhorias das suas condições de vida pela diversidade de produção.

A seguir, são apresentados os princípios básicos de sustentabilidade que orientam o manejo dos SAFs.

Princípio ecológico

Segundo Macedo (1993), os SAFs baseiam-se no princípio ecológico denomina-

QUADRO 1 - Possíveis efeitos benéficos das árvores sobre os solos

Processos	Efeitos benéficos
Produção de biomassa	Adição de matéria orgânica
Fixação de nitrogênio	Aumento do conteúdo de nitrogênio
Proteção contra erosão hídrica e eólica	Redução da perda de solo e de nutrientes
Absorção/reciclagem/ liberação de nutrientes	Absorção em camadas profundas do solo e reposição na superfície pela queda de folhas, frutos e galhos; conservação de nutrientes que poderiam ser lixiviados; liberação de nutrientes gradativamente, no momento requerido pelas culturas
Processos físicos	Melhora as propriedades físicas do solo, principalmente quanto à capacidade de retenção de água e infiltração
Aumento no crescimento e proliferação de raízes	Aumento da biomassa de raízes; promove associações microbianas
Qualidade e dinâmica da serrapilheira	Melhora a qualidade e a dinâmica da serrapilheira mediante a maior diversidade de espécies e das práticas de manejo adotadas
Modificação do microclima	Criação de microclima favorável ao crescimento e desenvolvimento de espécies florestais, animais e organismos microbianos
Processos bioquímicos e biológicos	Moderação de efeitos em condições de extrema acidez, alcalinidade e outras condições desfavoráveis existentes nos solos

FONTE: Dados básicos: Nair, citado por Montagnini (1992).

do Biodinâmica da Sobrevivência, que otimiza o máximo aproveitamento da energia solar vital, através da multiestratificação diferenciada de uma grande diversidade de espécies de usos múltiplos, que exploram os perfis vertical e horizontal da paisagem, visando à utilização e recirculação dos potenciais produtivos dos ecossistemas.

A sustentabilidade resulta da diversidade biológica promovida pela presença de diferentes espécies vegetais e/ou animais, que exploram nichos diversificados dentro do sistema. A diversidade de espécies vegetais utilizadas nos SAFs forma uma estratificação diferenciada do dossel de copas e do sistema radicular das plantas no solo.

As espécies arbóreas, normalmente por possuírem raízes mais longas que exploram maior volume de solo, são capazes de absorver nutrientes e água que os cultivos agrícolas não conseguiriam, uma vez que, geralmente, suas raízes absorventes estão concentradas na camada superior do solo, de 0 a 20cm de profundidade.

Em função da estratificação do sistema radicular das plantas nos SAFs, as raízes exploram maior volume de solo, com isso a competição entre os indivíduos diminui e a eficiência na retirada de nutrientes e água do solo pelas plantas é diferenciada e aumentada.

O dossel de copas formado pela diversidade de espécies vegetais proporciona cobertura do solo através da deposição de camada densa de material orgânico, gerada continuamente pela queda das folhas e ramos das diferentes culturas. Isso aumenta a proteção do solo contra a erosão, diminui o escoamento superficial, promove maior tempo de infiltração de água, reduz a temperatura do solo, aumenta a quantidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, melhora as suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

A estratificação do dossel de copas e a camada de material orgânico depositada sobre a superfície do solo reduzem a incidência direta de radiação solar que o atinge, diminuindo a ocorrência de plantas invasoras que são extremamente exigentes em luz.

Um aspecto que deve ser enfatizado, refere-se à reciclagem de nutrientes, sobre-

tudo daqueles facilmente lixiviados como cálcio (Ca), potássio (K) e enxofre (S). O cultivo consorciado tem a vantagem de retirar estes nutrientes das camadas mais profundas do solo e devolvê-los à superfície pela queda das folhas e ramos das espécies arbóreas, os quais tornam-se nutrientes disponíveis às plantas após a decomposição da matéria orgânica e posterior mineralização.

Nos SAFs a utilização de espécies florestais que interagem simbioticamente com bactérias do gênero *Rhizobium*, contribui para aumentar a quantidade de nitrogênio no solo. São conhecidas cerca de 650 espécies florestais arbóreas com capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico, das quais a maioria é leguminosa de origem tropical e subtropical.

Algumas das principais espécies florestais comumente utilizadas nos SAFs como fixadoras de nitrogênio são: gliricídia (*Gliricidia sepium*), leucena (*Leucaena leucocephala*), acácia-mângio (*Acacia mangium*), caliantra (*Calliandra calothyrsus*), ingá (*Inga spp.*), chumbinho (*Flemingia congesta*) e eritrina (*Erythrina spp.*).

Existem estimativas de que até 500kg/ha/ano de nitrogênio são fixados simbioticamente pela espécie *Leucaena leucocephala*. Já as espécies *Gliricidia sepium*, *Erythrina spp.* e *Acacia spp.* podem fixar 31, 60 e 200kg/ha/ano de nitrogênio, respectivamente. A espécie ingá (*Inga jinicuil*) em consórcio com cafeeiro no México, produziu através da fixação simbiótica cerca de 40kg de N/ha/ano, o que equivale a 53% da quantidade de fertilizante nitrogenado requerido pelo cafezal (Copijn, 1988).

A quantidade de nitrogênio (N) fixado depende da espécie florestal, do potencial de bactérias do gênero *Rhizobium* no solo, e das condições locais de implantação do sistema agroflorestal.

Princípio social

Os SAFs quando implantados em um determinado local ou região, possuem uma importante função social, a fixação do homem no campo através do aumento da demanda de mão-de-obra e sua distribuição

uniforme durante o ano (os tratos culturais e colheita ocorrem em épocas diferentes e não são as mesmas para as diversas culturas), e da melhoria das condições de vida conferido pela diversidade de produção (produtos agrícolas, florestais e animais).

Os sistemas agroflorestais, quando comparados aos monocultivos, normalmente produzem maior número de serviços e produtos para o consumo humano. Conferido principalmente pela utilização de grande diversidade de espécies florestais arbóreas e arbustivas, e pelas diferentes alternativas de consorciação com espécies agrícolas e/ou animais, a partir de uma mesma área de terra. Por exemplo, os quintais agroflorestais principalmente da região amazônica são capazes de produzir até 40% das necessidades caloríferas de uma família rural (Michon, 1983).

Princípio econômico

O princípio econômico dos SAFs busca a sustentabilidade econômica, ao produzir diferentes produtos ao longo do ano. A diversidade de produtos gera mecanismos de compensação (produtos diversificados em várias épocas do ano) capazes de colocar no mercado produtos de acordo com a demanda. Neste caso, a escolha das espécies utilizadas nos SAFs deve apoiar-se em um estudo que vise detectar produtos de maior aceitação e venda no mercado em determinadas épocas do ano. Dessa forma, o agricultor fica protegido contra as quedas de preço de mercado, as quais nunca atingem todos os produtos no mesmo momento.

O caráter perene dos SAFs diminui investimentos anuais pesados, principalmente com preparo do solo, adubações e controle de plantas invasoras. Neste caso, para diminuição dos investimentos, devem-se considerar também alguns aspectos do princípio ecológico dos SAFs, como a reciclagem de nutrientes, a proteção contra erosão do solo e o aproveitamento diferenciado da luminosidade proporcionada pela estratificação das copas das árvores.

A diversidade de culturas gera maiores oportunidades de emprego no meio rural, pois necessita para o seu manejo de uma gama variada de mão-de-obra. E, a comer-

cialização escalonada destes produtos pode aumentar a renda do produtor rural.

O associativismo e a formação de cooperativas de produtores agroflorestais em uma determinada região podem estimular a instalação de agroindústrias. A agroindustrialização dos produtos agroflorestais na própria região de produção é uma forma de se agregar valor a estes produtos, proporcionar aumento de renda aos produtores agroflorestais, gerar empregos e promover melhorias sociais no meio rural.

Portanto, é incontestável que os princípios básicos de manejo que regem os SAFs asseguram a essência de sustentabilidade deles. Porém, para a plena consolidação e expansão dos SAFs no Brasil, é necessária a existência de programas que promovam, estimulem e financiem o associativismo/cooperativismo agroflorestal regional e a instalação de microagroindústrias no meio rural.

OBJETIVOS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os SAFs têm por objetivo otimizar a produção por unidade de superfície, respeitando sempre o princípio de rendimento contínuo, principalmente através da conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis (conservação dos solos, recursos hídricos, fauna e das florestas nativas).

Para que os SAFs atinjam o seu principal objetivo, devem-se considerar como fundamentais para o sistema as seguintes características:

- a) manter-se sustentável;
- b) conferir sustentabilidade aos sistemas agrícolas;
- c) aumentar a produtividade vegetal e animal;
- d) direcionar técnicas para uso racional do solo e água;
- e) diversificar a produção de alimentos;
- f) estimular a utilização de espécies para usos múltiplos;
- g) diminuir os riscos do agricultor;

- h) amenizar os efeitos adversos dos fatores de produção;
- i) minimizar os processos erosivos;
- j) combinar a experiência rural dos agricultores com o conhecimento científico.

CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A classificação tem como objetivo facilitar a análise dos SAFs. Para tanto, agrupam-se os sistemas que apresentam características semelhantes, para serem avaliados entre si e para permitir a generalização dos seus resultados, bem como determinar o estabelecimento de regras que possam nortear as atividades do setor.

Os SAFs têm sido classificados de diferentes maneiras, segundo sua estrutura no espaço, seu desenho através do tempo, a importância relativa e a função dos diferentes componentes, assim como os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas.

Segundo Nair (1990), a classificação dos SAFs mais difundida é aquela que leva

em conta os aspectos funcionais e estruturais como base para agrupar estes sistemas em categorias:

- a) sistemas agrossilviculturais;
- b) sistemas silvipastoris;
- c) sistemas agrossilvipastoris;

Sistemas agrossilviculturais

Caracterizados pela combinação de espécies florestais com espécies agrícolas. Exemplos: consórcios agroflorestais simples do tipo cafeeiro (*Coffea arabica*) x freijó (*Cordia goeldiana*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*) x cafeeiro (*Coffea arabica*), ou mais complexos, como se observa na Figura 39, que envolvem espécies agrícolas como pupunha (*Bactris gasipaes*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e espécies florestais como ingá-cipó (*Inga edulis*), castanheira-do-brasil (*Bertholettia excelsa*) e mógno (*Swietenia macrophylla*).

Sistemas silvipastoris

Caracterizados pela combinação de espécies florestais com plantas forrageiras

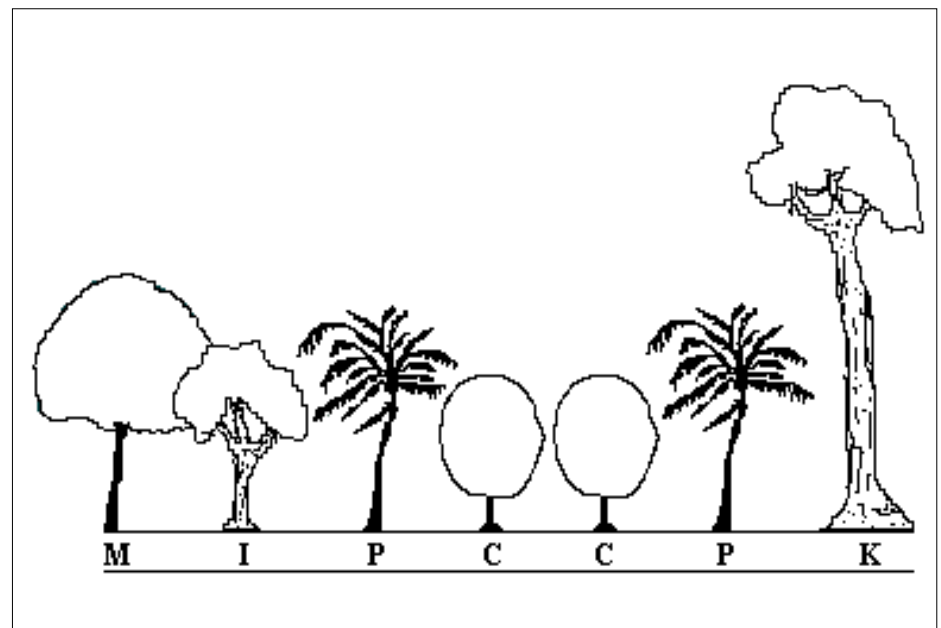


Figura 39 - Sistemas agrossilviculturais

FONTE: Dados básicos: Dubois et al. (1996).

NOTA: Espécies agrícolas em consórcio com várias espécies florestais.

M - Mogno; I - Ingá-cipó; C - Cupuaçu; K - Castanheira-do-brasil; P - Pupunha.

herbáceas e animais. A Figura 40 exemplifica um sistema silvipastoril de arborização de pastagens com árvores para sombra e alimentação dos animais.

Sistemas agrossilvipastoris

Caracterizados pela criação ou manejo

de animais em consórcios com culturas agrícolas e florestais. Como exemplo na Figura 41, tem-se um sistema agrossilvipastoril formado pela espécie florestal *pinus* (*Pinus spp.*), as espécies agrícolas de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e de milho (*Zea mays*) e, posteriormente, a inclusão do componente animal (gado).

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O manejo adequado da composição e a estrutura dos SAFs permitem potencializar algumas das suas vantagens intrínsecas, principalmente aquelas relacionadas com os aspectos biológicos e físicos:

- a) apresentam similaridades muito próximas aos padrões ecológicos naturais de estratificação e diversificação das espécies na natureza;
- b) possibilitam melhor utilização dos perfis da paisagem e da energia solar;
- c) favorecem a recirculação mais eficiente dos nutrientes no ecossistema;
- d) diminuem a ação danosa do vento;
- e) permitem um controle eficiente dos processos erosivos e um maior rendimento nas adubações;
- f) estimulam os mecanismos de controle biológico pela maior diversificação de espécies;
- g) possibilitam a fixação e incorporação de nitrogênio ao ecossistema, com a utilização de leguminosas;

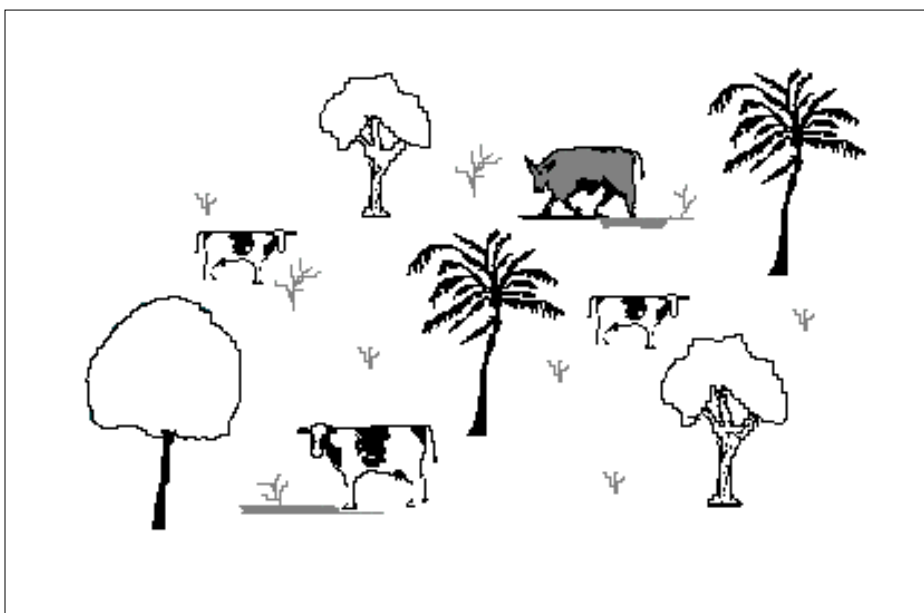


Figura 40 - Combinação de árvores com animais no sistema silvipastoril

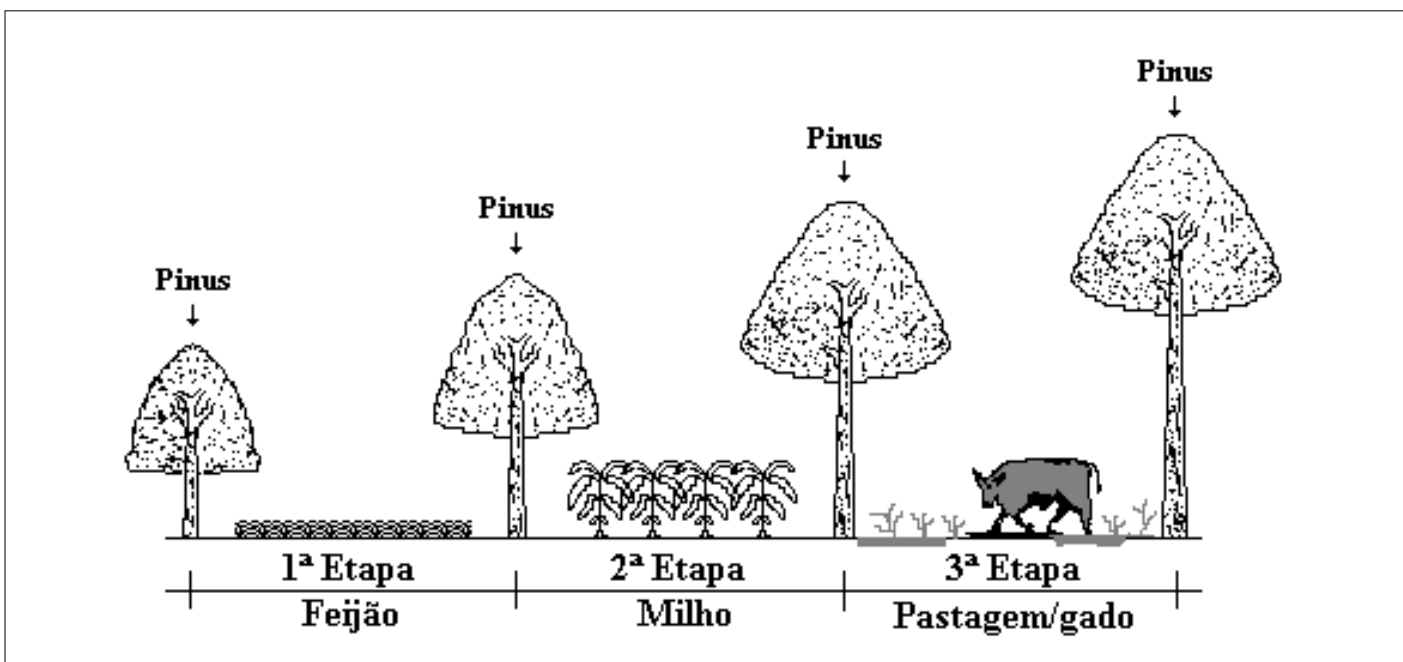


Figura 41 - Representação esquemática de um sistema agrossilvipastoril com pinus (*Pinus spp.*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*) e gado

NOTA: Sistema muito utilizado na Região Sul/Sudeste do Brasil.

h) produzem maior biomassa por unidade de área.

Porém, no planejamento dos SAFs, alguns fatores limitantes deverão também ser ponderados:

- a) pode ocorrer competição das árvores por luz, nutrientes e água;
- b) riscos de influências alelopáticas entre os componentes;
- c) a maior umidade relativa do ar pode favorecer o surgimento de enfermidades;
- d) a exploração das árvores pode causar danos aos demais componentes;
- e) pode ser dificultada a mecanização das atividades;
- f) pode ocorrer excessiva exportação de nutrientes com as colheitas.

Em relação aos aspectos econômicos/sociais advindos da exploração dos SAFs, Montagnini (1992), destacam-se as seguintes vantagens:

- a) as árvores constituem um “capital em pé” (seguro);
- b) evitam-se os riscos dos monocultivos (sazonalidades de preços, clima, pragas e doenças);
- c) permitem a eliminação de algumas práticas culturais;
- d) não provocam mudanças drásticas no sistema tradicional;
- e) a demanda de mão-de-obra é pouco afetada;
- f) permitem maior flexibilidade para a distribuição da mão-de-obra;
- g) normalmente exigem menor controle fitossanitário (menor custo);
- h) confere maior eficiência no aproveitamento dos insumos.

Por esse prisma, destacam-se como limitações os seguintes aspectos:

- a) o manejo dos SAFs é mais complexo;
- b) certos sistemas ocupam mais mão-de-obra em seu manejo;
- c) a recuperação econômica dos investimentos pode demorar mais tempo.

De acordo com Oliveira et al. (1996), vários autores consideram que os principais fatores limitantes para a plena expansão e

utilização racional dos SAFs estão necessariamente ligados às seguintes carências: estudos econômicos que comprovem sua viabilidade econômica; pessoal técnico qualificado para promover a instalação e o manejo adequado de SAFs e divulgação técnica de suas potencialidades junto aos organismos responsáveis pela definição das prioridades da política florestal brasileira.

CONCLUSÃO

A evolução dos modelos atuais de agricultura para sistemas mais intensivos de uso do solo só pode ser realizada de forma gradativa, sem grandes modificações no sistema tradicional. Qualquer sistema alternativo para ser bem-sucedido deve envolver, em nível de agricultor, o plantio de culturas alimentares de subsistência e comercial, capaz de induzir um processo de captação em benefício do produtor rural.

Para obter uma maior diversidade de espécies e multiestratificação na ocupação dos perfis da paisagem, convém promover nas áreas cultivadas a introdução de espécies madeireiras de crescimento rápido com alto valor comercial e uma maior difusão de culturas agrícolas perenes.

Inserido neste contexto, acredita-se que os SAFs apresentam-se como protótipos alternativos de sustentabilidade, pois estão alicerçados em princípios econômicos de utilização racional dos recursos naturais renováveis, sob exploração ecologicamente sustentável. E, são capazes de gerar benefícios sociais, porém, sem comprometer o potencial produtivo dos ecossistemas, ou seja, harmonizam-se aos fundamentos de que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras também atenderem às suas próprias necessidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMBE, J. Agroforestry techniques in tropical countries potential and limitations. **Agroforestry Systems and International Journal**, Boston, v.1, p.37-51, 1992.

COMBE, J.; BUDOWSKI, G. Classification de las técnicas agroforestales una revisión de literatura. In: TALLER SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA LATINA, 1,

1979, Turrialba. **Actas...** Turrialba: CATIE, 1979. p.17-48.

COPIJN, A.N. **Agrossilvicultura sustentada por sistemas agrícolas ecologicamente eficientes**. Rio de Janeiro: PTA-Coordenação Nacional, 1988. 46p.

DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAP, 1996. v.1.

MACDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. (Ed.). **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley, 1990. 382p.

MACEDO, R.L.G. Conservação e utilização sustentável da biodiversidade tropical através de sistemas agroflorestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 4, 1993, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 1993. p.245-250.

MACEDO, R.L.G. Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por atividades agropecuárias. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/UFPEF, 1992. p.136-147.

MACEDO, R. L. G.; CAMARGO, I. P. Sistemas agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1, 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v.2: Trabalhos voluntários, p.43-49. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

MICHON, F. Village-forest-gardens in west Java. In: HUXLEY, P.A. (Ed.). **Plant research and agroforestry**. Nairobi, Kenya: ICRAF, 1983. p.13-24.

MONTAGNINI, F. (Coord.). **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones en los tropicos**. San José, Costa Rica: IICA, 1992. 622p.

NAIR, P.K.R. Sistemas e práticas agroflorestais: aplicações no uso múltiplo das florestas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda. **Anais...** Olinda: SBF/SBEF, 1986.

NAIR, P.K.R. **The prospects for agroforestry in the tropics**. Washington: World Bank, 1990. 77p.

NOSSO futuro comum. Rio de Janeiro: FGV/ Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991. 430p.

OLIVEIRA, A.D. de; MACEDO, R.L.G.; SILVEIRA, V. de P. Análise econômica de um sistema agrossilvopastoril rotativo com *Eucalyptus*. In: SIMPÓSIO INTER-NACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. **Anais...** FOREST'96. Belo Horizonte: BIOSFERA, 1996. p.91.

Sistemas de informação geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias

*Helena Maria Ramos Alves¹
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira²
Helcio Andrade³*

Resumo - Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) desenvolveram-se como resultado da necessidade de armazenar e processar volumes cada vez maiores de dados sobre a Terra e solucionar questões ambientais cada vez mais complexas. O domínio de aplicação destes sistemas tem-se ampliado, acompanhando a evolução dos dispositivos de coleta de dados e das facilidades computacionais. É abordada a aplicação do SIG para a avaliação de impactos ambientais provenientes da atividade agropecuária. Explica-se também, o que é um SIG, são esclarecidos alguns dos conceitos empregados nesta metodologia, listados seus componentes principais e mostrados como estes sistemas são usados na criação de modelos computacionais do mundo real. E ainda, o que um SIG pode fazer, com exemplos de alguns dos processos de análise espacial mais típicos contrapondo com as dificuldades existentes. Também são abordadas as aplicações do SIG relacionadas com a análise ambiental, com ênfase para o planejamento de microbacias hidrográficas e a avaliação da aptidão agrícola das terras e um alerta sobre aspectos de qualidade dos produtos gerados por este sistema.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Sistemas de Informação Geográfica; SIG; Planejamento ambiental.

INTRODUÇÃO

A observação e a representação da superfície terrestre são partes importantes na organização das sociedades. Vivemos em um mundo de natureza espacial, lidando diariamente com um complexo conjunto de interações espaciais e tomando regularmente, de maneira intuitiva, decisões que envolvem conceitos de distância, direção e localização relativa. No passado, informações espaciais eram coletadas por guerreiros, navegadores e exploradores e representadas graficamente pelos antigos cartógrafos através de mapas. Na era moderna, a necessidade de armazenamento, análise e apresentação de um volume cada vez maior e mais complexo de observa-

ções sobre o planeta levou à utilização de computadores para a manipulação destes dados e ao desenvolvimento de sistemas automatizados sofisticados, que são conhecidos como Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Os primeiros SIGs foram desenvolvidos na década de 60 por agências governamentais, como resultado da necessidade premente de lidar com questões ambientais complexas. Um dos pioneiros foi o Sistema de Informação Geográfica do Canadá (CGIS), idealizado para processar a imensa quantidade de dados criados pelo inventário de terras daquele país. Atualmente, os SIGs são o resultado de mais de três décadas de evolução e inúmeras inovações tecnológicas têm favoreci-

do sua popularização. Vêm-se tornando essenciais para a análise e transferência de conhecimentos sobre o mundo e, no momento, é difícil encontrar um órgão de mapeamento ou gerenciamento de recursos naturais que opere sem um SIG ou que não esteja contemplando a implantação de um desses sistemas (Burrough, 1986 e Calijuri, 1995).

O QUE É UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Tem havido tantas tentativas de explicar o que é um SIG, que fica difícil se chegar a uma única definição. Isto deve-se, em parte, ao fato de que estas definições são influen-

¹Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG.

²Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG.

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Tit. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG.

ciadas pela formação de seus autores e reflete a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia, bem como a perspectiva interdisciplinar de sua utilização. Algumas são concisas, porém mais superficiais, como por exemplo a de Rhind (1987): "SIG é um sistema computacional para armazenar e usar dados que descrevem lugares na superfície terrestre". Outras, mais completas, como a de Burrough (1986): "um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e mostrar dados espaciais sobre o mundo real para um conjunto particular de objetivos", dão uma melhor idéia do que é um SIG, bem como do que ele pode fazer. Apesar das diferenças, é possível observar que as definições dos SIGs evidenciam três componentes principais, a seguir:

- a) são sistemas automatizados, ou seja, operados por computadores. Isto implica *hardware* (que incluem os componentes do próprio computador bem como seus periféricos tais como plotadoras, impressoras, scanners etc.), *software* (que são os programas e aplicativos que operam estas máquinas), e procedimentos apropriados (ou seja, técnicas e métodos para implementar as tarefas desejadas);
- b) foram desenhados para usar dados espaciais, também designados como dados geográficos;
- c) podem realizar várias operações de manipulação e análise nestes dados.

Neste ponto é preciso fazer uma diferenciação entre dado e informação, apesar destes termos serem muitas vezes usados como sinônimos. Dados são observações que fazemos ao monitorar o mundo real. São coletados como fatos ou evidências, que podem ser processados para adquirir significado e desta forma tornarem-se informação. É mais fácil pensarmos sobre eles como números listados em uma tabela. Para entender e analisar a tabela é necessário saber a que se referem e em que escala ou unidade de medida foram coletados e expressos. Com estes detalhes tornam-se informação, ou seja, dados com significado e contexto adicionados (Hanold, 1972).

Dados espaciais são os que descrevem

fenômenos aos quais está associada alguma dimensão espacial. O SIG utiliza uma classe particular de dados espaciais, ou seja, os georreferenciados ou geográficos. Estes dados são aqueles que descrevem fatos, objetos e fenômenos do globo terrestre associados à sua localização sobre a superfície terrestre, num certo instante ou período e possuem três dimensões: temporal, temática e espacial. A característica temporal indica quando foram coletados. Características temáticas são normalmente referidas como atributos e são associadas aos elementos espaciais para fornecer informação adicional sobre os mesmos. A localização geográfica, por outro lado, é uma característica inerente à informação e indispensável para sua análise.

Para serem usados pelo SIG, os dados precisam de uma referência espacial matemática. Um objeto geográfico qualquer, como um rio ou uma montanha, somente poderá ser localizado se puder ser descrito em relação a outros objetos cujas posições sejam previamente conhecidas, ou se tiver sua localização determinada em uma rede coerente de coordenadas. Existem vários sistemas de referenciamento, mas estes podem ser divididos em dois grandes grupos (Heywood et al., 1998):

- a) sistemas de coordenadas geográficas ou terrestres, nos quais cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um paralelo com um meridiano, sendo sua representação dada por um valor de latitude e longitude;
- b) sistemas de coordenadas planas ou cartesianas, que se baseiam em um conjunto de linhas equidistantes e retangulares, que formam uma grade ou quadrícula sobre a qual o fenômeno geográfico é determinado e graficamente representado. É também necessário um sistema de projeção cartográfica, que pode ser entendido como um método de transformação de dados sobre a superfície da terra, para a superfície plana de um mapa. O sistema de referenciamento é imprescindível e deve ser considerado previamente na elaboração de qualquer projeto, pois a escolha de um sistema inadequado pode

comprometer usos futuros do SIG (Aronoff, 1989 e Câmara et al., 1996).

Existe uma grande variedade de fontes de dados espaciais, mas estes podem ser enquadrados em primários e secundários. Dados primários são inéditos, ou seja, aqueles coletados diretamente pelo próprio indivíduo para o projeto em questão e são normalmente resultantes de levantamentos de campo. Dados secundários são aqueles que foram coletados por alguma outra pessoa ou organização e que estão normalmente publicados como mapas, dados censitários e de sensoriamento remoto, como fotografias aéreas e imagens de satélite.

Todas as fontes de dados espaciais, incluindo os mapas, são normalmente menores que a realidade que eles representam. Sendo assim, a escala é informação obrigatória, pois ela é a razão entre a distância no mapa e a distância correspondente no terreno. A escala de 1 para 50.000 (notação 1:50.000 ou 1/50.000), por exemplo, indica que uma unidade de medida no mapa equivale a 50.000 unidades da mesma medida sobre o terreno. Ou seja, 1cm no mapa corresponde a 50.000cm ou 500m no terreno. Como são geralmente representadas por uma fração, uma escala 1:100.000 é menor que uma escala de 1:20.000.

Assim, a informação geográfica é compreendida como sendo um dado ou conjunto de dados representativos de fenômenos físicos ou sociais, o qual possui uma relação direta de localização com um ponto ou porção da superfície terrestre e está inserido em um contexto particular. Um SIG pode então ser definido como um conjunto organizado de equipamentos de computação, programas aplicativos e dados georreferenciados, projetado para capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar visualmente todas as formas de informações geográficas, para um objetivo ou aplicação específica. Deste modo, o SIG é um sistema usado para agregar valor a dados espaciais. Ao permitir que os dados sejam organizados e consultados eficientemente, integrados com outros conjuntos, analisados e com novos dados que, por sua vez, possam ser reutilizados pelo sistema, o SIG cria informação de grande utilidade para planejadores e tomadores de

decisão, podendo ser empregado no planejamento da conservação ambiental, para indicar as várias alternativas existentes conforme ilustrado na Figura 42.

Componentes de um SIG

Existe tanto debate sobre os componentes de um SIG, quanto sobre a sua definição. Alguns autores enfatizam a importância de um elemento em detrimento de outro e, normalmente, os componentes: equipamento, *software* e banco de dados são mais mencionados que pessoal e instituição. Na prática todos os elementos são igualmente importantes, pois nenhum SIG existe fora de um contexto organizacional, onde haja pessoas capacitadas a planejar, implementar e operar o sistema, bem como tomar decisões com os resultados obtidos.

Os principais componentes de *hardware* estão na Figura 43. Com relação aos equipamentos, Burrough (1986) lista os elementos essenciais para uma operação eficiente:

- a) presença de um processador com capacidade suficiente para rodar o programa;
- b) memória suficiente para armazenamento de grandes volumes de dados;
- c) monitor gráfico colorido de boa qualidade e alta resolução;
- d) periféricos para aquisição, entrada e saída de dados (mesas digitalizadoras, *scanners*, impressoras, plotadoras etc.).

O *software* é geralmente composto pelos seguintes módulos básicos representados na Figura 44 (Valenzuela, 1991):

- a) um subsistema para entrada e verificação de dados;
- b) um subsistema de armazenamento e recuperação de dados espaciais numa forma que possibilita um acesso eficiente aos dados;
- c) um subsistema de manipulação e transformação, que permita analisar e gerar dados derivados;
- d) um subsistema para apresentação dos dados tanto na forma tabular como gráfica.

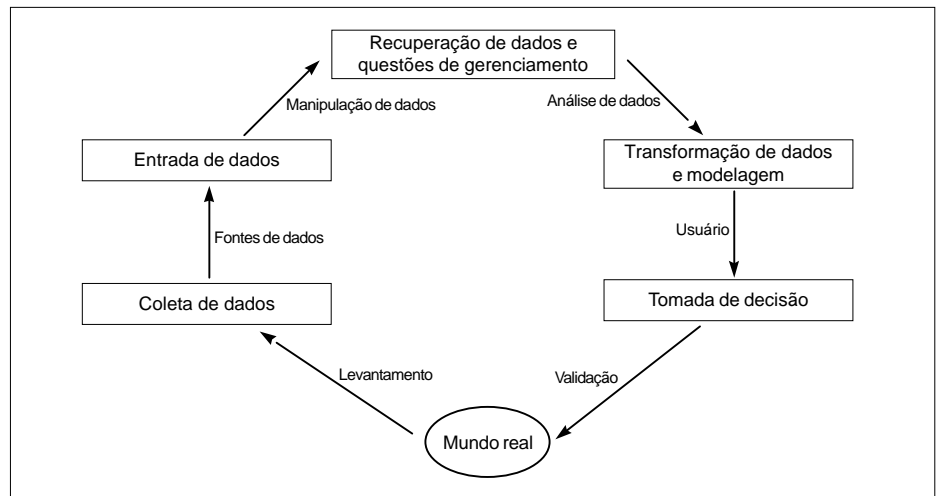


Figura 42 - Sistemas de Informações Geográficas como ferramenta de planejamento
 FONTE: Valenzuela (1991).

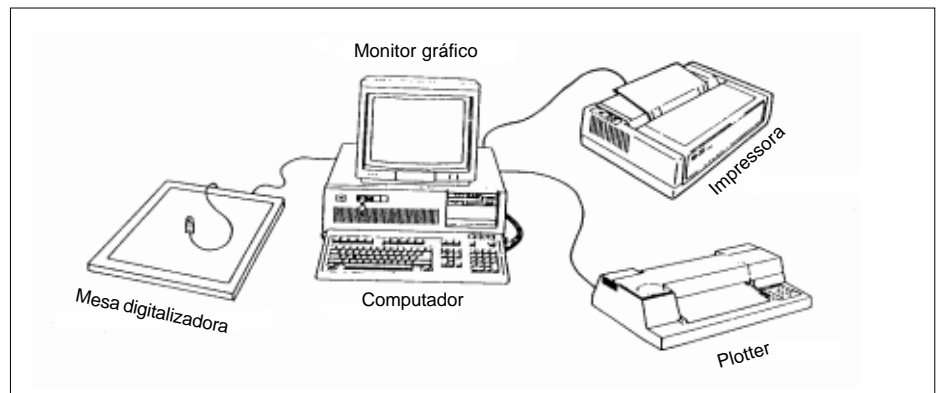


Figura 43 - Hardware necessário para a operacionalização de SIG desenvolvido para PC
 NOTA: Weir (1991).

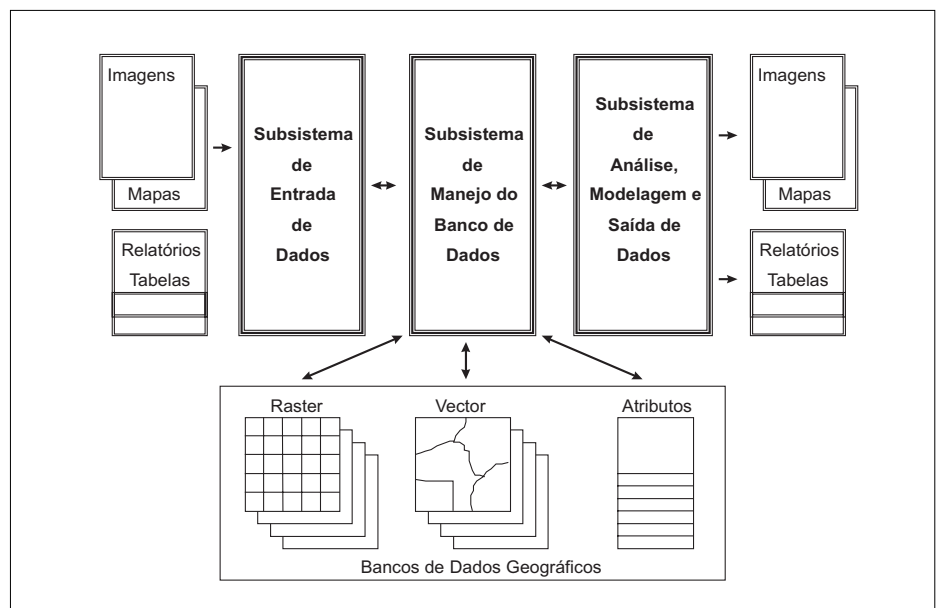


Figura 44 - Representação esquemática de um SIG
 NOTA: Valenzuela (1991).

No centro de qualquer discussão devem estar a natureza dos dados utilizados e a atenção dispensada ao armazenamento, processamento e interpretação desses dados. Isto porque a entrada e manejo de dados, bem como sua atualização, são freqüentemente os componentes mais caros e que consomem maior tempo em qualquer projeto de geoprocessamento (aproximadamente 80% da duração de qualquer projeto em larga escala). Aronoff (1989) estima que a construção de um grande banco de dados geográficos custa entre cinco e dez vezes mais que o custo do *software* e dos equipamentos. É igualmente importante lembrar que a qualidade das representações do mundo real criadas pelas técnicas de geoprocessamento são diretamente dependentes da qualidade dos dados disponíveis.

Representações computacionais da realidade

Os SIGs criam representações computacionais de aspectos do mundo real. Constituem uma visão simplificada, composta por dados e idéias de como elementos do mundo real interagem, sendo, portanto, modelos da realidade. Estes modelos simplificados contêm apenas os aspectos que o projetista considera importantes para resolver determinado problema, e seu objetivo é melhorar a nossa compreensão dos problemas geográficos.

De acordo com Heywood et al. (1998), o processo de simular a realidade por meio do SIG envolve:

- a) identificar os elementos espaciais do mundo real que são de interesse no contexto da aplicação desejada e escolher como representá-los no modelo conceptual;
- b) representar o modelo conceptual por um modelo apropriado de dados espaciais;
- c) escolher uma estrutura apropriada de dados para armazenar o modelo no computador.

Vê-se, portanto, que nesta estratégia de modelagem, quatro níveis de abstração podem ser identificados (Câmara et al., 1996):

- a) nível do mundo real: contém os elementos a serem modelados como por exemplo rios, solos, declividade, rede viária etc.;
- b) nível conceptual: neste nível determinam-se as classes básicas que deverão ser criadas no banco de dados, definem-se as operações e a linguagem de manipulação disponíveis para o usuário;
- c) nível de representação: associa as classes identificadas no nível conceptual a classes de representações. Deve-se escolher entre uma representação vetorial ou matricial, o que é muitas vezes ditado pelo *software*;
- d) nível de implementação (físico ou interno): definem-se padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar as diferentes representações.

No contexto do SIG, o mundo real é freqüentemente modelado segundo duas visões complementares: o modelo de campos (*field model*) e o modelo de objetos (*object model*). O primeiro, ainda o mais utilizado pela maioria dos SIGs, enxerga o mundo como uma superfície contínua, sobre a qual os fenômenos geográficos variam. Esta visão enfatiza a descrição da variação do fenômeno geográfico sem se preocupar com a identificação de entidades independentes. Já o modelo de objetos representa o mundo como uma superfície ocupada por objetos discretos e identificáveis, com geometria e características próprias (Câmara et al., 1996). A dicotomia de modelagem de campos ou objetos se reflete, no nível de representação, no chamado debate *raster versus vector*. Campos são freqüentemente representados no formato raster, ou seja, em uma matriz cujos elementos são unidades regulares do espaço (células). Já um objeto geográfico é tipicamente representado no formato vetorial.

Os dados espaciais precisam ser simplificados antes de armazenados no computador. Uma forma comum de fazer esta simplificação é representar estes elementos através de três entidades básicas: pontos, linhas e áreas. Cada uma destas entidades espaciais básicas é um modelo bidimen-

sional, que pode ser utilizado para representar elementos reais e foram desenvolvidos pelos cartógrafos como forma de representar elementos tridimensionais nas duas dimensões de uma folha de papel. Além destes três símbolos básicos, os SIGs utilizam duas outras formas de representação: a superfície e a rede.

Superfícies são utilizadas para representar fenômenos que variam de forma contínua no espaço. O termo modelo numérico de terreno (MNT) é utilizado para denotar a representação destas grandezas. Comumente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar outros parâmetros como teor de minerais ou propriedades do solo. As representações computacionais de mapas topográficos são denominados de Modelos Numéricos de Terreno (MNT). Esta representação pode ser feita através de grades retangulares, a partir das quais são geradas as matrizes de altitude, ou através de grades triangulares, também conhecidas como *Triangulated Irregular Network* (TIN), que são estruturas topológicas vetoriais.

Uma rede, por outro lado, é uma série de linhas interconectadas ao longo da qual existe um fluxo de dados, objetos ou materiais. O conceito de rede refere-se geralmente às informações associadas a serviços de utilidade pública, como água, luz e telefone, ou relativas a bacias hidrográficas e rodovias. Operações típicas sobre rede são cálculo de caminho ótimo.

Representação matricial vs vetorial

Conforme dito anteriormente, existem dois modos básicos de representação de dados geográficos no interior de um computador: o matricial ou varredura (*raster* ou *grid cells*) e o vetorial, representados na Figura 45.

A forma matricial (Fig. 46) consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói, célula a célula, o elemento a ser representado. Células individuais são usadas como elemento estrutural para a representação de pontos, linhas, polígonos, redes e superfícies. Desta forma, um ponto é representado por uma única célula, uma linha é um conjunto de células vizinhas arranjadas numa determinada

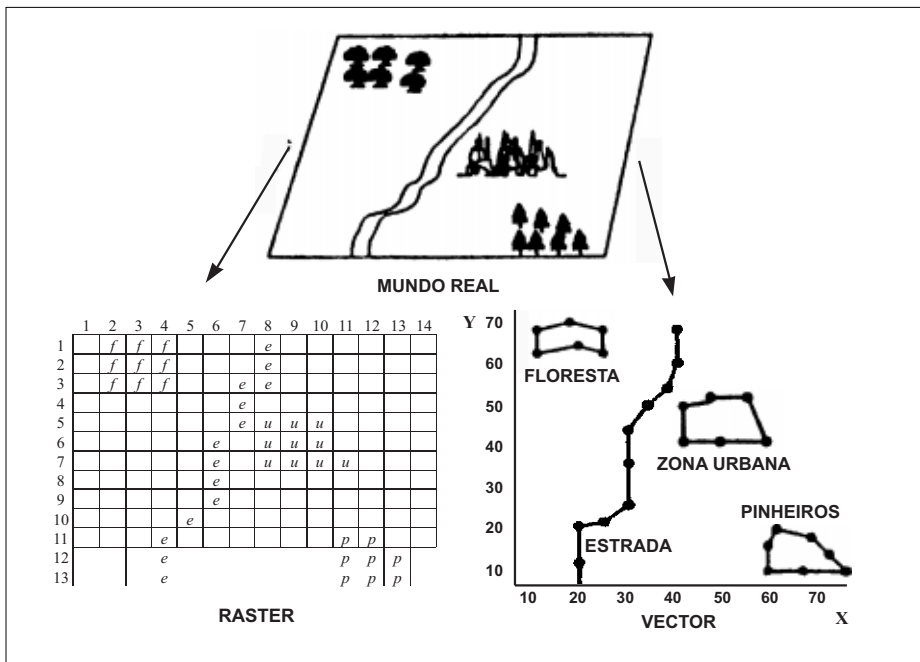


Figura 45 - Representação de dados nos modelos vetorial e matricial
 FONTE: Dados básicos: Aronoff (1988), citado por Valenzuela (1991).

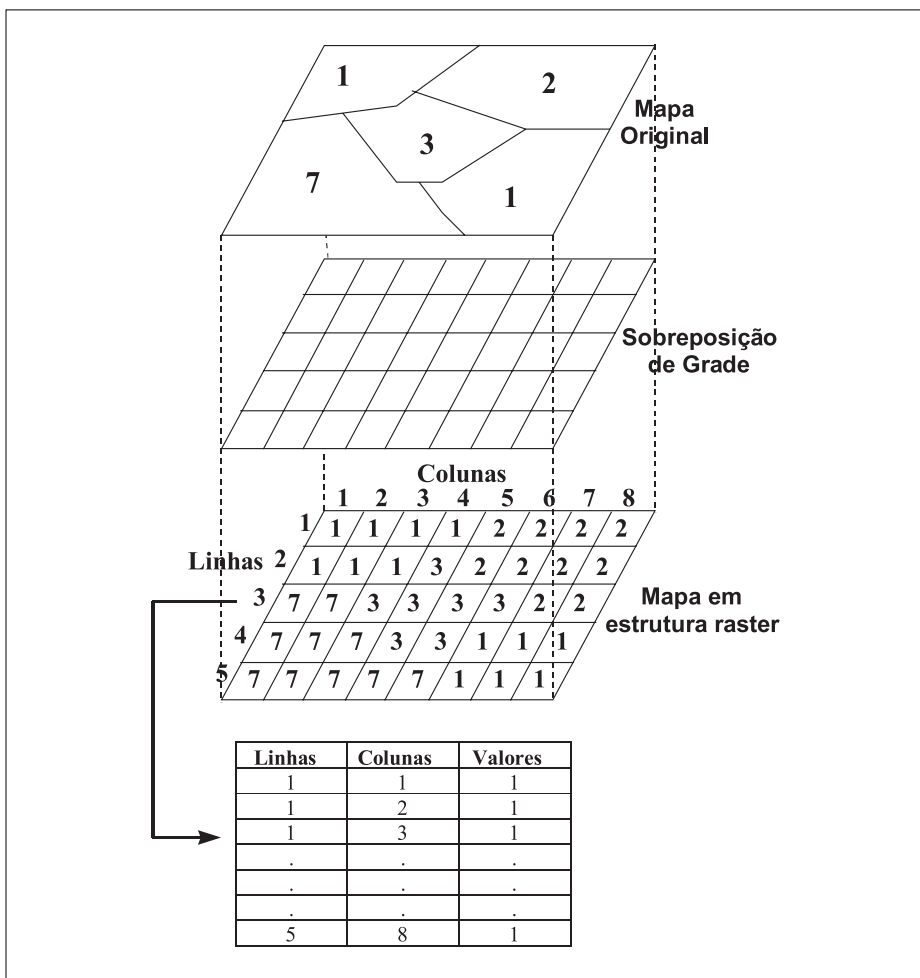


Figura 46 - Estrutura do modelo raster
 FONTE: Dados básicos: Dangermond (1982), citado por Valenzuela (1991).

direção e uma área é um aglomerado de células. Vê-se, portanto, que o tamanho da grade é muito importante e influencia o modo como o elemento aparece. Como não podem haver dois valores distintos para uma mesma célula, atributos diferentes são armazenados em arquivos separados. Operações típicas neste tipo de representação são a sobreposição de matrizes, combinando os valores das células através de funções matemáticas, e a generalização, que é a abstração de conjuntos de várias células adjacentes em uma única célula, cujo valor é calculado a partir dos valores das células selecionadas.

De acordo com Valenzuela (1991) as principais vantagens do modelo raster são:

- a) estrutura de dados simples;
- b) *overlay* e combinação de mapas e dados de sensoriamento remoto fácil;
- c) possibilidade de fazer facilmente vários tipos de análise espacial;
- d) simulação facilitada já que cada unidade espacial tem a mesma forma e tamanho.

Entre as desvantagens podem-se citar:

- a) volume de dados gráficos muito grande;
- b) erros na estimativa de perímetros e áreas;
- c) ligações em rede difíceis de estabelecer;
- d) aumento de tamanho da célula (grade) para reduzir o volume de dados pode ocasionar perda de precisão;
- e) mapas produzidos menos precisos e visualmente piores.

No formato vetorial, a representação de um elemento ou objeto é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível. A linha é utilizada como unidade lógica básica. Pontos são gravados como linhas de comprimento zero, áreas ou polígonos constituem linhas com os pontos inicial e final coincidentes. A posição de cada objeto é definida pela sua localização em um espaço do mapa, organizado por um sistema de coordenadas cartesianas. Além das coordenadas, outros dados não-espaciais (atributos) devem ser arquivados para indicar de que tipo de ponto, linha ou

polígono está-se tratando e também das ligações entre estes, a fim de que a rede de linhas possa ser reconstituída pelo computador. Estas conexões baseiam-se no uso

de pontos a que se dá o nome de nó, o qual pode ser definido como o ponto de interseção entre duas ou mais linhas. As Figuras 47 e 48 mostram de forma simplificada,

exemplos do modelo vetorial e da estrutura topológica que é gerada para um mapa neste formato. Operações comuns neste tipo de representação são operações topo-

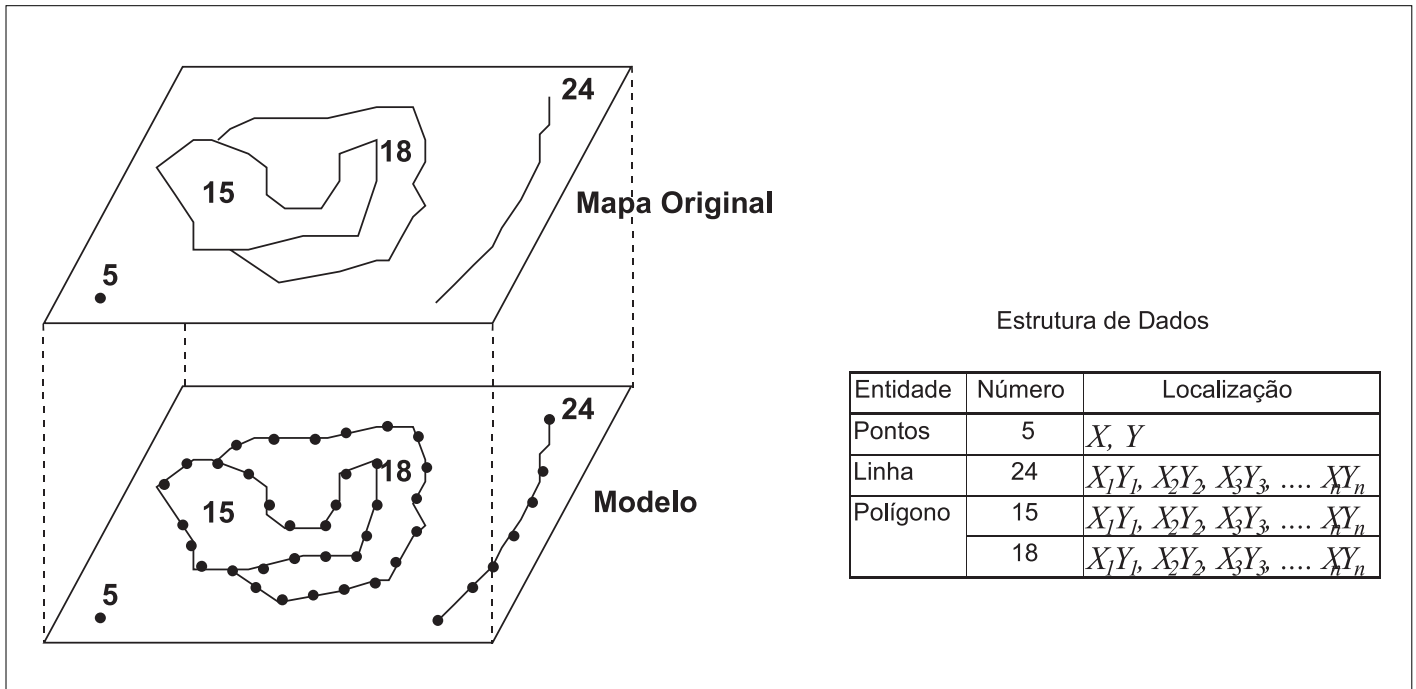


Figura 47 - Modelo vetorial

FONTE: Dados básicos: Dangermond (1982), citado por Valenzuela (1991).

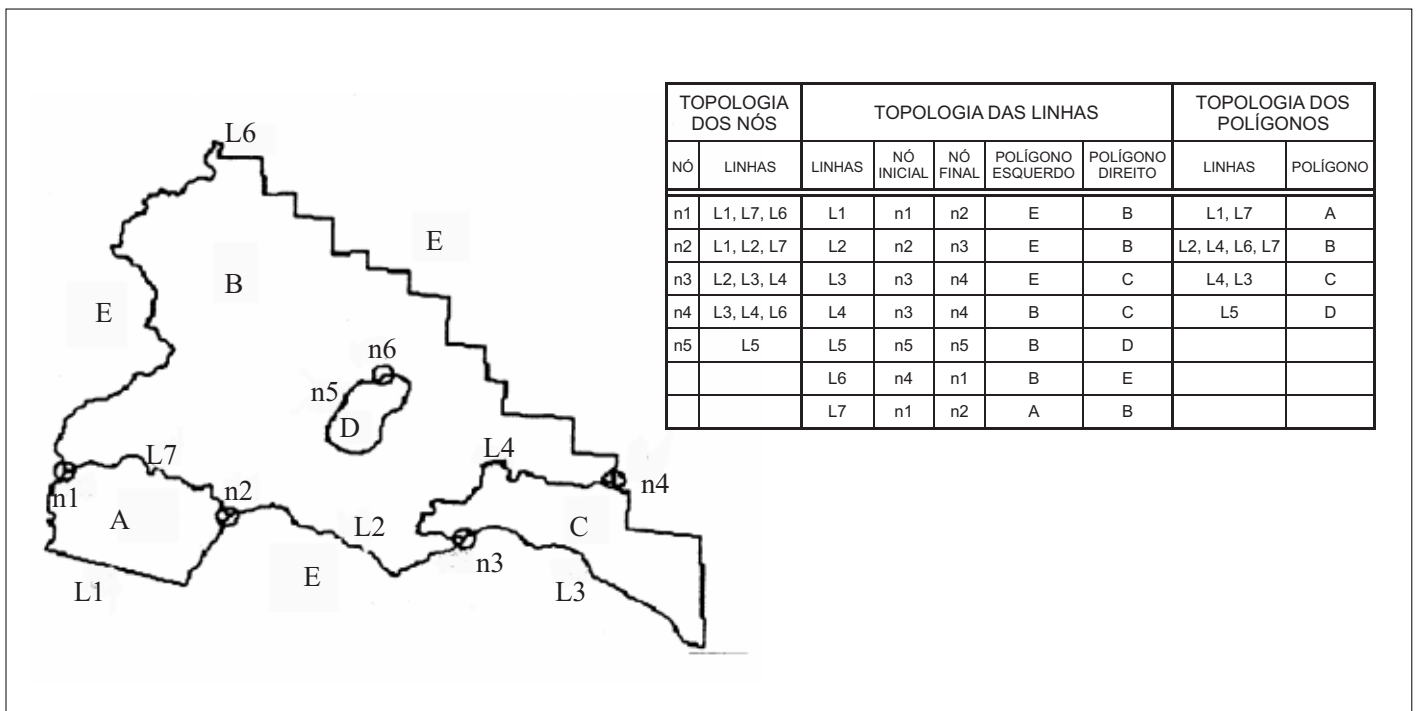


Figura 48 - Estrutura topológica

FONTE: Medeiros & Tomás (1994).

lógicas (por exemplo adjacência, inclusão) e métricas (distância, área).

O modelo vetorial também apresenta vantagens e desvantagens, algumas das quais são listadas a seguir (Valenzuela, 1991):

a) vantagens:

- estrutura de dados compacta;
- exatidão gráfica;
- possibilidade de resgate, atualização e generalização gráfica e de atributos;
- largamente utilizada na descrição de zonas administrativas.

b) desvantagens:

- estrutura de dados complexa;
- tecnologia mais cara;
- simulação dificultada em virtude da estrutura topológica;
- dificuldade no *overlay* de vários mapas ou de mapas vetoriais e rasterizados.

O QUE UM SIG PODE FAZER

Os SIGs foram desenhados para responder determinados tipos de perguntas, que incluem questões sobre localização, padrões, tendências e condições. Considerar estas perguntas nos ajudam a entender para que eles servem:

- a) Onde se encontram as áreas agrícolas de uma determinada região?
- b) Onde deveriam ser implantadas áreas de preservação ambiental?
- c) Quais seriam as implicações ambientais caso uma determinada decisão fosse tomada?

Como se vê, não existe nada de novo nestas perguntas. Contudo, muitas vezes respostas não podiam ser encontradas em função do grande volume de dados, do tempo necessário para sua obtenção/processamento ou mesmo da inexistência de técnicas para processamento destes dados. É neste ponto que os SIGs nos ajudam. De acordo com Câmara et al. (1996), as consultas em SIG são geralmente compostas ao longo de três eixos: onde, o quê e quando. Onde se refere a características espaciais, enquanto o quê se refere às características não espaciais ou temáticas. Cada

consulta fixa ao menos um dos eixos e faz variar os dados longo dos outros dois. Na maior parte dos casos a dimensão temporal é fixa, ou seja, os usuários delimitam o conjunto de dados em relação a um determinado intervalo de tempo, como por exemplo:

Quando + o quê + onde: descreve uma localização ocupada por um ou vários fenômenos geográficos (o quê) em um dado intervalo de tempo (quando). Por exemplo: Quais as áreas do estado de Minas Gerais implantadas com café durante o Plano de Renovação da Cafeicultura na década de 70?

Alguns exemplos dos processos de análise espacial típicos de um SIG estão apresentados no Quadro 1.

O grande apelo do SIG é que ele pode ser empregado como um sistema de suporte à decisão, ou seja, um programa que nos auxilia a tomar decisões. Reunir pessoas para buscar a solução para um problema comum é geralmente difícil. Técnicos de formação distinta têm concepções diferentes sobre o mesmo problema. Desta forma, para uma mesma situação, um ecologista pode recomendar uma estratégia, um engenheiro, uma segunda e um economista, uma terceira. Por meio do SIG, mapas e modelos simulados da realidade podem ser usados para auxiliar especialistas com diferentes formações a trocar idéias, comparar diferentes cenários e possíveis soluções.

Existem, contudo, alguns problemas associados ao uso do SIG como ferramenta no processo de tomada de decisão que precisam ser equacionados (Heywood et al., 1995, citados por Heywood et al., 1998):

- a) *softwares* distintos produzem muitas vezes resultados diferentes: isto se deve ao fato de que SIGs diferentes podem implementar as mesmas tarefas de formas distintas. Existem também diferenças ocasionadas pelos diferentes formatos de armazenamento dos dados nos programas;
- b) dificuldade em definir os critérios para tomada de decisões: definir claramente o problema e identificar todos os critérios relevantes são passos cruciais na elaboração de um projeto em SIG. Os resultados que você vai obter serão influenciados pelas perguntas que você fizer. Se você não faz as perguntas certas não irá obter as respostas desejadas;
- c) restrições humanas no processo de tomada de decisão: fatores humanos tais como discernimento, percepção do problema e treinamento também influenciam na efetividade do uso do SIG como sistema de suporte à tomada de decisão, visto que eles auxiliarão na formulação de questões apropriadas.

APLICAÇÕES DOS SIGs

O domínio de aplicações em SIG está-se ampliando cada vez mais, acompanhando a evolução dos dispositivos de coleta de dados e as facilidades computacionais em geral. De acordo com Silva & Carvalho Filho (1995), os procedimentos em que o SIG é utilizado podem ser agrupados em procedimentos referentes ao diagnóstico de situações existentes e de possível ocor-

QUADRO 1 - Exemplos de análises espaciais executadas pelo SIG

Análise	Pergunta geral	Exemplo
Condição	O que está...?	Quais os tipos de solo encontrados nesta microbacia?
Localização	Onde está...?	Quais as áreas com declividade acima de 25%?
Tendência	O que mudou...?	Quais os níveis de produtividade dos últimos 10 anos?
Roteamento	Por onde ir...?	Qual é o melhor caminho para construir uma estrada?
Padrões	Qual o padrão...?	Qual é a distribuição de solos mecanizáveis?
Modelos	O que sucede caso...?	Qual seria o impacto da mudança do uso da terra?

FONTE: Dados básicos: Câmara et al. (1996).

rência e os procedimentos de prognose, nos quais são feitas previsões. No primeiro são realizados os levantamentos ou inventários ambientais, que são modelos digitais do ambiente, onde transformações dirigidas podem ser executadas. Uma vez conhecida a dimensão física do fenômeno é preciso obter informações sobre sua evolução ou variação no tempo, o que é feito através do monitoramento ambiental. Usando registros de ocorrências passadas é possível melhorar nossa compreensão sobre a evolução do fenômeno ambiental e utilizar este conhecimento na previsão de possíveis ocorrências futuras. As avaliações podem gerar dois tipos de mapeamentos: de risco e potencial ambiental. Os mapas de risco mostram as limitações do ambiente a uma ação interveniente, que pode ser antrópica ou natural. Um bom exemplo são os mapas de risco de erosão de solos. O potencial identifica a extensão e possível expansão territorial de um processo ambiental. Incongruências no uso dos recursos ambientais disponíveis bem como oportunidades econômicas podem ser reveladas pelo confronto de mapeamentos de uso da terra com mapas de avaliação de um potencial. É o caso do cruzamento de um mapa de aptidão agrícola ou potencial turístico de uma região com o mapa que mostre o uso atual desta área. É possível também fazer-se o confronto entre diferentes potenciais ou potenciais conflitantes. Um bom exemplo é o cruzamento de mapas de potencial de urbanização com mapas de potencial de uso agrícola. Este conflito tem causado o desaparecimento dos cinturões-verdes em torno de grandes núcleos urbanos pelo crescimento de loteamentos de caráter especulativo. Outros exemplos citados por Silva & Carvalho Filho (1995) são os conflitos entre potencial turístico e necessidade de proteção ambiental ou potencial agrário de uma área que esteja submetida à legislação de proteção ambiental. Invasões de parques nacionais para criação de gado e atividades agrícolas são fatos comuns. A delimitação e a fiscalização destas ocorrências dependem de mapeamentos que indiquem, por confronto, quais os locais em que o potencial agrário atrai ocupação econômica e prejudica as necessidades de proteção.

SIGs também são usados no mapea-

mento e catalogação de perfis de solo e no uso destas informações para a implementação de sistemas de informação de solos, que podem ser utilizados em estudos regionais e locais voltados para a propriedade agrícola ou para a elaboração de grandes bancos de dados ambientais. Além do sistema pioneiro do Canadá, um outro bom exemplo é o programa CORINE, que envolve 12 países da Comunidade Européia e tem como objetivo desenvolver um banco de dados ambiental em escala continental. Sua criação foi uma reação aos problemas de chuvas ácidas, conservação da natureza e conflitos relativos ao uso da terra na Europa. Os trabalhos descritos a seguir são exemplos que ilustram algumas das aplicações do SIG, envolvendo problemas ambientais e a atividade agrícola.

Uso dos SIGs no planejamento de microbacias hidrográficas

O gerenciamento de recursos agrícolas é uma área de destaque para os SIGs. Assad et al. (1993) apresentam inúmeros exemplos de aplicações na agricultura, tais como o zoneamento agrícola e a identificação de épocas de estiagem. Estes autores também descrevem o uso do SIG no planejamento de microbacias hidrográficas, considerada por eles mesmos como a unidade geográfica ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais.

A primeira etapa do trabalho é o diagnóstico da microbacia, obtido através das caracterizações fisiográfica e sócio-econômica. No exemplo descrito, a área de estudo selecionada foi a microbacia do córrego Taquara, situada na porção NE do Distrito Federal, com uma área de, aproximadamente, 4.350 ha, grande concentração de pequenos produtores, significativa produção de alimentos básicos e problemas de erosão e outras formas de degradação ambiental. A caracterização fisiográfica foi feita utilizando-se o SIG, neste caso o SGI/SITIM do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os mapas de solos, de declividade, de uso da terra e de vegetação nativa, na escala de 1:20.000, foram os dados originais da microbacia armazenados no sistema SGI. Estas cartas constituíram os planos de informações (Pis)

originais do projeto.

Comparando a área ocupada pela vegetação nativa, antes da utilização agrícola da área, com a situação atual, Assad et al. (1993) observaram que 75% da microbacia foi completamente devastada e ocupada principalmente por lavouras e pastagens, o que pode ameaçar a manutenção dos recursos naturais. O estudo mostrou que cerca de 58% da mata de galeria, considerada como cinturão de proteção dos mananciais hídricos, sofreu desmatamento, devendo, segundo estes autores, a primeira área ser recuperada no menor prazo possível. Caso a recuperação não seja feita, espera-se como impacto, o assoreamento do córrego e, a médio prazo, a redução da oferta de água para abastecimento e irrigação da microbacia.

Os outros três mapas, solos, uso atual e declividade, foram sobrepostos pelo programa para a obtenção, após cruzar as informações, do mapa de meio físico da microbacia. Realizar este mesmo cruzamento manualmente seria muito complexo. Com o auxílio do programa isto pode ser realizado automaticamente, num tempo muito menor que o demandado por métodos tradicionais de análise e com a obtenção de um produto final de maior precisão. Na realidade, o overlay ou cruzamento de diferentes planos de informação, ilustrado na Figura 49, constitui uma das ferramentas mais vantajosas dos SIGs.

Com o objetivo de evitar a criação de um número muito grande de classes do meio físico, algumas classes dos mapas originais dos três planos de informação foram agrupadas. Este agrupamento foi feito levando-se em consideração a semelhança das propriedades físico-químicas das classes envolvidas, ou seja, somente aquelas áreas que a princípio teriam o mesmo tipo de manejo e conservação de solo e água foram agrupadas. Foram discriminadas, para toda a microbacia, 103 unidades de mapeamento. Algumas das classes teoricamente previstas não ocorreram de fato na microbacia. Por exemplo, é difícil imaginar a prática de uma lavoura numa declividade superior a 18% e num solo do tipo Areia Quartzosa. Portanto, estas 103 classes de meio físico correspondem às classes efetivamente presentes na área de

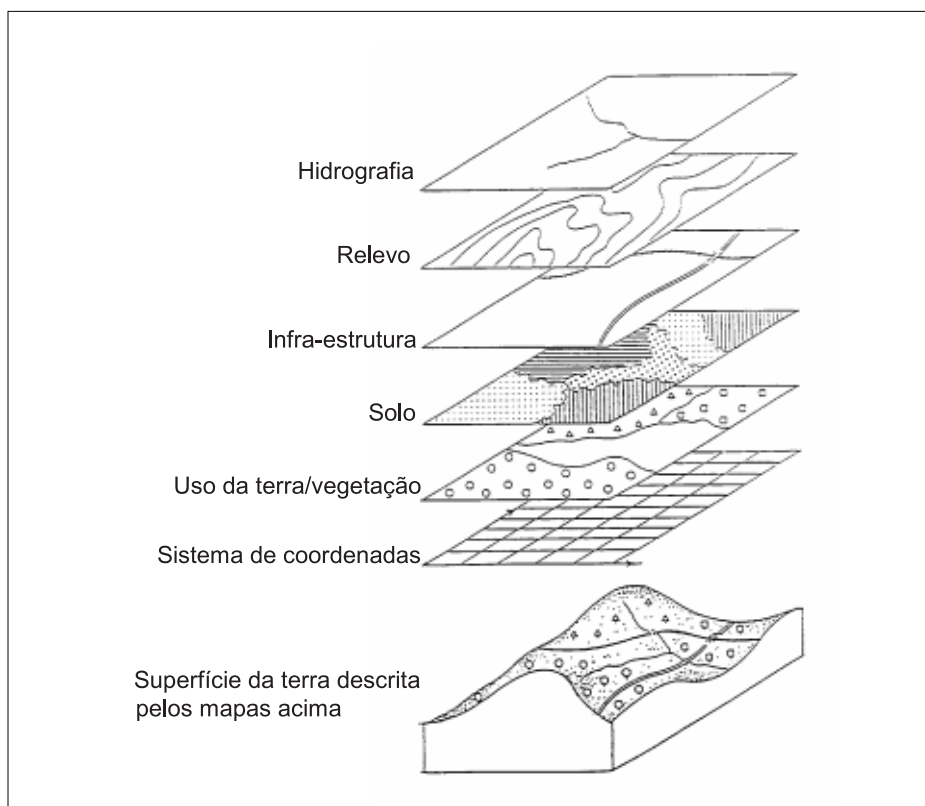


Figura 49 - O conceito de *overlay*

NOTA: SIGs permitem a sobreposição/cruzamento de mapas distintos.

estudo.

De posse destas informações, administradores, técnicos e produtores rurais podem planejar racionalmente, o uso e a conservação do solo e da água da microbacia. Para tanto, o próprio sistema, com as informações já armazenadas, pode e deve ser utilizado de acordo com as características sócio-econômicas locais. Podem, por exemplo, ser estabelecidos critérios de agrupamento de classes do meio físico com o mapa das propriedades da microbacia. Diferentes cenários de uso da terra podem ser simulados e utilizados na avaliação dos impactos ambientais e sócio-econômicos acarretados por estas possíveis mudanças. Estas avaliações podem ser relacionadas com impactos positivos decorrentes de medidas conservacionistas, como por exemplo, reconstituição da área de matas. Os resultados apresentados na forma de mapas, dados quantitativos e outros recursos visuais, constituem argumentos convincentes junto a órgãos públicos, agentes financeiros e principalmente a própria comunidade local, que pode tornar-se mais

ativamente envolvida na preservação do ambiente. É importante salientar que uma vez criado o banco de dados, este pode e deve ser complementado e atualizado periodicamente, seja com a agregação de novos dados, seja com o refinamento das informações já armazenadas, para que o monitoramento do uso e conservação dos recursos da microbacia possa tornar-se cada vez mais eficiente.

Uso de SIGs para a avaliação da aptidão agrícola das terras

Formaggio et al. (1992) apresentaram uma sistemática de aplicação do SGI, do INPE, na determinação semi-automática da aptidão agrícola, a partir das informações fornecidas por levantamentos de solos e cartas topográficas e da avaliação comparativa com o uso atual, por meio do uso de imagens de satélite, para a determinação da taxa de adequação das terras.

A área de estudo correspondeu a 400 km² na região do Leme (SP). O método empregado seguiu o fluxograma mostrado na

Figura 50. Com base no levantamento de solos da região (mapa e relatório) e cartas plani-altimétricas, foram gerados 11 planos de informação referentes aos fatores limitantes, para a determinação do mapa de aptidão agrícola no SGI. As unidades de mapeamento do mapa de solos foram reclassificadas com base nos dados de solo e tabelas de conversão, para mostrar por exemplo, disponibilidade de água na zona de enraizamento (PI ÁGUA) e toxicidade de alumínio (PI TAL) entre outras. O uso atual foi mapeado pela interpretação de imagens do satélite Landsat-5. Com o cruzamento destas informações via SGI, obteve-se o mapa de taxas de adequação de uso, mostrando que 17,5% da área de estudo enquadravam-se nas classes baixa ou inadequada, devido a usos mais intensivos que os recomendados. O estudo permitiu a Formaggio et al. (1992) concluir que as classes de aptidão agrícola, em conjunto com as classes de uso da terra, mapeadas via imagens de satélite e cruzadas através de SIGs, constituem excelentes ferramentas para o monitoramento periódico das taxas de adequação, que, por sua vez, podem ser associadas a estudos de impacto ambiental.

A utilização de SIGs vem permitindo o zoneamento de áreas de forma mais eficiente, substituindo métodos tradicionais de análise, quase sempre mais onerosos e de manipulação mais difícil (Sano et al., 1990, citado por Assad, 1993). Segundo Assad (1993), a modificação rápida do uso do meio físico, decorrente da intensificação e da modernização da agricultura, particularmente em áreas de expansão de fronteira agrícola, impõe a adoção de técnicas de avaliação e de diagnóstico que acompanhem a dinâmica espaço-temporal do uso da terra. Por meio dos SIGs pode-se monitorar a variação de temas, obtendo-se novos mapas com rapidez e precisão, a partir da atualização dos bancos de dados. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta no estudo de potencialidades do meio ambiente. No caso específico da avaliação da aptidão das terras para a agricultura, etapa importante para a definição de práticas adequadas de manejo e conservação do solo e da água, os SIGs podem facilitar o trabalho de representação gráfica

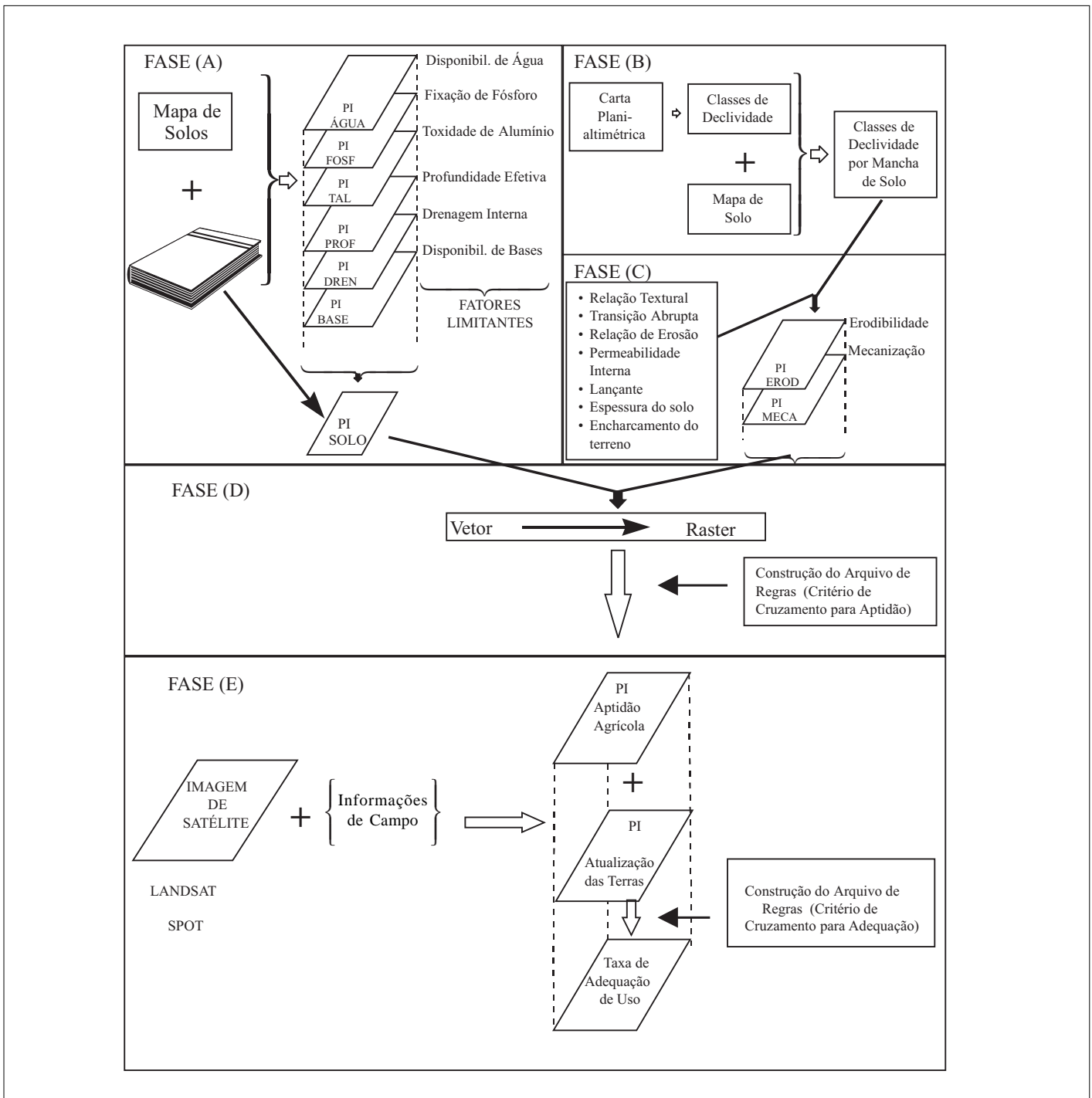


Figura 50 - Fluxograma do método empregado por Formaggio et al. (1992)

das classes e de atualização das informações. Mas a sua maior contribuição parece ser o fato de minimizar a complexidade e o grau de subjetividade de estimativas feitas a partir de cruzamentos realizados de forma manual. Contudo, cabe ressaltar a necessidade de dispor de bases cartográficas confiáveis ou, pelo menos, espacialmente ajustadas.

QUALIDADE DOS RESULTADOS DE UM SIG

De acordo com Davidson (1992), para concluir-se um capítulo sobre SIGs é importante discutir sobre alguns dos aspectos relacionados com a qualidade dos resultados, ou seja, dos produtos dos SIGs. Conforme comentado anteriormente, SIGs são utilizados como forma de fornecer in-

formação para uma ampla gama de decisões. É inevitável que exista um certo grau de incerteza associado a qualquer decisão, mas o objetivo de utilizar-se da informação gerada pelo SIG é justamente reduzir esta incerteza. Como não é possível eliminá-la completamente, as decisões deveriam ser tomadas com o devido conhecimento do grau de incerteza associado, embora na

prática isto raramente acontece. O grau de incerteza aceitável deveria ser considerado no início do projeto, pois estas considerações exercem uma forte influência na seleção da informação a ser incorporada ao banco de dados, nos métodos de processamento destes pelo SIG e na resolução dos mapas resultantes.

As possíveis fontes de erros associadas aos SIGs foram descritas por Burrough (1986) e sumarizadas por Davidson (1992). Segundo estes autores, as três categorias principais são:

- a) fontes óbvias de erro como, por exemplo, intensidade do levantamento original e escala do mapa publicado;
- b) erros resultantes de variações naturais ou de medições originais como, por exemplo, variação dentro de unidades de mapeamento de solos;
- c) erros que surgem no processamento, tais como aqueles propagados pela sobreposição de mapas ou transferência vetor-raster.

As duas primeiras fontes de erros listadas podem ser agrupadas como erros herdados e a terceira como erro operacional. A estes, no entanto, devem ser acrescentados os erros associados à entrada dos dados no SIG. Uma boa ilustração pode ser dada através de uma das operações básicas em um SIG, que é a digitalização de mapas. Dois operadores diferentes ou um mesmo operador repetindo um processo de digitalização quase que certamente produzirão resultados diferentes. Estas diferenças são evidenciadas se compararmos os resultados da digitalização com o mapa original que foi utilizado como fonte dos dados. Os desvios entre o mapa original e o mapa digitalizado são uma expressão da precisão (*precision*) da digitalização. Para avaliarmos a exatidão (*accuracy*), em contraste com a precisão, o mapa digitalizado tem que ser comparado com a realidade por ele representada (como por exemplo os verdadeiros limites de um município ou a verdadeira linha costeira de uma região). Isto envolve o nível de detalhe com que aquele aspecto do mundo real foi originalmente mapeado, sendo influenciado por exemplo pela escala de mapeamento, por erros associados à projeção do mapa, à transformação dos dados de vetor para

raster e outros mais. Em essência, o significado de qualidade para os produtos de um SIG é expresso pela variação entre o resultado e a fonte de informação – precisão, e entre o resultado e a realidade – exatidão. É preciso estar atento a estes aspectos em função, principalmente, da credibilidade que converge dos produtos gerados por computadores. O processamento pelo SIG pode gerar uma degradação de dados que muitas vezes não estará aparente no resultado final.

CONCLUSÃO

Praticamente todos os países do mundo possuem áreas de beleza natural e valor em termos de preservação, que precisam ser manejadas e protegidas no interesse da população. O conhecimento da localização, quantidade e disponibilidade destes recursos naturais é essencial ao planejamento ambiental racional. Os responsáveis pelo manejo destas áreas enfrentam o problema de balancear atividades humanas (tais como agricultura, indústria e turismo) com os elementos naturais da paisagem (tais como clima, flora e fauna), para garantir a manutenção das características locais. Os SIGs podem auxiliar grandemente neste trabalho, mas para isso, como alertam Silva & Carvalho Filho (1995), não devem ser entendidos apenas como um meio de produção de mapas temáticos, medidores de distâncias ou outros produtos de análise topológica. Devem também ser entendidos como base metodológica para a análise ambiental e ser utilizados para gerar informação ambiental e criar modelos de processos ambientais que auxiliem na tomada de decisão. Bem utilizados, eles fornecem aos planejadores uma fonte prontamente disponível de fatos relacionados com as ciências da Terra e a ferramenta barata, rápida e flexível, para combinar estes fatos e criar alternativas de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa: WDL, 1989.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília:

- EMBRAPA- CPAC, 1993. Cap.4, p.89-108.
- ASSAD, M.L.L. Sistema de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola de terras. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1993. Cap.8, p.173-199.
- BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1986. 193p.
- CALIJURI, M.L. **Sistemas de informação geográfica II**. Viçosa: UFV, 1995. 40p.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: UNICAMP, 1996. 193p.
- DAVIDSON, D.A. **The evaluation of land resources**. Harlow, Essex: Longman, 1992.
- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S.; EPIPHANIO, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.2, p.249- 256, maio/ago. 1992.
- HANOLD, T. An executive view of MIS. **Datamation**, Los Angeles, v.18, n.11, p.66, 1972.
- HEYWOOD, I.; CORNELIUS, S.; GARNER, S. **An introduction to geographical information systems**. Harlow, Essex: Longman, 1998.
- MEDEIROS, J.S.; TOMÁS, D.D. **Introdução aos sistemas de informações geográficas: versão preliminar**. São José dos Campos: INPE, 1994. 33p. Notas de aula.
- RHIND, D.W. Recent developments in GIS in the U.K. **International Journal of Geographical Information Systems**, v.1, n.3, p.229-241, 1987.
- SILVA, J.X. da; CARVALHO FILHO, L. M. Sistema de informação geográfica: uma proposta metodológica. In: TAU-K-TORNISIELO, S.M. **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p.329-344.
- VALENZUELA, C.R. Basic principles of geographic information systems. In: BELWARD, A.S.; VALENZUELA, C.R. (Ed.). **Remote sensing and geographical information systems for resource management in developing countries**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 1991. p.279-295.
- WEIR, M.J.C. Computer systems for geographic information systems. In: BELWARD, A.S.; VALENZUELA, C.R. (Ed.). **Remote sensing and geographical information systems for resource management in developing countries**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 1991. p.297-300.

Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) como mitigador de impactos sócio-econômicos em empreendimentos agropecuários

Marcos Affonso Ortiz Gomes¹
Alessandro Vanini Amaral de Souza²
Ricardo Silveira de Carvalho³

Resumo - A busca por outras metodologias de pesquisa e intervenção é condição básica para que o paradigma ambiental penetre de modo transformador nas propostas e ações de desenvolvimento rural. Dentre as inovações surgidas está o DRP. O cerne do DRP está em construir com a população local os caminhos do auto-diagnóstico, valorizando mais a precisão necessária dos dados e a análise dialógica entre técnicos e população local. Os empreendimentos projetados através do DRP processam uma negociação de interesses sócio-econômicos, técnicos e culturais, aumentando suas chances de sustentabilidade.

Palavras-chave: Participação; Diagnóstico; Sócio-economia.

INTRODUÇÃO

A grande marca dos tempos modernos nas ações produtivas humanas é o avanço tecnológico dos meios de produção, decorrente da aplicabilidade das ciências, e que acelerou exponencialmente a capacidade de transformação das matérias. Esta aceleração mudou a percepção simbólica social do tempo, colocando o homem numa posição imaginária de domínio sobre o tempo natural (Köbler, 1990). Pode-se afirmar a existência de uma cognição temporal própria da cultura moderna, na qual é imaginado que tudo, sem exceção, transforma-se rapidamente.

Contudo, do provérbio latim “*natura non facit saltum*” (a natureza não dá saltos), aprendemos que existem outras proporções de tempo e mudança.

As nações que integram o grupo conhecido como de países em desenvolvimento receberam como herança esta cultura moderna e, com um componente diferenciado das nações-espelho, procuraram acelerar

não só os meios produtivos, mas as relações sociais favoráveis à adoção desses meios. Assim, produção econômica e relações sociais entraram praticamente num mesmo foco de transformação tecnológica, planejada tecnicamente de modo centralizado, procurando acelerar o desenvolvimento do que era subdesenvolvido, pois não havia tempo a perder.

Grande parte do esforço inicial foi desperdiçado em empreendimentos que lograram, às vezes, resultados econômicos, porém poucos resultados sociais positivos foram conseguidos, quando se compara à distribuição dos diversos benefícios nas sociedades dos países-espelho. A tentativa de aceleração pela técnica considerou o aspecto humano apenas como uma variável que devia ser transformada através de estímulos de racionalidade economicista. Na regra, os planos empreendidos embutiam o lema: “fazendo exatamente assim, os resultados auferidos serão bons”, mas a realidade mostrou outras conseqüências. Não foram necessariamente os cálculos técnicos

o problema, mas a visão simplista das relações sociais, políticas e culturais, sobre as quais o empreendimento seria erguido.

Numa extensa fase do planejamento tecnocrático, ainda predominante, aquela minoria que teve acesso à formação técnico-científica se eximiu prioritariamente da autocrítica e incorporou uma explicação também simplista para os resultados parciais dos empreendimentos: o povo não é apto, principalmente diante de fracassos e impactos negativos. Do outro lado, a sociedade desenvolveu uma dissimulação irônica do mundo dos doutores. Ao contrário do que se observa nos países-espelho, onde um intenso debate ocorre entre técnicos e beneficiários dos projetos antes da sua implementação, no Brasil ambos os lados falam linguagens descontínuas, diminuindo seu comprometimento com a efetividade dos resultados.

Há uma mudança em curso que ainda não se pode considerar uma tendência, contudo, a procura por formas de diálogo para minimizar o abismo entre o planeja-

¹Historiador, Ph.D. Soc. do Desenvolvimento, Prof. UFLA, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: maogomes@ufla.br

²Eng^o Agr^o, Aperf. Des. Rural, TERRA Assessoria, Pesquisa e Desenvolvimento, R. Edésio Fernandes, 235, CEP 37200-000 Lavras-MG.

³Adm. Rural, TERRA Assessoria, Pesquisa e Desenvolvimento, R. Edésio Fernandes, 235, CEP 37200-000 Lavras-MG. E-mail: wtterra@ufla.br

mento técnico e a execução social, política, cultural e econômica dos empreendimentos acaba colocando em evidência a problemática da participação. Este conceito invoca relações entre as partes envolvidas e contrapõe-se à concepção de receptáculos passivos de intervenções bem-intencionadas e tecnicamente perfeitas.

Este artigo não se propõe a discutir as causas influentes neste processo de mudança. Ao contrário, trata de um método, o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) que pode contribuir para operacionalizar tal processo, pressupondo que os técnicos que planejam estão em busca de um outro relacionamento com os impactados por seus planos e projetos. Assim, objetiva-se definir, demonstrando sua importância, o que vem a ser o DRP, conforme seus princípios básicos e algumas de suas técnicas de campo mais utilizadas. Seus produtos, estão descritos de modo que venha a estabelecer os vínculos com a temática de empreendimentos agropecuários e a mitigação dos seus impactos.

DIAGNÓSTICO RÁPIDO PARTICIPATIVO (DRP)

Introduzido no Brasil pelas Organizações Não-Governamentais (ONGs), que procuravam uma forma satisfatória de diálogo entre o saber técnico e o saber prático dos agricultores, o DRP vem-se tornando uma ferramenta muito importante para o diagnóstico integrado e interdisciplinar de realidade no meio rural, o preparo do planejamento local, a avaliação da ocupação espacial, o estudo de viabilidade de projetos, a mobilização em torno de ações nas microbacias etc. O interesse pela participação social tem crescido e tornado proposta em muitos projetos públicos e privados de intervenção para o desenvolvimento, mas nem todas as iniciativas garantem uma participação efetiva dos envolvidos. Por isso, além de apresentar os recursos oferecidos por este método de garantida adaptação à realidade brasileira, é necessário discutir o aspecto comportamental dos agentes externos durante o processo de sua aplicação, para assegurar o envolvimento da população parceira nos empreendimentos.

Por que um diagnóstico rápido/rural participativo?

Empreendimentos agropecuários planejados sem diagnóstico vêm sendo paulatinamente abandonados. Até recentemente, se um país ou uma localidade possuísse uma fruticultura desenvolvida, muitas vezes custeavam-se estudos dispendiosos sobre aquela realidade específica e depois introduziam-se bruscamente projetos com base na experiência externa, buscando uma população e uma região, sem conhecê-las, para ser o alvo. Num outro nível, já existiram programas e projetos como por exemplo o Planvale (1991), que executaram diagnósticos complexos e de alto custo, porém, seguindo sua trajetória, muitas vezes o aproveitamento dos resultados do diagnóstico inicial era muito baixo ou, por outro lado, tomava-se contornos muito diferenciados na sua execução. Neste caso, atribuía-se a responsabilidade pelas alterações de percurso às ingerências políticas, ficando muitos destes programas e projetos sem continuidade.

Destes dois extremos, entre a ausência completa do diagnóstico e aqueles de altíssima precisão técnica, consolidam-se alguns consensos:

- a) há sempre necessidade de partir de um levantamento da realidade, em que se pretende empreender algo;
- b) o grau de precisão dos dados não deve ser definido apenas pelas disciplinas científicas separadamente, sob um propósito puramente acadêmico. Isto significa que, dada a complexidade dos aspectos ambientais e sócio-econômicos em qualquer empreendimento agropecuário, não devem estar definidos, a priori, os dados e a profundidade destes por área científica exigida no caso. Isto, muitas vezes, torna o processo de diagnóstico muito oneroso, detalhista em excesso de acordo com os referenciais teóricos de cada disciplina, ao ponto de impossibilitar a abordagem multidisciplinar. As consequências são óbvias: os recursos destinados ao empreendimento acabam sendo consumidos nesta fase e na de planejamento, tornando insufi-

ciente a parcela destinada à sua implementação.

Foi com o propósito de tornar a fase de diagnóstico mais breve possível, de acordo com a precisão necessária para o planejamento da ação empreendedora (não-acadêmica), e de conter a vaidade de uma disciplina sobre a outra, que técnicos desenvolveram o Rapid Rural Appraisal (RRA) ou Diagnóstico Rápido Rural (DRR). Este método foi direcionado para adquirir rápida e eficientemente novas informações e hipóteses sobre a vida e os recursos no meio rural (Carruthers & Chambers, 1981, citados por Schönhuth & Kievelitz, 1993). Uma equipe multidisciplinar sistematiza uma atividade semi-estruturada de coleta de dados exercida diretamente no local, ficando num campo intermediário entre estudos de áreas específicas e levantamentos estatístico-formais amplos. Neste formato, o diagnóstico não pressupõe uma negociação prévia de interesses com os agricultores, o que passou a ser a primeira condição para transformá-lo em participativo.

O Participatory Rapid/Rural Appraisal (PRA) ou DRP foi um passo a mais, dado por esses mesmos técnicos, na direção de uma aproximação maior entre os agentes externos e a população impactada pelo empreendimento. Esta transformação, além de limitar o poder de uma disciplina sobre a outra, vinda da experiência multidisciplinar do DRR, caracterizou-se pela recolocação do saber técnico-científico em um nível não de superioridade, mas de colaboração com os grupos sociais providos de saberes engendrados na sua prática produtiva e nas suas relações sociais.

Num processo invariavelmente diferente do planejamento tecnocrático, a postura da equipe técnica no DRP é a de criar um caminho para estimular e apoiar os membros de grupos sociais num espaço de tempo significativo, para que estes possam investigar, analisar e avaliar seus obstáculos e chances, assim como tomar decisões fundamentais e na hora certa, relacionadas com os projetos a seu respeito (Chambers et al., 1989). Nesta forma de diagnóstico, o propósito, em primeiro lugar, não é o dado academicamente tratado, mas o processo de aprendizado dos envolvidos, despertando-os para valorizar o que sabem e o

que podem saber mais. “Ao descobrir que sabe, descobre o que não sabe. Ao descobrir que sabe e não sabe, descobre que pode saber” (Freire, citado por Passetti, 1998). É neste momento que o conhecimento científico entra, complementar às análises e avaliações deles.

Deste modo, com a participação, buscase prioritariamente o conhecimento sobre a área de abrangência do empreendimento junto àqueles que serão impactados por ele. Isto já é *mitigador* por si só, pois, desde o processo gerador dos dados para o empreendimento, as pessoas estarão interferindo na sua formulação e avaliação, sempre dependendo, é claro, do interesse dos formuladores técnicos e políticos em estar procurando de fato com os impactados, as melhores saídas, em todos seus aspectos. Ao final, não são apenas os grupos sociais atingidos que cedem à concepção técnica e ao interesse do grupo empreendedor. No projeto construído com o auxílio do DRP, o conjunto de ações de implementação caracterizará fundamentalmente concessões de todas as partes. Quando se trata, então, de questões de meio ambiente e de relações humanas que o entrecortam, a participação não deve deixar essas complexas teias serem representadas de modo simplista no empreendimento planejado.

Portanto, o DRP é erguido sobre três pilares fundamentais: o da participação, o do comportamento e o das técnicas de campo.

PARTICIPAÇÃO

Este conceito pressupõe divisão de poder no processo decisório, passando pelo controle das partes sobre a execução e avaliação dos resultados. Participar é tomar parte das decisões e ter parte nos resultados. Segundo Brose (1997), o mais importante não é o resultado em si que a participação pode trazer, mas o processo de exercitá-la. Este autor sintetiza os princípios que regem a participação:

- a) é uma necessidade humana e, por conseguinte, constitui um direito das pessoas;
- b) justifica-se por si mesma, não por seus resultados;

- c) é um processo de desenvolvimento da consciência crítica e de aquisição de poder;
- d) leva à apropriação do desenvolvimento pelo povo;
- e) é algo que se aprende fazendo e se aperfeiçoa;
- f) pode ser provocada e organizada, sem que isto signifique necessariamente manipulação;
- g) é facilitada com a organização e a criação de fluxos de comunicação;
- h) devem ser respeitadas as diferenças individuais na forma de participar;
- i) pode resolver conflitos, mas também gerá-los;
- j) não se deve sacralizar a participação: não é panacéia, nem indispensável em todas as ocasiões.

Estes princípios são norteadores, principalmente de que a participação nunca pode ser almejada como solução para qualquer problema, mas como processo diferenciado de relacionamento humano e, no caso do diagnóstico, de construção participada de conhecimento entre agentes externos e grupos sociais impactados por um empreendimento. Anterior à operacionalização do método está a forma da abordagem e o comportamento dos agentes. Dos diferentes níveis possíveis de participação, deve-se ir fazendo e aprendendo, com um espírito aberto e não possessivo, até que as habilidades dos grupos sociais aprimorem-se para o auto-diagnóstico, a capacitação técnica, o conhecimento partilhado, o respeito entre as organizações e pessoas e o resgate da auto-estima dos grupos sociais.

Uma vez buscada a participação no processo de diagnóstico, quase que necessariamente esta abordagem avançará sobre as fases de planejamento, execução e avaliação do empreendimento. O interesse em trilhar por ela desencadeia um compromisso que vai mais além de apenas manter uma coerência metodológica de um levantamento sócio-econômico. Criadores e usuários do DRP adotaram recentemente um outro nome significativo para intervenções que adotam estas orientações: Participatory Learning and Action (PLA).

COMPORTAMENTO

Segundo pilar do DRP, o comportamento refere-se ao indivíduo participante do processo de diagnóstico. A postura individual tem uma importância crucial para que as pessoas chamadas a colaborar com o levantamento venham abertamente se engajar ao processo. Trata-se de reconhecer a intersubjetividade que existe em qualquer relacionamento humano e que interfere em muito no resultado deste. É inerente às pessoas adultas, socializadas, em condições normais de respeito e liberdade, o desejo de decidir sobre todas as suas coisas. Deve-se sempre pressupor que uma pessoa procurada para ser informante em uma pesquisa social se recuse a sê-lo.

Preconceito, arrogância, impaciência, etc. são características também inerentes a todos que fogem ao controle de qualquer um nas mais variadas situações cotidianas. Na sociedade brasileira de discrepantes diferenças sócio-econômicas, habitua-se à efervescência destas características nas relações entre os grupos sociais. Pesquisadores e pesquisados, nos casos do meio rural, são normalmente oriundos de grupos sociais bem diferentes, o que não determina, mas facilita comportamentos inibidores do diálogo. Como o DRP é essencialmente dialógico, deixar aflorar este tipo de comportamento no contato entre agente externo e agricultores é condenar simultaneamente o processo ao fracasso.

O modo de aplicação das técnicas de campo e o estímulo constante à participação não combinam com atitudes formalistas e sem abertura humana. O participante externo não precisa temer que algum de seus erros venha a ser descoberto pelo participante local. A pesquisa social é um produto humano e, como todo produto humano, está passível de erro. Assumindo esta premissa, dá-se o primeiro passo para que os grupos locais também se abram e informem, sem medo ou dissimulação. O questionário de levantamentos estatísticos-formais é o intermediário entre pesquisador e pesquisado. Convencionalmente diz-se haver uma objetividade hermética neste relacionamento. No DRP, o recurso de aproximação é através dos olhos nos olhos entre o participante externo e o local, parecendo ser algo subjetivo, sem valor pa-

ra a ciência, porém conquistador de uma riqueza surpreendente nos resultados.

Se de um lado, o sucesso do DRP fica dependente das atitudes do agente externo, do outro a humanização deste relacionamento provoca o comprometimento das partes com a precisão e a interpretação das informações, abrindo o caminho para o esforço na mitigação dos impactos negativos posteriores. Ao agente externo cabe então:

- a) respeitar as pessoas com quem está trabalhando, tendo interesse naquilo que sabem, falam, mostram e fazem;
- b) ser sensível aos estímulos e não-estímulos dos participantes;
- c) explicitar sempre seus interesses e objetivos;
- d) ter uma capacidade particular de prestar atenção e de ter paciência;
- e) ter verdadeira humildade a respeito do seu próprio conhecimento técnico, reconhecendo que ele é apenas uma forma de conhecimento.

TÉCNICAS MAIS IMPORTANTES DO DRP EM CASOS DE EMPREENDIMENTOS RURAIS

Para se construir um DRP o mais participativo possível, primeiro devem ficar bem claros, para os técnicos e agricultores, os objetivos do diagnóstico, respondendo com os impactados para quem e para quem deve servir este processo no qual as pessoas vão investir seu tempo e suas esperanças. Com base nesta explicitação de interesses, fica facilitada a construção do roteiro de tópicos do levantamento, bem como a seleção das técnicas de campo mais apropriadas. Sem um roteiro semi-estruturado prévio, o DRP não deve ser iniciado, pois o excesso de improvisos tem sido uma das principais causas do seu fracasso, quanto à participação.

As técnicas de levantamento que se seguem não devem ser interpretadas como um pacote fechado, pois a simples aplicação delas não torna participativo o processo de levantamento da realidade. Vale ressaltar que, segundo definição original de Chambers (1993), as técnicas de campo referem-se a um repertório de contínua expansão,

constituído por métodos dinâmicos de aprendizagem a partir da interação com os agricultores. Portanto, as técnicas evoluem no instante de seu uso, e suas combinações no campo podem seguir as adaptações mais criativas, de acordo com cada realidade local.

Entrevista semi-estruturada

Trata-se de uma entrevista com base num roteiro previamente elaborado, com os tópicos e informações que se deseja levantar. As perguntas não são fechadas, permitindo inclusive respostas mais elaboradas, análises e discussões sobre determinado tema. No caso de empreendimentos rurais, esta técnica deve ser utilizada em associação com outras ferramentas, servindo para orientar o técnico durante todo o processo de coleta dos dados e informações e, inclusive, nas mobilizações para os encontros de aplicação das técnicas com grupos ampliados. Também pode ser amplamente utilizada nos trabalhos com representantes de órgãos e empresas parceiras, fornecedores e compradores que se relacionam com os agricultores como, por exemplo, prefeitura, sindicatos, igrejas que representam os informantes-chave, além de lideranças locais, bancos, comerciantes e outros, constituindo-se nas testemunhas ideais.

“Entra e sai”

O “entra e sai” trata-se de uma ferramenta adaptada para a coleta de informações de dados econômicos e políticos dos empreendimentos rurais. Por ser elaborada a partir de desenhos e representações gráficas, permite aos agricultores uma melhor visualização dos riscos, gastos e receitas gerados em cada atividade desenvolvida na propriedade ou que se pretende implantar. Esta técnica apresenta um caráter pedagógico, pois desperta para a necessidade de um equacionamento dos riscos e de um maior controle das despesas e receitas na propriedade. Ela também estimula levantar e avaliar o ambiente no qual se insere a unidade de produção, mapeando os tipos de fornecedores, bem como os compradores e outros segmentos envolvidos com o sistema produtivo, político e cultural. Esta técnica facilita a compreensão sobre os complexos agroindustriais, em que se inserem os empreendimentos rurais.

Nos trabalhos de campo, este material pode ser utilizado com a matriz de quantificação, em que os técnicos anotam as informações sobre dados econômicos que vão surgindo no desenrolar da entrevista (Fig. 51).

Matriz de quantificação

A matriz de quantificação nada mais é do que uma planilha simplificada para a anotação de dados econômicos referentes a culturas e/ou criações. Devido às especificidades de algum projeto e às informações por ele demandadas, deve ser elaborada uma matriz contendo as seguintes informações: gastos com mão-de-obra, insumos utilizados, implementos/construções e manutenção, área ocupada e produtividade, recursos internos da propriedade, financiamentos, consumo e receita/venda. Estas informações devem ser levantadas para cada atividade desenvolvida dentro da unidade de produção, possibilitando assim a geração de dados econômicos, ainda que de forma simplificada, para posteriores avaliações dos impactos quantitativos de cada projeto. É importante lembrar que esta técnica, para não se assemelhar a um levantamento formal, deve estar sempre associada à construção do “entra e sai”.

Calendário sazonal

O calendário sazonal consiste na construção, junto com o agricultor, de um esquema gráfico que represente a demanda de trabalho ou mão-de-obra ao longo de um ano agrícola. Este material permite ao técnico avaliar a necessidade por mão-de-obra na propriedade, identificando os períodos de pico da demanda e as épocas de menor necessidade de trabalho, permitindo uma avaliação mais precisa para a implementação de projetos, de forma que não haja conflito com as demais atividades da propriedade, em função da reconhecida limitação dos agricultores em relação à disponibilidade de mão-de-obra e em ampliar diversificações ou reconversões.

Caminhadas transversais

Esta técnica das caminhadas transversais consiste em percorrer uma determinada propriedade, área do empreendimento, lote, um bairro ou comunidade rural, acompa-

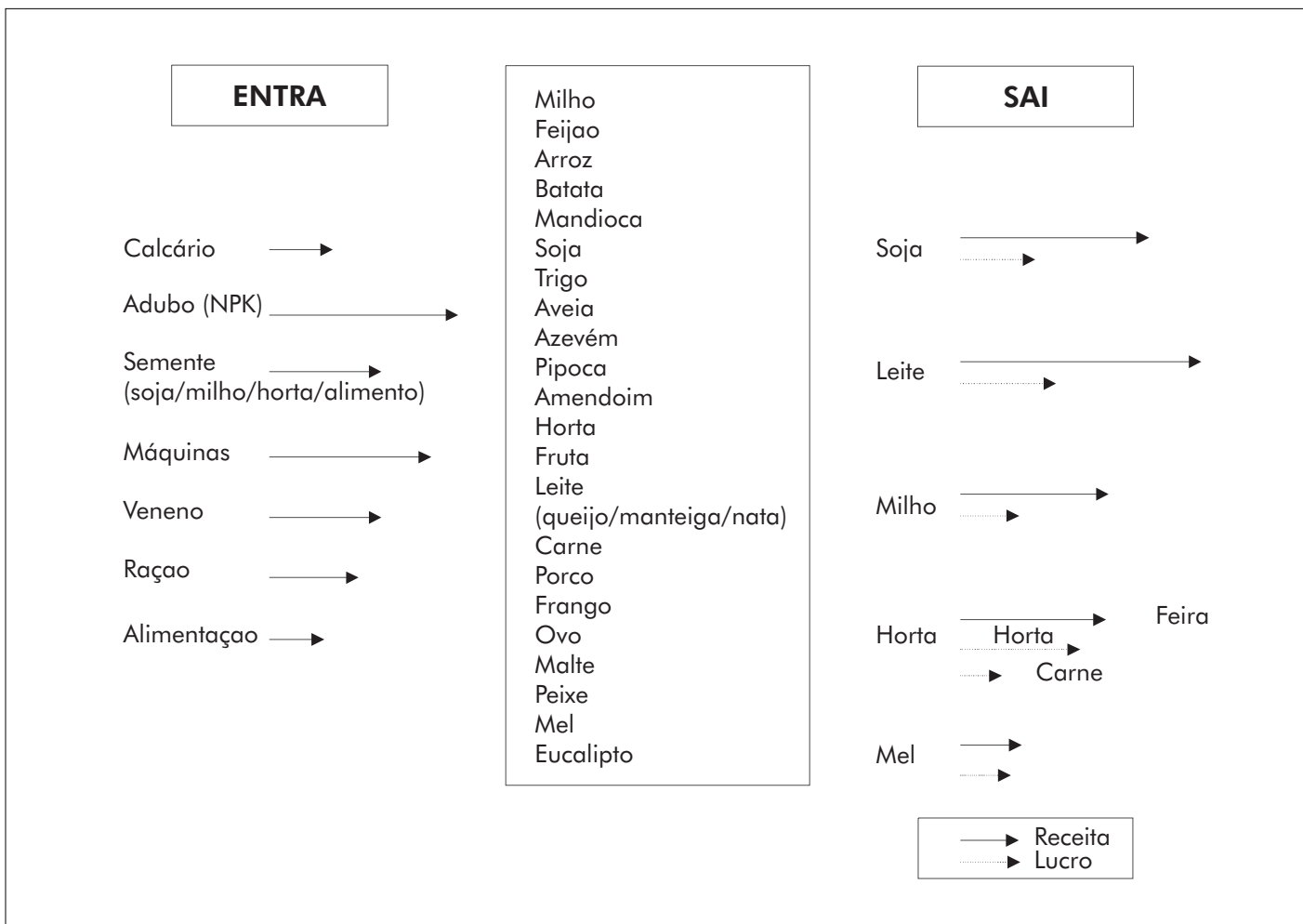


Figura 51 - Técnica "entra e sai"

NOTA: Projeto de Assentamento Seival, Cruz Alta - RS.

nhado de um ou mais informante (preferencialmente pessoas do local e que conheçam bem a região), observando todo o agroecossistema. Todo o percurso feito é representado através de esquemas pelo anotador que, além de estar atento à paisagem, deve estar sempre indagando ao informante sobre questões pertinentes àquele local como, por exemplo, forma de ocupação, posse da terra, problemas ambientais, situação no passado, realidade presente, perspectivas futuras etc.

No caso dos empreendimentos rurais, esta técnica será de grande utilidade, pois facilita a compreensão das formas de utilização do ecossistema da área e diferenciações nos tipos de ocupação humana. O técnico irá se munir de informações fundamentais para dar seu parecer junto aos órgãos competentes sobre a viabilidade dos projetos a partir da sua visão conjugada

com aquela dos agricultores. Pela caminhada, por exemplo, o técnico poderá ter um quadro de anotações bem organizado para aferir a possibilidade de irrigação, de conservação do solo, os potenciais e problemas ambientais da área visitada (Fig. 52).

Rotina diária

Complementar ao calendário sazonal, a rotina diária é uma ferramenta que permite visualizar a distribuição do trabalho ao longo do dia. Deve ser aplicada entre diversas pessoas da família (homem, mulher e jovens) e para diferentes épocas do ano (época de pouco serviço e aquelas quando a demanda de trabalho é maior). No caso de comunidades rurais, esta técnica pode auxiliar na programação do trabalho dos técnicos locais, fornecendo indicativos dos melhores horários para as visitas e sina-

lizando para a disponibilidade de tempo das famílias para o desenvolvimento de trabalhos, cursos de capacitação e outras atividades.

Realidade/desejo

Esta técnica de realidade/desejo constitui-se em um eficiente recurso para levantar o ponto de vista dos agricultores com relação a temas previamente estabelecidos, além de levantar as expectativas futuras, além de levantar as expectativas futuras, formas e processos de como alcançá-las. Sua aplicação consiste na elaboração de uma matriz, dispondo na horizontal as palavras realidade, desejo e processos e, na vertical, os itens relacionados pelos agricultores, de acordo com o tema do diagnóstico.

O caráter educativo e esclarecedor é relevante nesta técnica, em que o animador

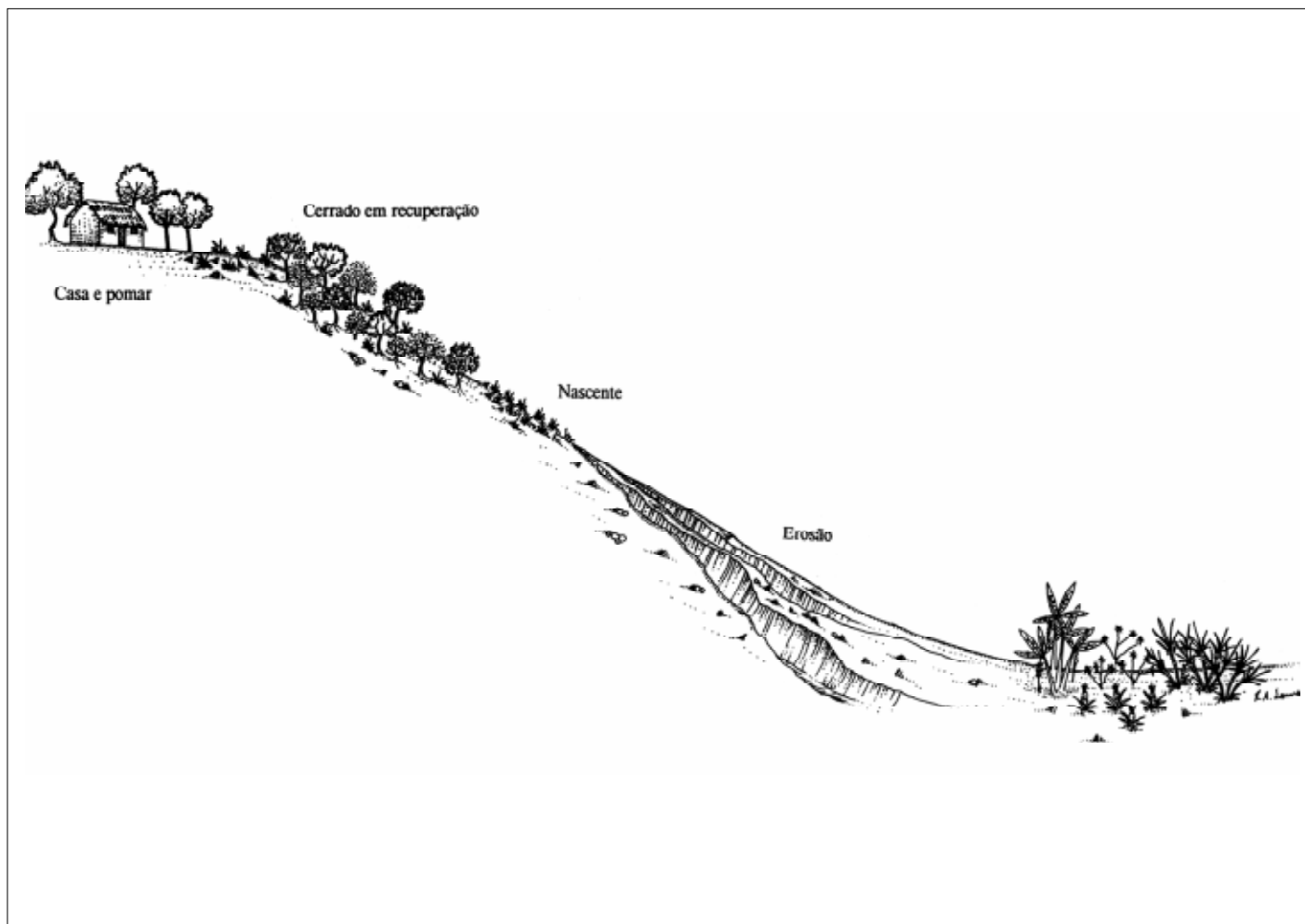


Figura 52 - Técnica caminhada transversal
 NOTA: Projeto de Assentamento Bálsamo, Unaí - MG.

busca indagar os participantes sobre a realidade dos temas, o que entendem por forma de atuação, resultados obtidos, principais dificuldades, possíveis soluções etc. A busca da discussão é constante, levantando-se todos os pontos de vista, inclusive os contra-sensos, sempre buscando as causas, conseqüências, os preconceitos e outras características de tais opiniões.

Em uma segunda fase, são levantadas as expectativas dos participantes sobre os mesmos temas, isto é, procura-se levantar como deveria ser transformado cada tópico abordado para a promoção do desenvolvimento local. Através desta técnica, pode-se detectar o comprometimento dos participantes aos temas abordados, se há possibilidade de uma possível parceria ou trabalhos coletivos, visando alcançar as formas ideais de atuação.

Eleição de prioridades

Durante os trabalhos de campo, a eleição de prioridades pode ser bastante aplicada pelos técnicos para, com os agricultores, enumerar, em ordem de prioridade, as demandas que devem ser trabalhadas por eventuais programas e/ou projetos que venham a ser desenvolvidos. Esta ferramenta pode ser empregada no levantamento da árvore de problemas, suas causas e conseqüências, com as possíveis ações para saná-los, respectivamente, os papéis e responsabilidades dos atores sociais envolvidos.

A técnica consiste na discussão e apresentação de todas as demandas (problemas) existentes por parte dos agricultores, sendo, em seguida, realizada uma problematização e, posteriormente, uma eleição de forma que venha a ordenar uma

seqüência decrescente de prioridades. Tem funcionado melhor, quando se separam as prioridades voltadas para os aspectos produtivos (como exemplo compra de calcário) e aquelas voltadas para o social (como exemplo escola).

Deve-se proceder à votação até que todos os itens tenham sido colocados nas suas ordens de prioridade. Não é aconselhável que se votem muitos itens de uma só vez, sob pena de confundir os produtores. O processo deve ser conduzido por etapas, constando de três a cinco prioridades por vez.

Diagrama de Venn (jogo das bolas)

A técnica de diagrama de Venn consiste na discussão sobre os órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, estão envol-

vidos com o cotidiano dos agricultores. Após feito um levantamento daqueles órgãos e entidades que ali atuam, os participantes da reunião começam a discutir a importância deles, que é representada pelo tamanho da bola, ou seja, quanto maior a bola, maior a sua importância e vice-versa. Feito isso, é desenhado um círculo maior, o círculo da comunidade, que representa o grupo participante e ao redor ou dentro dele as bolas, representando as entidades, devem ser dispostas. A distância das bolas-entidades para o círculo da comunidade irá representar a atuação destas entidades, ou seja, quanto mais perto do centro da bola da comunidade as entidades aparecerem, maior é a sua atuação naquele local e vice-versa. A representação gráfica por si só não é o objetivo desta técnica, o que se procura é estimular a discussão sobre cada entidade citada, de modo que venha a compreender melhor o seu inter-relacionamento, suas formas de atuação, seus pontos fortes e fracos e os interesses que estão em jogo no seu trabalho. A possível identificação de entidades para realizar parcerias que funcionem é um dos resultados deste método (Fig. 53, p.68).

Mapeamento histórico

Através desta técnica, o grupo envolvido é levado a representar graficamente o croqui da área ou região em que vive. Durante a elaboração do mapa pelos agricultores, vários questionamentos são feitos como, por exemplo, informações sobre a questão fundiária atual e passada, os problemas ambientais ali existentes, as formas de ocupação da área e da divisão espacial das áreas, as potencialidades e limitações, as possibilidades de diversificação etc. Esta técnica permite colocar em debate as formas de utilização dos recursos naturais, buscando identificar e registrar experiências bem-sucedidas dentro do próprio grupo. No caso específico de algumas comunidades trabalhadas, esta técnica evidenciou bastante os problemas ambientais e conflitos por recursos ou áreas.

Os métodos estimulam as falas e discussões dos impactados, que devem ser todas registradas em quadros de coleta de campo subdivididos pelos tópicos temá-

ticos do DRP. As informações-chave para o empreendimento devem ser checadas e cruzadas com dados secundários e primários, que podem ser gerados através de métodos de cada disciplina, como: análises de solo e água, geoprocessamento, inventários bióticos etc. Nesta triangulação de dados, a equipe técnica deve deixar brotar análises dialogadas entre informações estritamente técnicas e aquelas disponibilizadas pela visão dos participantes do diagnóstico.

PRODUTOS DO DRP

Desde a sua introdução no Brasil, muitas foram as adaptações criativas ao método DRP. Sua aplicação tomou várias formas e gerou diversos produtos que começaram a consolidar seus efeitos nos grupos sociais que o praticaram. Como a transformação de relações sócio-econômicas e culturais exige um processo a longo prazo, não se podem esperar resultados milagrosos, quando a participação deve ser permanentemente garantida. Nos locais em que os responsáveis pela intervenção externa não deram continuidade aos trabalhos iniciados, as populações envolvidas demonstram mais apatia e descrédito com as mudanças. Já onde a continuidade está sendo garantida, os produtos vão-se sedimentando, à medida em que agentes externos e atores locais aprofundam os canais de planejamento, ação e avaliação.

A seguir, são apresentados alguns produtos possíveis, já testados em práticas institucionais efetuadas entre as parcerias vivenciadas pelos autores deste artigo.

PROJETOS E PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL E MICRORREGIONAL

A partir da promulgação da Constituição Federal do Brasil, em 1988, teve início um intenso processo de municipalização dos serviços públicos, o que passou a ser um divisor de águas, para a administração pública. Com o aumento da carga de responsabilidades sociais repassadas às prefeituras, tornou-se fundamental a busca de parcerias entre poder público, iniciativa privada e população, de forma que venha a possibilitar o enfren-

tamento desta nova realidade, exigindo uma racionalidade política local diferente.

Neste novo contexto, o DRP vem sendo utilizado com êxito no diagnóstico e planejamento participativos das ações a serem promovidas no âmbito local e regional (Relatório..., 1997a). Além do levantamento das informações necessárias para a implementação de projetos e programas, o DRP propicia a abertura de um canal de diálogo entre o poder público e a população, desmistificando o assistencialismo como solução para os problemas e criando espaço para um consenso negociado para a implementação de parcerias. Algumas técnicas do DRP foram utilizadas na elaboração de Planos Municipais de Desenvolvimento Rural (PMDRs), de vários municípios mineiros que foram selecionados pelo Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf), para serem beneficiários dos recursos investidos em infra-estrutura produtiva rural. O programa parte do princípio de que os projetos deverão ser elaborados a partir de um diagnóstico participativo das demandas e potencialidades locais.

Embora criado inicialmente apenas para o meio rural, seu uso ampliou-se e já são várias as experiências com DRP no meio urbano, com trabalhos em favelas, escolas e programas de saúde comunitária.

O DRP EM QUESTÕES AMBIENTAIS

As aplicabilidades do DRP em questões relativas ao meio ambiente são inúmeras. Nesses casos, a metodologia incorpora uma visão agroecossistêmica e é chamada de Diagnóstico Rápido Participativo de Agroecossistemas (DRPA).

Implementação de programas de microbacias hidrográficas

Neste caso, as ferramentas do DRPA vêm sendo empregadas na elaboração participativa de mapas de microbacias e no estabelecimento de prioridades para as ações e discussão participativa dos encaminhamentos a serem tomados. Além disso, essas ferramentas podem ser apropriadas pelos técnicos envolvidos em todas as etapas de realização do trabalho, buscando uma maior integração e coesão

na proposta de intervenção, proporcionando, de fato, a interdisciplinaridade que esses programas demandam. Antes do parecer estritamente técnico, a população-alvo precisa ser a avaliadora das condições ambientais de sua microrregião, para que se perceba, em conjunto, quais deveriam ser as práticas produtivas que devem ser alteradas, de modo que venha a conquistar um comportamento conservacionista dos recursos naturais.

Plano de manejo para unidades de conservação

Um dos recursos utilizados na conservação e manutenção de ecossistemas ameaçados é a criação de parques e reservas florestais protegidos por legislações específicas. Porém, a maioria dessas áreas já era anteriormente ocupada ou utilizada por populações tradicionais vizinhas, que dali retiravam boa parte do seu sustento. Com a instituição de áreas de proteção, essas populações vêem-se privadas do acesso aos recursos naturais de que antes dispunham e, por falta de uma maior comunicação com as pessoas atingidas diretamente, elas mesmas, que poderiam ser grandes aliadas na conservação ou manejo sustentável dessas áreas, passam, muitas vezes, a boicotar os trabalhos ali desenvolvidos, pois percebem essas áreas como ameaça ao seu espaço. Além de serem impedidas de usufruir de seus recursos, como sempre o fizeram, ainda correm o risco de serem punidas pela forma como atuam no seu entorno.

Sensíveis a esse problema, algumas autoridades públicas, ONGs e agências externas têm buscado uma negociação com populações tradicionais de algumas dessas áreas, tencionando estabelecer uma parceria entre eles e os administradores, procurando formas de exploração sustentáveis. Neste sentido, o DRPA permite chegar a uma análise crítica dos agroecossistemas, construída conjuntamente pelos agricultores e técnicos-pesquisadores. Ainda pode-se dizer que o aspecto participativo adquire uma função primordial para o conhecimento da situação, contribuindo sobremaneira na elaboração do plano de manejo das unidades de conservação. Já existem, inclusive, reservas onde foi utili-

zado o DRPA para o levantamento dos problemas e potenciais e o planejamento conjunto com as populações tradicionais do entorno (Relatório ..., 1996).

Levantamentos sócio-econômicos (meio antrópico) em avaliação de impactos ambientais

O DRP vem sendo utilizado em levantamentos sócio-econômicos para caracterização do meio antrópico em Planos e Relatórios de Controle Ambiental (PCA/RCA) (Plano..., 1997) e em Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). As características de pesquisa qualitativa deste método propiciam o levantamento de uma série de questões que, se vistas apenas através de métodos convencionais como por exemplo, do tipo *Survey*, não facilitam a compreensão de inter-relações estruturais e de acontecimentos locais, deixando os dados herméticos às dinâmicas próprias na hora de implementar o empreendimento. Pode ser usado ainda no aprofundamento de tópicos relevantes, identificados a partir da análise de dados secundários ou de levantamentos estatístico-formais.

Naqueles projetos em que ocorrem grandes impactos negativos à população local, como a transferência compulsória de moradores de áreas alagadas por barragens hidrelétricas, o DRP pode ser uma excelente ferramenta para facilitar um acordo entre empreendedores e população atingida, buscando, através de um consenso negociado, a melhor saída para a mitigação destes impactos. Como exemplo, cita-se o caso de um empreendimento em que o prognóstico é de geração de empregos indiretos, mas que dependem da organização dos agricultores.

Construção participativa das "Agendas 21" locais

Durante a conferência internacional sobre meio ambiente realizada no Rio de Janeiro, em 1992, conhecida por Eco 92, um tratado foi assinado por vários países participantes, inclusive o Brasil, através do qual se comprometiam a estruturar uma agenda com propostas de ação para o desenvolvimento sustentável no século XXI.

Este acordo ficou conhecido como Agenda 21 e sua idéia central seria o esforço pela construção participativa das agendas locais e regionais, até culminar na nacional. Decorrente deste compromisso, apesar do atraso brasileiro na mobilização local e regional, ocorreram experiências em algumas cidades e regiões do país. Na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, o Conselho Municipal da Agenda 21 foi construído a partir de uma adaptação direta do DRP (Agenda..., 1996). Para isto, organizações e população estruturaram os passos de construção e monitoramento da sua agenda local que, em pleno funcionamento, vem sendo disseminada por outros municípios, para a configuração futura da Agenda 21, da região do Grande Rio. Muito apropriado ao meio rural, o DRP garantiria a inserção da população neste processo de construção das agendas.

O DRP NO CAMPO DE ASSENTAMENTOS RURAIS DIRIGIDOS E DE REFORMA AGRÁRIA

Na medida em que os responsáveis por assentamentos dirigidos e de reforma agrária se convencem – independente das diversas fontes de motivação – de que não basta a distribuição de terras e a elaboração verticalizada de políticas, para que estes se consolidem com êxito, abre-se espaço para a discussão de metodologias participativas que possibilitem a gestão (diagnóstico, planejamento, execução e monitoramento) dos entraves e potencialidades locais, bem como das ações que visem o desenvolvimento sustentável dos Projetos de Assentamento (PAs).

Gestão nos projetos de assentamento

Em 1997, a diretoria de assentamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), através do Projeto Incra/Bid – BR 0274, dentro da nova metodologia de projetos de assentamento, buscou priorizar a racionalidade, a objetividade e a participação. Na tentativa de materializar estes princípios, foi necessário conhecer a situação dos PAs em relação à sua consolidação e sustentabilidade, bem

como as alternativas apresentadas pelos assentados para o alcance destes objetivos. Foram realizados diagnósticos, amostrando 10 PAs distribuídos em sete Estados do país, com objetivo de:

- a) identificar as demandas dos assentados relativas à infra-estrutura sócio-econômica, ao fomento de atividades rurais e agroindustriais e aos aspectos de organização;
- b) analisar essas demandas junto aos próprios assentados que as qualificavam como prioridade, identificando o papel de cada ator social nas ações planejadas;
- c) identificar as formas de utilização dos recursos dos agroecossistemas e a percepção dos atores locais com relação às formas ideais;
- d) caracterizar a posição dos PAs com relação ao complexo agroindustrial e outras atividades não-agrícolas, visando o planejar a inserção e o relacionamento do assentamento na sociedade e no mercado.

Esta pesquisa, deve ser entendida como o resultado de novas experiências entre Estado e sociedade, entre os formuladores de políticas e planos e os seus destinatários e entre a concepção e a execução de propostas para o desenvolvimento. Os objetivos iniciais foram alcançados com o adicional de ter-se conseguido estabelecer um canal de comunicação com os assentados. Contudo, além de as informações levantadas serem dinâmicas, as ações decorrentes e seus desdobramentos requerem coordenação de forças locais e regionais, sobre as quais o Incra e os próprios assentados possuem muito pouco poder. Sendo assim, a simples aplicação do DRP não garante a efetivação das mudanças que se quer implementar. Há limites no seu caráter participativo, por se tratar de uma intervenção que partiu do interesse do órgão financiador Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em ver o sucesso na aplicação de seus fundos, bem como o Incra, responsável pela coordenação técnico-política deste processo. Porém, esta intervenção interessa-se em saber como o assentado define o sucesso a partir da

interpretação de sua realidade e não do que o mando local (líderes e mediadores) e/ou o planejamento nacional desejam para ele. Neste sentido, a metodologia cumpriu o seu papel (Relatório ..., 1997b).

Além dos investimentos, serviços e atividades necessários ao alcance dos resultados sócio-econômico-ambientais, os planos de desenvolvimento sustentável dos PAs gerados procuraram estabelecer os papéis do governo em seus diferentes níveis, dos assentados e as eventuais contribuições de ONGs afins. Com liberdade na escolha da metodologia para elaboração dos planos, as superintendências do Incra em alguns Estados, como Minas Gerais e Tocantins, optaram pelo DRP.

Assentamentos dirigidos vêm procurando também utilizar metodologias participativas para avaliar seus impactos e redirecionar sua gestão e metas, seja por exigência dos organismos financiadores internacionais, seja por necessidade própria de uma tentativa de aproximação entre o corpo técnico e os assentados (Fig. 54, p.68).

Elaboração de projetos de crédito coletivo

Aos assentados da reforma agrária são disponibilizados recursos específicos para financiar suas atividades. Estes recursos são oriundos do Programa de Crédito Especial para a Reforma Agrária (Procer) e oferecidos em quatro categorias: fomento, habitação, custeio e investimento. “A aplicação coerente destes recursos, atendo-se a aspectos ambientais, econômicos, de organização social e cultural, é que vai colaborar com a perspectiva de construção de condições adequadas para a sustentabilidade do projeto” (Amâncio, 1998).

Sob esse aspecto, o emprego de técnicas do DRP tem sido extremamente útil na elaboração de projetos de crédito coletivo, sendo várias as contribuições para este fim. Entre elas destacam-se:

- a) avanço dos grupos de agricultores no desenvolvimento de sua faculdade crítica, tornando-os mais seletivos e exigentes quanto às diferentes formas de intervenção que lhes são oferecidas;
- b) desenvolvimento, no grupo, da capacidade de diferenciar e relacionar

os problemas, causas e conseqüências, aumentando o senso de responsabilidade pelos recursos contraiídos;

- c) fortalecimento da auto-estima, dos laços de solidariedade e articulação de esforços;
- d) simplificação da fase de execução, uma vez que os próprios executores participaram da construção do projeto.

O DRP NO CAMPO DAS ORGANIZAÇÕES

As novas conformações dos mercados tornaram crescente a demanda por instrumentos e procedimentos que facilitem a implementação de um caráter participativo na elaboração, gestão e monitoramento de planos, projetos, sistemas e políticas organizacionais. Este movimento acontece impulsionado pela certeza de que uma maior participação dos funcionários e trabalhadores é determinante no desenvolvimento das organizações e deles próprios, fator que constitui meta prioritária na obtenção de aumentos de produtividade e incremento do potencial competitivo, bem como melhor clima organizacional.

“Quando uma organização se vê pressionada a fazer transformações estruturais e adaptar-se a um novo contexto (ambiente externo), nem sempre favorável, as ações são muitas vezes imediatistas, sem planejamento e ocorrem sem qualquer forma de diagnóstico da realidade concreta que se quer transformar. Frequentemente, os modelos de consultoria pressupõem diagnóstico, porém, muito mais para adequar a realidade organizacional a um modelo de gestão pronto que funciona em outra organização do que para criar um caminho próprio àquela cultura encontrada” (Relatório..., 1998).

Uma certeza que existe a respeito das mudanças nas organizações, sejam elas associações de produtores, de sindicatos, empresas rurais e urbana, etc., é a de que elas apenas podem ser realizadas com maior probabilidade de sucesso, quando se tem o apoio e a vontade dos trabalhadores em geral, o que pressupõe haver uma concordância dos objetivos individuais e organi-

zacionais, além da percepção coletiva da realidade interna e externa e daquilo que o grupo considera que deve ser transformado. Comumente, a visão coletiva do que deve ser mudado só se constitui através de uma “negociação metodologicamente construída”, uma vez que as pessoas resistem à mudança de papéis, qualquer que seja, dentro de uma cultura organizacional estabelecida historicamente. Na tentativa de suprir esta demanda algumas técnicas do DRP foram adaptadas, originando o Diagnóstico Organizacional Participativo (DOP), também apropriado às organizações rurais.

O DRP NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES

A crescente adoção de metodologias participativas na elaboração e no gerenciamento de programas, planos e projetos vem demandando a construção também participativa de indicadores que permitam a sua avaliação ou monitoramento. O DRP pode ser empregado neste caso. “... informações a respeito do desempenho e sustentabilidade de programas, planos e projetos não fazem qualquer sentido, se não se consideram as características sócio-culturais locais traduzidas nas vontades, perspectivas e objetivos dos públicos-alvo destas intervenções. Podem-se encontrar, em casos extremos, intervenções avaliadas como muito eficientes pelo executor e consideradas inócuas pelo público-alvo”. Segundo Brose (1997), “para cada indicador definido no projeto ou programa, é necessário definir também com clareza a técnica ou método utilizado para obtenção dos dados necessários”. Segundo ele, “isto permite que a medição seja efetuada por todos aqueles que estejam interessados no acompanhamento desses projetos ou programas, no sentido de imprimir maior transparência”.

Se concordarmos com Bauer (1966), de que indicadores são “estatísticas, séries estatísticas e todas as outras formas de evidência que nos permitem avaliar onde estamos e para onde vamos, com respeito aos nossos valores e objetivos, e avaliar programas específicos e seus impactos”, então concordamos que indicadores são

medidas de produtos, isto é, medem a aquisição de objetivos e o cumprimento de metas. A definição de indicadores pelos envolvidos lhes garante o estabelecimento de parâmetros a serem considerados iniciais, os médios e os mais altos a serem conquistados. Esta definição deve ser tangenciada nos tipos, temáticas e nos valores qualitativos e quantitativos, dentro de um processo em que os envolvidos explicitem o que e com que intensidade querem ser avaliados e até onde querem chegar.

CONCLUSÃO

Apresentaram-se as principais aplicações do DRP que se entrelaçam com a efetivação de empreendimentos agropecuários e agroindustriais. A opção anterior pelo caráter participativo que o método pode reforçar exige também uma opção por uma lógica diferenciada no envolvimento dos agentes empreendedores, tendo estes que se confrontar com a própria rejeição ou a modificação significativa da idéia original. Contudo, com a predisposição em não aceitar mudanças, a participação seria uma fachada retórica, encobrindo o interesse de apenas tentar legitimar os conceitos e as ações pré-definidos e anulando a possibilidade real de diálogo. A responsabilidade e o compromisso com essa opção garantem a efetividade do método, uma vez que o caminho da intervenção participativa é trabalhoso e exige seu tempo de percurso social e não técnico, quando se almejam impactos positivos sólidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21 local: guia do cidadão – construindo nosso futuro. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal/Instituto de Estudos da Religião, 1996. 24p.
- AMÂNCIO, R. Gestão em assentamento e poder público. In: SOUZA, A.V.A.; MAFRA, L.A.S.; CARVALHO, R.S. **Gestão e participação para um desenvolvimento sustentável nos assentamentos**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1998. p.67-83.
- BAUER, R. A. **Detection and anticipation of impact**: the nature of the task, social indicators. Cambridge: MIT Press, 1966.

- BROSE, M. **Indicadores em projetos, programas e políticas públicas**: sua definição, seus potenciais e limites, e a aplicação prática. Porto Alegre: Grupo de Estudo no Enfoque Participativo, 1997. Texto 1. 10p.
- CHAMBERS, R. Development administration group. In: ANNUAL report 1992/93. Birmingham: University of Birmingham, 1993.
- CHAMBERS, R. et al. (Org.) **Farmer first: farmer innovation on and agricultural research**. North Yorkshire: Penbooks, 1989.
- KÖBLER, R. **Arbeitskultur im industrialisierungsbereich**. Münster: Dampfboot, 1990.
- PASSETTI, E. **Conversação libertária com Paulo Freire**. São Paulo: Imaginário, 1998.
- PLANO de controle ambiental das minas Riochão da Porta I e II, município de Diamantina-MG. Lavras: Terra, 1997. 57p.
- PLANVALE – Plano de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 1991.
- RELATÓRIO do diagnóstico e planejamento participativo do meio rural do município de Cabo Verde-MG. Lavras: Terra, 1997a. 57p.
- RELATÓRIO do diagnóstico organizacional participativo no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados: parecer sobre recursos humanos através da análise do clima organizacional da empresa. Lavras: Terra, 1998. 34p.
- RELATÓRIO do diagnóstico rápido participativo emancipador: programa INCRA/BID 0274. Brasília: IICA/Lavras: Terra, 1997b. 373p.
- RELATÓRIO do diagnóstico rápido participativo de agroecossistemas do entorno da Floresta Nacional do Rio Preto, Pedro Canário-ES. Lavras: UFLA, 1996. 80p.
- SCHÖNHUTH, M.; KIEVELITZ, U. **Partizipative erhebung- und planungsmethoden in der entwicklungs-zusammenarbeit**: rapid rural appraisal – participatory appraisal, eine kommentierte einföhrung. Eschborn: GTZ, 1993.

Sustentabilidade ambiental e gestão do uso da terra: uma abordagem voltada aos assentamentos de reforma agrária

Carlos Eduardo Mazzetto Silva¹

Resumo - O trabalho de assistência técnica e apoio ao desenvolvimento dos assentamentos rurais que vem sendo implementado pelo Incra, em parceria com diversas entidades governamentais e não-governamentais, através do Projeto Lumiar, trouxe uma série de questões relativas à esta temática. Isso não quer dizer que a abordagem desenvolvida aqui seja aplicável exclusivamente aos assentamentos, mas sim, que a realidade destes foi o fator provocador para sua elaboração. Acredita-se que ela se encaixa também a realidades de comunidades de agricultores familiares inseridos numa determinada ecorregião, que disponha de alguma forma organizativa, capaz de incluir na sua pauta de discussão e trabalho a construção coletiva de estratégias de gestão e uso do seu espaço agrícola/natural, visando o desenvolvimento sustentável da comunidade.

Palavras-chave: Assentamentos agrícolas; Reforma agrária; Sustentabilidade ambiental.

INTRODUÇÃO

A nova perspectiva da sustentabilidade, no âmbito da agricultura, requer também uma nova forma de gestão de uso da terra. O velho olhar, que se restringe apenas a uma unidade de produção, isolada do ecossistema e da microbacia na qual está inserida, não é capaz de dar conta da construção de estratégias que conduzam os sistemas de produção agrícola à sustentabilidade. Assim, também, como não é possível se pensar ou planejar “de fora” projetos ou programas de desenvolvimento rural local, deixando de partir da realidade sócio-política e cultural dos agricultores que ali vivem e produzem.

Neste contexto, o trabalho de assistência técnica e apoio ao desenvolvimento dos assentamentos rurais, que vem sendo implementado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), em parceria com diversas entidades governa-

mentais e não-governamentais, através do Projeto Lumiar, trouxe uma série de questões relativas à esta temática que é foco deste artigo. Isso não quer dizer que a abordagem desenvolvida aqui seja aplicável exclusivamente aos assentamentos, mas sim, que a realidade destes foi o fator provocador para sua elaboração. Acreditamos que ela se encaixa também a realidades de comunidades de agricultores familiares inseridos numa determinada ecorregião, que disponha de alguma forma organizativa (uma Associação Comunitária por exemplo), capaz de incluir na sua pauta de discussão e trabalho a construção coletiva de estratégias de gestão e uso do seu espaço agrícola/natural, visando o desenvolvimento sustentável da comunidade. Assim como ela também pode ser útil numa perspectiva espacial de nível municipal ou microrregional, incorporando uma visão ecossistêmica no planejamento para um

desenvolvimento rural sustentável.

É difícil de fugir dessa perspectiva nos dias de hoje. Exemplos diversos estão aí para demonstrar como que determinadas atividades inseridas num determinado espaço agrícola desestabilizam os fluxos ecológicos e, por conseguinte, os sistemas agrícolas deles dependentes. Implantação de monoculturas de eucalipto e de pivôs centrais nas chapadas e cabeceiras de cursos d'água, movimentos e formas de manejo de solo que propiciam erosão e assoreamento, utilização descuidada de agrotóxicos em áreas ribeirinhas, escoamento de dejetos de animais para os córregos, são alguns exemplos de atividades pontuais que interferem negativamente em toda uma microbacia e desestabilizam os sistemas de produção a jusante. Não é à toa que vem ganhando força a proposta de comitês de gerenciamento de microbacias hidrográficas, que nada mais é do que uma ferramen-

¹Eng^o Agr^o, M.Sc. Geografia, Consultor INCRA-MG/Projeto Brasil Sustentável e Democrático, Rua das Maritacas, 233 - Vila Clóris, CEP 31775-240 Belo Horizonte-MG. E-mail: mazzetto.bhz@zaz.com.br

ta para os moradores dessa região tomarem para si o planejamento e a gestão do espaço natural no qual estão inseridos, visando à sua sustentabilidade.

Semelhantemente, o que se pretende aqui é contribuir na elaboração e constituição de ferramentas que possam propiciar aos agricultores a gestão autônoma do seu espaço agroambiental, assessorados por técnicos que incorporem a perspectiva da participação, da troca de saberes e da sustentabilidade.

A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DA REFORMA AGRÁRIA

A inserção e o tratamento da questão ambiental nos assentamentos rurais são hoje, sem dúvida, um dos maiores desafios enfrentados pelo processo de Reforma Agrária. Embora, os projetos de assentamento (PAs) não se constituam, a princípio, de empreendimentos de alto potencial de impacto ambiental - muito pelo contrário, ao multiplicar pequenas unidades familiares de produção, estão também viabilizando uma ocupação mais diversificada e democrática do território, existem neles questões ambientais cruciais que necessitam de tratamento, até em função de sua viabilização futura, e que vinham até então, de certa forma, sendo negligenciadas, ou tratadas sem o nível de profundidade que merecem. Entretanto, também é verdadeiro afirmar que, dependendo da extensão das áreas de assentamento e da forma como forem explorados os seus recursos naturais, podem-se provocar impactos ambientais significativos. Não se pode, nem se deve ignorar este fato, sob pena inclusive de desgastar a, hoje em alta, aprovação popular da Reforma Agrária. Ignorar ou negligenciar a questão ambiental nos assentamentos é, portanto, trabalhar contra

a Reforma Agrária e não ao contrário, como querem pensar alguns. Diga-se de antemão, que as dificuldades da incorporação deste novo componente, passam não só pelo principal órgão gestor da Reforma Agrária, o Incra (embora deva-se reconhecer que há um esforço neste sentido), mas também pelos órgãos ambientais oficiais como o Instituto Estadual de Florestas (IEF) em Minas Gerais, e pelos movimentos de trabalhadores rurais que protagonizam a luta pela terra. Sem falar do próprio movimento ambientalista, de cunho mais preservacionista, que não consegue articular a questão ambiental com a questão social, nem pensar numa perspectiva multidimensional de sustentabilidade.

Na verdade, o pano de fundo que está por detrás desta questão diz respeito a um debate maior, referente aos padrões tecnológicos e de produção sobre os quais vem-se embasando a agricultura brasileira. No tocante à Reforma Agrária, este debate pode ser trazido à tona com as seguintes indagações:

- a) O caráter predatório, excludente e de subordinação às agroindústrias (de insumos, máquinas, biogenéticas e de processamento) do modelo da Revolução Verde, que privilegiou até aqui a agricultura patronal, será reproduzido no âmbito da Reforma Agrária?
- b) É este modelo adaptado aos perfis da agricultura familiar brasileira (na qual, para nós, estão incluídos os assentados da Reforma Agrária) e às condições ecossistêmicas nas quais está inserida?
- c) Será portanto neste modelo que encontraremos os elementos para a construção de uma proposta de Reforma Agrária Sustentável? Maiores

informações sobre Reforma Agrária Sustentável podem ser encontradas em Leroy (1998).

Certamente todas as respostas são negativas, o que nos leva a um grande desafio técnico/político/social de inventar não só novos padrões tecnológicos e de produção sustentáveis e adaptados aos contextos dos assentamentos, como também metodologias participativas que façam com que o conhecimento (e o posterior planejamento) agroambiental seja uma construção conjunta de técnicos e assentados, para que haja uma real apropriação por aqueles que efetivamente vão gerir, do ponto de vista produtivo, este espaço natural.

UMA VISÃO ESPACIAL

O enfoque que será dado neste texto refere-se a uma parte importante da questão ambiental dos assentamentos que é a gestão do uso da terra. Parte-se aqui do princípio de que um assentamento rural é um espaço a ser apropriado e gerido por um conjunto de famílias, de forma que venha a garantir, através da produção agrícola², a segurança alimentar, a viabilidade econômica e a conservação ambiental. Poderíamos dizer que neste tripé encontra-se a chave do, hoje também discutido, desenvolvimento sustentável dos assentamentos.

A partir da desapropriação de uma grande fazenda, instala-se um projeto de um conjunto de famílias agricultoras que irá dar às suas terras novos usos, e que flagrantemente uma nova forma de apropriação³ daquele espaço e de seus recursos naturais. Apesar de, na maioria esmagadora dos PAs, a área sofrer um parcelamento em vários lotes, isso não invalida o fato de que cada PA é ainda uma grande área de terra a ser gerida⁴, em especial no período

²Não se ignora aqui que atividades não-agrícolas também poderão ser geradoras de renda nos assentamentos, mas que não são hoje, nem serão em breve, as protagonistas desse processo.

³Para Toledo (1996) a apropriação da natureza constitui o primeiro ato do processo metabólico que a espécie humana, constituída em sociedade, estabeleceu com o universo natural. Ela conforma a dimensão propriamente ecológica do processo geral de produção.

⁴Defendemos aqui, como veremos adiante, que gerir a área como um todo é fundamental do ponto de vista agroambiental.

que antecede a emancipação do assentamento, no qual a propriedade da terra é do Incra. A responsabilidade principal desta gestão é da Associação dos assentados, que se constitui a partir da desapropriação da área e tem que interagir principalmente com o Incra, para implantação da infra-estrutura e dos projetos produtivos do PA.

Quando o grande espaço (a grande propriedade original) é repartido em vários pequenos espaços (os lotes dos assentados), uma série de problemas ambientais e de viabilidade econômica pode aparecer. Exemplos drásticos que a realidade nos mostra: lotes com grande parte de sua área enquadrada como Áreas de Preservação Permanente (APPs); lotes em áreas de litos-

solos inviáveis para o uso agrícola. Outros exemplos um pouco menos drásticos: lotes sem acesso à água (fato muito pouco comum nas propriedades rurais “normais”, que geralmente organizam seu espaço a partir dos cursos d’água); lotes em áreas de chapada com 100% de latossolos arenosos ou areias quartzosas e, conseqüentemente, também sem acesso à água; Reservas Legais em áreas de pouca cobertura vegetal e de pouca importância para o equilíbrio ecológico global da área.

RECONHECER AS DIFERENÇAS

Um pré-requisito para enfrentar o desafio da gestão sustentável de uma área de assentamento é reconhecer que o grande espaço guarda diferenças dentro dele. Em

outras palavras, o ambiente conformado pela área comporta vários microambientes ou sítios ecológicos que se podem diferenciar por uma série de fatores, tais como: topografia e posição no relevo (brejo, baixada, encosta, topo do morro, chapada etc.), ângulo de exposição ao sol (voltado para Leste, Oeste etc.), drenagem, textura e fertilidade do solo, tipo de cobertura vegetal e outros. Um trabalho de estratificação⁵ ambiental é fundamental então para identificar e mapear esses microambientes ou sítios ecológicos que, por sua vez, estão fortemente relacionados com os diversos estratos da paisagem que compõem um dado ambiente (Quadro 1 e Figuras 55 e 56). Os ambientes homogêneos resultantes dessa estratificação são chamados por

QUADRO 1 - Exemplo de estratificação ambiental de uma área hipotética, mas comum, nos cerrados de Minas Gerais⁽¹⁾

Unidade ecogeográfica ⁽²⁾	Características	Aptidões	Restrições
A	Baixada com baixa drenagem e alta fertilidade (gley húmico); textura argilosa; exposição sentido Norte-Sul; vegetação graminóide de brejo.	Arroz, inhame, banana-nanica, cana-de-açúcar, hortaliças.	Respeitar área de preservação permanente marginal ao curso d’água; manejo cuidadoso da drenagem do solo.
B	Encosta com média drenagem e média fertilidade: textura média (podzólico); exposições voltadas para Leste (B1) e Oeste (B2); vegetação original de mata seca; ocupação atual com pastos e lavouras anuais.	Capineira e cana-de-açúcar (parte mais baixa da encosta), milho, feijão, fava, mandioca, frutíferas, café, sistemas agroflorestais.	Declividade que facilita o processo erosivo; implementar medidas de conservação de solo e privilegiar culturas e sistemas protetores de solo. Face voltada para oeste é mais suscetível ao déficit hídrico na época seca.
C	Chapada com excelente drenagem, baixa fertilidade; textura arenosa (Latossoilo Vermelho-Amarelo); total exposição ao sol; vegetação de cerrado e ocupação parcial com pastagens.	Pastagem (braquiárias e andropogon), mandioca, abacaxi, frutos do cerrado, sistemas de cerrado manejado.	Além de solos ácidos e pobres em bases a área é muito exposta ao déficit hídrico; trabalhar com culturas e sistemas adaptados a essas condições.
D	Serra com afloramentos rochosos e solos rasos; baixa drenagem; vegetação de campo.	Reserva	APP devido à declividade (maior que 45°); pedregosidade.

(1) Verificar as Figuras 55 e 56. (2) Importante ressaltar que nas áreas de transição de A para B, de B para C e de C para D, microambientes menores e intermediários se conformam, podendo apresentar também aptidões muito específicas.

⁵De acordo com Resende et al. (1995) estratificar é “separar uma área maior em porções mais ou menos homogêneas. Identificar numa área heterogênea as partes componentes, apresentando, cada qual, considerável homogeneidade”.

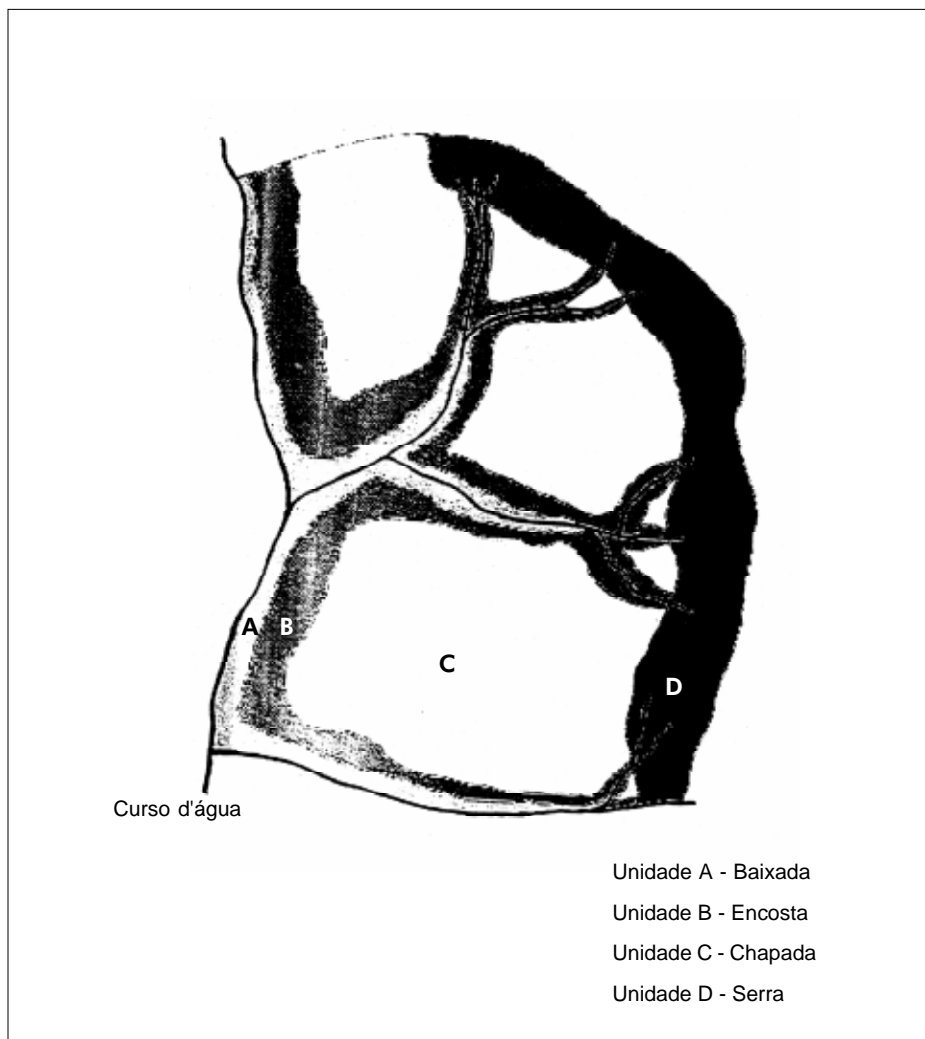


Figura 55 - Planta da área de um projeto de assentamento com estratificação de suas unidades ecogeográficas

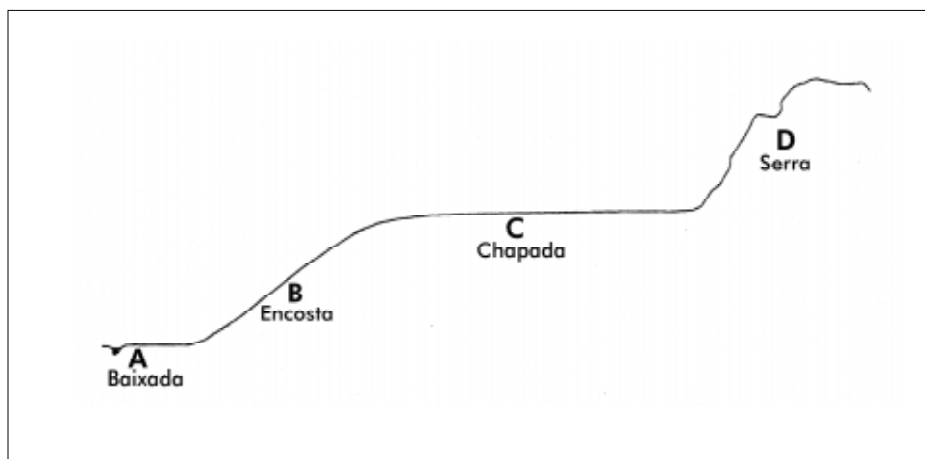


Figura 56 - Perfil transversal da área de um projeto de assentamento

Petersen (1996) de “ecopaisagens”: elas são as unidades básicas de sistematização do comportamento dos ecossistemas. Toledo (1996) trabalha com um conceito muito próximo que ele chama de “unidades ecogeográficas”. Para este autor, estas unidades delimitam as discontinuidades da paisagem natural. Este conceito se aplica perfeitamente à abordagem e ao sentido de estratificação que estamos tentando desenvolver aqui.

Por outro lado, do ponto de vista da Legislação Florestal (que tanto tem molestado os assentados), a área também pode ter diferentes tipologias: Áreas de Preservação Permanente (margens de rio, veredas, áreas de proteção de nascentes, áreas com declividade acima de 45 graus); formações que não podem mais ser alteradas, como os remanescentes de Mata Atlântica e Mata Seca por exemplo (Minas Gerais, 199-).

O reconhecimento dessas diferentes tipologias (assim como dos microambientes) é muito importante para a definição adequada dos 20% de Reserva Legal que deve ser demarcada e averbada em todas as áreas de assentamento. Aqui já começa a aparecer a necessidade de um planejamento estratégico de uso da área. Pensando na sustentabilidade do uso da área a longo prazo, que parte dessa área deve-se destinar a se tornar Reserva Legal?

Outras perguntas começam a surgir neste momento:

- a) Tirando a Reserva Legal e as APPs que ficarem de fora da reserva tudo o mais de vegetação que houver deve ser erradicado?⁶
- b) Será que a melhor forma de explorar a área, numa perspectiva de sustentabilidade, é erradicando estas coberturas vegetais?
- c) Será que existem outras formas de manejo de vegetação nativa original

⁶Importante lembrar aqui, por exemplo, que em Minas Gerais vários PAs estão em áreas com percentual expressivo de cobertura vegetal, em especial de cerrado.

ou em regeneração que possam ser interessantes do ponto de vista da construção de sistemas sustentáveis de produção nos PAs?

- d) Em termos de planejamento estratégico de uso da área, quais serão as áreas em que é interessante fazer o desmate de forma tradicional para o plantio?
- e) Onde pode ser interessante fazer um manejo (uma roçada seletiva, um raleamento, um desbaste com podas) para aproveitar a produção de biomassa, a proteção de solo dada por essa cobertura vegetal e o potencial econômico de algumas plantas nativas? Pode-se trabalhar na perspectiva, por exemplo, de um sistema agroflorestal ou silvipastoril?
- f) E onde pode ser interessante delimitar algo como uma reserva extrativista, onde as espécies vegetais mais interessantes podem ser exploradas coletiva ou associativamente? Pode-se ainda pensar numa estratégia de adensamento dessas plantas mais úteis nesta área de reserva?

Enfim, pensar nas áreas que não foram incluídas na Reserva Legal e que não se encaixam também como APPs, como simples objetos de desmate e exploração convencional com aração, gradagem (exposição e revolvimento do solo), correção e fertilização convencional, pode não ser a alternativa de exploração dos recursos mais inteligente numa perspectiva de manutenção/conservação/melhoria da capacidade produtiva da área e numa realidade de agricultura familiar de um país tropical, onde a maior riqueza é o sol e não o solo. Ou seja, a riqueza da qual dispomos está no potencial de fotossíntese e na capacidade de produção de biomassa de nossos

ecossistemas e não na qualidade de nossos solos, na maior parte pobres se comparados aos solos dos países de clima temperado. Os nutrientes são colocados no sistema pelo processo de bombeamento de plantas adaptadas e pela reciclagem de matéria orgânica que se estabelece. Erradicar a biomassa nativa existente, virgem ou em processo de regeneração, é romper com o ciclo de produção e reciclagem de biomassa que sustenta nossos solos. É preciso ter uma proposta muito consistente para se colocar no lugar, sob risco de deflagrarmos um processo de empobrecimento e degradação do solo e do ambiente agrícola como um todo⁷. Esse raciocínio não é válido só para locais de coberturas florestais, mas também de caatingas e cerrados, que afinal são as fisionomias que a natureza desenvolveu para convivência com as condições climáticas e geofísicas presentes nestes locais.

ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A ciência, ainda jovem, da agroecologia é um instrumento privilegiado para viabilizar este trabalho de estratificação ambiental participativa e planejamento agroambiental dos assentamentos. A agroecologia, do ponto de vista científico, é o mesmo que a ecologia agrícola, e procura encarar os sistemas produtivos como uma unidade fundamental de estudo, onde os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações sócio-econômicas são investigadas e analisadas como um todo (Altieri, 1989).

A agroecologia vem sendo muito utilizada para o estudo e intervenção em sistemas camponeses de produção visando à sua sustentabilidade. Para tanto, utiliza-se de um outro conceito-chave: o agroecossistema. De acordo com Altieri (1989), um agroecossistema pode ser definido em

qualquer escala, mas a tendência da agroecologia é focar sistemas agrícolas de pequenas unidades geográficas. O agroecossistema é então uma unidade da paisagem onde se dão interações entre pessoas e recursos, para a produção de alimentos, fibras etc., constituindo sistemas abertos que recebem insumos de fora e exportam produtos que podem entrar em sistemas externos. Pode-se pensar nos agroecossistemas como ecossistemas cultivados. Cada região tem um grupo único de agroecossistemas que resulta de variações no clima, solo, relações econômicas, estrutura social e história. Ele funciona com base em quatro processos ecológicos principais: energéticos, biogeoquímicos, hídricos e de equilíbrio biótico.

Os métodos simplificadores do ambiente da agricultura moderna vêm instabilizando os agroecossistemas através do rompimento destes processos. A agroecologia busca a restituição destes processos para a estabilização dos agroecossistemas. Esta estabilização dos agroecossistemas está estreitamente associada à sua sustentabilidade.

Procurando reformular um pouco a construção teórica de Altieri (1989), poderíamos dizer que a sustentabilidade dos agroecossistemas está ligada a quatro fatores/indicadores fundamentais:

- a) a resiliência que se refere à habilidade de um agroecossistema em manter a produção através do tempo, em face dos distúrbios ecológicos e pressões sócio-econômicas de longo prazo;
- b) a equidade é a medida de como os produtos do agroecossistema são distribuídos entre os produtores e consumidores locais;
- c) a estabilidade é a constância da produção sob um conjunto de condições

⁷Este fato aliás vem acontecendo intensamente em vários ecossistemas brasileiros. De acordo com Resende et al. (1995) estratificar é “separar uma área maior em porções mais ou menos homogêneas. Identificar numa área heterogênea as partes componentes, apresentando, cada qual, considerável homogeneidade”.

ambientais, econômicas e de manejo⁸. Altieri (1989) cita três fontes de estabilidade: a de manejo, a econômica e a cultural;

- d) a produtividade é uma medida quantitativa da proporção e do montante de produção por unidade de terra ou insumo⁹.

A autonomia é outro indicador que tem a ver com o grau de integração ou controle dos agroecossistemas, refletido no movimento de materiais, energia e informação entre suas partes constitutivas, e entre o agroecossistema e o ambiente externo. A auto-suficiência de um sistema de produção relaciona-se com a capacidade interna para administrar os fluxos necessários para a produção. Ou seja, a autonomia de um agroecossistema diminuirá à medida que se incremente a necessidade de acudir ao mercado para continuar a produção.

Por outro lado Toledo (1996) (elaborador de uma *abordagem etnoecológica* que se intersecta com a agroecologia) vem demonstrar que os camponeses historicamente manipularam a paisagem natural de tal forma que venha a favorecer duas características ambientais: a heterogeneidade espacial e a diversidade biológica. Esta forma de manipulação está associada ao fato de que os pequenos agricultores, por questões sócio-políticas, em geral ocupam os ambientes com maiores restrições geográficas e ecológicas (Cardoso & Resende, 1996). No processo produtivo, tais restrições são normalmente enfrentadas com práticas de convivência e não de redução, como busca a agricultura mo-

derna (irrigação, drenagem, sistematização de terras, fertilização e combate artificial a pragas, doenças e plantas daninhas etc.). Estas práticas de convivência são muito mais adequadas à noção da sustentabilidade dos agroecossistemas do que as de redução¹⁰, e muito mais viáveis às condições sócio-econômicas e culturais da agricultura familiar. Estas práticas procuram explorar da forma mais adaptada possível cada microambiente ou unidade ecogeográfica. O conhecimento agroecológico deve aperfeiçoar e potencializar esta exploração espacialmente diferenciada e biologicamente diversificada para que se possa gradativamente ir tornando o agroecossistema mais sustentável.

Toda esta abordagem tem sido utilizada para intervenções em comunidades camponesas ou de agricultores familiares. A sua aplicação nos agroecossistemas que constituem as áreas de assentamento parece-nos não só pertinente, como crucial para se avançar no que estamos chamando de uma gestão de uso da terra que caminha no sentido da sustentabilidade agroambiental dessas áreas. Não se tem dúvida de que a aplicação desta abordagem deve considerar as diferenças entre uma comunidade camponesa tradicional e uma comunidade nova e em construção como um assentamento. Nesta última, em geral, não há um uso histórico e cultural de sua terra; não houve um processo anterior de acúmulo de conhecimentos agroambientais que permitissem à comunidade ir realizando um processo adaptativo àquele ambiente. Tudo isso, entretanto, será construído a partir da ocupação daquela terra. Se considerarmos, que o perfil dos assentados tem

proximidades, em graus diferenciados, com o perfil camponês e identifica-se com o que chamamos hoje de agricultura familiar concluiremos que a sua sobrevivência e reprodução certamente dependerá deste processo de construção de práticas de convivência com o ambiente aproveitando, como diz Toledo (1996), a sua heterogeneidade espacial e a sua diversidade biológica.

O fato de constituir-se numa comunidade nova traz dificultadores, mas também facilitadores. Por um lado, esta comunidade não apresenta (ou apresenta ainda de forma incipiente), uma identidade sociocultural, pelo fato de estar iniciando uma convivência, nem uma história comum de interação com o agroecossistema que está agora ocupando. Por outro lado, este agroecossistema, que se constituía anteriormente de uma grande fazenda, deverá, a partir do evento do assentamento, ser totalmente reconstruído, o que abre uma interessante perspectiva de planejamento estratégico de uso e gestão deste espaço. Introduzir então a idéia de sustentabilidade do agroecossistema, que será buscado através de um processo participativo de estratificação (e mapeamento) de suas unidades ecogeográficas e de uma posterior construção da proposta global de uso sustentável da área, será, sem dúvida, um fator essencial ao alcance do objetivo deste planejamento.

A pergunta-chave é: quando e como introduzir esta abordagem? É quando chegar o Projeto Lumiar, que deverá realizar um diagnóstico e elaborar um plano de desenvolvimento do assentamento? É claro que não, pois na cronologia habitual do proces-

⁸Para Fernández (199-), a distinção entre estabilidade e resiliência tem a ver com as forças atuantes. No primeiro caso, são relativamente pequenas e ordinárias (variação normal dos preços, variações climáticas freqüentes etc.) e são distorções cujo impacto é pequeno. No segundo caso, são forças raras, menos esperadas, para cuja superação o agroecossistema não desenvolveu defesa alguma.

⁹Aqui, a abordagem de Altieri (1989) parece ser um tanto convencional. Pode-se pensar também na produtividade por unidade de trabalho e por unidade de energia. Também parece ser fundamental, do ponto de vista agroecológico, pensar a produtividade do agroecossistema como um todo, levando em consideração tudo que se extrai dentro dele: plantas medicinais, forrageiras, oleaginosas, ornamentais e para artesanato, lenha, madeira para construções etc.

¹⁰Aqui se coloca uma questão de fundo a respeito de diferentes modelos de agricultura: de um lado uma agricultura que procura adaptar o ambiente às suas atividades e projetos (práticas de redução), outra que procura adaptar suas atividades ao ambiente (práticas de convivência).

so de implantação dos PAs, o Lumiar chega depois do parcelamento. E o parcelamento nada mais é do que a repartição do agroecossistema original em lotes menores que vão condicionar a forma como será usado estes espaços a partir de então. Se, no processo de parcelamento, esta abordagem proposta não for adotada, toda a perspectiva de sustentabilidade do uso da terra que se está buscando poderá estar inviabilizada ou, pelo menos, muito dificultada. Na verdade, é o processo participativo que citamos antes que deverá condicionar o parcelamento. Isto, é claro, encerraria uma mudança na metodologia atual de elaboração dos planos preliminares e do parcelamento.

CONCLUSÃO

As questões, problemas e propostas levantadas neste texto, evidenciam algumas inadequações ou insuficiências dos processos relativos à implantação e desenvolvimento dos PAs. Em especial, inadequações que impedem a inserção completa da questão ambiental, articulada com a viabilidade econômica das áreas, no processo de implantação destes projetos, assim como insuficiências no processo de incorporação de uma metodologia participativa e construtivista para definição consciente do uso das terras dos assentamentos por parte dos assentados.

Estas inadequações ou insuficiências estão ligadas, por um lado, aos procedimentos institucionais do Incra (e indiretamente também dos outros órgãos que acabam intervindo nos PAs), mas também, por outro lado, à própria cultura dos movimentos de luta pela terra que ainda não assimilaram, de uma forma mais abrangente, a importância da questão ambiental que envolve os PAs e o processo da Reforma Agrária como um todo, nem despertaram para a nova (e muito mais

consistente) perspectiva que se abre com a introdução do conceito da sustentabilidade neste processo. Também interferem aí mentalidades diferenciadas, por parte dos assentados, no tocante à relação com a terra. Se por um lado, encontramos nos assentamentos perfis tipicamente camponeses, por outro, também encontramos ex-assalariados rurais e bóias-frias forjados no seio das monoculturas modernas, além de famílias que já vivenciaram uma significativa experiência urbana¹¹. A construção de uma identidade que transforme o *grupo* numa *comunidade*, é um desafio e um processo que deverá dar-se simultaneamente ao desenvolvimento do conhecimento e do planejamento agroambiental que definirá o tipo de apropriação dos recursos que se consolidará nos diversos agroecossistemas.

O que estamos querendo ressaltar aqui, é que a construção de uma proposta de sustentabilidade ambiental na gestão do uso da terra dos PAs depende, na verdade, dos processos que vão desde a ocupação da área (e aí já começa a responsabilidade político/educativa dos movimentos) até a fase de seu desenvolvimento propriamente dito. Passa portanto pela vistoria, plano preliminar, parcelamento, implantação da infra-estrutura, fornecimento dos créditos de implantação e depois do Programa de Crédito Especial para a Reforma Agrária (Procer) e implantação do Projeto Lumiar.

Em outras palavras: o levantamento dos recursos naturais executado na ocasião da vistoria já deve ser pensado nesta perspectiva de uso sustentável dos recursos, ou seja, a partir de uma estratificação ambiental que venha a ajudar na construção participativa de uma proposta de parcelamento que facilite, e até conduza, este uso sustentável. Esta construção participativa implica do fato que os acampados/

futuros assentados do PA têm o seu conhecimento agroambiental da área e que suas participações na elaboração e definição do parcelamento serão de fundamental importância para que este seja simultaneamente adequado às expectativas das famílias agricultoras e às potencialidades e limitações dos recursos naturais das áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1989.
- CARDOSO, I.; RESENDE, M. **Percepção e uso de ambientes naturais por pequenos agricultores**. In: ALTERNATIVAS: cadernos de agroecologia. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996.
- FERNÁNDEZ, X.S. **El desarrollo sustentable**: una perspectiva agroecológica. [199-]. 10p. Mimeografado.
- LEROY, J. P. **Por uma reforma agrária sustentável**. Rio de Janeiro: Fase, 1998. 7p. Mimeografado.
- MINAS GERAIS. **Lei Florestal**: Lei 10.561 de 27 de janeiro de 1991 - Decreto de Regulamentação. Belo Horizonte: IEF, [199-]. 34p.
- PETERSEN, P. **Diagnóstico ambiental rápido e participativo**: levantando informações e mobilizando a comunidade para um manejo sustentável das terras. In: ALTERNATIVAS: cadernos de agroecologia. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORREA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995.
- TOLEDO, V.M. **La apropiación campesina de la naturaleza**: un análisis etnoecológico. Mexico, 1996. 104p. Mimeografado.

¹¹A construção de uma visão crítica das diferentes relações com a natureza que condicionam e estão por trás das diferentes formas de agricultura é fundamental neste contexto.

Recuperação de áreas degradadas

Charles Aparecido Gonçalves Ferreira¹

Resumo – Apresentam-se a compatibilização entre agricultura e meio ambiente; práticas de controle da erosão e práticas complementares de melhoramento da terra e parâmetros que deverão ser observados na recuperação de solos degradados pela agropecuária. Afirma-se a necessidade de viabilização de um modelo de produção agrícola que apresente produtividade compatível com a saúde e a segurança alimentar, economicamente viável, que não agrida o meio ambiente.

Palavras-chave: Recursos naturais; Solo; Degradação; Recuperação; Práticas culturais.

INTRODUÇÃO

A utilização desordenada dos recursos naturais tem gerado a degradação de áreas em quase todo território nacional (Fig. 57, p.68).

No Brasil a avaliação exata da extensão dos solos degradados é ainda muito precária. Todas as estimativas apontam para o desmatamento e para as atividades agrícolas como os principais fatores de degradação dos nossos solos.

Geralmente, os impactos causados por obras de engenharia, como rodovias, ferrovias, hidrelétricas, barragens etc., e por atividades de mineração a céu aberto, sensibilizam intensivamente a população, que atribui a estas atividades a maior responsabilidade pela degradação dos solos. Essa impressão negativa é facilmente justificável, pois constitui-se em atividades com alto potencial de impacto ambiental. No entanto, ao avaliar a extensão da degradação, verifica-se que esta é mínima em comparação ao desmatamento ou ao superpastejo. A degradação não pode ser avaliada apenas pela sua extensão, mas também pela sua intensidade.

A recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por equipes multidisciplinares, constituídas por especialistas das mais diferentes áreas, que visa proporcionar, em última instância, o restabelecimento das condições de equilí-

brio e sustentabilidade existentes anteriormente à atividade degradadora. A abordagem temática é holística, sendo necessário o envolvimento direto e indireto de técnicos das mais diferentes especializações.

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DO SOLO

A degradação do solo é de difícil definição. Na maioria dos casos, os solos utilizados para fins agrícolas podem estar em processo de degradação sem conseqüências visuais claras e bem caracterizadas.

A ciência do solo considera que, à medida que as características que determinam a qualidade de um solo forem alteradas, estabelece-se o processo de degradação.

A degradação de terras agrícolas deve enfocar não só aspectos relativos ao meio físico, mas também aspectos econômicos, uma vez que a perda de produtividade pode estar relacionada com a degradação do solo. Power & Myers (1989) definem a qualidade de um solo com a sua capacidade em manter o crescimento de plantas, o que inclui fatores como agregação, teor de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão de pH, disponibilidade de nutrientes etc.

De acordo com o código florestal (Farah, 1967), os proprietários rurais são obrigados a demarcar as áreas de reserva legal e de

preservação permanente. Essa exigência é ignorada na maior parte do país, sendo observado que a expansão agropecuária não obedece critérios lógicos.

Após a derrubada da mata e queimada, de forma irracional e descontrolada, as terras foram cultivadas fora de sua verdadeira aptidão agrícola, sem que se tomassem medidas necessárias de conservação e manejo, utilizando-se sistemas de produção esgotadores do solo, caracterizados pela excessiva movimentação, falta de cobertura e rotação e eventualmente com queima de resíduos culturais. Associamos, ainda, à aceleração dos processos erosivos, a diminuição gradativa e constante do teor de matéria orgânica, originada da erosão hídrica, revolvimento do solo, insolação, exaustão de nutrientes e falta de rotação, provocando assim uma degradação física dos solos, com reflexos negativos na infiltração da água de chuvas.

A agricultura mineira revela uma realidade heterogênea e complexa em seus sistemas e estruturas de produção. Neste ínterim, citam-se dois extremos:

- a) sistemas agrícolas primitivos que consomem muitos recursos naturais (desmatamentos, perda de solos, perda de fertilidade natural, erosão genética, etc.). Frequentemente, observam-se em áreas onde a fronteira agrícola ainda está em expansão;
- b) sistemas de produção altamente in-

¹Eng^a Agr^a; M.Sc. Alcoa Alumínio S.A.. Rodovia Poços de Caldas/Andradas - km 10, Caixa Postal 128, CEP 39701-970 Poços de Caldas-MG. E-mail: charles.ferreira@alcoa.com.br

tensificados que consomem relativamente menos recursos naturais no local, mas introduzem no ambiente novos elementos e produtos causadores de desequilíbrios (agrotóxicos, fertilizantes e sais). Esses sistemas são observados em locais onde a fronteira agrícola não se expande mais e os processos de produção intensificaram-se.

Os dados do IBGE (1998) registram que dentre as principais culturas do estado de Minas Gerais, apenas o café apresentou crescimento em área cultivada. Contrariamente a esse crescimento, registra-se perda significativa do pouco que restava da Mata Atlântica (3,0% da área original), colocando Minas como o quarto Estado da União que mais contribuiu para a destruição deste ecossistema.

Depreende-se deste fato que o aumento da produtividade é incompatível com a expansão da fronteira agrícola. É sabido que a pesquisa gerou tecnologias adequadas para o correto preparo do solo, através de calagem e fertilização, controle da erosão, variedades mais produtivas e com maior plasticidade ecológica, densidade, época de plantio e controle de pragas e doenças. Quando se almeja maximizar a produção das culturas todos fatores de produção têm que ser considerados, sendo extremamente lamentável que conhecimentos considerados básicos ainda não são devidamente adotados pelos agricultores, revelando uma lacuna existente entre a pesquisa, extensão e o agricultor (principalmente os pequenos agricultores).

Entre os impactos provocados pela agropecuária destacam-se a baixa produtividade, exaustão crescente do solo, aplicação exacerbada de agrotóxicos, carreamento de solos, assoreamento do leito dos rios e diminuição de sua vazão e perda da biodiversidade (desmatamento).

Sabemos que a atividade é fundamental à sobrevivência humana, no entanto deve ser desenvolvida de forma ecologicamente correta, sem comprometer os recursos naturais para o uso das futuras gerações.

COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

O uso adequado da terra consiste no

primeiro passo em direção à agricultura sustentável. Para isso, deve-se classificar cada parcela de terra (gleba) de acordo com a sua capacidade de suporte (sustentação e produtividade), de forma que os recursos naturais disponíveis proporcionem melhores usos e benefícios (Fig. 58, p.68).

Salienta-se que terra não inclui somente as características associadas ao solo, mas também outros atributos físicos, como o relevo, vegetação, tipos e graus de erosão, disponibilidade de água e impedimentos a motomecanização. Sua utilização agrícola depende também de condições de infra-estrutura (meios de transporte, instalações, máquinas, equipamentos) e, ainda, condições socioeconômicas (salubridade da região, disponibilidade de mão-de-obra, mercado, preços de insumos e de produtos agropecuários).

A classificação da terra na sua capacidade de uso consiste na identificação da sua adaptabilidade para fins diversos, sem que sofra depauperamento pelos fatores de desgaste e empobrecimento. Nesta linha, as glebas são agrupadas em relação às limitações de uso e/ou riscos de degradação do solo em grau semelhante.

A caracterização das classes de capacidade de uso leva em consideração a maior ou menor complexidade das práticas conservacionistas, em especial as de controle da erosão. As práticas de conservação do solo, usualmente definidas como o conjunto de medidas destinadas a controlar a erosão e outras formas de depauperamento do solo, de modo a mantê-lo permanentemente produtivo, são subdivididas em:

- a) práticas de controle da erosão (obrigatórias): destinadas a diminuir o processo erosivo, isto é, desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, causado pelas forças de impacto direto das gotas de chuva, pela enxurrada e pelo vento, provocando o desgaste e rebaixamento do perfil do solo localizado nas partes mais elevadas e, eventualmente, o acúmulo de sedimentos sobre aquele localizado em condições de cotas mais baixas. Dentre as mais difundidas, estão o terraceamento, plantio e cultivo em nível, faixas de retenção ou de rotação e canais divergentes;

- b) práticas complementares de melhoramentos (eventuais): procuram melhorar ou recuperar as condições de produtividade das terras e racionalizar ao máximo o uso dos solos. Atuam indiretamente no controle da erosão, em função do aumento promovido no enraizamento e na cobertura do solo, ocasionado pelo maior desenvolvimento das plantas cultivadas. Citam-se, como exemplos: calagem, adubações químicas, adubações verdes, rotação de culturas, subsolagem, drenagem, divisão e manejo de pastagens.

RECOMENDAÇÕES

O solo, quando colocado sob cultivo, sofre alterações nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

A destruição da cobertura vegetal natural, a desagregação da camada superficial nos processos de aração e gradagem, a queima dos restos culturais, a retirada pelas colheitas, o ataque da superfície pela água das chuvas, quando se chocam contra o solo ou quando sob forma de enxurradas correm sobre a superfície, a movimentação constante de máquinas e implementos provocam, dentre outras alterações:

- a) destruição da matéria orgânica;
- b) alteração na estrutura;
- c) adensamentos e compactação do solo e subsolo;
- d) rebaixamento do perfil;
- e) empobrecimento do solo e acidez;
- f) alteração da vida microbiana.

O processo de degradação é variável, desenvolvendo-se em maior ou menor grau de acordo com o tipo de solo (mais resistente ao fenômeno), clima, e principalmente pela forma com que o solo é manejado. Existem procedimentos que contribuem para acelerar o processo de degradação e práticas que permitem manter ou melhorar ou até restaurar a produtividade dos solos.

É imprescindível que sejam adotadas medidas de proteção da bioestrutura de tal forma que assegure a conservação e a manutenção da produtividade.

Para se utilizarem metodologias e práticas eficientes na recuperação de solos

degradados pela agropecuária é necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros: profundidade efetiva, permeabilidade,

de, textura, declive, erosão, pedregosidade, riscos de inundação, uso anterior, uso atual, dentre outras características.

No Quadro 1 são apresentadas as medidas e práticas de recuperação de solos degradados.

QUADRO 1 - Medidas obrigatórias e eventuais a serem utilizadas para recuperação de áreas degradadas

Tecnologias indicadas		Observações
Periodicidade	Tipos	
Constante	Identificação da aptidão das glebas/capacidade de uso ^{(1) (2) (3)}	Obrigatoriamente nos grupos e classes (I, II, III, IV, V, VI, VI, VIII)
	Preparo do solo em nível ^{(1) (2) (3) (4)}	
	Plantio em nível ^{(1) (2) (3) (4)}	
	Estradas e carregadores em nível ^{(1) (2) (4)}	Retirar as águas superficiais da propriedade
	Controle do fogo ^{(1) (3)}	Evitar queimadas – os restos culturais devem ser incorporados
	Análises de solos ^{(1) (2) (3) (4)}	
	Calagem ^{(1) (2) (3) (4)}	
	Manejo do mato ⁽²⁾	Manter a cultura sempre limpa (as entrelinhas devem ser limpas na seca e apenas roçada na estação chuvosa) sem retirada do material
	Estradas e carregadores transversais em nível ⁽²⁾	Nivelados e corretamente dispostos na área
	Carregadores pendentes desencontrados ⁽²⁾	Com o intuito de diminuir o comprimento dos lançantes
	Retirar a água dos carregadores das estradas ⁽²⁾	Desviar as águas superficiais para bacia de sedimentação previamente preparadas
	Subdivisão da pastagem e pastejo controlado ⁽³⁾	
Reforma periódica da pastagem ⁽³⁾		
Eventuais	Terraceamento ^{(1) (2) (3) (4)}	Para declives de 3,0 a 12,0%
	Subsolagem ^{(1) (2) (3) (4)}	No caso de camadas impermeáveis no subsolo
	Manejo alternativo do solo (plantio direto, cultivo mínimo, preparo reduzido) ^{(1) (2) (3) (4)}	Sempre que as condições e situações permitirem
	Controle químico do mato ^{(1) (2)}	Reduzir ao máximo a desagregação do solo
	Rotação de culturas ⁽¹⁾	Fazer a rotação alternando culturas com sistema radicular e sistema de vegetação diferentes
	Faixas de retenção ⁽¹⁾	Confecção de faixas estreitas, com vegetação densa
	Embaciamento ⁽²⁾	Canais rasos e largos em todas as ruas
	Cobertura morta ⁽²⁾	Usar palhas, cascas e capins principalmente no período chuvoso
	Escarificação ⁽³⁾	Quebra do encrostamento que se forma na superfície
	Manejo do mato na formação ⁽⁴⁾	No período seco: linhas e ruas limpas Nas águas: ruas roçadas e linhas limpas

NOTA: I, II, III, IV, V, VI, VII referem-se às classes de capacidade de uso do solo.

(1) Culturas anuais. (2) Culturas permanentes. (3) Pastagens. (4) Reflorestamentos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

É fundamental que os agricultores adotem a microbacia como a unidade física de gerenciamento, intervenção e análise, na busca da sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Para alcançar a sustentabilidade desejada pelo modelo da agricultura sustentável, é fundamental a adoção das seguintes estratégias:

- tecnologias que promovam a conservação dos recursos naturais (água, solo, fauna e flora) através de medidas mitigadoras dos processos de degradação;
- tecnologias que visam aumentar a cobertura vegetal do solo, reduzindo a ação erosiva do impacto das gotas de chuva sobre o solo;
- tecnologias que visam aumentar a infiltração de água no solo, diminuindo o deflúvio e escoamento superficiais, minimizando os problemas relacionados com o desgaste do solo pelos processos erosivos.

CONCLUSÃO

- em termos de consciência ambiental, nota-se um atraso da agropecuária em comparação a outras atividades econômicas potencialmente poluidoras, como o setor industrial e mineração, quando desenvolvidas em conformidade com as normas ambientais;
- o uso intensivo da terra evoluiu para uma fase de exaustão de nutrientes pelas culturas e pela erosão hídrica, obrigando os agricultores, na maioria das vezes, a derrubarem mais mato, a aproximarem-se cada vez mais das áreas de preservação permanente (margens dos córregos e rios e topos de morros);
- o ajustamento da gleba à sua capacidade de uso é prática básica devendo ser a primeira preocupação do agricultor. Esse ajustamento é de fundamental importância para aumentar a eficiência na utilização dos recursos. Neste sentido, as áreas de menor potencial (sem aptidão

para determinadas finalidades, como exemplo as culturas anuais) poderão ser destinadas para culturas permanentes, pastagens e/ou reflorestamentos;

- no planejamento conservacionista propriamente dito devem ser considerados os seguintes aspectos:
 - ordenação da ocupação do solo (capacidade de uso);
 - cultivo mínimo e plantio direto;
 - diminuição do uso de agrotóxicos;
 - utilização de adubação orgânica;
 - uso de métodos e técnicas de irrigação inadequados e ineficientes para determinadas regiões;
 - lixiviação de nutrientes;
 - profundidade efetiva;
 - permeabilidade;
 - textura;
 - declive;
 - erosão;
 - pedregosidade;
 - riscos de inundação;
 - uso anterior;
 - uso atual etc.
- culturas anuais devem ser plantadas nas glebas menos suscetíveis ao processo erosivo. Preferencialmente, devem ser plantadas nas terras mais planas e menos arenosas, ou seja, é fundamental o conhecimento da aptidão agrícola das terras (capacidade de uso).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FARAH, V.A. (Org.). **Legislação florestal**: leis, decretos e regulamentos federais. Rio de Janeiro: MA-SAI, 1967. 186p. (SIA. Série Documentária, 26).
- IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Brasil em números**: Minas Gerais. Rio de Janeiro, 1998. v.1.
- POWER, J.F.; MYERS, R.J.K. The maintenance or improvement of farming systems in North America and Australia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE SPONSORED, 1989, Saskatoon, Canada. **Proceedings...** Soil quality in semi arid

agriculture. Saskatoon: Canadian Int. Development Agency/Univ. of Saskatchewan – Saskatchewan Inst. of Pedology, 1989. p.273-292.

BIBLIOGRAFIA

- BEEK, K.J. **Land evaluation for agricultural development**: some explorations of land-use systems analysis with particular reference to Latin America. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1978. 333 p. (ILRI. Publication, 23).
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- CASTRO, O. M. de. Sistemas de preparo do solo e rotação de cultura para milho e soja. In: RELATÓRIO técnico anual. Campinas: IAC, 1988. 53p.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T.B. Defining and assessment soil quality. In: DORAN, J.B.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. 244p. (SSSA. Special Publication, 5).
- DORAN, J.W; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J.W; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessment soli quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.215-238. (Soil Science Society of America. Special Publication, 49).
- FRANÇA, G.V. A classificação das terras de acordo com a sua classe de capacidade de uso com base para um programa de conservação do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO, DO SOLO, 1, Campinas, 1960. **Anais...** São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1963. p.399-408.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília: SUPLAN/Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978. 70p.
- REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro: EMPRAPA-SNLCS, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Série Miscelânea, 1).
- SIMS, D.A. **Consultant report, soil conservation research**. Campinas: IAC, 1984. 74p. (UNDP/FAO. BRA/82/011).

SISTEMA AGROPECUÁRIO EM FOCO

Eng^o Agr^o Carlos Henrique Filizzola
Diretor Técnico Operacional da Ceasa-MG



Foto: Joel Duarte

INTEGRAÇÃO COMO FATOR DE SUCESSO

A integração entre os órgãos que compõem a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento é fundamental, pois as atividades desempenhadas pelas empresas do Sistema são complementares. Cada uma possui um papel específico, dentro do contexto geral. Trabalhando integradas, todas chegarão aos objetivos comuns, quais sejam:

- proteger o produtor;
- gerar emprego e renda;
- agregar valor ao produto;
- promover o desenvolvimento sustentado da função agropecuária.

Até a administração anterior, as empresas do setor trabalhavam independentes entre si, muitas vezes gerando duplicidade de ações, exatamente por não terem uma visão "macro" do Sistema. A integração facilita enormemente a coordenação da política agropecuária, função maior da Seapa. Somente com esta integração have-

rá condição de implementar ações efetivas contra os já tradicionais males da agropecuária, como a falta de planejamento e de informação, a dificuldade de disseminação de novas tecnologias, a orientação para o mercado consumidor e a excelência na comercialização.

A metodologia adotada pela Seapa, através das diretrizes traçadas à Coordenação Executiva, pelo secretário Raul Belém, de direcionar os esforços em produtos cujo mercado seja perene, não somente em bolhas de consumo, mas em situações históricas, é perfeita, pois elege produtos e regiões com potencial para alavancar suas economias. A dinamização deste processo permitirá que o produtor rural tenha uma orientação segura quanto à cultura em que deverá investir, de forma planejada, evitando-se assim, as mazelas do excesso ou da escassez de produtos, que geram tanto mal não só ao produtor, como também ao consumidor.

Ações integradas como o Projeto Barracão do Produtor, que envolve a Ceasa-MG, Emater-MG e o Banco de Sementes, Insumos e Matrizes – composto pela EPAMIG, Emater, IMA, Casemg e Ceasa-MG – têm seu sucesso garantido por vislumbrarem, em toda a cadeia produtiva, as demandas por tecnologia, investimento e administração rural, que tanto inviabilizam o pequeno produtor. Apesar de serem aparentemente óbvias as conseqüências da integração, a sua materialização passa por um processo penoso de modificação dos paradigmas, anteriormente imutáveis, em consonância com o questionamento que vem sendo vivido em todas as atividades, em virtude da globalização.

Como parte desta integração já foi conquistada, os benefícios ao produtor são visíveis. Porém, o objetivo das empresas vinculadas à Seapa é buscar uma integração plena, que seria uma verdadeira revolução do processo produtivo oriundo do campo.

Modernizando a comercialização

A Ceasa-MG presta serviços aos setores atacadistas de produtos alimentícios, especialmente hortifrutigranjeiros, cereais e outros produtos não-alimentícios. Ela não compra nem vende produtos; sua missão é promover o abastecimento de produtos no Estado.

Suas unidades físicas são dotadas de equipamentos para beneficiamento primário, classificação e padronização de produtos diversos, bem como informação de mercado.

Entre os trabalhos realizados pela Ceasa-MG, sob orientação da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, encontra-se o Barracão do Produtor, unidade física que visa apoiar e modernizar a comercialização de hortigranjeiros. Esses barracões vêm sendo implantados nas comunidades agrícolas produtoras de hortigranjeiros e o seu gerenciamento fica a cargo das associações de produtores.

Também criado e administrado pela Ceasa-MG, destaca-se o programa Vitasopa, que consiste na fabricação de um concentrado de hortigranjeiros, completado com arroz, carne, farinhas, leite em pó, temperos e proteína vegetal, fornecendo 200 calorias por dia. Atende a programas institucionais de combate à subnutrição e à fome, em creches, orfanatos, escolas, favelas e para a população flagelada.

Para fabricação do Vitasopa são utilizados legumes e verduras que seriam jogados fora ou mal-aproveitados por não apresentarem aspecto comercial, apesar de estarem em perfeita condição de consumo.

A capacidade total de produção é de 300 latas por dia e deverá ser ampliada. O produto é envasilhado em latas de 4kg, equivalentes a 35 pratos. O custo de produção de um prato é de cerca de R\$ 0,10.

A Ceasa-MG também trabalha com a doação de hortigranjeiros *in natura* a entidades carentes do Estado. Este projeto vem sendo desenvolvido há mais de 25 anos, praticamente desde o início do funcionamento da Empresa. São distribuídas, mensalmente, cerca de 140 toneladas de produtos doados pelos produtores, originários das sobras na comercialização diária, a entidades cadastradas na própria Ceasa-MG.

A Ceasa-MG, até então vinculada à Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Minas Gerais, passará ao controle do Governo Federal segundo acordo firmado no início de fevereiro deste ano.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Governador: Itamar Franco

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Secretário: Raul Décio de Belém Miguel



EPAMIG

**Empresa de Pesquisa Agropecuária de
Minas Gerais - EPAMIG**

Presidência

Márcio Amaral

Diretoria de Operações Técnicas

Marcos Reis Araújo

Diretoria de Administração e Finanças

Marcelo Franco

Gabinete da Presidência

Eustáquio Amaral

Assessoria de Marketing

Luthero Rios Alvarenga

**Assessoria de Planejamento e
Coordenação**

Sebastião Gonçalves de Oliveira

Assessoria Jurídica

Marcelo José Alves

Assessoria de Informática

Mauro Lima Bairo

Auditoria Interna

Ronald Botelho de Oliveira

Departamento de Pesquisa

Antônio Monteiro de Salles Andrade

Departamento de Produção

José Braz Façanha

Departamento de Recursos Humanos

Dalci de Castro

**Departamento de Patrimônio e
Administração Geral**

Argemiro Pantuso

Departamento de Contabilidade e Finanças

Geraldo Dirceu de Resende

Centro Tecnológico-Instituto de Laticínios

Cândido Tostes

Geraldo Alvim Dusi

**Centro Tecnológico-Instituto Técnico de
Agropecuária e Cooperativismo**

Marco Antonio Lima Saldanha

Centro Tecnológico do Sul de Minas

Geraldo Antônio Resende Macêdo

Centro Tecnológico do Norte de Minas

Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico da Zona da Mata

José Luis dos Santos Rufino

Centro Tecnológico do Centro-oeste

Miguel Celestino Paredes Zúñiga

Centro Tecnológico do Triângulo e

Alto Paranaíba

João Osvaldo Veiga Rafael

**A EPAMIG integra o Sistema Nacional
de Pesquisa Agropecuária, coordenado
pela EMBRAPA**

AÇÃO



Ambiental

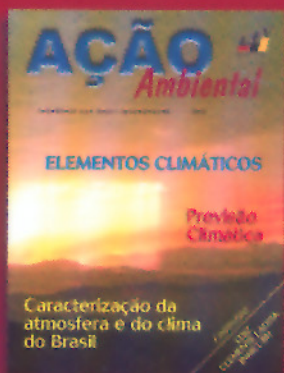


**O MEIO AMBIENTE É A NOSSA CASA.
E É TÃO BOM PODER COMEMORAR
ESSES 2000 ANOS EM CASA!**

**AGORA ESTÁ NA HORA DE INVESTIR NA
QUALIDADE DE VIDA E VOCÊ NÃO VAI
DEIXAR A PETECA CAIR DO SEU LADO!**

**ESTAMOS VIVENDO A ERA DA INFORMAÇÃO
QUEM NÃO ENTRAR NESSA ONDA VAI MORRER NA PRAIA!**

VENHA PARTICIPAR COM A GENTE!



FALE COM O NOSSO

TELEMARKETING:

0 XX 31 891 7000

Semente básica da EPAMIG:



faz parte da vida da gente.