

# ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE:

teoria, políticas e a gestão de  
espaços regionais

## ORGANIZADORES

**ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO BASTIAAN PHILIP REYDON  
MARIA LUCIA AZEVEDO LEONARDI**

**PREFÁCIO: IGNACY SACHS**

**COM A COLABORAÇÃO DE: ADEMAR RIBEIRO ROMEIRO ALFREDO JOSÉ BARRETO LUIZ  
ALPINA BEGOSSI ANTÔNIO EVALDO COMUNE ARIIVALDO LUCCHIARI JÚNIOR BASTIAAN P.  
REYDON CLAYTON CAMPANHOLA CLÓVIS CAVALCANTI FRANCISCO EDUARDO MENDES  
GILBERTO DE MARTINO JANNUZZI JOÃO FERNANDO MARQUES JOSÉ ALMEIDA DE SOUZA JR.  
MAGDA APARECIDA DE LIMA MARIA LUCIA AZEVEDO LEONARDI PAULO CHOJI KITAMURA  
PETER MAY RACHEL NEGRÃO CAVALCANTI RIVALDO CHAGAS MAFRA RONALDO SERÔA DA  
MOTTA SERGIO SALLES FILHO VANESSA FLEISCHFRESSER WILAME TORRES JANSEN**

**Embrapa**

Meio Ambiente

Terceira edição



UNICAMP

INSTITUTO DE ECONOMIA

# ***Economia do meio ambiente:***

*teoria, políticas e a  
gestão de espaços regionais*

# ***Economia*** ***do meio ambiente:*** *teoria, políticas e a gestão de* *espaços regionais*

**Terceira edição**

**Organizadores**

*Ademar Ribeiro Romeiro*  
*Bastiaan Philip Reydon*  
*Maria Lucia Azevedo Leonardi*

**Prefácio**

*Ignacy Sachs*

**Contribuições**

*Ademar Ribeiro Romeiro; Alfredo José Barreto Luiz; Alpina Begossi;*  
*Antônio Evaldo Comune; Ariovaldo Lucchiari Júnior; Bastiaan P. Reydon;*  
*Clayton Campanhola; Clóvis Cavalcanti; Francisco Eduardo Mendes;*  
*Gilberto De Martino Jannuzzi; João Fernando Marques; José Almeida de Souza Jr.;*  
*Magda Aparecida de Lima; Maria Lucia Azevedo Leonardi;*  
*Paulo Choji Kitamura; Peter May;*  
*Rachel Negrão Cavalcanti; Rivaldo Chagas Mafra;*  
*Ronaldo Serôa da Motta; Sergio Salles Filho; Vanessa Fleischfresser;*  
*Wilame Torres Jansen.*

Campinas  
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Instituto de Economia – IE  
2001

Obra publicada pelo Instituto de Economia da Unicamp.

Financiada por: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.



Equipe de Produção

Revisão: *Lídia Terezinha Ferreira*

Normalização/Editoração: *Célia Maria Passarelli Quitério*

Editoração da primeira edição: *Neide Pereira Baldovinotti*

Impressão: *Gráfica Central da Unicamp*

Capa: *João Baptista da Costa Aguiar*

Ficha catalográfica elaborada pelo Centro de Documentação – CEDOC  
do Instituto de Economia da UNICAMP

Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.  
3. ed./Ademar Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reydon; Maria Lucia Azevedo  
Leonardi (Org.). – Campinas, SP: Unicamp. IE, 2001.

ISBN 85-86215-38-4

1. Meio ambiente – Aspectos econômicos. 2. Política ambiental – Brasil.  
3. Políticas públicas – Aspectos ambientais. 4. Desenvolvimento sustentável.  
I. Romeiro, A. R. (Org.). II. Reydon, B. P. (Org.). III. Leonardi, M. L. A. (Org.).  
IV. Título.

CDD 363.7

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Política ambiental : Brasil 304.209 81  
2. Meio ambiente : Aspectos econômicos : Brasil 333.709 81



Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Economia <[www.eco.unicamp.br](http://www.eco.unicamp.br)>

✉ Caixa Postal 6135 ☎ (0xx19) 3788.5708 📠 (0xx19) 3289.1512 📧 [public@eco.unicamp.br](mailto:public@eco.unicamp.br)  
13083-970 – Campinas, São Paulo – Brasil

*Dedicamos este livro à memória de  
Maria Lúcia Azevedo Leonardi,  
que infelizmente não pode vê-lo editado.*

*Ademar e Bastiaan*

## ***A respeito dos autores***

**Ademar Ribeiro Romeiro** – Economista – Professor Doutor e Pesquisador do Núcleo de Economia Agrícola – NEA do Instituto de Economia da UNICAMP.

**Alfredo José Barreto Luiz** – MSc. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA da EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**Alpina Begossi** – Bióloga, PhD em Ecologia – Universidade da Califórnia (USA) e Pesquisadora do Núcleo de Estudos de Políticas Ambientais – NEPAM da UNICAMP.

**Antônio Evaldo Comune** – Professor da Faculdade de Economia e Administração – FEA, da Universidade de São Paulo – USP.

**Ariovaldo Lucchiarri Júnior** – PhD. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA da EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**Bastiaan Philip Reydon** – Economista – Professor Doutor e Pesquisador do Núcleo de Economia Agrícola – NEA, do Instituto de Economia da UNICAMP.

**Clayton Campanhola** – PhD. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA/EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**Clóvis Cavalcanti** – Economista ecológico – Professor da Universidade Federal de Pernambuco e Pesquisador Titular da Fundação Joaquim Nabuco. Recife – PE.

Francisco Eduardo Mendes – Pesquisador-Bolsista da ANPEC.

**Gilberto De Martino Jannuzzi** – Professor do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica e Diretor Executivo do Escritório de Tecnologia da UNICAMP – Especialista em Energia e Meio Ambiente.

**Ignacy Sachs** – Professor da *École des Hautes Études en Sciences Sociales*. *Centre de Recherches sur le Brésil Contemporain* (CRBC). Paris – França.

**João Fernando Marques** – Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA da EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**José Almeida de Souza Júnior** – Economista – Professor Doutor em Economia do Meio Ambiente da Universidade de Sorocaba – SP.

**Magda Aparecida de Lima** – Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA da EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**Maria Lucia Azevedo Leonardi** – Socióloga – Doutoranda do Curso de Ciências Sociais do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da UNICAMP e Pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM da UNICAMP.

**Paulo Choji Kitamura** – Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – CNPMA da EMBRAPA. Jaguariúna – SP.

**Peter H. May** – Professor e Coordenador da área de Concentração em Desenvolvimento e Agricultura do Programa em Economia Ecológica e Políticas Agrárias da Universidade Federal do Rio de Janeiro – CPDA/UFRJ e Presidente da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica – ECO-ECO. Rio de Janeiro – RJ.

**Rachel Negrão Cavalcanti** – Economista – Professora Doutora do Departamento de Administração e Política de Recursos Minerais do Instituto de Geociências da UNICAMP.

**Rivaldo Chagas Mafra** – Engenheiro Agrônomo – Técnico da Diretoria de Projetos Especiais da Secretaria de Agricultura de Pernambuco – SAg. Recife – PE.

**Ronaldo Serôa da Motta** – Coordenador de Estudos de Meio Ambiente do IPEA. Rio de Janeiro – RJ.

**Sergio Salles Filho** – Professor do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da UNICAMP.

**Vanessa Fleischfresser** – Socióloga – Pesquisadora do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES e Doutoranda do Curso de Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná.

**Wilame Torres Jansen** – Economista – Secretário-Adjunto da Secretaria de Agricultura de Pernambuco – SAg. Recife – PE.

# Sumário

A respeito dos autores .....	9
Prefácio .....	11
Apresentação .....	13
<b>1 Economia do meio ambiente: aspectos teóricos</b>	
A teoria neoclássica e a valoração ambiental .....	23
<i>João Fernando Marques</i> <i>Antônio Evaldo Comune</i>	
Aspectos de economia ecológica: modelos evolutivos, manejo comum e aplicações .....	45
<i>Alpina Begossi</i>	
Avaliação integrada da economia do meio ambiente: propostas conceituais e metodológicas .....	55
<i>Peter H. May</i>	
Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável .....	63
<i>Clóvis Cavalcanti</i>	
Dinâmica de inovações sob restrição ambiental .....	85
<i>Ademar Ribeiro Romeiro</i> <i>Sergio Salles Filho</i>	
<b>2 Economia do meio ambiente: políticas ambientais</b>	
Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação .....	127
<i>Ronaldo Serôa da Motta</i> <i>Francisco Eduardo Mendes</i>	
A política energética e o meio ambiente: instrumentos de mercado e regulação .....	153
<i>Gilberto De Martino Jannuzzi</i>	

<b>Globalização, indústria de eletricidade e desenvolvimento sustentável</b> .....	163
<i>José Almeida de Souza Júnior</i>	
<b>As normas da série ISO 14.000</b> .....	207
<i>Rachel Negrão Cavalcanti</i>	
<b>Planejamento urbano: utilização de Sistema de Informação Geográfica – SIG na avaliação socioeconômica e ecológica – um estudo de caso</b> .....	221
<i>Magda Aparecida de Lima</i>	
<b>Educação ambiental e teorias econômicas: primeiras aproximações</b> .....	243
<i>Maria Lucia Azevedo Leonardi</i>	
<b>3 Economia do meio ambiente: gestão de espaços regionais</b>	
<b>O problema ambiental no Brasil: agricultura</b> .....	267
<i>Clayton Campanhola</i>	
<i>Alfredo José Barreto Luiz,</i>	
<i>Ariovaldo Lucchiari Júnior</i>	
<b>Amazônia: produtos e serviços naturais e as perspectivas para o desenvolvimento sustentável regional</b> .....	283
<i>Paulo Choji Kitamura</i>	
<b>Agricultura sustentável: uma agenda para o desenvolvimento de produção economicamente viável para a Região Amazônica</b> .....	299
<i>Bastiaan P. Reydon</i>	
<b>Desenvolvimento sustentável: o caso da Zona da Mata de Pernambuco</b> .....	311
<i>Wilame Torres Jansen</i>	
<i>Rivaldo Chagas Mafra</i>	
<b>Manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em microbacias hidrográficas: análise da experiência paranaense</b> .....	331
<i>Vanessa Fleischfresser</i>	

## Prefácio

A revolução ambiental, fenômeno marcante das últimas décadas, traz no seu bojo a consciência planetária, uma nova visão do mundo e uma verdadeira “ecologização das mentes” (Edgar Morin), a qual por sua vez impacta o conjunto das ciências, em particular as ciências sociais e humanas.

A ecologia ocupa naturalmente um lugar de destaque. Ela se afigura hoje como uma história da coevolução da natureza e da espécie humana. Sua historização contrasta com a historicidade da *mainstream economics* que resiste à mudança do paradigma fundamental, limitando-se a praticar uma “economia ecológica de corte neoclássico” fundada no conceito de externalidades e na internalização das mesmas pelo mecanismo dos preços.

Felizmente, outras correntes de pensamento estão explorando territórios menos limitados, caminhando para uma “ecosocioeconomia” (W. Kapp) de cunho interdisciplinar que reintroduz no horizonte mental dos cientistas sociais os condicionantes biofísicos dos processos socioeconômicos e culmina no conceito normativo de “ecodesenvolvimento” (ou desenvolvimento sustentável): a equidade social e a prudência ecológica devem andar juntas, delimitando no universo de atividades economicamente viáveis o subconjunto daquelas que promovem o desenvolvimento genuíno.

O crescimento econômico é, e será por algum tempo ainda, uma condição necessária, mas não suficiente do desenvolvimento. Como fazer com que seus frutos beneficiem a sociedade toda e, ao mesmo tempo, poupem e preservem o capital da natureza e a resiliência dos ecossistemas?

Em que pesem as divergências doutrinárias e metodológicas, sabemos todos que a passagem do crescimento selvagem para o ecodesenvolvimento vai exigir mudanças profundas nos sistemas de regulação da economia, nas políticas públicas e nas estratégias de ocupação territorial, exigindo ainda a adequação de novos instrumentos de análise, planejamento, implementação e acompanhamento. O

ecodesenvolvimento só se fará com o respeito da diversidade ecossistêmica, biológica e cultural, o que implica uma pluralidade de estratégias regionais, sobretudo em um país do tamanho do Brasil.

Poucos são ainda os cientistas sociais que se sentem interpelados por essas ingentes tarefas. Daí, resulta a importância do presente livro que tão bem mostra o avanço da pesquisa brasileira em um campo complexo, porém essencial.

*Ignacy Sachs*  
Paris, maio de 1997

## Apresentação

Ao longo dos vinte anos que separam as duas conferências mundiais sobre meio ambiente, consolidou-se a consciência de que simplesmente não é possível, do ponto de vista ecológico, a generalização em escala mundial dos padrões tecnológicos de produção e de consumo prevalentes nas atuais economias industriais. A questão ambiental tornou-se ponto obrigatório de qualquer agenda de políticas públicas. A pressão crescente da opinião pública - nacional e internacional - a favor de medidas de política ambiental, embora muitas vezes baseada em avaliações equivocadas sobre as causas e a importância de determinadas transformações negativas do meio ambiente, reflete o fato incontestável de que os impactos ecológicos do atual padrão de desenvolvimento tecnoeconômico não mais afetam apenas as condições de vida de segmentos específicos da população, em pontos geográficos limitados, mas já atingiram outra ordem de magnitude, afetando populações e regiões inteiras.

Entretanto, se existe um consenso sobre a existência do problema e a necessidade de intervir para solucioná-lo, o dissenso é amplo no que se refere às modalidades de intervenção. Este desacordo, por sua vez, reflete não apenas diferenças de percepção sobre a gravidade dos fatos em cada situação, mas também diferenças na formação científica dos pesquisadores voltados para a temática. As clivagens aparecem tanto inter como intradisciplinarmente. Na economia, a clivagem que opõe o *main stream* neoclássico às diversas abordagens alternativas reflete, em grande medida, o reconhecimento por estas últimas do caráter eminentemente multidisciplinar da problemática ambiental. A incorporação desta dimensão multidisciplinar, que é vital para a capacidade analítica, tem, entretanto, o efeito de tornar mais difícil a concepção de instrumentos de política ambiental facilmente manejáveis. Esta é uma das principais, se não a principal, razões da proeminência da economia ambiental neoclássica na formulação de instrumentos de política ambiental. No entanto, a prevalência de instrumentos de comando e controle nas

políticas ambientais postas em prática é um fato marcante a mostrar os limites concretos da concepção teórica, que informa a abordagem neoclássica e a necessidade de se desenvolver novos instrumentos de política ambiental a partir de abordagens menos reducionistas.

Estas políticas têm induzido, basicamente, o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de resíduos poluentes (*end-of-pipe technology*), quando os grandes desafios ambientais colocados pela generalização do processo de industrialização em escala mundial exigem respostas tecnológicas mais radicais, no sentido da geração de tecnologias “limpas”. Trata-se, portanto, de mudar o paradigma tecnológico atual. Parece claro que, para que esta mudança ocorra antes que sua necessidade se torne incontestável, seja pela quantidade de vítimas ou pela amplitude do dano irreversível do ecossistema em todo o mundo, é preciso mais do que políticas ambientais formuladas ad hoc ao sabor das pressões (variáveis) da opinião pública. É preciso, portanto, criar as condições econômicas, político-institucionais e culturais para a implementação de uma estratégia de mudança tecnológica capaz de se antecipar aos problemas.

Neste sentido, o presente livro pretende dar uma contribuição para a discussão da problemática ambiental a partir de uma visão de que este objeto pode ser tratado de um ponto de vista econômico, mantendo a interdisciplinaridade que lhe é peculiar. Mas cabe destacar que, em todos os capítulos apresentados, o enfoque econômico é o primordial na discussão, tanto a partir de questões teóricas como a partir de realidades empíricas.

Para atingir este objetivo o livro foi dividido nas seguintes partes: **Aspectos teóricos, Políticas ambientais e Gestão de espaços regionais.**

Na primeira parte, de discussão teórica, é abordada a problemática da economia do meio ambiente a partir dos diferentes paradigmas econômicos, evidenciando-se as diferentes características e os limites de cada uma delas.

O primeiro artigo, de Marques e Comune, apresenta uma discussão sobre a valoração do Meio Ambiente a partir de dois diferentes referenciais teóricos: o neoclássico e o da economia ecológica. Concluem que, a valoração ambiental baseia-se, principalmente, nos conceitos e métodos desenvolvidos a partir da visão neoclássica e que a economia

ecológica, apesar de muito contribuir na sua interface com a ecologia propriamente dita, no que se refere à valoração, apresenta uma contribuição muito limitada.

O segundo artigo, de Begossi, apesar de não ser um artigo de interpretação econômica de Meio Ambiente, consiste na utilização de um modelo microeconômico para estudar as condições de manutenção de uma dada população em equilíbrio.

O artigo subsequente, de autoria de May, inicia sua discussão sobre economia do meio ambiente a partir de uma crítica aos fundamentos da economia ambiental neoclássica (equilíbrio de mercado e a soberania do consumidor avaliada pela disposição a pagar), que têm implícita a idéia otimista que, uma vez corretamente valorados os bens ambientais, os mecanismos de mercado conduziriam a soluções ambientais ótimas. Propõe-se como ponto de partida a análise da capacidade de suporte das atividades humanas numa escala julgada ecologicamente sustentável, para só então utilizar os mecanismos de preços e mercado para a realocação de recursos.

No quarto artigo, ainda numa linha teórica da Economia Ecológica, Clóvis Cavalcanti procura mostrar, a partir de uma perspectiva termodinâmica, a necessidade de se incluírem, nas análises da Economia do Meio Ambiente, os condicionantes biofísicos para o desenvolvimento sustentável. O autor centra sua argumentação no pressuposto existente nos estudos econômicos em geral e nos de desenvolvimento econômico, especialmente nos neoclássicos, que o crescimento econômico é equivalente a desenvolvimento econômico, sem que sejam avaliados os condicionantes biofísicos para o mesmo. Portanto, para o autor há a necessidade de que a economia do meio ambiente, do ponto de vista teórico, incorpore os condicionantes biofísicos para que o desenvolvimento seja sustentável, e que, por conseguinte, leve em conta a finitude dos recursos naturais.

O último artigo desta parte, de autoria de Romeiro e Salles, procura analisar a problemática da Economia do Meio Ambiente de uma perspectiva teórica de inspiração Schumpeteriana. Estes autores iniciam seu trabalho com críticas a duas proposições neoclássicas: a da internalização de preços de bens ambientais e a visão de inovação tecnológica adotada pelos mesmos. A partir da visão Schumpeteriana,

procuram mostrar que a adoção de técnicas e/ou tecnologias mais amigáveis do ponto de vista ambiental decorrem tanto de medidas coercitivas quanto de oportunidades tecnológicas e de diversificação no âmbito das estratégias concorrenciais das firmas. Finalizam o artigo mostrando uma aplicação do modelo teórico para o caso da agricultura.

A segunda parte do livro procura discutir, a partir das teorias apresentadas, as políticas a serem adotadas a fim de minimizar os problemas ambientais. A discussão que se está travando aqui é se os instrumentos econômicos (ou de mercado) são mais ou menos eficientes que os de comando e controle (onde o Estado deve definir e intervir). De alguma forma, para os seguidores da visão neoclássica, bastariam os instrumentos econômicos (fundamentalmente as taxas) para se obter, por exemplo, uma poluição “ótima”, enquanto para as demais vertentes, quer os da economia ecológica quer os schumpeterianos, o Estado tem um papel importante a cumprir, fundamentalmente definindo os níveis de suporte ambiental, executando, portanto, políticas de comando e controle.

O artigo de Serôa da Motta e Mendes, que inicia esta parte do livro, é um bom exemplo dos debates travados entre estas duas proposições de políticas para o Meio Ambiente. A partir de simulações para as bacias hidrográficas de São Paulo, os autores mostram que, por um lado, os instrumentos econômicos resultam em custos de controle inferiores aos de comando e controle e, por outro, os problemas de definição de taxas entre as sub-bacias e a distribuição dos custos entre as firmas impõem complexidades muito grandes ao sistema, praticamente inviabilizando-o. Para este caso concreto, as indicações são que, apesar de as vantagens das políticas baseadas em instrumentos econômicos serem mais eficientes, sua implementação torna a política de comando e controle necessária.

O segundo artigo, de Jannuzzi, procura contrapor, de uma forma mais empírica, os dois tipos de políticas para a minoração dos impactos ambientais causados pelo setor energético. O estudo conclui que a diminuição dos problemas ambientais relativos ao setor energético requer a utilização de diferentes tipos de políticas, de forma articulada: as políticas de mercado, através de taxas, subsídios e certificados de emissão, em termos internacionais; em relação às nações, deve-se utilizar

controle através de legislação, etiquetagem e políticas de preços e incentivos.

Ainda dentro do tema de energia, o livro apresenta, a seguir, o artigo de Souza, que procura mostrar como, a globalização da economia, a concorrência na produção energética – principalmente nos Estados Unidos –, tem levado a uma diminuição na participação da produção, a partir de energia nuclear. À medida que os riscos deste tipo de energia têm se elevado, os custos para sua utilização produtiva também se elevam substancialmente, fazendo com que sua utilização deixe de ser economicamente viável. Esta é uma boa demonstração de como um produto – energia elétrica a partir de energia nuclear –, que por ser extremamente danoso do ponto de vista ambiental, acabou por ter seu uso diminuído por razões eminentemente econômicas.

O artigo subsequente, de Rachel Cavalcanti, ao tratar da ISO 14.000, mostra que, no âmbito das políticas ambientais, as dicotomias – ou o Estado ou o mercado regula o uso do Meio Ambiente – não são tão radicais quanto a discussão teórica tende a apontar. A ISO 14.000, como mostra a autora, apesar de ser voluntária, resulta em uma forma de regulação implementada pelos próprios agentes econômicos, para sistematizar o esforço na busca de resultados ambientais satisfatórios, com manutenção da competitividade e da lucratividade. Mas esta regulação pode se transformar em um importante instrumento de manutenção de mercados e de barreiras comerciais informais. Para finalizar, Cavalcanti mostra a estrutura da ISO 14.000, os membros do comitê internacional e a estrutura do GANA, instituição brasileira responsável pela sua implementação.

Um dos componentes fundamentais de qualquer ação de política requer um efetivo e acurado planejamento. O artigo subsequente, de autoria de Lima, vai mais longe ao propor que o planejamento urbano deve ser entendido como um instrumento para se atingir o desenvolvimento sustentável, apesar de não ser esta a prática corrente. Neste, a autora procura mostrar os procedimentos metodológicos para o planejamento urbano de Rio Claro, que podem ser adaptados para outras realidades urbanas, tanto preventivamente, quanto no processo de sua recuperação.

O último artigo desta parte aborda um dos temas mais importantes da problemática ambiental, o da educação ambiental. Sua importância decorre do fato que, apesar de estar articulada com as demais políticas ela deve e pode ser implementada de forma independente, visando, além das gerações atuais, as futuras. A autora, Leonardi, procura fazer, inicialmente, uma discussão conceptual sobre educação ambiental, mostrando que diferentes autores têm diferentes visões sobre o significado de educação ambiental. Após isso, de uma forma extremamente criativa, a autora procura relacionar as diferentes proposições da economia do meio ambiente, relacionando-as às visões de educação ambiental.

A terceira parte do livro situa o problema ambiental em espaços econômicos e regionais, tornando-o mais concreto e palpável. Num primeiro artigo, Campanhola, Barreto Luiz e Lucchiari Jr. analisam as diferentes facetas da problemática ambiental na agricultura, desde as suas características mais gerais, decorrentes da própria produção agropecuária, até os problemas de erosão e do aumento das pragas. Os autores propõem que a prevenção e a mitigação dos problemas ambientais agrícolas requerem, entre outras coisas, a efetiva valoração dos impactos ambientais. Para eles, há necessidade de modificar as tecnologias utilizadas, dado que o modelo da “revolução verde” chegou ao seu limite, fundamentalmente através de um planejamento agroambiental efetivo.

Os dois artigos subseqüentes tratam do desenvolvimento sustentável da Amazônia, assunto que tem gerado muita controvérsia. O primeiro, de Kitamura, procura apresentar uma percepção mais abrangente e integral da disponibilidade de recursos ambientais da Floresta Amazônica. Segundo o autor, isto possibilitaria obter um valor aproximado mais preciso daquele que a comunidade nacional e internacional credita à mesma, viabilizando assim o estabelecimento de políticas e/ou alternativas mais efetivas para a região. Para Kitamura, a internalização dos serviços ecológicos no mercado é fundamental para o manejo adequado da floresta no longo prazo.

O segundo, de Reydon, em uma perspectiva semelhante, procura mostrar inicialmente que entre as principais causas da destruição da Floresta Amazônica, destaca-se o uso especulativo da terra. As características da floresta e do solo da Amazônia fazem com que haja

necessidade de preservação da maior área possível. Nesta perspectiva, o autor aponta que o desenvolvimento sustentável da Amazônia passa, necessariamente, pelo desenvolvimento de mercados para produtos da floresta, mantendo-a no mais alto grau de preservação possível. Com este objetivo, Reydon propõe uma agenda de pesquisas que vai desde os aspectos técnicos da produção até os estudos de mercado dos produtos da floresta.

O penúltimo artigo, de Jansen e Mafra, analisa as possibilidades de se estabelecer uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o setor rural do estado de Pernambuco no Nordeste brasileiro. Segundo os autores, o uso intensivo de produtos químicos no cultivo da cana-de-açúcar, aliado à concentrada estrutura fundiária, seria o principal entrave a ser enfrentado, na busca do desenvolvimento sustentável no estado.

O artigo que encerra o livro, de Fleischfresser, consiste em um estudo detalhado de um programa de intervenção do estado já efetuado na realidade rural, visando minimizar problemas ambientais decorrentes da produção agrícola intensiva e desordenada. Este programa, chamado de Paraná Rural, tem a preocupação ambiental expressa em sua metodologia de intervenção, baseada especialmente em microbacias hidrográficas. O Paraná Rural tem como objetivo alterar a forma de produzir no meio rural, procurando evitar a degradação dos solos e a poluição das águas, a partir de um planejamento participativo das microbacias hidrográficas. Os principais impactos do projeto, segundo a autora, são uma efetiva redução nos níveis de poluição dos rios, um aumento significativo das práticas conservacionistas e uma elevação na qualidade de vida das famílias dos agricultores. Os agricultores que mais adotaram as práticas conservacionistas também já praticavam a agricultura tecnificada, situando-se nos estratos médios.

*Ademar Ribeiro Romeiro  
Bastiaan P. Reydon  
Maria Lucia Azevedo Leonardi  
Campinas, abril 1997*

# 1

## Economia do meio ambiente: aspectos teóricos

# ***A teoria neoclássica e a valoração ambiental***

*João Fernando Marques  
Antônio Evaldo Comune*

## **Introdução**

Algumas correntes de economistas têm procurado desenvolver conceitos, métodos e técnicas que objetivam calcular os valores econômicos detidos pelo ambiente. Destacam-se: a economia do meio ambiente e dos recursos naturais, que repousa nos fundamentos da teoria neoclássica; a economia ecológica que se apoia nas leis da termodinâmica e procura valorar os recursos ecológicos com base nos fluxos de energia líquida dos ecossistemas e finalmente, a economia institucionalista que procura abordar a questão em termos dos custos de transação incorridos pelos elementos (instituições, comunidades, agências, públicos em geral) do ecossistema, na busca de uma determinada qualidade ambiental. O presente trabalho procurará apresentar e discutir os conceitos de valoração ambiental orientados pela teoria neoclássica por ser, até o momento, o de maior amplitude de aplicação e uso. A perspectiva de análise não deixará de apontar as limitações, bem como a utilidade dos conceitos daí derivados.

A necessidade de conceituar o valor econômico do meio ambiente, bem como de desenvolver técnicas para estimar este valor, surge, basicamente, do fato incontestável de que a maioria dos bens e serviços ambientais e das funções providas ao homem pelo ambiente não é transacionada pelo mercado. Pode-se, inclusive, ponderar que a necessidade de estimar valores para os ativos ambientais atende às necessidades da adoção de medidas que visem a utilização sustentável do recurso.<sup>1</sup>

---

(1) A noção de sustentável, neste contexto, refere-se à utilização do recurso ambiental ao longo do tempo sem riscos de degradação.

O meio ambiente ao desempenhar funções imprescindíveis à vida humana apresenta, em decorrência, valor econômico positivo mesmo que não refletido diretamente pelo funcionamento do mercado. Portanto, não é correto tratá-lo como se tivesse valor zero, correndo o risco de uso excessivo ou até mesmo de sua completa degradação. Um princípio básico a ser observado é que o ambiente e o sistema econômico interagem, quer através dos impactos que o sistema econômico provoca no ambiente, quer através do impacto que os recursos naturais causam na economia.

Mesmo sendo possível argumentar que, eventualmente, os recursos ambientais conseguirão, através do tempo, gerar seus próprios mercados, não se pode precisar que tais mercados surgirão antes que o recurso seja extinto ou degradado de forma irreparável. Além do que, mais que a robustez dos argumentos teóricos, tem-se a inquestionabilidade dos fatos provando o contrário. Diferentemente da destruição do capital construído pelo homem, a degradação ambiental pode, com frequência, tornar-se irreversível e os ativos ambientais em sua maioria não são substituíveis. A extinção de espécies não pode ser revertida, a proteção da irradiação ultravioleta oferecida pela camada de ozônio não tem substituto perfeito na prática. Estas propriedades únicas e singulares do ambiente indicam que não se pode aguardar que os recursos naturais tornem-se escassos e criem seus próprios mercados. A valoração ambiental é essencial, se se pretende que a degradação da grande maioria dos recursos naturais seja interrompida antes que ultrapasse o limite da irreversibilidade (Schweitzer, 1990).

A evidente degradação dos recursos hídricos e do ar é uma prova incontestável de que a valoração da capacidade assimilativa do ambiente, um dos serviços prestados pelo ambiente ao homem, não pode se dar via mercado. A espera da solução de mercado pode resultar em perdas de tais funções, redundando em redução do bem-estar não somente da geração presente mas também da futura, já que o meio ambiente desempenha funções econômicas.

No contexto ora proposto, os recursos ambientais desempenham funções econômicas, entendidas estas como qualquer serviço que

contribua para a melhoria do bem-estar, do padrão de vida e para o desenvolvimento econômico e social. Fica, então, implícita nestas considerações a necessidade de valorar corretamente os bens e serviços ambientais, entendidos estes no desempenho das funções: provisão de matérias-primas, capacidade de assimilação de resíduos, amenidade, estética e recreação, biodiversidade e capacidade de suporte às diversas formas de vida na terra. Há necessidade, ainda, de procurar integrar estes valores apropriadamente estimados, às decisões sobre a política econômica e ambiental e aos cálculos das contas econômicas nacionais.

Sob uma ótica mais restrita, pode-se assumir que os bens e serviços econômicos, de forma geral, utilizam o meio ambiente - ar, água, solo - impactando sua capacidade assimilativa acima de sua capacidade de regeneração. Isto implica que aqueles bens e serviços detêm custos de produção que são compostos de fatores comercializados no mercado (terra, capital e trabalho) e, portanto, com preços explícitos e fatores não comercializados no mercado - os bens e serviços ambientais. Também, por essa razão, necessário se torna avaliar adequadamente os recursos ambientais, pois os preços dos bens econômicos não refletem o verdadeiro valor da totalidade dos recursos usados na sua produção. Isto porque os mercados falham em alocar eficientemente os recursos, ou dito de outra forma, há uma divergência entre os custos privados e sociais. As decisões tomadas somente com base nos custos privados, assumindo custo zero para o recurso ambiental, fazem com que a demanda pelo fator de custo zero fique acima do nível de eficiência econômica, podendo levar aquele recurso à completa exaustão ou à degradação total.

## **1 Interpretações sobre o conceito de valor econômico do meio ambiente**

Os autores da linha denominada economia ecológica argumentam que para alcançar o desenvolvimento sustentável<sup>2</sup> torna-se necessário que os bens e serviços ambientais sejam incorporados à contabilidade

---

(2) Conceito amplo e não desprovido de controvérsias, mas que de forma geral engloba os princípios da proteção ambiental, da equidade inter e intragerações e da eficiência econômica.

econômica dos países. O primeiro passo neste sentido é o de atribuir aos bens e serviços ambientais valores comparáveis àqueles atribuídos aos bens e serviços econômicos produzidos pelo homem e transacionados no mercado. Embora reconheçam não haver consenso sobre a abordagem correta, e tendo-se em conta as incertezas e dificuldades inerentes à valoração dos recursos do meio ambiente, os defensores dessa corrente concordam sobre a necessidade de uma melhor avaliação dos serviços prestados pelos ecossistemas. Ressaltam ainda, como importante objetivo a ser alcançado pela economia ecológica, a definição de um completo sistema de valoração econômica dos recursos ambientais. Ponderam também que a afirmação de que não se pode atribuir valores econômicos à estética ambiental, à vida humana e aos benefícios ecológicos (Norton, 1986) não procede, visto que, diuturnamente, estamos valorando de forma consciente ou não os serviços ecológicos. Além do que, para preservar o capital natural é necessário realizar avaliações, muitas vezes difíceis, de forma direta, ao invés de negar sua existência (Constanza et al., 1994). Embora exerça a defesa da necessidade de se dar valores aos ecossistemas, a economia ecológica tece algumas críticas sobre os princípios em que se assenta a valoração econômica apoiada nos conceitos e hipóteses da teoria neoclássica. Essas críticas centram-se, basicamente, no princípio da soberania do consumidor e na revelação das preferências, adequadas segundo a economia ecológica, para avaliar os bens e serviços que produzem pouco ou nenhum impacto a longo prazo, mas inadequadas para se aplicar aos bens e serviços ecológicos que são, por natureza, de longo prazo. A outra crítica centra-se nos métodos desenvolvidos para valorar bens e serviços ambientais que não são transacionados no mercado, mas que procuram simular a existência de mercados para estes produtos. Este procedimento, segundo esta escola, introduz falhas relativas à qualidade da informação obtida, que dependem do nível de conhecimento das pessoas sobre o objeto em análise, mas que também não incorporam de forma adequada os objetivos de longo prazo, já que exclui (por razões óbvias) as gerações futuras dos lances de mercado. Estudiosos da economia ecológica complementam a crítica, enfatizando a dificuldade em induzir os indivíduos a revelarem sua verdadeira disposição de pagar pela conservação do recurso ambiental, em razão da responsabilidade individual do respondente frente à questão

e à possibilidade de aproveitamento coletivo advindo da conservação ambiental. Como alternativa, sugerem o referendo coletivo,<sup>3</sup> a responsabilidade do grupo e a conscientização da comunidade frente à questão ambiental, tendo em conta, tanto a geração presente quanto a futura, como forma de obter resultados superiores àqueles conseguidos através dos estudos sobre disposição individual a pagar.

Como alternativa concreta ao método de valoração com base nas preferências individuais, os economistas da linha ecológica utilizam o que se convencionou chamar de método de base biofísica ou de análise de energia. Este método, segundo os seus defensores, avalia os objetos de acordo com o custo, que por sua vez é determinado em função do seu grau de organização em relação ao ambiente. O conteúdo do conceito organizado está intimamente ligado aos requerimentos de energia necessária, na forma direta de combustível e na indireta através de outras organizações que também utilizam energia na sua produção. Por exemplo, a quantidade de energia solar necessária para o crescimento das florestas pode, portanto, servir como medida do seu custo de energia, de sua organização e de seu valor. Em suma, este método pressupõe que todo o ecossistema seja avaliável direta ou indiretamente. O método proposto por esta corrente superestima algum serviço do ecossistema que ainda não tenha valor reconhecido pelos seres humanos (Constanza, 1989).

Esta abordagem abandona as hipóteses do princípio da soberania do consumidor e das preferências (individuais, através das quais obtêm-se as preferências da sociedade), para apoiar-se nos esquemas que privilegiam os insumos de energia direta ou indireta, necessários à produção e manutenção, ao longo do tempo, dos serviços ambientais. Pearce & Turner (1990) contra-argumentam que a busca de outras unidades de mensuração deve basear-se na possibilidade de aplicação tanto nos custos quanto nos benefícios, porém, ambos devem refletir as preferências individuais. A mensuração com base na energia, conforme proposta pela economia ecológica, embora satisfaça a condição de uniformidade para custos e benefícios, não apresenta significado algum

---

(3) Trata-se da declaração de disposição coletiva de pagar impostos, taxas ou qualquer outra forma de encargo financeiro como cidadãos, juntamente com os demais membros da comunidade, visando contribuir para a solução específica de um determinado problema ambiental.

em termos de revelação de preferências individuais. Desta forma, a valoração monetária constitui-se no melhor indicador das preferências individuais. Ou seja, qualquer rejeição das preferências como base de decisões ambientais implica em rejeição do uso de valores monetários ou valores econômicos. Esta observação pode conduzir a discussão para o campo da conceituação dos valores relevantes para as decisões sociais e econômicas e das fontes de origem, o que não é objetivo do presente trabalho.

Outra disputa no campo das teorias que procuram dar valores aos recursos ambientais situa-se na posição dos ecólogos frente aos economistas. Conforme Farnworth et al. (1981; 1983), economistas e ecólogos têm se envolvido em discussões, às vezes infundáveis e pouco conclusivas, sobre os valores dos ecossistemas e o seu funcional papel como fornecedor de bens e serviços para a humanidade. Discussões sobre os valores das florestas tropicais e de outros recursos naturais têm resultado em freqüentes desentendimentos e ambigüidades, provavelmente, devido às interpretações das terminologias e aos jargões especializados usados por ambos os grupos de profissionais. Em suma, os economistas de tendência neoclássica, linha predominante nas investigações deste assunto, fazem, freqüentemente, referência ao mercado, visando estabelecer valores para os recursos ambientais, mesmo na situação em que não exista mercado para os referidos bens. Por outro lado, os ecólogos, embora aceitando os valores desta forma estimados, fazem referência explícita a valores intangíveis, tais como os valores globais que um ecossistema presta ao planeta terra, por exemplo, os ciclos do carbono e da água ou o estoque de informações contidas em um conjunto de recursos genéticos. Contudo, é aceito por ambas as partes que o sistema de mercado não pode se responsabilizar por todos os valores atribuídos aos sistemas naturais. A demonstração do início de entendimento tem tido como objeto o esforço de ambas as partes no sentido de desvendar a natureza do valor de existência, visando incorporar não só aqueles valores que possam ter expressão monetária através do mercado, mas também aqueles valores intrínsecos ou intangíveis.

A proposta que deriva do entendimento entre economistas e ecólogos contempla, basicamente, valores referentes aos ecossistemas e seu papel como provedor de bens e serviços através de três conceitos: valor I que abrange todos os bens e serviços ambientais transacionados diretamente pelo mercado, sendo o valor, o preço de mercado do referido bem; valor II aqueles bens e serviços ambientais que, por não serem transacionados no mercado, não apresentam um preço explícito, porém, os seus valores são determinados através de um mecanismo político de negociação e acordo; e por último, valor III, cujos componentes são excluídos do mecanismo institucional de determinação de valor, seja o mercado ou o processo político. Embora reconheçam a dificuldade conceitual em distinguir com evidente clareza os valores II e III, economistas e ecólogos afirmam que este último é composto de itens da pauta dos intangíveis e de difícil atribuição de valor. Exemplificam, no caso das florestas tropicais, a manutenção do equilíbrio global de carbono, a manutenção da estabilidade atmosférica, o hábitat e a sobrevivência da população nativa, o laboratório natural para estudo da evolução e seleção, o sistema de suporte à vida e o valor inerente aos sistemas naturais. Todos estes itens são intangíveis ou não passíveis de valores, mas que podem ter esse problema resolvido com o desenvolvimento das técnicas de mensuração econômica e um conhecimento mais amplo e profundo do funcionamento dos ecossistemas.

Sem ignorar as contribuições mostradas anteriormente pelos adeptos da economia ecológica e pelo trabalho conjunto dos economistas e dos ecólogos, a economia do meio ambiente, que se alicerça nos fundamentos da teoria neoclássica, desenvolveu e aprofundou não somente conceitos e métodos para a valoração do meio ambiente, como também derivou importantes instrumentos de política, que vai do imposto “pigouviano” ao leilão de licenças para poluir, passando pelos subsídios, quotas, taxas, regulamentos e padrões fixados para o gerenciamento ambiental.<sup>4</sup> Mais recentemente, tem-se a operacionalização dos conceitos

---

(4) Incluem-se neste instrumento os estudos de custo efetividade, onde são estudadas diversas alternativas para alcançar o padrão de qualidade ambiental preestabelecido, procurando-se determinar aquela de custo mínimo.

de produção máxima sustentável e padrões mínimos de segurança, como meios de atingir determinada qualidade ambiental e sustentabilidade dos recursos naturais. Porém, provavelmente em função do trabalho conjunto com ecólogos e do melhor entendimento das funções dos ecossistemas naturais, os conceitos de valor de opção e de valor de existência foram sendo incorporados ao arsenal da economia do meio ambiente, denotando por parte dos economistas uma maior e melhor compreensão dos fenômenos ecológicos e dos problemas do meio ambiente.

Os próximos tópicos deste artigo procurarão evidenciar como a teoria econômica neoclássica fornece consistência às concepções sobre o valor econômico do meio ambiente e permite a operacionalização de tais conceitos nas investigações empíricas.

## **2 Valor de uso, de existência e de opção**

Os valores de bens e serviços ambientais caracterizam-se pela natureza diferenciada das fontes que lhe dão origem. Boyle & Bishop (1985) apontam quatro distintos valores associados aos bens e serviços ambientais, que a natureza provê ao homem:

- os valores de uso consumptivo exemplificado através da caça e da pesca;
- os valores de uso não-consumptivo, tendo como exemplo, a admiração de uma paisagem ou a natação em um rio;
- os valores associados ao fornecimento de serviços indiretos através de livros, filmes, programas de televisão;
- e os valores de existência, derivados da satisfação que as pessoas obtêm pelo simples fato de que uma determinada espécie e ecossistema existem e estão sendo preservados. Quaisquer alterações no ambiente natural, isto é, na qualidade ambiental, devido à poluição do ar e da água, afetam o valor derivado de cada um deste conjunto de bens e serviços acima mencionados.

Pearce (1990), ao caracterizar o valor econômico total das florestas tropicais, aponta quatro fatores na sua determinação: valor de uso direto, valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência. O valor de uso direto é calculado em função da exploração da madeira, de produtos não-lenhosos, caça e pesca, produtos genéticos, medicinais, hábitat humano, dentre outros. Os valores de uso indireto incluem: a proteção das bacias hidrográficas, a ciclagem de nutrientes, a regularização do clima e todas as demais funções ecológicas exercidas pelas florestas tropicais. O valor de opção refere-se ao valor da disponibilidade do recurso para uso direto ou indireto no futuro. E, finalmente, valor de existência, cuja avaliação está dissociada do uso efetivo ou virtual e inclui, por exemplo, valores que as pessoas atribuem aos ecossistemas em extinção ou espécies ameaçadas. Neste contexto, a biodiversidade é entendida como um objeto de valor intrínseco, como uma herança deixada para outros ou como fruto de uma responsabilidade moral. A estes conceitos pode-se acrescentar o que se convencionou chamar de quase-valor de opção (Arrow & Fisher, 1974; Henry, 1974). Em resumo, esta conceituação representa o valor de reter opções de uso futuro do recurso, dada uma hipótese de crescente conhecimento (científico, técnico, econômico, social) sobre as possibilidades futuras do recurso natural sob investigação.

A distinção entre os valores que o ambiente detém por si próprio pode ainda ser dividida em dois grandes grupos que incorporam os chamados valores de uso e valores intrínsecos. Os valores de uso referem-se ao uso efetivo ou potencial que o recurso pode prover, enquanto que os valores intrínsecos não estão associados nem com uso efetivo presente do recurso e nem com as possibilidades de uso futuro. O valor intrínseco reflete o valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com os seres humanos. Este valor é captado pelas pessoas através de suas preferências na forma de não-uso do recurso. Esta consideração inclui simpatia e/ou respeito aos direitos ou ao bem-estar de seres que não o homem, incluindo espécies, ecossistemas, áreas florestais e outros recursos naturais, cujos valores são devidos à simples existência do bem e do serviço ambiental, e não estão relacionados ao seu uso. Tais valores encontram um certo grau de dificuldade de conceituação, embora

os economistas ambientais venham procurando desenvolver os motivos que levam as pessoas a dar valor a um bem ou recurso ambiental, independentemente do uso presente ou futuro.

Assumindo-se a existência de uma curva de demanda pelos bens e serviços ambientais, torna-se necessário explorar a natureza dos valores incorporados nesta curva. Embora não exista um consenso sobre a terminologia usada para caracterizar o valor de bens e serviços ambientais, não se pode negar que avanços foram obtidos na direção de uma taxonomia mais adequada aos valores econômicos dos bens e serviços providos ao homem, pela natureza.

Os valores de uso direto e indireto estão associados com as possibilidades presentes do uso dos recursos e são de mais fácil compreensão e entendimento, embora, alguns componentes dos valores de uso indireto apresentem certo grau de dificuldade, principalmente nas quantificações monetárias empíricas.

Os valores de existência são aqueles expressos pelos indivíduos, de tal forma que não são relacionados ao uso presente ou futuro dos recursos ambientais pela geração presente e nem pelo possível uso que se possa atribuir em nome da geração futura. Não é, contudo, uma conceituação desprovida de controvérsias e de tentativas de captar todos os valores que um recurso ambiental possa conter. Porém, não resta dúvida que o conceito de valor de existência aproxima economistas e ecólogos, o que deverá proporcionar melhor e mais profundo entendimento da questão ambiental.

Além do valor de uso efetivo e do valor de existência, o valor econômico total do ambiente é composto também do que se convencionou chamar de valor de opção, definido como a obtenção de um benefício ambiental potencial – expressão das preferências e da disposição de pagar pela preservação ou manutenção daquele recurso ambiental contra a possibilidade de uso presente.

Pode-se assumir que a existência de uma curva de demanda pelos bens e serviços ambientais reflete a natureza desses três valores a saber: valor de uso, valor de opção e valor de existência.<sup>5</sup>

Considerações adicionais sobre o valor econômico do ambiente são necessárias para um melhor entendimento, principalmente, da natureza dos valores de opção e de existência, que se constituem nos aspectos mais discutidos em relação à mensuração econômica dos impactos ambientais. Antes, porém, é útil destacar o contexto no qual se procura desvendar tais valores.

Sem preocupação com a inaplicabilidade das generalizações sobre temas e questões relativas à classificação dos recursos ambientais, pode-se admitir que uma grande variedade destes contém as seguintes características: irreversibilidade, incerteza quanto ao futuro e singularidade. A irreversibilidade ocorre quando o ativo ambiental, dada a sua degradação em função da intensidade de uso, apresenta pouca ou nenhuma capacidade de regeneração e os benefícios derivados são perdidos para sempre. A incerteza está associada, muito provavelmente, à ignorância quanto ao funcionamento do ecossistema. Sendo o futuro desconhecido, este traz consigo custos potenciais se o ativo ambiental é eliminado e a oportunidade futura é perdida. A singularidade diz respeito à não possibilidade de substituição dos ativos ambientais no caso de sua extinção. A sua eliminação impede que todo tipo de valor seja a eles associado. Esta característica está associada às espécies e ecossistemas únicos e/ou em extinção e ao valor de existência (já que a preferência é revelada pela preservação de um recurso natural ou pela qualidade ambiental, sem uma associação direta com uso presente ou futuro).

Retornando, pois, às condicionantes econômicas subjacentes ao conceito de valor econômico total do ambiente, tornam-se necessárias algumas considerações adicionais.

---

(5) Embora distintos teoricamente, na prática os valores de existência e de opção são de difícil particularização. De acordo com Tisdell (1991), ao se perguntar a um indivíduo qual o montante máximo que estaria disposto a pagar pela preservação ambiental de um sistema natural ou pela manutenção da qualidade ambiental, aquele montante incluiria um misto, correspondendo conjuntamente aos valores de opção e de existência.

A literatura econômica ambiental mostrou um relativo progresso em direção à taxonomia referente ao valor econômico do meio ambiente. Preocupações expressas pelos ecólogos foram incorporadas à teoria econômica ambiental: ao conceito de uso direto juntaram-se o de uso indireto, o de existência e de opção, representando um avanço no sentido de atender aos aspectos diferenciadores do meio ambiente como um bem ou serviço econômico.

O desenvolvimento do conceito sobre valoração ambiental iniciou-se por distinguir entre os valores de uso e valores de não-uso. O primeiro refere-se ao benefício obtido a partir da utilização efetiva do ambiente, de forma direta ou indireta; o segundo não implica em utilização imediata ou futura do recurso ambiental. Esses valores, assim definidos são valores econômicos, pois ao fazer uma escolha, esta traz satisfação, ou seja, revela uma preferência. O valor de existência, um valor adicional atribuído ao ambiente, não está associado ao uso presente ou futuro do recurso ambiental, mas é atribuído à sua simples existência e captado pelos indivíduos através de suas preferências na forma de não-uso. Esses valores são entidades que refletem as preferências das pessoas, incluindo preocupações com simpatia, direitos e bem-estar dos seres não-humanos. Muitas pessoas, por obterem satisfação, por exemplo, dão valor aos remanescentes das espécies de mico-leão-dourado, pelo simples desejo preservacionista, e não para que elas próprias possam admirá-los, pois em muitos casos os sítios onde estão localizados os animais são distantes e inacessíveis. Desta forma, os indivíduos dão valor, pelo simples conhecimento da preservação dessa espécie de animal e não pelo uso que deste conhecimento ou da existência do mico-leão-dourado possam fazer. Incorporado à valoração ambiental, tem-se, também, o valor de opção, expresso pelo benefício potencial que dele pode ser derivado. Constitui-se, portanto, uma expressão das preferências e da disposição de pagar pela preservação ambiental, contra a possibilidade de uso pela geração presente ou futura. Assim conceituado, o valor econômico total do ambiente é revelado pelas preferências individuais das pessoas. Compete, pois, aos economistas a tarefa de desvendar tais valores.

Em resumo, a atual literatura econômica ambiental distingue três valores que compõem o valor econômico total do ambiente, obtido a partir da seguinte expressão:

$$\text{Valor Econômico do Ambiente} = \\ \text{Valor de Uso} + \text{Valor de Opção} + \text{Valor de Existência}$$

Como pode ser observado, o valor de uso engloba o uso direto e indireto, e os valores de existência e de opção são de difícil conceituação. Em termos gerais, o valor de existência pode ser entendido como valor que os indivíduos conferem a certos serviços ambientais, como espécies em extinção ou raras, santuários ecológicos ou algum ecossistema raro ou único, mesmo quando não há intenção de apreciá-los ou usá-los de alguma forma. O valor de opção expressa uma preocupação com a geração futura, mas também com a geração presente à medida que procura manter a possibilidade de uso futuro e sustentável do recurso ambiental.

Tendo em vista a especificidade destes valores com respeito às questões ambientais e à importância que tais conceitos vêm assumindo, tanto nas questões teóricas quanto na aplicabilidade do conceito, julga-se oportuno tecer considerações adicionais sobre os mesmos.

O valor de existência retira da valoração o caráter utilitarista, pois considera que um indivíduo mesmo não consumindo os serviços e bens ambientais, pode manter-se preocupado com sua qualidade ou existência, derivando daí satisfação. Da mesma forma, um indivíduo pode assumir que espécies, ecossistemas, ou qualquer outro ativo ambiental tem o direito de existir e somente por essa razão, obtém satisfação, estando disposto a pagar por medidas que objetivem a sua preservação ou conservação<sup>6</sup> (Johansson, 1990).

---

(6) A preservação e a conservação são conceitos distintos; enquanto o primeiro não admite qualquer intervenção antrópica no meio ambiente, o segundo admite o uso do recurso natural em bases sustentáveis.

Por outro lado, Pearce & Turner (1990) assumem enfaticamente que o valor de existência é um valor colocado nos bens e serviços ambientais, valor este que não está associado, de forma alguma, com qualquer uso do mesmo, seja no presente ou no futuro.

Boyle & Bishop (1985) e Bishop & Heberlein (1984) sugerem cinco motivos que se reduzem de uma forma ou outra em altruísmo, filantropia, cuidados com outras pessoas ou outros seres que podem auxiliar na explicação da origem do valor de existência. São eles: motivo herança, motivo doação, motivo simpatia pelos animais ou pessoas, motivo interdependência e motivo responsabilidade.

Pearce & Turner (1990) reconhecem a aplicabilidade dos três primeiros motivos, porém ressaltam que, relevante para a determinação do valor de existência é o motivo simpatia, consistente com as razões pelas quais as pessoas estão dispostas a preservar os recursos ambientais, devido ao apreço pelos ecossistemas naturais e pelos seres humanos e não-humanos. Entendem aqueles autores que o motivo herança e o motivo doação estão mais associados ao uso que deverá ser feito do objeto doado. Isto porque os mesmos conceituam o valor de existência como desprovido do motivo uso, e sugerem que estes motivos explicam ou estão mais associados ao valor de opção.

Não obstante o desentendimento quanto aos motivos que dão origem ao valor de um ativo ambiental, principalmente o valor de existência, há uma certa concordância no que se refere à conceituação individual dos componentes internos de cada motivo, mostrados a seguir:

- motivo herança – refere-se à idéia da disposição em oferecer aos herdeiros ou às gerações futuras em geral os bens e serviços ambientais sobre os quais se dispõe de conhecimento. O fato de que as gerações futuras são citadas, com freqüência, em associação às questões do meio ambiente e dos recursos naturais é uma prova de que o bem-estar (incluindo a dotação de recursos naturais e ambientais) das gerações futuras está se tornando uma crescente preocupação da sociedade, no presente; Boyle & Bishop (1985); Bishop & Heberlein (1984) e Krutilla (1967) consideram tal motivo como relevante para o conceito de valor de existência. Pearce & Turner (1990), por outro lado, preferem enquadrar o

motivo herança como parte do valor de uso, sendo os herdeiros diretos ou as gerações futuras os usuários. Ponderam, contudo, que os herdeiros derivarão satisfação da mera existência do ativo ambiental, mas a noção de herança implica que o herdeiro fará algum uso do ativo herdado;

- motivo doação também chamado de benevolência – ato de presentear pessoas ou instituições ligadas à proteção ambiental, sendo o objeto da doação, presente ou benevolência, bens e serviços ambientais preservados ou conservados. Pearce & Turner (1990) não consideram este motivo como explicativo do valor de existência; é um valor de uso adicional, com as mesmas justificativas, dadas ao motivo-herança;
- motivo simpatia pelos animais ou pessoas – mesmo que não se esteja planejando fazer uso direto do recurso ambiental, pode-se simpatizar com pessoas e animais que estão sendo adversamente afetados pela deterioração ambiental e desejar ajudá-los. A simpatia pelos seres vivos pode variar de país para país e entre culturas diferentes, mas é norma e não exceção, a disposição de pagar para preservar habitats, populações de aves animais e ecossistemas em processo de extinção;
- motivo inter-relação ambiental – este motivo procura enfatizar o caráter interdependente das funções ambientais e, conseqüentemente, dos danos. Por exemplo, os danos ambientais enquanto específicos, como degradação da camada de ozônio, parecem não afetar a vida dos seres vivos diretamente, porém esta degradação é sintomática das forças poluentes mais amplas que devem ser interrompidas antes que todo o sistema de suporte à vida terrestre seja irreversivelmente afetado.
- motivo responsabilidade ambiental – qualquer atividade humana que estiver causando um dano ao meio ambiente deve ser responsabilizada e simultaneamente deve-se propiciar a formação de crescente consciência da magnitude do problema. Esta responsabilidade ambiental impõe o dever pelo pagamento do dano causado, visando reduzir o mesmo às proporções requeridas por um manejo sustentável do meio ambiente.

Algumas considerações adicionais devem ser feitas sobre o valor de existência, uma vez que este pretende ser uma ligação entre ecólogos e economistas, além de não ser prontamente explicado pelos motivos convencionais.

Os motivos altruístas são familiares às análises econômicas, uma vez assumido que se pode integrá-los ao comportamento econômico racional dos indivíduos. Isto porque, na maximização da utilidade ou bem-estar, o altruísmo confere satisfação ao doador, que por sua vez depende da satisfação de outras pessoas ou de outros seres. Esta interpretação é não só coerente com o pressuposto do comportamento racional econômico do indivíduo, mas também, evita encarar a existência de outros motivos que podem ser relevantes na explicação do valor de existência. Porém, são estes que colocam em suspeita a interpretação do comportamento econômico racional, pois alguns indivíduos afirmam que os seres não-humanos têm direitos e ao expressar o valor de existência, as pessoas expressam um valor de não-uso, pois, estas somente estão vocalizando aqueles direitos uma vez que os detentores dos mesmos não podem fazê-lo. Isto significa que as ações são movidas por fatores outros, que não a maximização de utilidade, e os direitos dos seres não-humanos têm que ser respeitados por questões éticas e morais. Mas, não se constitui em surpresa a idéia de que o comportamento é freqüentemente motivado pelo respeito ao direito dos outros. Afinal de contas, as pessoas estão acostumadas à idéia de que a busca da sua própria satisfação somente pode se dar dentro dos limites estabelecidos pela sociedade. Limites estes que tentam incorporar aqueles direitos afetos aos seres não-humanos. Portanto, o problema em se trata de quando não é apropriado levar em conta os valores de existência. Se o objetivo da sociedade é alocar recursos, tanto quanto possível com base na utilidade para os indivíduos, então será correto levar em consideração os valores de existência, baseados nos motivos altruístas. Se por outro lado, os valores de existência se referem aos motivos afetos aos “direitos” e se a sociedade considera tal motivo como relevante para a prescrição de medidas e políticas, será, então, apropriado levar em conta tal motivo. Em resumo, não parece haver inconsistência ao se ter em conta o valor de existência, qualquer que seja a base de sua definição, simplesmente porque os valores em questão dizem respeito às pessoas e as políticas devem refletir desejos e direitos dessas mesmas pessoas (Pearce & Turner, 1990).

Outro conceito que passou a fazer parte dos manuais de economia ambiental é o que se refere ao valor de opção, cujas conotações e nuances serão agora apresentadas.

Weisbrod (1964) e Johansson (1990) argumentam que um indivíduo, ainda que não estando seguro de que visitaria um santuário ecológico, estaria, mesmo assim, disposto a pagar uma soma a mais que o esperado excedente do consumidor, para assegurar que o recurso ambiental esteja disponível. Desta forma, a disposição bruta a pagar por um bem ou serviço ambiental é formada pelas despesas para a aquisição do bem, mais o excedente do consumidor. Os benefícios para o indivíduo serão o excesso da disposição bruta de pagar sobre o que é efetivamente pago, pois este é, na realidade, um custo para o indivíduo. Para justificar esse excesso sobre o excedente do consumidor, é preciso reconhecer a existência de pessoas que antecipam compras em algum ponto no futuro, mas que nunca efetivamente efetuarão tais compras. Não obstante, isto significa que elas estarão dispostas a utilizar esse bem em algum ponto no futuro, e este valor deve influenciar as decisões, por exemplo, sobre a conservação de ativo ambiental no presente.

No entanto, tem havido algumas discussões sobre a natureza, o conteúdo e a precisa conceituação do valor de opção, mas que para os propósitos presentes distinguem-se em duas interpretações: o valor de opção propriamente dito e o quase-valor de opção.

A primeira interpretação procura conectar a definição com a idéia de um prêmio pelo risco, que surge da incerteza, quanto ao futuro valor do bem ou serviço ambiental que se pretende preservar ou manter a qualidade.

Do lado da demanda não se pode ter certeza, nem sobre a renda e nem sobre as preferências no futuro. Quanto à oferta também é incerto o futuro, uma vez que um recurso ambiental pode ser preservado, extinto ou danificado parcialmente. É, portanto, a incerteza – tanto dos aspectos determinantes da demanda pelos recursos ambientais quanto a dúvida sobre a disponibilidade e em que condições no futuro o ativo ambiental estará disponível – que introduz a necessidade de se ter em conta o valor de opção como medida dos benefícios ambientais. Em suma, a idéia

básica é que – dadas as incertezas do lado da oferta e do fato de que a maioria das pessoas tem aversão a correr riscos e não gosta de incertezas – o indivíduo está disposto a pagar mais que o valor esperado do excedente do consumidor, visando assegurar que se possa fazer uso do ambiente no futuro. Com isto, introduz-se o conceito de preço de opção, que é o montante monetário máximo que o consumidor está disposto a pagar para assegurar a disponibilidade futura de um recurso ambiental.

Assim entendido, a disposição total a pagar compreende o valor esperado do excedente do consumidor mais o valor de opção; sendo o primeiro o valor esperado em efetivamente consumir o bem ou recurso ambiental, e o segundo o valor em reter uma opção para consumir no futuro, mesmo que isto não venha a ocorrer. Espera-se que o valor de opção tenha um sinal positivo, implicando que o excedente esperado do consumidor subestime o benefício de preservar um determinado ecossistema, por exemplo.

A segunda interpretação dada ao valor de opção, não excluindo obviamente a anterior, é a que se convencionou chamar de quase-valor de opção, desenvolvida por Arrow & Fisher (1974) e Henry (1974), independentemente. Esta conceituação enfoca os aspectos intertemporais e a irreversibilidade de qualquer decisão que possa afetar os bens e recursos ambientais, no sentido de sua possível utilização para fins alternativos. Ao retardar qualquer decisão sobre o possível uso dos serviços e bens ambientais, pode-se obter mais e melhores informações sobre as incertas conseqüências derivadas de tal uso. Como exemplo, tem-se a derrubada de uma área florestal que contém várias espécies nativas de valor futuro para fins medicinais, farmacêuticos, agrícolas e outros. Não resta dúvida de que há incertezas sobre os possíveis benefícios futuros que a preservação de uma floresta natural pode proporcionar, mas também, não resta dúvida de que, com o passar do tempo, aumenta a possibilidade de expandir e aprofundar os conhecimentos sobre o uso e o valor que as espécies possam deter. O conceito de quase-valor de opção representa o valor de preservar opções para o futuro uso das espécies da área florestal, dada a hipótese de uma expectativa crescente sobre o conhecimento das possibilidades futuras do recurso em estudo. Na hipótese de que o aprofundamento dos

conhecimentos seja independente da derrubada da área florestal, no exemplo acima citado, é razoável pressupor que o quase-valor de opção é positivo, o que implica preservar o recurso, visando tomar decisões mais adequadas no futuro.

O valor econômico total do meio ambiente não pode ser revelado pelas relações de mercado e, na ausência deste, algumas técnicas foram desenvolvidas no sentido de se encontrar valores apropriados aos bens e serviços oferecidos pelo ambiente natural, objetivando subsidiar a adoção de medidas e a formulação de políticas.<sup>7</sup>

Essas técnicas procuram estimar os valores econômicos do meio ambiente, embora, na maior parte das vezes, não seja possível estimar, separadamente, as parcelas correspondentes ao valor de uso, valor de opção e valor de existência; isto porque uma característica típica de muitos recursos naturais é que eles ensejam valores diferentes, derivados de diferentes serviços que o mesmo ativo proporciona, e também porque em muitas circunstâncias, não é possível operacionalizar os conceitos de modo a identificá-los em separado.

Geralmente, os métodos de valoração dos benefícios ambientais são classificados em três grandes grupos, tendo como critério básico a relação entre o ativo ambiental e o mercado (Markandya, 1992).

Diferentes autores classificam os métodos de valoração ambiental de diversas formas, porém, em termos gerais, a divisão não foge às seguintes categorias:

- a) métodos que se utilizam de informações de mercado, obtidas direta ou indiretamente, e os mais empregados nas questões ambientais, são: apreçamento hedônico ou valor de propriedade, salários e despesas com produtos semelhantes ou substitutos;
- b) métodos que se baseiam no estado das preferências, que, na ausência de mercado, é averiguado através de questionários ou das contribuições financeiras individuais ou institucionais feitas aos órgãos responsáveis pela preservação ambiental;

---

(7) Para uma interpretação alternativa sobre a utilização dos resultados obtidos pela valoração dos bens e serviços ambientais, ver Vatn & Bromley (1994).

- c) métodos que procuram identificar as alterações na qualidade ambiental, devido aos danos observados no ambiente natural ou construído pelo homem e na própria saúde humana; são chamados de dose-resposta.

Estes métodos objetivam trazer à tona os valores expressos pelos indivíduos, em termos da disposição de pagar pela melhoria da qualidade ambiental ou em termos da disposição em aceitar uma compensação pela deterioração na qualidade ambiental. Contudo, em relação aos métodos (a) e (b) mencionados, em que se procura desvendar as informações de mercado ou o estado das preferências na ausência de mercado, a ligação entre a disposição de pagar ou de aceitar um pagamento e o valor mensurado são mais evidentes que no caso (c) em que o método repousa mais nos dados e informações técnicas e científicas.

Os métodos diretos, usados com maior frequência para estimar os valores dos bens e serviços ambientais pertencentes aos grupos (a) e (b), baseiam-se em informação de mercados existentes ou hipoteticamente criados e são os seguintes: valoração contingencial, custo de viagem e mercado substituto ou preço hedônico. O grupo (c) é chamado também de método indireto, porque os procedimentos estimativos não procuram medir o estado das preferências diretamente, mas sim, estabelecer, em primeiro lugar, a relação entre a alteração ambiental e algum efeito na saúde, nos ecossistemas naturais ou construídos pelo homem. Posteriormente, aplica-se algum método como o do custo de reposição, da produção sacrificada, da redução da produtividade, dentre outros, para se obter os valores econômicos daquele efeito.

## **Conclusões**

Não obstante as críticas, os conceitos e métodos disponíveis apoiados na teoria neoclássica são de uso amplo e permitam avaliar os bens e serviços ambientais de uma forma bastante sensível às sociedades que tomam suas decisões, razoavelmente, apoiadas em valores monetários. Os conceitos e métodos vêm apresentando desenvolvimentos que têm permitido a incorporação de valores despidos do cunho

utilitarista. Os métodos baseados no valor energético, embora detenham certo grau de importância, não são de uso geral em uma sociedade que toma decisões em valores monetários derivados das decisões individuais. As ponderações dos ecólogos têm sido atendidas pela incorporação, não somente dos valores de uso indireto, mas também pelos valores de existência e de opção. A operacionalização dos conceitos econômicos do meio ambiente tem sido possível, pelo desenvolvimento de métodos que procuram averiguar as preferências de forma direta e indireta.

### **Bibliografia**

- ARROW, K.J.; FISHER, A.C. Environmental, preservation, uncertainty and irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*, v.88, p.312-9, 1974.
- BISHOP, R.C.; HEBERLEIN, T.A. *Contingent valuation methods and ecosystem damages from acid rain*. Madison: Univ. of Wisconsin. Department of Agricultural Economics, 1984. (Staff Paper, n.217).
- BOYLE, K.J.; BISHOP, R.C. The total value of wildlife resources: conceptual and empirical issues. In: WORKSHOP ON RECREATIONAL DEMAND MODELING, 1985, Boulder, Colorado, USA. Boulder: Association of Environmental and Resource Economists, 1985. p.17-8.
- CONSTANZA, R.; DAY, H.E.; BARTHOLOMEW, J.A. Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics. In: CONSTANZA, R., ed. *Ecological economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia Univ. Press, 1994. p.1-20.
- \_\_\_\_\_; FARBER, S.C.; MAXWELL, J. Valuation and management of wetland ecosystems. *Ecological Economics*, v.1, p.335-61, 1989.
- FARNWORTH, E.G. et al. The value of natural ecosystems: an economic and ecological framework. *Environmental Conservation*, v.8, n.4, p.275-82, 1981.
- \_\_\_\_\_. et al. A synthesis of ecological and economic theory toward more complete valuation of tropical moist forests. *International Journal of Environmental Studies*, v.21, p.11-28, 1983.
- HENRY, C. Option values in the economics of irreplaceable assets. *Review of Economics Studies: Symposium on Economics of Exhaustible Resources*, p.89-104, 1974.

- JOHANSSON, P.-O. Valuing environmental damage. *Oxford Review of Economic Policy*, v.6, n.1, p.34-50, 1990. (Economic policy towards the environment).
- KRUTILA, J.V. Conservation reconsidered. *American Economic Review*, v.57, p.777-86, 1967.
- MARKANDYA, A. The value of the environment: a state of the art survey. In: MARKANDYA, A.; RICHARDSON, J., ed. *Environment economics: a reader*. New York: St. Martin's, 1992. p.143-65.
- NORTON, B.G. On the inherent danger of undervaluing species. In: NORTON, B.G., ed. *The preservation of species*. Princeton: Princeton Univ., 1986. p.110-34.
- PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore: The Johns Hopkins Univ., 1990. 378p.
- SCHWEITZER, J. Economics, conservation and development: a perspective from USAID. In: VINCENT, J.R.; CRAWFORD, E.W.; HOEHN, J.P., ed. *Valuing environmental benefits in developing countries: proceedings*. East Lansing: Michigan State Univ. /1990/. p.1-10.
- TISDEL, C.A. *Economics of environmental conservation: economics for environmental & ecological management*. New York: Elsevier, 1991. 233p. (Development in environmental economics, v.1).
- VATN, A.; BROMLEY, D.W. Choices without prices without apologies. *Journal of Environmental Economics and Management*, v.26, n.2, p.129-48, mar. 1994.
- WEISBROD, B.A. Collective - consumption services of individual consumption goods. *Quarterly Journal of Economics*, v.78, p.471-77, aug. 1964.

### Resumo

O objetivo deste trabalho é explorar não só a natureza dos valores econômicos incorporados nos diversos componentes que dão consistência ao conceito do valor econômico do ambiente, mas também discutir algumas interpretações correntes sobre o processo de valoração. Para tanto o texto apresentará, na seqüência, as interpretações sobre o conceito de valor econômico do meio ambiente e, posteriormente, os significados de valor de uso, de existência e de opção do meio ambiente. Na parte final são apresentadas algumas observações conclusivas, derivadas dos conceitos tratados anteriormente.

# Aspectos de economia ecológica: modelos evolutivos, manejo comum e aplicações<sup>1</sup>

*Alpina Begossi*

## Introdução

Os paralelos entre a ecologia e a economia são bem mais antigos que a área de “Economia ecológica”, cuja associação data de 5 anos atrás (*International Association of Ecological Economics*). Haeckel em 1870 definiu a ecologia como o estudo da “economia da natureza” (Ricklefs, 1976). Na realidade, há um “orçamento” limitado de tempo e energia para os organismos. Um organismo depara-se com conflitos de decisões entre a alocação de tempo e energia para reprodução, defesa, competição e alimentação, dentre outros. Indivíduos que gastam muito tempo em outras atividades, em detrimento da reprodução, por exemplo, deixarão poucos ou nenhum descendente. Assim funciona a natureza e, desde 1859, com a célebre “Origem das espécies” de Charles Darwin, o processo de adaptação e seleção natural tem baseado o entendimento e análise da evolução biológica.

Levando em conta a idéia de orçamento finito e otimização na alocação de tempo/energia, muitos modelos foram propostos para a ecologia evolutiva (Cody, 1974; Rapport & Turner, 1977). Esses modelos de otimização usados em ecologia são instrumentos de análise que permitem estimar o custo e benefício de decisões tomadas por indivíduos na natureza. São modelos e, como tais, permitem fazer previsões em situações restritas (Smith, 1978). Um desses modelos é o de “forrageamento ótimo” (*Optimal foraging theory*).

Recentemente, a área de “Economia ecológica” tem contribuído também com teoria onde são feitas associações entre conceitos de

---

(1) Este trabalho contou com o auxílio financeiro do CNPq. Revisado por Maria Lúcia Leonardi.

economia e ecologia. Berkes & Folke (1992), por exemplo, propõem as definições de capital natural, cultural e antrópico (*human-made capital*). O capital natural é definido como incluindo os recursos renováveis (produzidos pelo funcionamento dos ecossistemas); o capital antrópico como aquele gerado através da atividade econômica e tecnológica; e o capital cultural, definido como incluindo os meios e adaptações das sociedades humanas para a interação com o ambiente e para a modificação do mesmo. Ainda de acordo com os autores, o capital cultural inclui a diversidade cultural, a ética, o conhecimento nativo, as instituições, a cosmologia e a religião, dentre muitos outros.

Folke et al. (1994) analisaram a relação entre capital natural e antrópico sob pontos de vista estritamente econômicos, ambientais e ecológico-econômicos. Os modelos ecológico-econômicos são provavelmente mais realistas, considerando o conceito de desenvolvimento sustentável (sugerimos consultar Turner et al. (1994), para definições sobre sustentabilidade forte e fraca), pois, levam em conta a economia abaixo da capacidade de suporte (ou carga), estimulando o desenvolvimento e com melhoras na qualidade de vida. Isto é, os conceitos de crescimento e desenvolvimento são tratados de forma diferente, sendo o primeiro referido ao crescimento quantitativo e o segundo ao crescimento qualitativo da economia (p.7).

O famoso ecólogo Paul Ehrlich (1994) enfatizou que na disciplina de “economia ecológica” encontram-se dois grandes desafios:

- o educacional (ver Leonardi, nesse volume), e
- o estabelecimento de uma sociedade sustentável. De acordo com o autor, para esse último é necessário:
  - adaptar a teoria de alocação de recursos, para relacionar os *inputs* e *outputs* físicos e biológicos ao sistema econômico;
  - incorporar o valor dos serviços provenientes do funcionamento dos ecossistemas aos cálculos econômicos;
  - incluir os conceitos de equidade e energia em indicadores de eficiência econômica; e
  - incluir os fatores ambientais na contabilidade nacional.

Nessa análise e com o objetivo de incluir instrumentos e aplicações de Ecologia importantes para a Economia Ecológica, serão mencionados como exemplos de “capital cultural” os conceitos e modelos de “forrageamento ótimo” e de “manejo comum de recursos”. Esse último é citado como uma das formas locais (ou pontuais) para um desenvolvimento sustentável.

### **1 O modelo de forrageamento ótimo**

Os modelos de forrageamento ótimo têm base na microeconomia, com o uso das curvas de utilidade e conceito de orçamento limitado (Rapport & Turner, 1977). Como outros modelos, o modelo de forrageamento ótimo é uma ferramenta útil para comparar diferentes estratégias de exploração dos recursos naturais. Ou seja, o modelo faz previsões sobre “estratégias ótimas”, em condições particulares. Modelos de otimização são amplamente analisados e empregados em Biologia (Smith, 1978). A comparação das previsões com a realidade (com o comportamento observado) permite-nos adquirir mais conhecimento sobre o comportamento de exploração de recursos dos organismos, incluindo o das populações humanas.

Os modelos de forrageamento ótimo referem-se a dieta de um organismo (“dieta ótima”), sua locomoção na procura de alimento, sua escolha de locais de alimento (“escolha de manchas”), bem como o tempo em que o organismo permanece se alimentando em um determinado local. Na natureza, os organismos estão, em geral, distribuídos de forma agregada (*patches* ou “manchas”) e não de forma uniforme. Os modelos levam em conta, dentre outros fatores, o tempo de viagem (distância) à uma “mancha de recurso”, o tempo de procura e o de captura (ou de manipulação) da presa ou alimento. Esses modelos permitem analisar as decisões dos indivíduos, em função do seu tempo e do valor do recurso (em geral expresso em calorias, podendo também incluir outras variáveis). Stephen & Krebs (1986) descrevem, com detalhe, os modelos de forrageamento ótimo. Estudos com caça e pesca são muito encontrados na literatura (Hawkes et al. 1982; Setz, 1989; Begossi, 1992;

Begossi & Richerson, 1992). Através de modelos de ecologia, como os de forrageamento ótimo, pode-se estimar o uso de recursos naturais por populações humanas, bem como analisar as diferentes estratégias usadas pelos indivíduos para explorar esses recursos. São, então, modelos que servem de base para o conhecimento e manejo de ecossistemas.

## 2 O manejo “comum” de recursos

O início do debate sobre “manejo comum” ou “local” de recursos teve origem com o trabalho clássico de Hardin (1968), chamado “a tragédia dos comuns”. Nesse estudo, o autor sugere, usando um exemplo com pastores, que os recursos de acesso livre (“comuns”) são destinados à “tragédia” da superexploração. A literatura econômica [inclusive de pesca] também se baseou na idéia descrita, onde “há um ponto de equilíbrio em que o ganho marginal individual de adicionar mais um animal no pasto não é maior que os custos marginais”: esse ponto vai além da clássica “produção máxima sustentável” (*maximum sustainable yield*) (McCay & Acheson, 1987:4). Dessa forma, seguindo os autores, a tragédia é ambiental e econômica.

As diferentes formas de regimes de propriedade incluem a propriedade privada, a de acesso-livre (*res nullius*), de propriedade do Estado (*res publica*) e de propriedade comunal (*res communes*) (Berkes & Farvar, 1989). Esta última pode incluir recursos que são propriedade de uma comunidade, uma família ou clã, por exemplo.

Mais de 20 anos depois, Feeny et al. (1990) re-analisaram a “tragédia dos comuns” e sugeriram que o estudo de Hardin não havia considerado as possibilidades de regimes de propriedade comunal limitarem a entrada de indivíduos. Na realidade, os regimes de “acesso-livre” são menos comuns do que Hardin (1968) considerou. Ou seja, muitas comunidades têm regras e métodos para o uso dos recursos naturais (estudos de ecologia humana e etnobiologia tem contribuído com muitos exemplos). Atualmente, há um grupo internacional de pesquisa sobre manejo comum na IASCP (*International Association for the Study*

*of Common Property*), que tem realizado congressos em diversas partes do mundo (Estados Unidos, Filipinas, Noruega, dentre outros), incluindo a participação de pesquisa realizada no NEPAM/UNICAMP (Begossi, et al. 1995).

Para garantir o funcionamento de um regime (ou sistema) de propriedade comum de recursos, Gibbs & Bromley (1989) chamam a atenção para a importância de quatro fatores:

- eficiência: garantir um mínimo de disputas sobre recursos;
- estabilidade: capacidade de se adaptar a mudanças (inovações, por exemplo);
- resiliência: capacidade de se acomodar a choques e perturbações;
- equitabilidade: capacidade de distribuir os recursos entre seus membros. A existência de regras e instituições locais pode garantir parte da eficiência do sistema. Entretanto, a eficiência, estabilidade e resiliência do mesmo dependem também do fator diversidade. Ou seja, tanto a diversidade dos recursos naturais, como também a diversidade nas estratégias econômicas são instrumentos de continuidade do sistema.

O que a literatura de ecologia humana tem demonstrado é que os indivíduos cooperam, ou tem regras e instituições com relação ao uso de recursos. Por exemplo, é muito comum encontrar territórios de pesca em comunidades pesqueiras, seja entre pescadores artesanais da Mata Atlântica (“caiçaras”), em Maine (EUA) ou em comunidades no Japão (Berkes, 1985; Begossi, 1995b). É essa cooperação, ou comunicação através de regras e instituições que garante o funcionamento de uma área a ser manejada por uma comunidade. Exemplos de manejo comum institucionalizados (e legalizados), no Brasil, são as Reservas Extrativistas organizadas por seringueiros, na Amazônia. Uma delas, a Reserva Extrativista do Alto Juruá foi criada em 1990 e inclui trabalho conjunto entre pesquisadores e seringueiros (Begossi et al. 1995). Entretanto, existem outros exemplos ainda não legalizados, como o manejo de lagos no Baixo Amazonas (McGrath et al. 1993) e ainda outras formas incipientes de manejo local (Begossi, 1995b).

### 3 Aplicações

Estudos na área ambiental, seja com enfoque de sociologia ambiental, ecologia humana ou economia ecológica, são multidisciplinares. Uma forma de analisar o uso dos conceitos e modelos exemplificados como “capital cultural” pode ser através do projeto em andamento no Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, “Qualidade Ambiental e Desenvolvimento Regional nas Bacias dos Rios Piracicaba/Capivari”.<sup>2</sup> Esse projeto é dividido em três principais componentes:

- *análise dos recursos sociais e ambientais*, incluindo aspectos da população, da flora e fauna, bem como do uso do solo (responsáveis: D. Hogan, H. Leitão Filho, A. Begossi e A. Perez-Filho);
- *ameaças à qualidade de vida e do ambiente*, incluindo aspectos da qualidade de vida e efeitos de resíduos e poluentes (responsáveis: S. Barbosa, P. Figueiredo e G. Fricke);
- *organização da sociedade frente à degradação ambiental*, incluindo ação social, políticas ambientais, uso de energia e educação ambiental (responsáveis: Lúcia Ferreira, Leila Ferreira, G. Jannuzzi, A. Perez Filho e M. L. Leonardi).

Instrumentos para a análise interdisciplinar também são incluídos no projeto, com a participação de T. Lewinsohn, em análise multivariada, e A. Luchiari e Barros, no uso do SIG (Sistema de Informação Geográfico). Uma análise mais detalhada desse processo está em Ferreira & Begossi (1995).

O capital natural é analisado no primeiro componente, sobre os recursos locais. Na análise da interação entre população e recursos, em particular entre pescadores e peixes do Rio Piracicaba, o modelo de forrageamento ótimo está sendo empregado (projeto de Dissertação de Mestrado de R. Silvano, Ecologia). O modelo possibilita comparar as diferentes estratégias de pesca, ou seja, de exploração local de recursos.

Já no capital cultural e antrópico, encontram-se os componentes que avaliam os efeitos ambientais sobre a população e os recursos, bem

---

(2) Projeto coordenado por D. Hogan, A. Perez-Filho, G. Jannuzzi e H. Leitão Filho.

como a reação da sociedade frente à degradação ambiental. Nesse contexto, a gestão ambiental da área passa por analisar as diversas formas possíveis de manejo. Por exemplo: é possível manejo comum ou local, em pontos específicos das Bacias? Esperamos resultados que possam contribuir para políticas ambientais locais e regionais. Ou seja, resultados sob diferentes escalas e relacionados à economia e às políticas locais (comunidade, município) e regionais (vários municípios, estado), que contribuam para o desenvolvimento regional das bacias Piracicaba/Capivari.

### **Conclusões**

A ecologia tem tradicionalmente usado conceitos da Economia, especialmente da Microeconomia, em modelos analíticos. Um desses modelos, o de forrageamento ótimo é usado no entendimento sobre as estratégias de exploração dos recursos naturais. Usando uma escala mais geral, o manejo de recursos é analisado sob as diferentes formas de propriedade: acesso livre (sem propriedade), privada, do Estado e comunal. A Economia Ecológica tem muito para contribuir para ambas as esferas de análise, seja a nível de instrumentos analíticos ou do desenvolvimento regional, incluindo as formas de manejo, suas regras e instituições.

Como exemplo da aplicação dos conceitos, é citado o estudo do NEPAM nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Os resultados desse estudo devem responder a aspectos das pesquisas específicas e básicas de cada subcomponente, mas também servir para propostas ambientais locais e regionais.

### **Referências bibliográficas**

BEGOSSI, A. The use of OFT in the understanding of fishing strategies: a case from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro). *Human Ecology*, v. 20, n.4, p. 463-75, 1992.

- BEGOSSI, A. *Cultural and ecological resilience among caiçaras of the Atlantic Forest and caboclos of the Amazon*. Bodo, Noruega: 1995a. (Presented at Fifth Annual Conference on Common Property, "Reiventing the Commons").
- \_\_\_\_\_. Fishing spots and sea tenure: incipient forms of management in the Atlantic Forest coast. *Human Ecology*, v.23, n.3, 1995b. (In the press)
- \_\_\_\_\_; RICHERSON, P. J. The animal diet of families from Búzios Island: an optimal foraging approach. *Journal of Human Ecology*, v.3, n.2, p. 433-58, 1992.
- \_\_\_\_\_; AMARAL, B. D.; SILVANO, R. A. M. Reserva Extrativista do Alto Juruá. In: BARBOSA, S., org. *A questão ambiental: cenários de pesquisa*. Campinas: UNICAMP. NEPAM, 1995. (Textos NEPAM-no prelo).
- BERKES, F. Fishermen and the "tragedy of the commons". *Environmental Conservation*, v. 12, n.3, p. 199-206, 1985.
- \_\_\_\_\_; FARVAR, M. T. Introduction and overview. In: BERKES, F., ed. *Common property resources*. London: Belhaven Press, 1989. p.1-17.
- \_\_\_\_\_; FOLKE, C. A system perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. *Ecological Economics*, n.5, p.1-8, 1992.
- CODY, M. L. Optimization in ecology. *Science*, n.183, p. 1156-64, 1974.
- EHRlich, P. Ecological economics and the carrying capacity of earth. In: JANSSON, A. et al. ed. *Investing in natural capital*. Covelo, CA, Island Press, 1994. p. 38-56.
- FEENY, D. et al. The tragedy of the commons: twenty-two years later. *Human Ecology*, v.18, n.1, p. 1-20. 1990.
- FERREIRA, L. C.; BEGOSSI, A. *Qualidade ambiental e desenvolvimento regional em bacias hidrográficas*. Campinas: 1995. (Apresentado no Encontro Intermediário ABEP/ANPOCS).
- FOLKE, C. et al. In: JANSSON, A. et al. ed. *Investing in natural capital*. Covelo, CA: Island Press, 1994. p.1-20.
- GIBBS, C. J. N.; BROMLEY, D.W. Institutional arrangements for management of rural resources: common-property regimes. In: BERKES, F., ed. *Common property resources*. London: Belhaven Press, 1989. p.22-32.
- HAWKES, K.; HILL, K.; O'CONNEL, J. F. Why hunters gather: optimal foraging and the Aché of eastern Paraguay. *American Ethnologist*, p. 379-99, 1982.

- McCAY, B. M.; ACHESON, J. M. *The question of the commons*. Tucson: Univ. of Arizona Press, 1987.
- RAPPORT, D. J.; TURNER, J. E. . Economic models in ecology. *Science*, n.195, p. 367-73, 1977
- RICKLEFS, R. *The economy of nature*. Middlessex: Chiron Press, 1976.
- SETZ, E.F.Z. Estratégias de forrageio em populações indígenas de florestas neotropicais. In: NEVES, W., ed. *Biologia e ecologia humana na Amazônia*. Belém, PA: MPEG/CNPq, 1989. p. 77-93.
- SMITH, J. Optimization theory in evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics*, n. 9, p. 31-56, 1978.
- STEPHENS, D. W.; KREBS, J.R. *Foraging theory*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1986.
- TURNER, R. K; DOKTOR, P.; ADGER, N. Sea-level rise and coastal wetlands in the U.K.: mitigation strategies for sustainable management. In: JANSSON, A., ed. *Investing in natural capital*. Covelo, CA: Island Press, 1994. p. 266-90.

# **Avaliação integrada da economia do meio ambiente: propostas conceituais e metodológicas<sup>1</sup>**

Peter H. May

## **Introdução**

A definição dos limites ecossistêmicos e a valoração dos custos ambientais, assim como os benefícios de caminhos alternativos de desenvolvimento, requerem colaboração transdisciplinar e a capacidade de desenvolver previsões a partir de modelos da realidade. Para obter resultados eficazes, os processos analíticos devem manter em conta que os próprios pesquisadores representam um grupo de interesse (*stakeholder*) e que a ciência não é livre de valores. Neste sentido, faz-se cada vez mais essencial um processo que contenha, como componente central da elaboração de cenários, negociações entre *stakeholders*. A análise científica, isoladamente, raramente é capaz de fornecer soluções eficazes à rápida degradação dos recursos naturais e à iminência de catástrofes socioambientais que caracterizam a virada do século. Tais soluções requerem consenso entre os grupos interessados cujas ações afetam o meio ambiente.

A falta de informações confiáveis, quanto às interações entre economia e natureza, resulta na necessidade de elaborar métodos para a valoração dos bens e serviços obtidos do ecossistema. Há varias técnicas para apreender valores (que constituem uma parcela do que seria um valor total socioambiental). Tais valores podem ser obtidos através de técnicas elicativas (valoração contingente), mas é necessário considerar quais fatores levam indivíduos a expressar maior ou menor preocupação

---

(1) Derivado do Relatório final do “*Workshop* SCOPE/PNUMA. Avaliação e Modelagem Integrada e Adaptativa Econômica-Ecológica”, realizado na Fazenda Rio Negro, Pantanal Matogrossense, 4 a 10 nov. de 1995.

com modificações no meio. São preferidos métodos construtivos de valoração, estruturados para poder informar aos atores sociais do conteúdo e finalidade deste processo, e apresentando explicitamente os vieses presentes em relação aos objetivos.

Neste sentido, a busca de caminhos para uma sociedade justa e sustentável poderá suplantar o horizonte perdido do crescimento ilimitado como projeto paradigmático do povo brasileiro.

## **1 Mercado, governo e meio ambiente**

Muitos acreditam que os preceitos neoclássicos, quanto ao equilíbrio do mercado e soberania do consumidor (preferências avaliadas pela capacidade de pagar), proporcionam amplo espaço para o ajuste de preços e das contas, de modo a refletir as externalidades ambientais (Tietenberg, 1994). Além disso, eles acreditam que a questão da sustentabilidade pode ser incorporada sob esta mesma ótica, ao aplicar o “preço certo” para descontar o futuro. A teoria neoclássica de alocação pressupõe que o capital natural pode ser substituído infinitamente pelo capital material (feito pelo homem). Subjazendo esta crença, existe um otimismo fatalista de que o progresso tecnológico irá superar quaisquer limites que possam surgir ao crescimento devido à escassez dos recursos. O mecanismo de preço, o qual aloca recursos à sua finalidade mais eficiente, irá assinalar adequadamente a escassez emergente, indicando os ajustes apropriados no conjunto de recursos utilizados e produtos procurados, e premiar a inovação, na busca de novos materiais e fontes energéticas. Uma extração mais eficiente e a crescente reciclagem industrial irão posteriormente estender a disponibilidade dos recursos ameaçados para além do ponto de exaustão inicialmente previsto.

Assim, os mecanismos do mercado têm sido sugeridos como meios para indicar a importância relativa de efeitos nocivos do desenvolvimento econômico, e para expressar a disposição de pagar de uma sociedade para amenizar os danos causados. No entanto, negociações no contexto do mercado entre atores sociais na busca da resolução de tais danos, requerem que estas possuam uma percepção comum do mundo, um

sistema de valores semelhantes, concordem quanto à extensão e natureza das perdas e estejam dispostas a fazer ajustes compensatórios em seu comportamento ou pagar para amenizar os custos ambientais. Requer ainda uma clara definição dos direitos de propriedade entre os grupos que reivindicam o usufruto das benesses da natureza. Essas condições raramente são encontradas na realidade.

Um dos motivos pela falta de congruência entre percepções de valor é oriundo das incertezas sobre a causalidade entre fatores econômicos e ambientais. Tais incertezas existem porque “fenômenos físicos, biológicos, químicos e econômicos são difíceis de quantificar, nem sempre ocorrem de forma previsível e possuem estruturas ocultas instáveis” (King, 1992). Neste sentido, os efeitos ambientais perversos do desenvolvimento econômico frequentemente são difíceis de identificar, devido à multiplicidade de fontes, trajetórias obscuras e interações ambíguas.

Uma solução é colocar a responsabilidade pela resolução dos problemas ambientais, vistos como resultado da existência de falhas no mercado, nas mãos do governo. No entanto, há uma “falha governamental” na pouca atenção dada pelos governos aos problemas ambientais, aos quais não respondem às demandas de interesses difusos e mal organizados ou das futuras gerações (Andersson, 1991). A falha governamental é evidente na fraqueza de políticas que visam melhorar as condições dos segmentos de baixa renda. Quando somados à ineficiência burocrática, à busca da arrecadação e à corrupção, essas falhas fortalecem o ceticismo em relação às instituições públicas, duvidando que elas possam ser capazes de administrar os recursos naturais com sabedoria ou alocá-los equitativamente.

Um número crescente de cientistas e leigos envolvidos no assunto desconfia que nem os mecanismos de mercado nem os governos seriam capazes de solucionar os problemas ambientais, cada vez mais catastróficos. Devido à ausência de instituições democráticas em pleno funcionamento ou da soberania do consumidor nos atuais mercados oligopólicos interdependentes, as decisões em relação aos *trade-offs* entre desenvolvimento e meio ambiente podem ser mal interpretadas pelos

preceitos neoclássicos. A tendência global dos regimes em adotar uma postura de mercado liberal dentro do contexto da propriedade privada tende a tornar ainda mais difíceis as decisões coletivas de âmbito nacional ou internacional para proteger os recursos comuns. Existe um sentimento emergente de que haja necessidade de uma mudança de rumo no desenvolvimento econômico, o que irá requerer uma “virada paradigmática”.

## 2 As propostas da economia ecológica

A economia ecológica<sup>2</sup> procura uma abordagem preventiva contra as catástrofes ambientais iminentes, pregando a conservação dos recursos naturais através de uma ótica que, adequadamente, considere as necessidades potenciais das gerações futuras. Esta abordagem pressupõe que os limites ao crescimento, fundamentados na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte, são reais e não necessariamente superáveis através do progresso tecnológico. Isto significa que, ao lado dos mecanismos tradicionais de alocação e distribuição geralmente aceitos na análise econômica, a economia ecológica acrescentaria o conceito de “escala”, no que se refere ao volume físico de matéria e energia que é convertido e absorvido nos processos entrópicos da expansão econômica (*throughput*). A escala sustentável adapta-se de forma gradativa às inovações tecnológicas, de modo que a capacidade de suporte não sofre erosão através do tempo (Daly, 1992).

Ao invés de começar a análise com a questão da eficiência alocativa colocada pelos economistas neoclássicos e, a partir daí, procurar internalizar os custos ambientais e distributivos, os economistas ecológicos invertem a ordem dessas preocupações. A capacidade de suporte da Terra é considerada primordial para definir os limites do

---

(2) O termo economia ecológica refere-se a esforços colaborativos “para estender e integrar o estudo e o gerenciamento do “lar da natureza” (ecologia) e do “lar da humanidade” (economia)” (Costanza, 1994). As duas palavras têm em comum o mesmo radical, oikos - “lar”. A junção dos dois termos sugere que a economia ecológica deveria ser direcionada para um melhor gerenciamento das interações entre o homem e a natureza, de modo a assegurar o bem-estar tanto das próximas gerações quanto das espécies.

impacto das atividades humanas numa escala julgada ecologicamente sustentável. Em segundo lugar, a permissão às atividades poluidoras e o acesso aos recursos deveriam ser distribuídos de forma equitativa. Somente em um terceiro momento, “após haver tomado decisões sociais relativas a uma escala ecologicamente sustentável e uma distribuição eticamente justa, estaremos nós em posição de permitir a realocação entre indivíduos através de mercados nos interesses da eficiência” (Daly, 1992).

Por força da necessidade, a estimação dos limites do ecossistema e a valoração dos custos e benefícios ambientais de caminhos alternativos de desenvolvimento requerem colaboração transdisciplinar para construir modelos para a previsão e construção de cenários alternativos.

Existem duas principais vertentes metodológicas que têm norteado a utilização da economia ecológica como instrumento no processo decisório. A primeira expandiria as fronteiras da análise tradicional de custo-benefício, buscando uma quantificação mais rigorosa das interações entre a atividade econômica e as funções ecológicas. A diferença principal entre esta proposta e as práticas tradicionais correntes seria a elucidação dos fluxos causa-efeito no funcionamento do ecossistema resultante da intervenção humana. Apoiado fortemente em modelos do ecossistema, este método acarretaria a transformação das emissões de poluentes e retiradas de recursos em medidas de risco ambiental e de efeitos na saúde. Esses, por sua vez, poderiam ser convertidos em custos e benefícios, utilizando métodos de valoração de bens ambientais. Uma tal abordagem tornaria explícitas as interações entre recursos extraídos, emissões, custos e benefícios mensuráveis dentro e fora do mercado e os efeitos finais sobre a equidade distributiva e, finalmente, na realização dos objetivos socioeconômicos.

Uma segunda alternativa, que reconhece a capacidade imperfeita da ciência moderna em elucidar estes complexos fluxos do ecossistema com qualquer grau de certeza, estabeleceria limites à interferência da economia nos ecossistemas naturais. Esta proposta inverte a análise, ao considerar a efetividade-custo de alternativas restritas pela finitude dos recursos, mais do que a alternativa que selecione as alternativas que

tenham retorno econômico superior, após a dedução dos custos ambientais. Reconhecendo o extenso trabalho empírico que seria necessário para expandir as fronteiras da análise de custo-benefício para incorporar a valoração ambiental de forma adequada, o processo alternativo aponta para a necessidade da participação da sociedade nas escolhas de políticas onde existam percepções diferenciadas de valores e incertezas quanto à veracidade dos fatos.

A especificação externa dos limites através de critérios ecológicos ou prioridades políticas facilitaria a definição dos caminhos para o crescimento econômico. King (1992) sugere que determinados ecossistemas exibem diferentes gradações de fragilidade e importância, e que o estabelecimento e seguimento de princípios normativos, dos quais a sociedade esteja devidamente consciente, para o acesso e uso desses, seria suficiente para tomar decisões necessárias para poder desenvolver de forma sustentável. Alguns recursos são tão frágeis, que somente a total proteção se justifica, ao passo que a capacidade de recuperação de outros biomas é tão resiliente, que se pode confiar em mecanismos de mercado para regulamentar o acesso do usuário, desde que os custos ambientais estejam internalizados na estrutura do preço. Em meio a esses extremos, coloca-se uma vasta gama de situações, nas quais limitações consensuais quanto à taxa e ao volume de extração e despejo têm que ser definidas através de quotas, limites de tamanho, padrões de engenharia, estações climáticas, etc.

Tais normas de comportamento econômico referente ao uso dos recursos podem ser definidas mediante índices de importância relativa aos ecossistemas em questão e do grau de viabilidade de reverter as decisões uma vez tomadas. Índices agregados da saúde ou integridade do ecossistema servem como base de mensuração da sua importância e viabilidade técnica e econômica da restauração das funções ecológicas perdidas, para medir a reversibilidade relativa das modificações induzidas pelo homem. A demarcação das fronteiras da fragilidade e importância do ecossistema, na aplicação de diferentes normas, deve basear-se nas negociações dentro da sociedade, no que diz respeito aos fatos e valores em questão, ou seja, na política.

O fato de que essas incertezas prevalecem não deve, necessariamente, paralisar a análise, mas levar a um processo de tomada de decisão que permita a consulta à extensa rede de peritos, representando diferentes perspectivas disciplinares e interesses socioeconômicos distintos (Funtowicz & Ravetz, 1991). Numa abordagem recente, focalizando condições socioambientais no meio urbano no Brasil, considera-se que tal rede deveria ser expandida ainda mais, para incluir as comunidades afetadas por estes processos no meio da mesma, fazendo explícitas as suas preferências e percepções (May & Pastuk, 1995).

### 3 A abordagem integrada

Em anos recentes, têm surgido propostas para a integração mais explícita dos valores diferenciados dos grupos de interesse em questões socioambientais em modelos complexos integrados. Devido à natureza incerta de muitas das interações em causa, no entanto, a utilização destes modelos é ainda extremamente tênue. Cientistas de várias disciplinas, unidos num comitê de SCOPE (Comitê Científico sobre Problemas do Meio Ambiente), reuniram-se no Pantanal Matogrossense com o propósito de elaborar um prognóstico sobre o potencial de métodos de avaliação e modelagem integrados, para superar os problemas de imprevisibilidade e dos valores conflitantes.

Para obter resultados eficazes, os processos analíticos devem levar em conta que os próprios pesquisadores representam um grupo de interesse (*stakeholder*), e que a ciência não seja livre de valores. Neste sentido, faz-se cada vez mais essencial um processo que contém, como componente central da elaboração de cenários, negociações entre *stakeholders*. A análise científica, isoladamente, raramente é capaz de fornecer soluções eficazes à rápida degradação dos recursos naturais e à iminência de catástrofes socioambientais que caracterizam a virada do século. Tais soluções requerem consenso entre os grupos interessados, cujas ações afetam o meio ambiente.

Um processo para elaboração de modelos, que incorpora efetivamente a participação iterativa entre *stakeholders* na identificação

de cenários possíveis e desejáveis, foi proposto como resultado desse *Workshop*.

### Referências bibliográficas

- ANDERSSON, T. Government failure – the cause of global environmental mismanagement. *Ecological Economics*, v. 4, p.215-36, 1991.
- COSTANZA, R. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, P.; SERÔA DA MOTTA, R., org. *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1994.
- DALY, H. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics*, v. 6, p.185-93, 1992.
- FUNTOWITCZ, S.; RAVETZ, J. Three types of risk assessment and the emergence of post-normal science. In: GOLDING, D.; SKRIMSKY, ed. *Theories of risk*. New York: Greenwood Press, 1991.
- KING, D. *Justifying sustainability: some basics of applied ecological economics*. 1992. (Apresentado na II Conferência da Sociedade Internacional de Economia Ecológica - Investing in Natural Capital. Estocolmo).
- MAY, P.; PASTUK, M. Valuing social sustainability: environmental recuperation on *favela* hillsides in Rio de Janeiro. In: SEGURA, O.; COSTANZA, R.; MARTINEZ-ALIER, J., org. *Getting down to earth: practical applications of ecological economics*. s.l.: Island Press, 1995.
- TIETENBERG, T. Administrando a transição para um desenvolvimento sustentável: o papel dos incentivos econômicos. In: MAY, P.; SERÔA DA MOTTA, R. *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1994.

### Resumo

Este trabalho pretende examinar as perspectivas para a aplicação dos conceitos de economia ecológica às políticas de desenvolvimento, aproveitando-se de novos avanços na modelagem e avaliação integrada. Enumeram-se as contribuições recentes, no sentido de identificar cenários possíveis e desejáveis por grupos de interesse, dentro dos limites finitos dos ecossistemas.

# ***Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável***

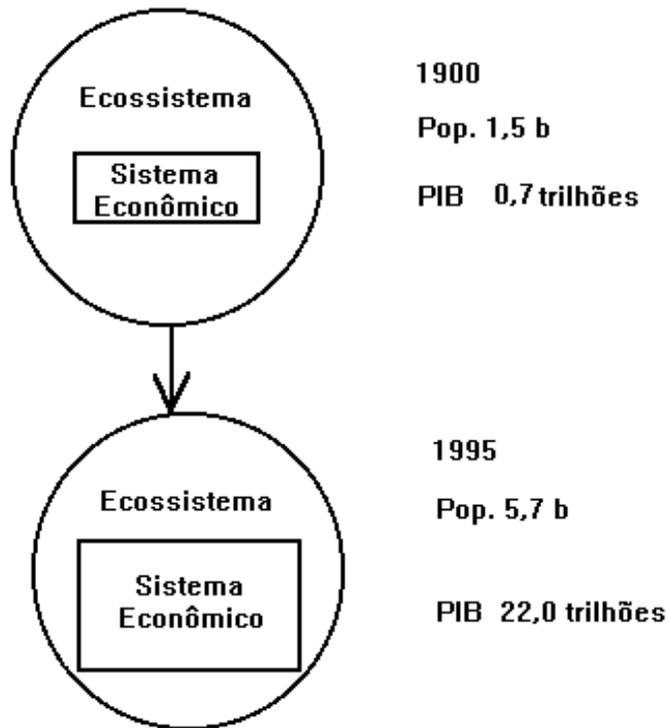
*Clóvis Cavalcanti*

## **Introdução**

O ponto de partida deste trabalho é o reconhecimento material de que se vive hoje em um mundo com características cada vez mais próximas do congestionamento do espaço, do que da amplidão do vazio (Daly, 1992). Em outras palavras, diante da evidência de que o ecossistema global é finito, não-crescente e envolvido por fronteiras (e leis) naturais, o que o crescimento da população e das atividades econômicas tem provocado nesse contexto é uma inevitável sensação de cada vez menos espaço para a expansão. Na Figura 1 (sem maiores preocupações quanto às escalas verdadeiras), tenta-se retratar o fenômeno, comparando-se o que seria a relação entre o ecossistema e o sistema econômico globais em 1900 e 1995. No primeiro ano, a população do planeta era de 1,5 bilhão de pessoas e o PIB global, de 0,7 trilhão de dólares (a preços atuais). No segundo ano, esses valores tinham passado para 5,7 bilhões de indivíduos e 22 trilhões de dólares americanos, respectivamente. Ou seja, no lapso insignificante, em termos da história ambiental, de menos de um século, o número de pessoas na terra quase quadruplicou e a economia mundial alargou-se quase 37 vezes. Esse não é um fenômeno cujas implicações se devam menosprezar. Não é por outro motivo que se fala hoje, insistentemente, em desenvolvimento sustentável e se procuram referências para entender os desafios da sustentabilidade e construir-se uma ciência da economia comprometida com os alicerces em que se processa a produção de bens e serviços. Dentro de tal visão, este trabalho discute os condicionamentos biofísicos da atividade econômica – adotando uma perspectiva que se poderia denominar de termodinâmica –, buscando identificar os

predicados do desenvolvimento sustentável na ótica dos fatores naturais que regulam tudo o que se faz sobre a face da terra, de que a economia não é exceção.

Figura 1  
Comparação ecossistema – sistema econômico, 1900 e 1995



A ênfase que se dá aqui à questão do desenvolvimento, salientada entre os demais problemas econômicos para uma abordagem na perspectiva biofísica da economia, deve-se ao fato de sua centralidade na percepção dos estudiosos e praticantes da ciência econômica tradicional e à forma benigna com que a idéia de crescimento é considerada. Samuelson (1967:13), em seu popularíssimo livro de introdução à análise econômica, esclarece que “A economia ... é estudada para auxiliar os governos ... a promover vigoroso crescimento, evitando ao mesmo tempo

a depressão e a inflação”. Por sua vez, Stein & Denison (1962:23), refletindo uma posição que tem dominado até hoje o pensamento econômico convencional, dizem sem maiores rodeios: “O crescimento econômico é uma coisa boa”. Discutindo uma taxa de crescimento prevista na época em 3,24% ao ano para que a economia americana, no período 1957/80, pudesse manter a taxa de desemprego em 4% da força de trabalho (bons tempos, aqueles ...), esses mesmos economistas concluíam: “A questão mais óbvia a perguntar acerca da taxa de crescimento projetada é: será suficiente? Em um sentido do curso dos eventos, a resposta é Não. O crescimento da produção é a fonte de que são satisfeitos desejos por bens e serviços. Esses desejos parecem sem limites” (p.17).

Ou seja, para se manter satisfeita a população de consumidores, para quem, na teoria econômica, se postula o axioma da não-saciedade, não há como limitar o escopo do crescimento econômico. Aqui, na verdade, o problema mostra-se mais sério do que se se considerasse apenas a noção de desenvolvimento econômico. É que o crescimento pressupõe aumento físico, alargamento das dimensões da economia, enquanto desenvolvimento, no seu sentido mais rigoroso (ver Daly, 1991), não quer necessariamente significar crescimento. Pode ser uma transformação estrutural da economia, uma realização do potencial de atendimento das necessidades básicas, uma mudança qualitativa (para melhor, presumivelmente). Assim, referir ao desenvolvimento sustentável já significa abandonar os supostos discutíveis do crescimento sem limites, tão caro à tradição de pensar dos economistas (e daqueles que os consultam). A esse respeito, vale salientar um comentário mais recente da revista semanal britânica *The Economist* (v. 329, n. 7838, 20 nov. 1993, p.6) – espécie de porta-voz do pensamento dominante nos meios econômicos –, de que “juntar-se ao mundo rico significa adquirir a habilidade de crescer indefinidamente”.

Contra essa visão, que colide contra o bom senso das ciências da natureza – a ponto de o físico do MIT, Henry Kendall, detentor do Prêmio Nobel de Física, haver observado em julho de 1994 que o homem, pela sua ânsia de crescimento econômico, encontra-se em “rota de colisão” com o mundo da natureza (ISEE, 1994:1, 12) –, é que se precisa rever a

compreensão da ciência econômica e penetrar a fundo na questão da sustentabilidade. Qualificar o desenvolvimento de sustentável, nesse sentido, significa reduzir os graus de liberdade do processo econômico, sujeitando-o a condicionamentos ecológicos (e procurando simultaneamente torná-lo mais equitativo e socialmente justo). Esse é um avanço em relação ao modo de promoção do desenvolvimento selvagem, a todo custo, por cima da natureza, que tem sido apanágio da experiência dos últimos 50 anos, no planeta, em termos de avanço da economia.<sup>1</sup>

## **1 Condicionantes biofísicos da economia (sistema econômico) ou a economia como ciência da vida**

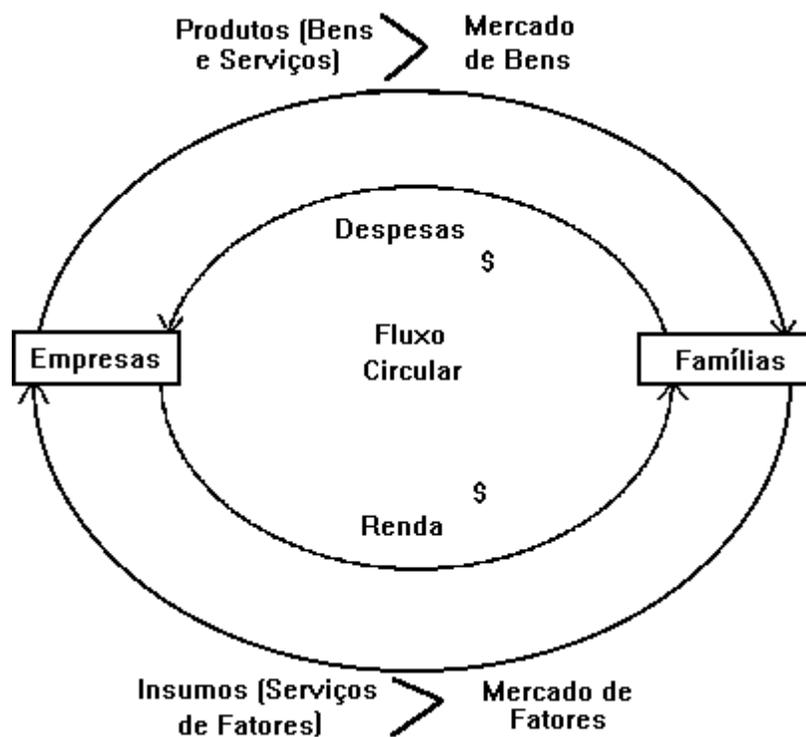
Por que levantar a questão da necessidade de fundamentos biofísicos para a economia (atividade econômica), se o que interessa no funcionamento dos sistemas econômicos é sua dinâmica através da intervenção dos mercados que, fixando preços, alocam eficientemente os recursos, conforme rezam os textos de teoria econômica, sobretudo aqueles inspirados, como o de Samuelson (1967), nas formulações neoclássicas? Na verdade, o papel dos mercados representa o cerne dos ajustamentos entre oferta e procura (ver Figura 2), entre interesses de consumidores e produtores, entre necessidades e disponibilidades de recursos. E, com efeito, dada uma constelação de fatores produtivos (capital, trabalho), chega-se, em condições de concorrência perfeita, rendimentos de escala constantes e outras hipóteses restritivas, a uma situação que é ótima (no sentido definido por Pareto), de máxima eficiência econômica. Tudo se passa como no modelo simplificado da Figura 2, em que os agentes econômicos se comunicam através de fluxos circulares reais (de bens e serviços) e monetários (renda e despesa em dinheiro), cujo encontro nos mercados (de fatores produtivos e de

---

(1) Na língua portuguesa (e também na francesa e na espanhola), há sempre uma ambigüidade quando se fala de “economia”. É que esta palavra tanto pode indicar a ciência do estudo do sistema econômico quanto o próprio sistema ou o conjunto de atividades -- de produção, consumo, distribuição, circulação, etc. -- que o caracteriza. Em inglês a ambigüidade não existe: no primeiro caso tem-se *economics*, no segundo, *economy*. Por isso, deve-se estar atento para o contexto do que se diz, no sentido de escapar dessa ambigüidade vocabular.

produtos finais), nas circunstâncias restritivas já mencionadas, gera os preços que irão alocar eficientemente (no sentido econômico) a disponibilidade dada de recursos. É dessa maneira que os economistas visualizam seu esquema de funcionamento da economia, elaborando a partir dele todo o elenco de regras que conferem ao mercado uma situação excepcional como instrumento de solução de conflitos no seio dos agentes econômicos.

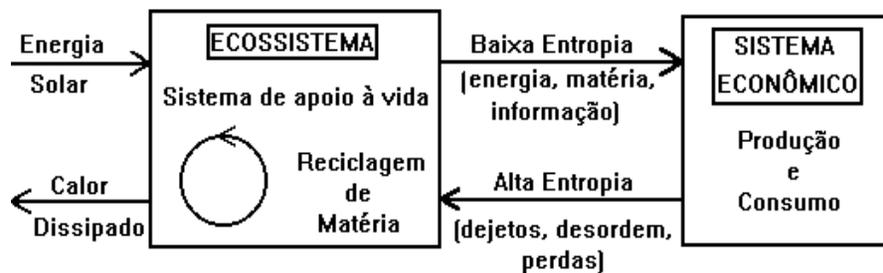
Figura 2  
Modelo convencional do sistema econômico (fluxo circular de riqueza)



Acontece que essa visão do sistema econômico atribui-lhe uma caracterização – a de sistema isolado, sem troca de matéria e energia com o meio ambiente, como o define Prigogine (Georgescu-Roegen, 1971; Tiezzi, 1992) – que não confere com a realidade do mundo. Efetivamente,

o sistema econômico não é isolado da moldura de matéria e energia em que está inserido. Essa moldura é o ecossistema (ver Figura 3), com o qual a economia realiza trocas de matéria, energia e informação, retirando dele o que se chama de extrações ou entradas de baixa entropia e devolvendo-lhe dejetos, desordem, perdas, resíduos ou saídas de alta entropia. O fenômeno descrito dessa forma é qualitativo e de natureza biofísica; não tem nada de configuração socioeconômica (ver de Rosnay, 1975). E pode acontecer, porque o sistema econômico é um sistema aberto, que depende visceralmente da ecosfera, a qual, por sua vez, é um sistema fechado (troca apenas energia com o universo, o cosmos, que, este sim, é um sistema isolado). A realidade da economia não pode estar dissociada, pois, do que acontece no meio ambiente. Antes, regula-se inteiramente pelos mesmos princípios que governam o ecossistema, precisando deste para as necessidades de um elenco de serviços ecológicos providos pela natureza – desde a regulação do ciclos hidrológicos, feita pelas florestas, à filtração de poluentes, efetuada pelos pântanos, à ação microbiana no solo, etc. (cf. van Dieren, 1995:49).<sup>2</sup>

Figura 3  
Interações economia-ecossistema de uma perspectiva termodinâmica



Em outras palavras, sendo um sistema aberto, a economia é influenciada pelo ecossistema, influenciando-o também em contrapartida. Há aqui um elemento fundamental a considerar, que é o feito de que a operação do processo econômico implica mudanças qualitativas

(2) “Na medida de em que destruímos, alteramos ou nos apropriamos mais desses sistemas naturais para nós mesmos, tais serviços ecológicos ficam comprometidos” (Van Dieren, 1995:49).

permanentes e irreversíveis no meio ambiente. Ou seja, ao extrair recursos de baixa entropia, ordenados, deste último e jogar de volta lixo, resíduos de alta entropia, matéria em desordem, o processo econômico altera o meio ambiente em seu perfil qualitativo (Georgescu-Roegen, 1971; De Rosnay, 1975:101-2). Entretanto, a teoria econômica em vigor faz abstração completa da realidade física da produção, conforme se pode perceber na evidência de que os recursos naturais e os serviços ecológicos não integram as construções da chamada função de produção, como a conhecida Cobb-Douglas, tão usada nos raciocínios de contorno neoclássico (Van Dieren, 1995:62).

Na tentativa de ver o processo econômico como um prolongamento de fenômenos da dimensão biofísica, é inescapável o uso das reflexões de Georgescu-Roegen (1971), servindo-se das leis da termodinâmica. Inescapável, porque o processo econômico significa realização de trabalho no sentido físico: transformação de bens e serviços em outros bens e serviços. E, para a realização de qualquer trabalho, necessita-se de energia (a qual, através da equação de Einstein, da teoria de relatividade,  $E=mc^2$ , onde  $E$  é a energia,  $m$  a massa e  $c^2$  a constante de proporcionalidade, representada pelo quadrado da velocidade da luz, equivale à matéria). Na física, o capítulo que trata das transformações energéticas é o da termodinâmica, segundo a qual duas leis por ela descobertas e mapeadas constituem regras tidas como absolutos no mundo natural. Essas leis são:

- *primeira lei (da conservação)*: no universo, a energia total existente sob diversas formas é invariável. Pode ser transformada de uma forma em outra, mas sob a constância do total existente. Em outras palavras, energia (e matéria) não pode ser criada;
- *segunda lei*: a energia disponível (que se pode converter em trabalho) tende continuamente a diminuir. Ou seja, a entropia do universo não pára de crescer, tendendo para um máximo (a posição de equilíbrio termodinâmico).

A entropia (do grego, querendo significar conversão ou também confusão) representa uma estimativa da desordem de um processo de transformação. Ela se mostra como uma medida precisa, que se pode

calcular matematicamente (e é da essência da definição termodinâmica do conceito que se possa realizar tal medida).<sup>3</sup> Em termos simplificados, a entropia pode ser percebida no fato de que a produção de trabalho ocorre com a passagem de calor de um corpo mais quente para um mais frio e jamais o inverso, com um inevitável aquecimento do objeto que realiza a produção (um motor, por exemplo), o qual, certamente, não foi concebido para esquentar (Tiezzi, 1988:22). Esse aquecimento representa a forma calor da energia, uma forma degradada, porquanto não se pode reconvertê-la em sua totalidade. A energia, desse modo, “perdeu-se”, não está mais disponível. Aumentou, assim, a desordem do sistema.

Convém salientar que Einstein considerava a segunda lei da termodinâmica, que Georgescu-Roegen resolveu chamar de Lei da Entropia, como a lei suprema da natureza e a lei fundamental da ciência (Georgescu-Roegen, 1974; Tiezzi, 1988). Ela corresponde à imagem de que, “onde há luz, há sombra” (Alekseev, 1986:7). Ou seja, embora a energia seja constante (lei da conservação), ela se deprecia qualitativamente de forma contínua e inexorável. A essência desse princípio – que está por detrás do processo produtivo na economia – é que todas as formas de energia convertem-se em calor, o qual se distribui para os corpos mais frios, dissipando-se posteriormente no meio ambiente, de onde irradia para o espaço sideral. É nessa constatação que se discerne a entropia como medida da degradação energética (Alekseev, 1986:10), expressa como uma função termodinâmica. O que ela quer indicar com essa configuração é a direção que tendem a tomar os eventos: da ordem (um castelo de areia) para a desordem (o castelo desmanchado); do menos provável (uma parede de tijolos) para o mais provável (um monte de tijolos). Neste sentido – de acordo com a formulação do físico L. Boltzmann –, a entropia também mede a probabilidade, indicando que a situação de desordem (um supermercado depois de um dia de feira) tende mais a ocorrer do que a situação de ordem (o supermercado arrumadinho ao abrir suas portas). A tendência ao aumento da entropia é, assim, também uma lei de probabilidade, de tendência estatística à ocorrência da

---

(3) A dificuldade em especificar a entropia no plano econômico decorre justamente de tal conceito quando aplicado à economia não permitir que se obtenha uma medida quantitativa, geral de prejuízos ambientais (Binswanger, 1993: 226-7).

desordem. É dessa maneira que se pode dizer (Binswanger, 1993:214) que os sistemas não tendem a assumir estados que são menos prováveis do que aqueles em que se encontram. Um relógio desmontado, por exemplo, cuja peças fossem colocadas dentro de uma caixa, dificilmente sairia funcionando perfeitamente, caso se agitasse bastante a caixa (Branco, 1989:50). Mais provável é que se verificasse sempre novo estado de desordem a cada agitação do recipiente.

Os organismos vivos mantêm-se assim porque, como sistemas abertos, “comem” entropia negativa (ou neguentropia) do meio ambiente (Schrödinger, 1994), enchendo-o da alta entropia que produzem. Tais sistemas abertos são, por isso, chamados por Ilya Prigogine de “estruturas dissipativas”. Estas se comportam como sistemas distantes do equilíbrio termodinâmico e podem se desenvolver e manter os estados de baixa entropia em que se encontram através apenas da constante dissipação de energia e matéria de seu meio ambiente. Por sua vez, as mudanças evolutivas só têm lugar em sistemas com o atributo de estarem longe do equilíbrio termodinâmico, acentuando-se o aumento de entropia à medida que o sistema se afastar ainda mais desse equilíbrio – equilíbrio que ocorre, por exemplo, quando uma bateria de automóvel se exaure, desaparecendo a diferença de potencial elétrico entre os pólos negativo e positivo que é responsável pela ativação de sistemas ligados à bateria (motor de partida, v. g.). No sistema em equilíbrio, desaparece a energia que produz trabalho, energia ordenada (ou exergia), cuja extração, portanto, se anula (ver Holmberg et al. 1994). Os ecossistemas terrestres em conjunto representam um sistema fechado, como já se disse (Binswanger, 1993:220). Em virtude do funcionamento dos ecociclos, como os biogeoquímicos, a entropia, nesse sistema fechado, pode ser mantida em níveis mínimos: “o ecossistema é sustentável” (Binswanger, 1993:220). Isto, porém, só é possível se o ecossistema não for severamente perturbado. É da índole dos sistemas vivos evoluírem na direção de estados estacionários, que são igualmente estáveis em face de perturbações no meio ambiente, dentro de certas margens, devido à

característica de homeostase dos sistemas naturais.<sup>4</sup> No estado estacionário, a produção de entropia torna-se mínima. Nessa condição, ambientes estáveis permitem mais alta eficiência de aproveitamento dos serviços ecológicos, uma vez que a flexibilidade de um sistema só é assegurada à custa de um aumento de entropia, o que vale dizer menor eficiência ecológica, como ensinam os princípios da termodinâmica. Os sistemas econômicos, sendo abertos, ou seja, trocando matéria e energia com o ambiente, sujeitam-se inevitavelmente aos mesmos condicionantes que balizam os sistemas vivos. É desse modo que o ecossistema – e não outro – significa o quadro de referência relevante em que as interações economia-meio ambiente devem ser estudadas e compreendidas. Na verdade, o funcionamento da economia tem impactos marcantes sobre os ecociclos terrestres, levando a que se identifique o sistema econômico como uma estrutura dissipativa distante do equilíbrio termodinâmico.

Perturbando intensamente o meio ambiente, alterando-o qualitativamente de maneira irreversível, o constante aumento das atividades dissipadoras nas economias industriais explica-se pelo “fato de que é economicamente eficiente conduzir-se de forma ecologicamente ineficiente” (Binswanger, 1993:227). Tudo acontece porque os preços fixados nos mercados não captam a dimensão ecológica dos processos econômicos, tratando-a como algo externo, fora do controle da ciência econômica: aquilo que os economistas chamam friamente de “externalidades” (a vida, por exemplo, é uma dessas externalidades). Com efeito, os serviços do ecossistema não têm preço, são “bens livres” (quem paga pelo ar que respira ou pela estabilidade do ciclo biogeoquímico, ou pela produção de fotossíntese?). Paga-se tão-só pelos serviços dos fatores de produção, os quais são usados para operar a transformação dos serviços ecológicos gratuitos em bens econômicos (p.228). É nesse contexto que a eficiência ecológica decresce, apesar do incremento da produtividade dos recursos, como reflexo, no fundo, da dissipação, da aceleração do processo de degradação entrópica suscitado por uma

---

(4) Homeostase é a capacidade de auto-regulação “que permite ao ecossistema manter-se em contínuo e perfeito funcionamento, conservando o fluxo normal de energia e matéria, independentemente das variações ambientais” (Branco, 1989: 59).

sociedade industrial que leva a extremos sua extração de matéria e energia de baixa entropia do meio ambiente.

Na sociedade industrial os ecociclos são rompidos. Tal sociedade, ao invés de desenvolver-se em obediência a ciclos naturais, move-se unidirecionalmente, de baixa para alta entropia, sempre. Veja-se, para ilustrar, o caso da “moderna” agricultura. Nesta, rompem-se os processos de reciclagem, daí recorrendo-se a fatores externos, como os fertilizantes químicos, para se compensar o empobrecimento dos solos. “Na agricultura tradicional, as populações colhiam os diversos grãos, as frutas, abatiam os animais para se alimentarem e, depois, os seus dejetos retornavam à terra, e a coisa se mantinha num ciclo razoavelmente fechado” (Simões Filho, 1981:259). Permitia-se, em suma, a reciclagem dos nutrientes, suavizando-se concomitantemente a tendência à geração de entropia. Há, por conseguinte, “uma grande dicotomia entre o modo como a natureza se desenvolve e a forma em que as economias modernas evoluem” (Faber et al. 1995:2). No caso da natureza, prevalece a regra da homeostase, da suavização da dissipação de matéria e energia, com reciclagem contínua de materiais. Maximiza-se a eficiência ecológica. No caso das economias modernas, o uso de matéria e energia segue não o modelo dos ecociclos, mas o da industrialização, que transforma riqueza (os recursos da natureza) em lixo (bens e serviços que terminam, após o consumo, sob a forma degradada de resíduos, sujeira ou calor dissipado). Trata-se de um movimento unidirecional, de caráter irreversível – no qual, sem embargo, é possível, via preços de mercado, obter máxima eficiência econômica.

Há, pois, uma contradição definitiva entre os modos de proceder da natureza e da sociedade industrial – a última revelando-se claramente insustentável (Faber et al. 1995:2). Esse conflito se estende à forma de compreender e intervir na realidade que a ciência da economia emprega. Por exemplo, as teorias da economia dos recursos naturais e da economia do meio ambiente “podem classificar como ótimos de Pareto arranjos de uso de recursos que são ecologicamente insustentáveis” (Ekins, 1994:16). É o caso, para ilustrar, na economia do meio ambiente, quando se calcula o nível “eficiente” (ótimo) de poluição, que é obtido através da consideração dos preços de mercado ou de preços calculados segundo

certos ajustamentos de natureza econômica (como as regras para o desconto de valores futuros, os preços imputados para variáveis que o mercado não considera, etc.). Um caso típico da forma limitada de “ver” a realidade pela ciência da economia pode ser encontrado na análise de custo-benefício – cuja importância para decisões de investimento é crucial no modelo analítico dos economistas. Essa especialização da economia preocupa-se com eficiência e otimalidade (no sentido econômico) no uso de recursos. Uma forma de cálculo muito popular por ela utilizada é a de comparar séries de valores atualizados (valores futuros descontados através de uma taxa de equivalência) de custos e benefícios ao longo do tempo. No caso de recursos e impactos ambientais, seus respectivos valores de custo e benefício devem ser expressidos em termos monetários, de dinheiro. Nessas estimativas, é comum a atribuição de valor monetário à própria vida humana. Calcula-se, por exemplo, quanto valeria a vida de alguém que possa morrer devido, digamos, ao aquecimento global.

Na literatura de custo-benefício há tabelas de “valoração de vidas estatísticas”, que estimam que uma pessoa nos países ricos vale entre 200 mil e 10 milhões de dólares americanos (Ekins, 1994:11). Segundo os economistas, para quem um chinês se estimaria valendo 150 mil dólares em média, tais valores não representam um julgamento sobre o significado da vida humana. “Eles são derivados, antes de tudo, quer de considerações sobre produção ao longo de uma vida, quer a partir do desejo de se aceitar risco, tal como mostrado em diferenciais de salários” (Ekins, 1994:11). Nesse sentido, é “correto” deduzir que as vidas dos pobres valem menos do que as dos ricos. Pela fórmula do cálculo de vidas estatísticas, então, as vidas dos ricos deveriam ser salvas em primeiro lugar. Assim, uma situação em que os ricos se beneficiassem de atividades que matassem gente pobre poderia ser classificada como “eficiente” pela análise de custo-benefício, simplesmente conferindo-se valores mais baixos às vidas dos infelizes dos estratos sociais inferiores. Tudo depende de que se calculem custos e benefícios de forma “apropriada”, como diz o conhecido economista Lawrence Summers (*The Economist*, v. 323, n. 7761, 30 maio 1992, p.71), para quem faz sentido exportar indústrias poluentes dos países ricos para o Terceiro Mundo

(pela mesma lógica da eficiência econômica máxima), conforme Summers explicou em um memorando interno do Banco Mundial, em fevereiro de 1992, que foi publicado pela imprensa e provocou sérios protestos, entre outros, de José Lutzenberger, então Secretário do Meio Ambiente do Brasil.

É para longe de uma percepção dessa ordem, orientada por valores expressos em dinheiro, para obtenção dos quais sempre se descobre uma fórmula arbitrária, que se deve orientar um modelo da economia calcado em fundamentos biofísicos. Um modelo capaz de dar conta dos desafios de um modo de vida em sintonia com as regras de sobriedade, de sobrevivência termodinâmica, dos sistemas abertos da natureza. É um modelo balizado por grandezas físicas mais que monetárias. Reside nessa verificação a procura do quadro de referência de que se precisa para tratar do problema do desenvolvimento sustentável, não mais como um assunto econômico, mas como tema ecológico-econômico.

## **2 Visão do desenvolvimento sustentável na perspectiva termodinâmica**

Para se chegar a uma compreensão do desenvolvimento que seja termodinamicamente responsável, é preciso ter em conta, em primeiro lugar, os princípios básicos da ecologia no que concerne ao processo econômico. Ou seja, adotando-se como referência os ecociclos da natureza e a forma como, homeostaticamente, os sistemas naturais lidam com o estresse do meio ambiente, auto-regulando-se, minimizando perdas e procurando maximizar a eficiência no uso dos serviços ecológicos, passa-se a dispor de uma planta baixa inicial para o desenho de um sistema econômico capaz de, em essência, durar indefinidamente (Brown, 1992:354). Evidentemente que essa não é uma regra fácil de adotar, particularmente quando se sabe que o paradigma de extração de recursos para a promoção econômica que prevalece no mundo é o oferecido pelos padrões dos Estados Unidos, sabidamente insustentáveis para disseminação por todo o globo terrestre. A contrapartida oposta, de

máxima sobriedade termodinâmica, em oposição ao modelo americano, poderia ser encontrada entre os nativos do continente americano, especialmente os índios que ainda habitam áreas remotas da Amazônia (Cavalcanti, 1994). Todavia, este paradigma não pode ser copiado literalmente: sua insustentabilidade cultural no mundo moderno é fácil de comprovar. Isto não significa dizer que o paradigma ameríndio seja irrelevante, uma vez que ele se orienta pelos princípios da ecologia, podendo servir como referência para escolhas no mundo atual.

Daly (1995:151) lembra que a visão econômica da ciência prevalecente, calcada no modelo do fluxo circular como se o sistema produtivo fosse um sistema isolado (Figura 2), corresponde à imagem de um animal que tivesse apenas sistema circulatório, cuja manutenção e reenchimento fossem internamente realizados. Não haveria aí o trato digestivo, responsável pela absorção de matéria/energia de baixa entropia e eliminação de matéria/energia de alta entropia. Um organismo, porém, lembra Daly não pode reciclar seus próprios dejetos; tem que “comer” neguentropia do meio ambiente em que se encontra. Em suma, o primeiro requisito de um modelo de processo econômico ecologicamente sustentável (termodinamicamente responsável) pede que se saiba de que forma o sistema econômico depende do ecossistema – seja na função deste último como fonte de recursos, seja como cesta de lixo, depósito ou fossa dos resíduos da dissipação de matéria e energia. No fundo, trata-se de saber que possibilidades reais existem para se acelerar sustentavelmente o processo econômico, retirando-se dele retornos cada vez maiores por indivíduo, ou seja, aumentando-se a renda per capita. Um modelo biofísico da economia servirá para dizer o que é termodinamicamente viável. Não é, de fato, qualquer nível de produção econômica que pode ser extraído da natureza sem ameaçar a capacidade reconstitutiva da biosfera. Há limites termodinâmicos que indicam claramente o que pode ser feito.

A evolução e a história do homem mostram que os vencedores, conforme acentua Rebane (1995:89), “são as espécies e sociedades que agem mais rápido e consomem mais energia e materiais de alta qualidade”, ou seja, aqueles que causam mais poluição e aceleram o crescimento da entropia. Isto significa que o mundo vai se tornando mais

difícil para os retardatários, em virtude da tendência irreversível de declínio da produtividade natural diante da aceleração das extrações de recursos (Cleveland, 1991). É possível avaliar o fenômeno quando se verifica que um recurso como o petróleo é hoje muito menos produtivo que no início do século. Com efeito, por volta de 1905, um barril de petróleo rendia 46 barris retirados do subsolo; a relação hoje é de um barril usado para que sejam obtidos pouco menos que seis, uma queda de mais de 7,5 vezes (Cavalcanti, 1985:133). Há, pois, uma tendência declinante da produtividade natural a que corresponde no mundo uma tendência ascendente de consumo de materiais e riqueza fornecidos pelo meio ambiente. É o caso, por exemplo, da própria fotossíntese, que tem diminuído sobre a face da terra, à medida que espaços verdes são destruídos para ocupação por atividades industriais, de urbanização, construção de obras, etc. Cabe então perguntar (Brown, 1992:354): “Pode o produto econômico do planeta continuar a crescer se o produto fotossintético continua a decair?”. A resposta, evidentemente, é não, uma vez que o processo econômico necessita incontornavelmente da energia bioquímica contida na biomassa. Não obstante, as práticas do cálculo econômico conduzem a que um país possa exaurir seus recursos minerais, derrubar suas florestas, esgotar seus solos, poluir seus aquíferos, extinguir suas espécies de peixes, etc., sem que – é verdade! – a renda medida seja afetada pelo desaparecimento desse patrimônio (Van Dieren, 1995:73). A questão é que as estatísticas do PIB e outros agregados da caixa de ferramentas dos economistas confundem o esgotamento de recursos com a geração de renda, permitindo que se fale em “criação de riqueza” quando a riqueza está simplesmente diminuindo! “O resultado podem ser ganhos ilusórios de renda e perdas permanentes de riqueza” (Repetto et al. 1989:3).

É interessante notar que, há quase 50 anos, em 1946, o grande economista britânico, *sir* John Hicks, adotou uma definição de renda, nunca contestada, antes até amplamente aceita, que consiste no seguinte:

“Devemos definir a renda de uma pessoa como o máximo valor que ela pode consumir durante uma semana, e ainda esperar estar tão bem no final da semana como estava no começo” (apud Van Dieren, 1995:67).

Isto significa sustentar-se o nível de riqueza: a pessoa consome durante o período apenas aquela parte de seus haveres que lhe garante igual padrão de vida no início e fim do período. Tal situação não se verifica com respeito a um país como, por exemplo, a Arábia Saudita, cuja fonte única de renda, praticamente, é o petróleo. Cada dia que passa, o país fica mais pobre; contudo, as estatísticas revelam que esse reino árabe possui um PIB de uns 90 bilhões de dólares por ano e todos imaginam que isso seja riqueza gerada. Não é, obviamente. Trata-se de capital natural consumido (perdulariamente). É claro que o desenvolvimento saudita só pode ser classificado de *ambientalmente insustentável*. Na verdade, em maior ou menor grau, quase todos os países do mundo têm consumido parte do capital que a natureza lhes confere gratuitamente, interpretando estatisticamente como renda esse consumo nem sempre sensato. Por outro lado, à medida que o sistema econômico emprega recursos não-renováveis – a taxas cada vez mais intensas –, o processo de geração de entropia se acelera rumo à insustentabilidade, a qual é compensada mediante extração de neguentropia do ecossistema. Este é o remédio da natureza para dar conta de ações econômicas processadas à margem dos ecociclos (Binswanger, 1993:225). Na época em que os sistemas econômicos usavam apenas recursos renováveis abaixo de sua capacidade regenerativa, o crescimento de entropia não constituía um problema específico. Nesse contexto, os processos econômicos eram parte dos ecociclos, e o produto obtido das atividades econômicas, reciclado no próprio ecossistema terrestre. A longo prazo, tinha-se *sustentabilidade*. Um processo econômico é verdadeiramente sustentável quando três funções ambientais críticas não são desrespeitadas, a saber: (1) de provisão de recursos; (2) de absorção e neutralização dos dejetos da atividade econômica; e (3) de manutenção da oferta de serviços ambientais, desde as condições de amenidade propiciadas pelo “verde” a funções como a de estabilidade climática (Ekins, 1994:16).

O próprio caráter de não-renovabilidade de certos recursos, como carvão, petróleo, minério de ferro, cobre, manganês, etc., significa que eles não são adaptados aos ecociclos, seu uso moderno levando à dissipação de matéria e energia, à maior entropia (poluição, resíduos sólidos, energia térmica que se esvai). Tais recursos não podem ser

reciclados dentro dos ecossistemas terrestres. O resultado final da dependência que dos mesmos têm as atividades humanas exibe-se como acréscimo de entropia no meio ambiente, os quais se percebem sob a forma de deflorestamentos, mudanças climáticas, extinção de espécies, perda de biodiversidade, deformações da paisagem, perda de ecossistemas inteiros (como na Serra do Navio, Amapá, onde o manganês que dali se extraía encontra-se praticamente esgotado e a área mudou de aparência completamente) (Binswanger, 1993:225). Não é na direção de efeitos dessa qualidade que deve marchar um processo de desenvolvimento de tipo verdadeiramente sustentável – isto é, que preserve as funções ambientais, inspirando-se nos princípios que a natureza exibe de maximização da eficiência no aproveitamento dos serviços ecológicos. Quando se indica que a economia deve ser confrontada com o arcabouço que o ecossistema lhe impõe, com suas regras duras e imutáveis, algo tem que ser pensado para evitar que natureza e homem continuem em rota de colisão. A biosfera só admite alterações sustentáveis em parâmetros básicos seus, se ações compensatórias, reequilibradoras, puderem ser deflagradas dentro das coordenadas do princípio da homeostase. Em 1900 (ver Figura 1), o ecossistema mundial era suficientemente grande para admitir certos comportamentos esbanjadores, promotores de mais alta entropia. Em 1995, as condições são muito distintas, a despeito de todo progresso técnico. É que muito mais gente ocupa o planeta, produzindo bens econômicos com muito mais intensidade que antes – e segundo um modelo unidirecional que penaliza irremediavelmente as bases ecológicas do sistema econômico, comprometendo sua própria eficiência. Como os preços não cuidam de aferir o valor dos serviços da natureza, perde-se, sem que se o contabilize, capital natural que não há como repor ou, em muitos casos, substituir por capital feito pelo homem (não há, de fato, substitutos para coisas básicas como fotossíntese e água).

## **Conclusão**

Em 1900, a população da Terra era de 1,5 bilhão de pessoas, tendo passado para 5,7-5,8 bilhões em meados de 1995. Em 1985, por outro lado, o Banco Mundial estimou em 1,116 bilhão o número de

indivíduos que, nos países em desenvolvimento, viviam na pobreza (ou seja, com menos de 370 dólares de renda per capita anual, equivalente a 1 dólar por dia) (Banco Mundial, 1990:29). Essa cifra, que correspondia a 33% da população total dos países pobres na ocasião, deve ser hoje da ordem de 1,5 bilhão de indivíduos, vale dizer, o mesmo montante total (incluindo todas as classes sociais) existente no começo do século em todos os países do mundo, ricos e pobres. O grande desafio, então, é saber como realizar uma transformação econômica sustentável, durável, que livre esse bilhão e meio de seres humanos da situação em que se encontram, se, em contextos ambientais mais favoráveis, não foi possível evitar que, de um total mundial de 1,5 bilhão de pessoas de todas as classes sociais em 1900, se chegasse, em 1995, a 1,5 bilhão de pessoas indigentes apenas nos países do Terceiro Mundo. Se se adicionar a tal valor o conjunto de indivíduos em pobreza extrema nos países de economia avançada, os resultados serão ainda mais inquietantes.

É inegável, de outra parte, que o mundo tem testemunhado neste século de grandes transformações um acentuado consumo da herança de capital natural com que o planeta foi contemplado, tratando-se como renda aquilo que se expropriou, que se consumiu do estoque de riqueza do ecossistema (caso do manganês da Serra do Navio). Ao lado disso, é chocante constatar que, apesar de tal uso do patrimônio natural, uma grande parte do mundo – os pobres do Banco Mundial – não consegue ultrapassar os níveis de satisfação de necessidades correspondente ao básico da subsistência e, até mesmo, nem isso (Van Dieren, 1995:106). Quer dizer: agrediu-se a capacidade de suporte do ecossistema planetário, sem adequada compensação para a população total do globo terrestre. Como esperar que, com os mesmos padrões de realização econômica empregados, se consiga, daqui para a frente, lidar com êxito com o desafio da pobreza no mundo em face de um número ainda mais vasto de pessoas na condição de miseráveis? Não há dúvida de que se está carecendo de uma reflexão profunda no sentido de identificar os traços da fisionomia de um desenvolvimento genuinamente sustentável para cada região e país, e para toda a Terra.

O desenvolvimento não pode mais ser tratado como sinônimo de crescimento. A natureza se desenvolve, os ecossistemas evoluem e

atingem suas fases de clímax. Nada cresce indefinidamente na natureza física. Uma bola de neve pode expandir-se exponencialmente, mas o resultado disso é sempre um desastre. Por detrás da evolução e do desenvolvimento dos sistemas naturais, existe a homeostase pondo cobro aos absurdos expansionistas. Por que na economia será diferente? Celso Furtado, falando em 1994 no Rio Grande do Sul, oferece à consideração um projeto de desenvolvimento expresso nestes termos:

“É quando a capacidade criativa do homem se volta para a descoberta de suas próprias potencialidades, quando se empenha em enriquecer o universo de que participa, que cabe falar de desenvolvimento, o qual somente se efetiva quando a acumulação conduz à criação de valores que se difundem na coletividade” (Furtado, 1995:5).

Nessa perspectiva, desenvolvimento não quer significar necessariamente aumento contínuo da economia. É certo que, para os indivíduos que vivem (vivem?) com 1 dólar por dia de poder aquisitivo, necessita-se de pensar em aumentar os valores econômicos que lhes dizem respeito. Mas a receita para isso não tem que ser tão-somente elevar o PIB. Uma redistribuição da renda e da riqueza cumpriria o mesmo papel – e é necessário que se pense também em redistribuição numa perspectiva mundial, transferindo-se renda de países e classes sociais afluentes para aqueles que se acham na indigência.

Do ponto de vista econômico, a possibilidade de crescimento tem que ser definida de acordo com a capacidade de suporte dos ecossistemas, pensando-se simultaneamente em maior equidade e aumento da eficiência econômica (que suavize os processos de elevação da entropia). Essas são regras iniciais de um modelo de desenvolvimento sustentável, que deve contemplar objetivos ecológicos relacionados com a integridade dos ecossistemas, com a manutenção da capacidade de suporte dos sistemas naturais, com a preservação da biodiversidade (necessária para assegurar a evolução biológica), com o respeito aos limites do meio ambiente físico. Paralelamente, no plano social, o modelo de desenvolvimento sustentável deve preocupar-se em promover a coesão e a mobilidade social, deve visar elevar a participação política dos cidadãos e respeitar sua identidade cultural, assegurando-lhes o acesso ao poder e o desenvolvimento das instituições sociais. Tudo isso requer uma revisão de grandes proporções

em práticas e concepções vigentes, integrando-se valores econômicos e ambientais. Ao mesmo tempo, é preciso reconhecer a insustentabilidade implícita em afirmações como a de que “o desafio que enfrentam hoje as nações em desenvolvimento é o de promover, no tempo de algumas décadas, transformações econômicas ... que os países hoje adiantados comumente levaram séculos para consumir” (Albuquerque, 1981:332). A natureza não comporta tais saltos, especialmente se dados concomitantemente por muitos países (que é, incidentalmente, o que, costumeiramente, se tem pensado que vá acontecer).

#### Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, R. C. Desenvolvimento e problemática regional. In: CICLO DE DEBATES SOBRE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO, 1, Recife, 1981. *Anais...* Recife: CONDEPE (Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco), 1981. p.330-43.
- ALEKSEEV, G. N. *Energy and entropy*. Trad. U. M. Taube. Moscow: Mir Publishers, 1986. (Original russo)
- BANCO MUNDIAL. *World development report*. New York: Oxford Univ. Press, 1990.
- BINSWANGER, M. From microscopic to macroscopic theories: entropic aspects of ecological economic processes. *Ecological Economics*, v. 8, n. 3, dec. 1993. p. 209-33.
- BRANCO, S. M. *Ecossistêmica: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente*. São Paulo: Edgar Blücher, 1989.
- BROWN, L. Is economic growth sustainable? (Roundtable Discussion). In: WORLD BANK ANNUAL CONFERENCE ON DEVELOPMENT ECONOMICS, Washington, 1991. *Proceedings...* Washington, DC: World Bank, 1992.
- CAVALCANTI, C. Anotações para um modelo novo de desenvolvimento. *Cadernos de Estudos Sociais*, v. 1, n. 2, p. 133-40, jul./dez., 1985.
- \_\_\_\_\_. *Living within the limits of the possible: sustainable alternatives of the amerindian lifestyles*. San José, Costa Rica: ISEE, 1994. (Presented at “III Reunião Bial” of International Society for Ecological Economics).
- CLEVELAND, C. Natural resource scarcity and economic growth revisited: economic and biophysical perspectives. In: COSTANZA, R. org. *Ecological*

- economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia Univ. Press, 1991.
- DALY, H. Ecological economics and sustainable development: from concept to policy. Washington, DC: World Bank, 1991. (Divisional Working Paper, n.24).
- \_\_\_\_\_. From empty-world economics to full-world economics: recognizing an historical turning point in economic development. In: GOODMAN, R. et al., org. *Population, technology, and lifestyle*. Washington, DC: Island Press, 1992. p. 38-51.
- \_\_\_\_\_. On Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to economics: an obituary essay. *Ecological Economics*, v. 13, n. 3, p. 149-54, jun. 1995.
- DE ROSNAY, J. *Le macroscope: vers une vision globale*. Paris: Éditions du Seuil, 1975.
- EKINS, P. *Towards an economics for environmental sustainability*. San José, Costa Rica: ISEE, 1994. (Presented at "III Reunião Bienal" of International Society for Ecological Economics).
- FABER, M.; MANSTETTEN, R.; PROOPS, J. On the conceptual foundations of ecological economics: a teleological approach. *Ecological Economics*, v. 12, n. 1, p. 41-54, jan. 1995.
- FURTADO, C. A invenção do subdesenvolvimento. *Revista de Economia Política*, v. 15, n. 2, p. 5-9, abr./jun. 1995.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1971.
- \_\_\_\_\_. Energy and economic myths. In: BURCH, W.; BORMAN, F.H., org. *Growth, limits and the quality of life*. San Francisco: Freeman, 1974.
- HOLMBERG, J.; KARL-HENRIK, R.; KARL-ERIK, E. Socio-ecological principles for a sustainable society. San José, Costa Rica: ISEE, 1994. (Presented at "III Reunião Bienal" of International Society for Ecological Economics).
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR ECOLOGICAL ECONOMICS – ISEE. Ecosystem health & medicine: integrating science, policy, and management. *Newsletter*, v. 5, n. 3, jul. 1994.
- REBANE, K. K. Energy, entropy, environment: why is protection of the environment objectively difficult? *Ecological Economics*, v.13, n.2, p.89-92, may 1995.

- REPETTO, R. W. et al. *Wasting assets: natural resources in the national accounts*. Washington, DC: World Resources Institute, 1989.
- SAMUELSON, P.A. *Economics. An introductory analysis*. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 1967.
- SCHRÖDINGER, E. *What is life?* Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994.
- SIMÕES FILHO, S. Comentários à conferência de Mário Schenberg, “Desenvolvimento e a Questão Energética”. In: CICLO DE DEBATES SOBRE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO, 1, Recife, 1981. *Anais...* Recife: CONDEPE (Instituto de Desenvolvimento de Pernambuco), 1981. p. 256-59.
- STEIN, H.; DENISON, E.F. Economic growth as a national goal. In: PHELPS, E.S., org. *The goal of economic growth*. New York: Norton, 1962. p. 15-24.
- TIEZZI, E. *Tempos históricos, tempos biológicos*. Trad. Frank Ferreira e Luiz Eduardo Brandão. São Paulo: Nobel, 1988. (Original italiano)
- \_\_\_\_\_. From a space to a time orientated conception of nature. Estocolmo: ISEE, 1992. (Presented at “II Reunião Bienal” of International Society for Ecological Economics).
- VAN DIJEN, W., org. *Taking nature into account: toward a sustainable national income (A Report to the Club of Rome)*. New York: Springer-Verlag, 1995.

# ***Dinâmica de inovações sob restrição ambiental***

*Ademar Ribeiro Romeiro  
Sergio Salles Filho*

## **Introdução**

O presente artigo aborda a análise econômica da questão ambiental desde uma perspectiva concorrencial de inspiração Schumpeteriana. O principal objetivo do trabalho é o de evidenciar a complexidade da problemática ambiental em relação ao processo decisório dos agentes econômicos, particularmente no que toca à dinâmica de geração de inovações tecnológicas. Parte-se de uma visão evolucionária do funcionamento da economia capitalista, enfatizando a importância dos mecanismos de busca e seleção de inovações na geração de assimetrias entre os agentes econômicos. Com base nessa proposta de interpretação, discute-se a interação entre dinâmica de inovações e pressões de ordem ambiental, para o caso da produção agrícola.

Para cumprir tais objetivos, o texto estrutura-se em quatro itens. O primeiro faz uma breve revisão crítica dos pressupostos neoclássicos sobre internalização do problema ambiental pelos agentes econômicos e sobre geração de inovações tecnológicas. Critica-se, em primeiro lugar, o alcance limitado da lógica de precificação dos bens ambientais, procurando-se mostrar, sobretudo, a inconsistência deste esquema analítico com a realidade ecológica e econômica; em segundo lugar, vem a crítica do modelo neoclássico de inovação induzidas, visto como incapaz de explicar a dinâmica de geração de inovações no sistema capitalista, especialmente tendo em conta a restrição ambiental que torna agudos os fenômenos de irreversibilidade e incerteza.

No item seguinte, desenvolve-se, ainda que brevemente, uma interpretação evolucionária da incorporação da questão ambiental pelos

agentes econômicos, ressaltando que inovações amigáveis do ponto de vista ambiental ocorrem não apenas como resultado de medidas coercitivas, mas também como aproveitamento de oportunidades tecnológicas (*à la* Dosi, 1984) e de diversificação (*à la* Penrose, 1977), no âmbito das estratégias concorrenciais das firmas (ou dos agentes decisórios). O argumento central baseia-se na ação do mecanismo de busca e seleção proposto por Nelson & Winter (1982), no sentido de que a busca de inovações voltadas à diminuição dos problemas ambientais pode ser vista pelas firmas como oportunidade de criação de assimetrias em suas estratégias concorrenciais.

O terceiro item faz uma breve reflexão sobre a questão ambiental na agricultura, enfatizando a importância de se analisar as possíveis soluções a partir dos elementos concorrenciais schumpeterianos presentes no complexo elenco de agentes que geram e difundem tecnologia para a agricultura. O último item conclui o trabalho chamando a atenção para a incapacidade da análise convencional em tratar os fenômenos de irreversibilidade e incerteza, em contraste com a abordagem evolucionária.

## **1 Progresso técnico e meio ambiente: os limites da abordagem neoclássica**

### **1.1 Poluição e alocação de recursos**

Na abordagem neoclássica, a questão ambiental é tratada como um problema de alocação de bens entre agentes, em função de suas preferências. Além de fonte de matérias-primas (recursos naturais), o meio ambiente é fonte de “bens” ambientais, entendidos como bens públicos. Considerando que os bens públicos estão ao alcance de todos, os consumidores não revelam suas preferências através de lances no mercado, tendendo a agir como *free-riders*. Por sua vez, a inexistência de direitos de propriedade sobre estes bens faz com que seu consumo excessivo, por um dado agente econômico em detrimento de outro não gere direitos de compensação por parte deste último (externalidade

negativa). Portanto, admite-se a necessidade de intervenção do Estado para corrigir esta falha de mercado, através do cálculo de preços-sombra (custos de degradação) e do fazer valer estes preços.<sup>1</sup>

Com base nestes conceitos, o esquema analítico de tratamento da alocação de bens entre agentes em função de suas preferências é aplicado à problemática ambiental. Uma vez precificado, o uso de um determinado bem ambiental (poluição da água, por exemplo) por uma empresa passa a representar um custo. Por conseguinte, a alocação eficiente deste recurso, que define uma situação de equilíbrio, é determinada através de um processo de barganha entre o custo em poupá-lo (controle de efluentes) e seu preço na margem (custo de degradação). Se o custo em poupar uma unidade adicional de recurso for maior do que seu preço marginal, a decisão racional será de aumentar seu uso. E vice-versa. O ponto de equilíbrio, poluição ótima, define-se, portanto, quando o custo marginal de controle da poluição se iguala ao custo marginal da degradação ambiental.

Supõe-se, o que é óbvio, que se o valor atribuído ao meio ambiente aumenta com o tempo, deslocando a curva dos custos de degradação, passa a haver um estímulo para a introdução de novas tecnologias, que poupem o uso dos serviços de deposição de resíduos que consomem este bem. Estas inovações poupadoras de meio ambiente, por sua vez, representam sempre um custo, embora este possa ser reduzido pelo progresso tecnológico (deslocando a curva de custos de controle). Ou seja, a barganha entre custo de controle e custo da degradação permanece.<sup>2</sup>

Sob esta ótica, o problema ambiental tenderia a ser resolvido, uma vez que os preços dos serviços ambientais (custos da degradação) estejam corretamente avaliados e que os agentes produtivos sejam

---

(1) A subcorrente “coaseana” (Coase, 1960), dentro da abordagem neoclássica, argumenta que a intervenção do Estado é desnecessária, a partir do momento em que se definem direitos de propriedade para os bens ambientais. As soluções seriam negociadas livremente entre as partes envolvidas.

(2) Para eliminar a degradação seria preciso que os agentes econômicos dessem valor infinito aos bens ambientais. Assim, do ponto de vista estritamente teórico, este esquema analítico exclui a hipótese de geração de tecnologias limpas, isto é, que não geram resíduos poluidores (ou que utilizam os serviços ambientais de assimilação de resíduos dentro de seus limites).

corretamente induzidos a levar em conta estes custos, através de políticas ambientais eficientes (principalmente através de mecanismos de mercado). Reconhece-se que a avaliação correta dos preços dos serviços ambientais pelos agentes econômicos, bem como a revelação destes valores (preferências), são complicadas. Mas considera-se, por uma questão de coerência teórica, que esta é a alternativa mais eficiente, por levar em conta o princípio da soberania do consumidor.

Este esquema analítico desconsidera fatos básicos da realidade ambiental, socioeconômica e institucional. A começar pelo próprio conceito de poluição ótima, que não leva em conta a dinâmica ecológica. Como observa Godard (1992), o fato de a capacidade de assimilação do meio ser ultrapassada em um dado período (t) reduz a capacidade de assimilação no período seguinte, e assim sucessivamente até esta se esgotar. Podendo este esgotamento ser irreversível. Existe, portanto, uma assimetria básica entre as curvas de custos de produção e de custos de degradação. Esta assimetria decorre do fato de que, no caso da curva de custos de produção existe, uma compensação monetária realizada no mercado que permite a reprodução das condições de produção do aparelho produtivo. Isto não acontece no caso dos custos externos da degradação. Ocorre uma destruição líquida (devido à ultrapassagem da capacidade de assimilação) não compensada. O conceito de externalidade leva em conta apenas as conseqüências de segunda ordem desta destruição líquida, ou seja, aquelas que afetam as funções de utilidade de outros agentes. Neste sentido, o conceito de poluição ótima reflete uma incompreensão dos processos ecológicos fundamentais.

Em um plano mais geral, o esquema analítico neoclássico repousa sobre a suposição de que a realidade configura o que Godard (1993:150) chamou de universo estabilizado. Neste universo, os agentes econômicos têm uma percepção direta dos efeitos externos ou dos bens coletivos, bem como suas preferências são bem informadas.<sup>3</sup> Somente os interesses ou

---

(3) Os agentes econômicos não têm, em geral, uma percepção clara da importância relativa dos diversos “bens ambientais”. Além disso, não é possível revelar e agregar corretamente as preferências individuais sobre os benefícios ambientais através de uma métrica monetária única, de modo a calcular o valor presente a partir da utilização de uma taxa de desconto. Existe, portanto, o risco de perdas irreversíveis de certos bens que podem ter conseqüências catastróficas. (Ver Bromley & Vatn, 1995).

preferências dos agentes presentes são diretamente pertinentes e estes dispõem de procedimentos sociais adequados para exprimir suas preferências: mercado, voto, manifestações e protestos, conflitos, etc. O conhecimento científico encontra-se estabilizado no que concerne aos problemas ambientais em foco: cadeias causais elucidadas, danos bem determinados, imputação de responsabilidades isenta de ambigüidade. Os fenômenos em causa são reversíveis: é possível, desse modo, esperar pelo desenvolvimento suficiente dos conhecimentos, de modo a tomar corretamente as decisões com base em uma análise de custo-benefício. Os conhecimentos científicos estabilizados constituem um mundo comum para todos os atores, antecedendo à ação. Assim, do ponto de vista das políticas públicas, o que é preciso fazer é, simplesmente, procurar corrigir as falhas do mercado em precificar os bens ambientais. Desse modo, as inovações induzidas pelos preços relativos serão eficientes, uma vez que estes passam a refletir a percepção, suposta correta e adequadamente revelada, dos agentes econômicos sobre a disponibilidade relativa de “bens ambientais”.

## 1.2 O modelo de inovações induzidas

A idéia do progresso técnico como uma variável dependente das forças econômicas levou um longo tempo para ser aceita pelo *mainstream* econômico.<sup>4</sup> Durante este período, o progresso técnico era tratado como uma variável independente do processo de crescimento econômico. No entanto, as limitações desta concepção de progresso técnico ficam claras, quando se tenta “dinamizar” os modelos estáticos de crescimento de modo a levar em conta, por exemplo, a forma como a renda é distribuída em uma economia em crescimento. Este é o caso com o modelo Harrod/Domar. Neste, se a taxa de crescimento garantida (Harrod) ou necessária (Domar), dada pela taxa de investimento e pela relação capital/produto, for maior do que a taxa de crescimento natural,

---

(4) Esta idéia foi desenvolvida inicialmente por J. Hicks e publicada (*Theory of wages*) no início dos anos 30. Quase 30 anos depois, Fellner (1961) admitia que, em certos casos, o “processo de aprendizagem” (*learning process*) poderia induzir a firmas atomizadas a “notar” que ao nível macroeconômico a oferta de fatores de produção não é infinitamente elástica; desse modo, as firmas desenvolveriam uma “preferência” por inovações poupadoras do fator escasso.

determinada pela taxa de crescimento demográfico e pelo progresso técnico, a participação do trabalho na renda nacional aumentará em detrimento do capital; e vice-versa. Descartada a hipótese malthusiana, o crescimento demográfico torna-se uma variável exógena ao modelo, ficando o mecanismo de regulação da distribuição de renda entre capital e trabalho por conta apenas do progresso técnico.

Entretanto, o mecanismo de ajuste baseado na concepção de função de produção neoclássica tradicional, onde a possibilidade de substituição entre capital e trabalho é contínua, implica conceber o capital como algo completamente maleável (*jellylike capital*, segundo a expressão de Joan Robinson), podendo incorporar instantaneamente novas técnicas que são escolhidas dentro de um leque de opções preexistentes, que oferece todas as combinações possíveis entre capital e trabalho, o que é uma ficção. A própria idéia de movimentos ao longo de uma função de produção, em direção às regiões previamente não exploradas, é também uma ficção teórica.<sup>5</sup> Além disso, a produtividade marginal do capital tenderia a zero, o que não se coaduna com a realidade de constância relativa da distribuição de renda entre capital e trabalho.

O modelo de inovações induzidas de Hicks permitiria superar estas dificuldades, pois não se trata mais de deslocamento ao longo da função de produção, mas da própria função de produção. Um dos primeiros autores a desenvolver o modelo de inovações induzidas, Ahmad (1966), concebe uma curva de possibilidades de inovações (IPC), que contém todas as isoquantas alternativas disponíveis para o empresário. Esta curva de possibilidades de inovações, que tende a ser neutra, é definida a partir de fatores puramente técnicos (fundo de conhecimentos técnicos e científicos). Os fatores econômicos somente intervêm na escolha da isoquanta no interior da IPC. Quanto mais o trabalho se torna

---

(5) Rosenberg (1976) se pergunta em que sentido preciso seria conhecido um largo leque de possibilidades técnicas. Dado que a produção de conhecimentos é ela própria uma atividade custosa, porque razão se conheceriam alternativas técnicas que combinem fatores em proporções distintas do que aquela justificada pelos preços relativos em um dado momento? Ou então, porque em uma determinada sociedade onde o preço do capital é relativamente mais baixo do que aquele do trabalho, deveriam estar disponíveis informações detalhadas sobre técnicas de produção poupadoras de trabalho? Portanto, não passa de uma ficção a noção de uma isoquanta representando um largo leque de combinações possíveis entre fatores de produção.

escasso, mais *labor-saving* tenderá a ser a isoquanta escolhida e vice-versa. Para Hayami & Ruttan (1985), este fundo de conhecimentos técnicos e científicos configura uma função de produção de muito longo prazo (meta-função de produção), algo equivalente a uma curva de possibilidades de inovações de longo prazo. As mudanças nos preços relativos induziriam um esforço de pesquisa, com base neste fundo tecnocientífico, no sentido do desenvolvimento de novas tecnologias poupadoras do fator escasso.

Este modelo de inovações induzidas pode ser questionado, entretanto, a partir de três ângulos de análise: do ponto de vista das características do processo inovativo; do ponto de vista da mudança de padrões tecnológicos; e do ponto de vista da peculiaridade do processo de tomada de decisões sob restrição ambiental. No que diz respeito às características do processo inovativo, como notam Nelson & Winter (1982:201-5), este modelo é pouco satisfatório à medida que supõe que inventar ou fazer pesquisa e desenvolver produtos é uma atividade cujo resultado pode ser predito nos mínimos detalhes. Esta concepção ignora ou trata mecanicamente as fontes e as conseqüências da inovação. Em nome da aderência formal aos cânones ortodoxos, abstraem-se de fenômenos como incerteza, ganhos e perdas transitórios, o caráter desbalanceado do progresso técnico, e a diversidade das características e estratégias das firmas. Ou seja, abstraem-se das características-chaves da dinâmica capitalista.

Usa-se um mesmo modelo de comportamento para explicar tanto o movimento ao longo da função de produção, devido ao aumento de um tipo de capital (instalações e equipamentos) através do investimento físico, como o deslocamento da função de produção pelo aumento de outra forma de capital (conhecimento) através do investimento em pesquisa e desenvolvimento. Não existe distinção entre operação de rotina e inovação. Não leva em conta também que o processo inovativo coloca agentes econômicos com opiniões diferentes sobre a melhor alternativa, face a incertezas não triviais, devendo, portanto, ser tratado como um processo envolto em profundas ambigüidades.<sup>6</sup> Em resumo, este

---

(6) Ambigüidades estas inexistentes se se consideram os pressupostos teóricos básicos da economia neoclássica: – as ações dos agentes (firmas) econômicos são maximizadoras de lucro, com

modelo não leva em conta a incerteza associada às tentativas para inovar, o caráter público do conhecimento associado com os resultados destas tentativas e a diversidade de comportamento<sup>7</sup> e de resultados das firmas que é inerente a um mundo onde a inovação é importante.

A ortodoxia trata de forma ad hoc as respostas das firmas e da indústria como um todo às mudanças exógenas nas condições do mercado. Admite-se que possa haver “fricções” no processo de ajuste, de adaptação a uma nova situação. Mas supõe-se que a direção da resposta adaptativa é a mesma da direção da mudança nas constelações de maximização de lucro; e que o processo adaptativo converge em direção à nova constelação de equilíbrio. Estas suposições não são, na verdade, compatíveis com a ênfase retórica da ortodoxia sobre a validade única da abordagem maximizadora. No mínimo, estas suposições implicam sérios problemas analíticos, pois não há, a priori, nada que garanta que as respostas adaptativas converjam para o equilíbrio (Nelson & Winter, 1982).<sup>8</sup>

O espaço entre os estímulos para poupar o fator que se tornou mais caro e a resposta tecnológica a este problema, é tratado como um espaço cujo domínio não interessa à economia. Como aponta Rosenberg (1976:82,94), esta postura equivale a tratar este espaço como uma caixa preta científico-tecnológica, perdendo-se com isto a capacidade de dizer algo mais do que truísmos sobre a dinâmica de inovações.<sup>9</sup> É óbvio que os estímulos para inovar são sempre econômicos, em última instância, mas exatamente por serem de caráter difuso e geral eles não são capazes de

---

base em um bem definido e exogenamente determinado conjunto de escolhas; – todas as possíveis contingências podem ser previstas e suas conseqüências avaliadas; – o agente econômico é racional, não havendo espaço para “distrações”, confusão, erro e persistência no erro, etc.

(7) As características e as condições prévias de cada firma determinam a distribuição de probabilidades de suas condições no período seguinte (ver Nelson & Winter, 1982:19).

(8) Ao contrário, como notam Dosi & Fabiani (1994), nos modelos evolucionários a pressuposição geral é de que as interações ocorrem fora do equilíbrio.

(9) Em sua crítica aos novos modelos de crescimento endógenos, Amabile (1994:41) reconhece os progressos alcançados no tratamento das fontes da inovação, mas nota que estes têm uma concepção linear de progresso técnico e negligenciam os efeitos de *feedback* entre as diferentes etapas, considerando uma fonte de mudança tecnológica de cada vez. Nesse sentido, a tecnologia nestes modelos permanece como uma “caixa preta”.

explicar muito bem as características de uma seqüência particular, bem como o *timing* de uma determinada atividade inovativa. Tampouco é capaz de explicar a prevalência de tecnologias menos eficientes (Arthur, 1994). O que é importante saber é porque a resposta tecnológica à escassez de um dado fator de produção foi aquela e não outra, eventualmente até superior, o tempo da resposta ou então a permanência em caminhos conhecidos mas ineficientes.

No que se refere à mudança de padrões tecnológicos, a precariedade do modelo neoclássico de inovações induzidas fica ainda mais patente quando aplicada à problemática do meio ambiente. De modo geral, a restrição ambiental exige respostas que implicam mudanças de padrões tecnológicos, os quais não são, como é suposto, o resultado de eventos independentes, moldáveis facilmente pela disponibilidade relativa de fatores de produção. Pelo contrário, estes resultam, via de regra, da convergência de diversas trajetórias tecnológicas, cujo processo de difusão e ajuste resulta em ganhos (economias de escala, efeitos de aprendizado, efeitos de coordenação, e expectativas de adaptação) que se auto-reforçam e tornam mais difíceis as mudanças<sup>10</sup> (*lock-in*). Desse modo, a resposta a uma determinada restrição ambiental pode também não ser adequada no sentido de evitar a tempo perdas irreversíveis, mesmo que os preços relativos dos bens ambientais, “corrigidos” ou não pelas políticas públicas, estejam sinalizando corretamente a direção da mudança.

Ou seja, a “sinalização” correta (até onde isto for possível) dos valores relativos dos bens ambientais pode ser uma condição necessária, mas certamente não é suficiente para criar sistematicamente condições para o surgimento de respostas tecnológicas adequadas. É necessário

---

(10) Segundo Arthur (1994:112-3), os mecanismos de auto-reforço possuem 4 propriedades: – Equilíbrios múltiplos: duas diferentes soluções assintóticas de mercado partilhado são possíveis. O resultado é indeterminado; não é único, nem previsível; – Possível ineficiência: se uma tecnologia é inerentemente melhor que outra, mas teve “má sorte” em ganhar aderentes no início, de modo que o resultado a longo prazo pode não ser o de melhor benefício possível (ex. VHS x Betamax); – *Lock-in*: uma dada solução é alcançada, torna-se difícil sair dela; – *Path dependence*: a história inicial de participação no mercado – a qual se deve em parte a pequenos eventos e circunstâncias casuais – pode determinar qual solução prevalecerá. Para um exemplo histórico, ver David (1985).

intervir também através de políticas setoriais específicas. Para tanto, é preciso conhecer as restrições existentes, tanto do lado da oferta como do lado da procura por novas tecnologias. Isto implica abrir a “caixa preta” científico-tecnológica e procurar conhecer quais as fontes principais dos mecanismos de auto-reforço, que são diferentes, segundo cada setor ou subsetor produtivo.

Finalmente, no que concerne à peculiaridade do processo de tomada de decisões sob restrição ambiental, é preciso ter claro que este ocorre em um universo controvertido. Como coloca Godard (1993:150), neste universo predomina a construção científica e social dos problemas sobre a percepção direta dos agentes; também a representação separada dos interesses das partes ausentes, os quais têm porta-vozes contraditórios, é questionada: gerações futuras, outros países, a própria natureza. O conhecimento científico é controvertido sobre aspectos essenciais do problema ambiental que interessam para a ação. As teorias científicas, as “visões de mundo e do futuro” tornam-se variáveis estratégicas, que originam novas formas de competição, sendo que o resultado final desta é a formação de comunidades “epistêmicas” e a fixação de convenções ambientais. Além disso, devido à irreversibilidade potencial e à magnitude dos problemas em jogo, certos agentes (atores) estimam que é preciso agir imediatamente, sem esperar a estabilização dos conhecimentos científicos.

Este quadro de profunda incerteza não implica necessariamente a falta de condições para que as decisões sejam tomadas com um mínimo de racionalidade. A situação de incerteza gera certas formas de comportamento coletivo, que fornecem uma base objetiva à fixação de regras de comportamento e à adoção de convenções ambientais. Diversos campos de atividade intervêm neste processo: científico, mediático, político-institucional, tecnológico e econômico. Estes diversos campos se interagem na definição de um dado risco ambiental: os cientistas intervêm na dinâmica política, os atores econômicos no terreno científico, etc.

As conclusões científicas tendem a ser instrumentalizadas pelas estratégias dos diversos atores em cena, incluindo, por vezes, os próprios

cientistas. Toda tomada de posição científica passa a ser suspeita de esconder interesses específicos. Assim, a competição econômica em torno de produtos e tecnologias faz-se acompanhar de uma competição sobre as visões de mundo e as visões do futuro. O objetivo perseguido seria a constituição de uma comunidade “epistêmica”: uma rede de cientistas e especialistas que compartilham e fazem compartilhar um mesmo conjunto de idéias sobre a natureza dos problemas, as relações de causalidade em jogo, os esquemas de ação a promover e os valores a privilegiar para determinar a ação coletiva. Esta comunidade estaria em condições de exercer uma influência convergente e simultânea sobre um grande número de responsáveis públicos e de dirigentes de empresas (Godard, 1993:161).

A intervenção dos poderes públicos (seja através de instrumentos de controle e comando, seja através de instrumentos econômicos) fixa indiretamente, por convenção, uma determinada visão de mundo, da qual dependerá o modo como serão reorganizados e estabilizados os quadros institucionais e tecnológicos que modelam os espaços econômicos e os mercados. Daí o interesse dos agentes econômicos em influenciar esta visão, de modo que esta lhes seja favorável. Em resumo, o que é importante reter desta abordagem, proposta por Godard, é a idéia de uma articulação íntima entre a dinâmica das representações científicas do meio ambiente, a seleção das bases tecnológicas e a estruturação dos espaços econômicos de mercado. Esta articulação resulta em convenções ambientais que, por sua vez, dão origem a regimes de regulação e a estruturas de incitações econômicas, que vão ter um impacto decisivo sobre a dinâmica empresarial e tecnológica.

## **2 A questão ambiental em uma perspectiva evolucionária**

Vimos até agora como a questão ambiental, assim como a dinâmica de inovações induzidas, é tratada na abordagem neoclássica e quais suas limitações. Pretendemos neste tópico, aprofundar a análise da dinâmica de inovações sob restrição ambiental em uma perspectiva evolucionária. Para tanto, desenvolveremos o argumento em dois

momentos: o primeiro apresenta elementos conceituais básicos sobre o comportamento estratégico da firma em perspectiva dinâmica; o segundo aplica estes conceitos à problemática ambiental.

### **2.1 Estratégias, ambiente concorrencial e oportunidades tecnológicas**

Na argumentação que se segue, utilizaremos dois enfoques complementares, ambos de natureza schumpeteriana e evolucionária: a dinâmica de constituição dos ambientes concorrenciais, e a noção de estratégia de firmas e grupos, tomada pelo lado da formação desigual de competências.

Como se verá adiante, esses dois enfoques não apenas são complementares, mas também indissociáveis, para explicar aquilo que nos parece o cerne da questão: considerações de ordem ambiental por parte dos agentes econômicos tendem a fazer parte de suas estratégias inovativas na exata medida em que signifiquem oportunidades de criação de competências para a busca de vantagens competitivas. O conceito central sobre o qual esta idéia está baseada é o do mecanismo evolucionário de busca e seleção proposto por Nelson & Winter (1982). Adicionalmente, trabalha-se com as noções de trajetória tecnológica (Nelson & Winter, 1982; Dosi, 1984) e de heterogeneidades interindustrial (Pavitt, 1984; Dosi et al., 1990; Bell & Pavitt, 1993) e intra-industrial – ou das firmas – (Penrose, 1971; Chandler, 1962; Teece et al., 1992; Dosi & Malerba, 1995).

Começando pela noção de busca e seleção, Nelson & Winter (1982), inspirados na concepção concorrencial schumpeteriana, segundo a qual os agentes econômicos procuram a geração de assimetrias que lhes confirmam vantagens competitivas, representadas pelo sobrelucro – o que seria o motor da dinâmica capitalista –, propõem um modelo evolucionário microeconômico baseado em dois momentos fundamentais: a busca por inovações – estas também consideradas no sentido schumpeteriano –, e a seleção pelo ambiente. Os agentes econômicos buscam objetivamente incorporar inovações (promover mutações), em um processo distinto daquele em que a inovação seria o resultado da escolha racional de tecnologias. Trata-se, antes, de uma ação que se processa em

um ambiente de incerteza sobre os resultados; parcialmente dependente das competências adquiridas pela firma (cumulatividade); e parcialmente determinado pela natureza da tecnologia envolvida. Esse mecanismo – que é elemento constitutivo do comportamento dos agentes – leva ao estabelecimento de rotinas. As rotinas de busca não devem ser entendidas, entretanto, como lineares. Ou seja, elas incorporam, por definição, mudanças que alteram permanentemente sua condição inicial: as competências são cumulativas e uma vez tomada uma decisão, todo o conjunto de opções é imediatamente modificado (irreversibilidade).

O sancionamento de uma inovação depende de uma instância logicamente separada do processo de busca, a seleção.<sup>11</sup> Considera-se, portanto, que o processo inovativo só possa ser completado após uma instância seletiva que, grosso modo, pode ser identificada com o mercado. É essa separação lógica, determinada pela incerteza intrínseca do processo decisório, que revela o caráter irreversível, cumulativo, tateante e estratégico das rotinas de busca. Por seu turno, as rotinas conferem ordem ao processo de busca que, por isso, não é aleatório (Nelson & Winter, 1982:249).<sup>12</sup>

Assim, na construção das rotinas de busca, leva-se sempre em consideração dois aspectos: aquilo que se tem como competência e que pode ser explorado como vantagem competitiva, e aquilo que o ambiente seletivo indica como relevante. Um determinado tipo de inovação pode ser buscado, ora explorando-se as oportunidades oferecidas pela competência existente, ora observando-se as mudanças perceptíveis no ambiente seletivo. Na realidade, esses dois elementos estão sempre presentes: por inédita que seja uma determinada inovação para uma firma (empreendida em razão de alterações do ambiente seletivo), a competência acumulada é sempre levada em conta. Da mesma forma, por

---

(11) Logicamente separada mas ao mesmo tempo indissociável da busca, dado que o processo de inovação compreende, necessariamente, a ação dos dois mecanismos.

(12) Como apontam Nelson & Winter (1982:226 e segs.), essa é uma formulação geral, que pode incorporar elementos muito diferentes para cada situação, como por exemplo, entre inovações em produto e em processo, entre mercados mais ou menos inovativos, etc.

mais que uma inovação se desdobre a partir da competência existente, ela sempre estará referida às condições reinantes no ambiente seletivo.

Uma decorrência deste enfoque é que os níveis de competência são específicos à firma, não completamente transferíveis (principalmente em razão do caráter tácito do conhecimento – Rosenberg, 1982; Dosi, 1984; Callon, 1994) e não definidos por comportamento alocacional para a maximização dos lucros no curto prazo. Destarte, história e estratégia das firmas importam para explicar o comportamento microeconômico, bem como as transformações dos respectivos ambientes concorrenciais.

O entendimento do comportamento das firmas baseado nas suas estratégias, competências e recursos remete, segundo Teece et al. (1992), a pelo menos três conjuntos de enfoques. O primeiro, originado na visão de estrutura-conduta-desempenho da organização industrial, é o desenvolvido por Porter (1995), cuja noção de “forças competitivas” contém “uma lógica particular sobre as fontes competitivas e a natureza do processo estratégico” (Teece et al., 1992:4). Neste *approach*, a estrutura competitiva das indústrias determinaria fortemente o comportamento estratégico das firmas. Nas palavras de Porter (1995:3), “o primeiro determinante fundamental da rentabilidade de uma empresa é a atratividade da indústria. A estratégia competitiva deve surgir de uma compreensão sofisticada das regras da concorrência que determinam a atratividade de uma indústria”.<sup>13</sup>

O segundo conjunto de enfoques centra-se na previsão do comportamento estratégico, a partir da interação entre firmas rivais, ou seja, também no ambiente competitivo. Este *approach* utiliza-se do instrumental da Teoria dos jogos e interpreta as ações estratégicas dos

---

(13) Na verdade, apesar desse indexador central, Porter avalia o comportamento estratégico das firmas sob uma perspectiva de fortes graus de liberdade. A noção de “cadeias de valores” incorpora o sentido da diversidade entre firmas, inclusive dentro de uma mesma indústria, explicando diferentes níveis de competência. “Embora empresas de uma mesma indústria possam ter cadeias similares, as cadeias de valores dos concorrentes freqüentemente diferem (...). As diferenças entre cadeias de valores concorrentes são uma fonte básica de vantagem competitiva” (Porter, 1995:33 e segs).

competidores, uns em relação aos outros. O terceiro conjunto de enfoques refere-se ao enfoque dos recursos ou competências das firmas, no qual todas as firmas apresentam vantagens e limitações que as tornam específicas. “Assim, o que uma firma pode fazer não é somente função das oportunidades com as quais se defronta; depende também do que ela é capaz de reunir em termos financeiros, de produção e de *marketing*” (Teece et al., 1992:9). Este último enfoque é tratado por um conjunto heterogêneo de autores (Penrose, 1959; Williamson, 1985) que têm em comum priorizar as estratégias de exploração das capacidades - específicas – existentes nas firmas.

Os dois primeiros conjuntos, Teece et al. (1992) chamam de “modelos de estratégia” e, o terceiro, de “modelo de estratégia, enfatizando a eficiência”. Esta distinção vem a propósito de mostrar a importância de se analisar o comportamento das firmas sob uma ótica que privilegie suas especificidades, suas dotações particulares, tanto quanto a relação disto com o ambiente competitivo. Nesta direção, os dois primeiros conjuntos de enfoques falhariam por entender a formação de competências como função da estrutura previamente existente (primeiro caso), ou como criação de capacidade de avaliar as ações dos concorrentes para empreender as suas estratégias (segundo caso).

É no espaço desse terceiro conjunto que esses autores - assim como outros como Dosi & Malerba (1995) – vêm defendendo a perspectiva de explorar a noção das dotações das firmas, destacando não apenas a exploração das competências existentes, mas recuperando a idéia de criação e diversificação de novas dotações (Penrose, 1972). Firms desenvolvem competências, estabelecem *core competences* e criam competências distintivas, ou seja, têm “capacidade para renovar, aumentar e adaptar suas *core competences* ao longo do tempo” (Teece et al., 1992:18). É precisamente o conjunto de atividades que uma firma pode manejar melhor que outras que lhe confere competências distintivas: habilidades específicas, ativos complementares (Teece, 1986) e rotinas organizacionais, conferem-lhe especificidade nos mercados, tanto inter como intra-indústrias. “Uma firma se torna superior em um determinado

domínio tecnológico porque (...) aloca recursos para projetos mais promissores, aproveita experiências de projetos passados, promove recursos humanos, integra elementos novos de fontes externas e conduz sistematicamente atividades de solução de problemas com aquela tecnologia” (Teece et al., 1992:22-3).<sup>14</sup>

A aprendizagem é o elemento-chave deste processo de acumulação de competências em interação com o ambiente. Dosi & Orsenigo (1988) e Dosi & Malerba (1995) enfatizam que o aprendizado é tão mais eficiente em criar *gaps* de competência,<sup>15</sup> quanto melhor for a combinação entre exploração das capacidades internas, aproveitamento das competências externas e criação de novas dotações.<sup>16</sup> As mudanças de rotinas da firma em resposta às mudanças no ambiente seletivo vão se dar de diferentes formas, basicamente em razão das diferentes competências que as qualificam. As firmas que sobrevivem sob ambientes em transformação acelerada são aquelas normalmente capazes de incorporar novas linhas de aprendizado e de implementá-las competitivamente. Essa capacidade de adaptação e diversificação é, como na teoria evolutiva, essencial nos períodos de intensa mudança institucional e tecnológica. A ação antecipadora de firmas, procurando explorar novas capacidades, criando fortes assimetrias no interior de uma indústria é normalmente um

---

(14) Essa abordagem é nitidamente tributária de Penrose. Em seu livro clássico “A teoria do crescimento da firma”, a autora afirma que a busca por diversificação e novas oportunidades não ocorre necessariamente porque os mercados existentes tornaram-se menos lucrativos, mas também pelo surgimento de novas oportunidades. “Como temos visto, novas oportunidades estão relacionadas não somente a mudanças nos preços, preferências ou outras condições de mercado, mas também a tipos especiais de serviços produtivos e conhecimento desenvolvidos internamente à firma” (Penrose, 1972: 105).

(15) *Gaps* de competência não se resumem a *gaps* de informação. Mesmo contando com as mesmas condições iniciais de informação, firmas exibem *gaps* de competência, devido ao caráter tácito do conhecimento, à cumulatividade preexistente e à natureza da tecnologia em interação com o status do aprendizado (Dosi & Malerba, 1995).

(16) O processo de aprendizado, apesar de específico às firmas ou grupos, envolve “capacidades tecnológicas de aplicação coletiva” (Canuto, 1992:20). Estas capacidades estão referidas às relações entre firmas, entre estas e o aparelho produtivo como um todo e com outros *loci* de competência, como instituições públicas de ensino e pesquisa e os próprios usuários, os quais, como mostra Lundvall (1988:352-3), influenciam na definição da direção da atividade de P&D.

acelerador (quando não o próprio introdutor) das transformações do ambiente seletivo. Na verdade, há uma forte interação entre busca e seleção que estabelece um movimento de mútua causalidade.

É importante, nesse ponto, discutir brevemente as noções de oportunidade de diversificação (Penrose, 1972) e de oportunidade tecnológica (Dosi, 1984). Para Penrose, a contínua criação de capacidades (recursos) no interior da firma, mais ou menos próximas ao seu principal produto ou serviço, é a base de sua habilidade em competir e crescer. “A contínua transformação em serviços produtivos e conhecimento no interior de uma firma, juntamente com a contínua mudança das condições externas, coloca as firmas frente a contínuas transformações nas oportunidades produtivas” (Penrose, 1972:150). Diversificação pode ocorrer tanto em resposta a oportunidades específicas, como para atender demandas localizadas, ou ainda como uma política geral da firma para o crescimento. Em qualquer caso, é a expectativa do lucro ou de uma vantagem competitiva no futuro que determina a ação estratégica.

A noção de oportunidade tecnológica desenvolvida por Dosi (1984) é semelhante. O autor entende a oportunidade tecnológica como o elemento que, ao lado dos conceitos de apropriabilidade e de cumulatividade, define o caráter inovativo de um ambiente concorrencial. Assim como Penrose, o autor, baseado na concepção Schumpeteriana de geração de assimetrias, entende que as estruturas industriais existentes são o resultado do aproveitamento de inovações passadas, de oportunidades tecnológicas passadas e graus de apropriabilidade passados. Em outras palavras, “a estrutura de mercado tem de ser tratada como uma variável endógena” (Dosi, 1984: 93).<sup>17</sup>

---

(17) Claro está que ambos os enfoques não se restringem a uma análise de custo de oportunidade de ordem financeira, mas sim de ordem estratégica. Na perspectiva de Dosi, as oportunidades estão ligadas ao que o paradigma tecnológico vigente define como relevante, e a decisão de aproveitá-las pode ou não estar baseada em um cálculo simples de custo de oportunidade.

## 2.2 Meio ambiente e oportunidade tecnológica

A primeira pergunta que se deve fazer é: quais são as relações entre inovação tecnológica e meio ambiente dentro de um cenário de fortes mudanças nos fatores de “pressão de seleção”? Complementarmente, deve-se questionar em que medida as demandas de natureza ambiental (de ordem social, tecnológica, econômica) mudam as agendas de busca por inovações dos agentes econômicos. Para responder a essas perguntas, é importante ter em mente que a questão ambiental na atualidade assumiu uma abrangência inédita, não podendo mais ser eludida, como já ocorreu em vários momentos da história recente.<sup>18</sup> Embora ainda eivada de aspectos caricaturais e com muitas proposições alternativas e contraditórias sobre como formular o problema e propor soluções (seja em âmbito planetário, regional, nacional ou local), a consciência ambiental assume proporções inéditas e tem caráter irreversível, como problema socialmente legitimado. Pepper (1993) distingue o ambientalismo de hoje dos movimentos anteriores, por ser um fenômeno de massas formado através da mídia. Mais que isso, trata-se de uma questão em franco processo de institucionalização.

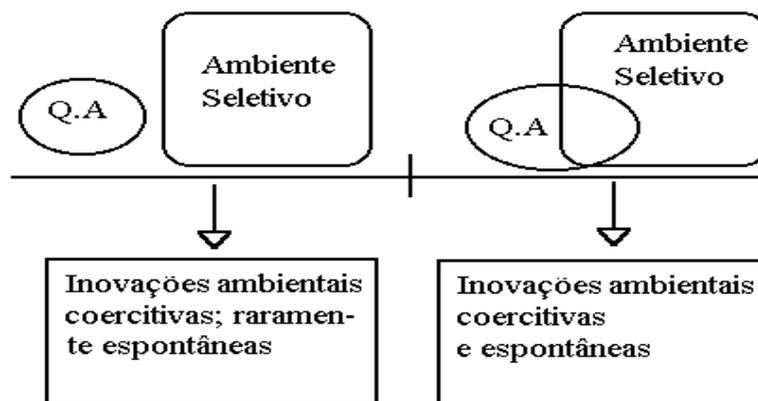
Essa característica histórica impõe mudanças ao comportamento dos agentes econômicos. Até aqui tratada como uma externalidade, uma falha de mercado que pode ser corrigida através das precificação dos recursos, a questão ambiental tende a “tornar-se uma condição do desenvolvimento industrial moderno” (Godard, 1993:147). É preciso, pois, interpretá-la como um fator de seleção nos ambientes concorrenciais e, dessa forma, internalizá-la na análise econômica. Em outras palavras, a partir do momento em que a busca por inovações passa a se dar em um ambiente seletivo, que tem como um de seus delimitadores a questão ambiental, não há porque imaginar que esse processo de busca não vá levar em conta, objetivamente, a exploração de trajetórias tecnológicas ligadas a esse “constrangimento” dos ambientes seletivos. E isto vale tanto para inovações *end of pipe*, como para a geração de tecnologias

---

(18) Sobre os movimentos ambientalistas e as ondas de pessimismo em relação ao futuro do planeta, ver Barnet & Morse (1963); Maddox (1971) e Pepper (1993).

limpas.<sup>19</sup> A lógica interativa entre meio ambiente e inovação tecnológica, nessa perspectiva, é uma só, independentemente de se tratar de mudanças para reduzir a poluição ou a depleção.<sup>20</sup> A Figura 1 representa, esquematicamente, a idéia da incorporação da questão ambiental pelos ambientes seletivos e os efeitos em termos da dinâmica de inovações. Em um primeiro momento, o processo inovativo depende, principalmente, de medidas coercitivas, imputadoras de custos, e só eventualmente de forma espontânea, como exploração de oportunidades. Em um segundo momento, ambas as formas estão presentes, em proporções tais, que tornam muito mais complexas as necessidades de políticas.

Figura 1  
Representação esquemática da incorporação da questão ambiental (Q.A)  
no ambiente seletivo



É preciso ter claro que a incorporação da questão ambiental pelo ambiente econômico seletivo é tendencial. Ou seja, descarta-se, por princípio, a hipótese de que o ambiente seletivo venha a compreender a

(19) Este raciocínio pode-se também aplicar à gestão da exploração dos recursos naturais.

(20) Kemp & Soete (1992) afirmam que “inovações para controle de poluição diferem fundamentalmente de outros tipos de inovação”, porque teriam efeitos negativos sobre a competitividade e a lucratividade das firmas (Kemp & Soete, 1992: 253). Como vimos, isto seria teoricamente incompatível com uma visão evolucionária do progresso técnico.

questão ambiental em toda sua extensão. O motivo fundamental que dá suporte a essa observação remete à lógica de formação dos ambientes econômicos seletivos, pois estes, por mais permeáveis que sejam às pressões de cunho ambiental, têm preceitos (de ordem econômica) que estabelecem uma hierarquia nas diversas pressões que neles atuam (que como se sabe não são somente, nem prioritariamente, de ordem ecológica).<sup>21</sup> A incorporação completa da questão ambiental, quer dizer, a observação de toda a complexidade dos problemas ambientais pelos agentes econômicos seria virtualmente incompatível com o modo de produção capitalista, a não ser que a atividade econômica passe a se sujeitar, em primeira instância, às restrições de ordem ecológica.

Neste sentido, afirmar que o interesse pela busca de inovações, bem como a construção de trajetórias que atendam à questão ambiental é um resultado lógico da incorporação desta pelos ambientes seletivos, não significa afirmar que, *coeteris paribus*, o problema ambiental se resolveria pela geração de um círculo virtuoso: quanto maior sua pressão de seleção, mais os agentes responderiam e melhores seriam os resultados para o meio ambiente. Destarte, o primeiro ponto a ser analisado é o da influência relativa da variável “pressão ambiental” na formação dos ambientes seletivos (concorrenciais).

Antes porém, é preciso ter claro que estes ambientes são universos dinâmicos, cujas transformações são influenciadas pela própria ação dos indivíduos que neles habitam. Assim, a constituição e a institucionalização das pressões ambientais não se dão apenas pela difusão de uma hipotética consciência ecológica; primeiro, porque sequer existe um contorno claro e uma diretriz predominante do que vem a ser essa consciência (ela é conservacionista? ela leva em conta demandas sociais de outra natureza? ela se formula pela idéia de sustentabilidade?); segundo, porque no decorrer da “conscientização”, as condições e referências são alteradas, impondo soluções de continuidade ao processo

---

(21) No próximo item, discutiremos esses aspectos para o caso agrícola, evidenciando a superação histórica da restrição ambiental pela econômica na determinação da forma de produzir.

de difusão; terceiro, porque os indivíduos (agentes econômicos) não estão uniformemente submetidos às mesmas pressões de seleção.

Voltando à questão acima, da qualificação da pressão de seleção, propomos dois importantes desdobramentos para avançar no grau de realismo do raciocínio e também na sua formulação prática. Primeiramente, os ambientes seletivos devem ser vistos segundo quatro âmbitos de especificidades: dos países (*country specific*), dos setores (*sectoral specific*), das tecnologias (*technology specific*) e dos ativos (*asset specific*). O segundo desdobramento refere-se ao *timing* de incorporação.

Do primeiro ponto decorre que os ambientes seletivos não são os mesmos para todos, ao contrário, os agentes econômicos percebem as pressões de formas distintas, segundo seu caso particular. A importância das pressões ambientais diferem nos países, são desiguais para os setores, assumem diferenças segundo o tipo de tecnologia e variam imensamente de acordo com o tipo de produto (alimentos, bens de consumo duráveis, energia, etc.).

O grau de percepção do problema, assim como a criação de instituições formais e tácitas que regulamentam o binômio produção/degradação, não apenas variam enormemente segundo as especificidades acima apontadas, mas são função de um certo *timing*, cuja natureza é também, em grande parte, decorrente das especificidades (problemas mais ou menos visíveis, mais ou menos prementes), bem como dos avanços na formulação dos problemas e na indicação de soluções.<sup>22</sup> Assim, a interpretação que vimos dando aqui não significa que a ação dos agentes econômicos, na busca por inovações mais amigáveis

---

(22) Referir-nos aqui às mudanças que estão em curso sobre a conceituação da problemática ambiental. A heterogeneidade existente no tratamento da questão, que vai desde opções filosóficas de transformação radical no modo de vida das sociedades modernas, até instrumentos mais práticos de definição de medidas de poluição e de depleção ótimas, reflete a indefinição sobre como tratar a questão ambiental. A evolução dos conceitos, das referências e da própria compreensão dos fenômenos de ordem ambiental tende a alterar a forma e o grau de sua presença nos ambientes seletivos.

do ponto de vista dos impactos ambientais, levará à solução do problema. É portanto fundamental interferir na gestão do *timing*, tendo em conta os vários níveis de especificidades. Como os processos são irreversíveis e as pressões variáveis, o *laissez-faire* dificilmente deixará de provocar o agravamento da degradação ambiental.

A gestão dos ambientes seletivos e dos mecanismos de busca é, portanto, um fator chave para a geração de inovações e para a constituição de trajetórias tecnológicas que incorporem a problemática ambiental (sempre se observando as especificidades e o *timing*). Em termos de políticas, isto significa administrar a incorporação desta problemática ao processo decisório dos agentes econômicos: instituir regras e convenções, gerindo a interface coerção/opportunidade.

Do ponto de vista desta incorporação pelos agentes econômicos, trata-se da internalização de algo até agora percebido como uma externalidade. Isto, como vimos, pode se dar tanto pelo lado coercitivo, como pelo lado espontâneo. Tanto em um caminho como no outro, há necessidade de se gerir o processo: a coerção, por suposto, dá-se de fora para dentro e vem sendo largamente empregada na forma de taxas, permissões para poluir, multas, etc.; a espontânea é, como dissemos, dependente de um processo de legitimação tão complexo e heterogêneo que, se deixada à própria sorte, dificilmente engendrará um círculo virtuoso.

Ambos os mecanismos – coercitivo e espontâneo – têm efeitos sobre as estratégias das firmas; ambos interferem nos mecanismos de busca e seleção. A importância relativa de cada um será função das especificidades apontadas, do *timing* e da legitimação do problema na sociedade. Haverá casos para os quais a necessidade de imputar custos através de medidas regulatórias (internalização institucional) é fundamental para, no curto prazo, reduzir os efeitos deletérios sobre o meio ambiente, como em relação aos problemas globais (efeito estufa, camada de ozônio, etc.), que não afetam perceptivelmente os agentes econômicos. Para outros, um processo de regulamentação de mais longo prazo (nem por isso menos efetivo) pode ter melhores efeitos. O *timing*, como dissemos, é aqui fundamental. O controle da emissão de gases por

veículos automotivos dá uma boa idéia dessa importância: legislações mais restritivas impuseram soluções de curto prazo que acabaram postergando soluções de maior alcance. Assim, a introdução do catalisador trouxe melhorias nos níveis de emissão, reduzindo, ao mesmo tempo, a busca por novas concepções de motores.

Já a questão da legitimidade está diretamente relacionada com a internalização espontânea da questão ambiental pelos agentes. A ameaça de uma contestação da posição econômica de uma dada empresa, por problemas ambientais, tem eficácia reguladora. Existe uma exigência de legitimidade, perante o público, de atividades e organizações econômicas. O direito das empresas de exercer certas atividades ou colocar certos produtos no mercado pode ser contestado pela opinião pública. Ter em conta a opinião pública, por sua vez, pode ser visto como uma restrição (custo) ou como uma oportunidade tecnológica. No primeiro caso, a empresa é levada a antecipar uma possível contestação de sua atividade, tomando as medidas preventivas devidas com base em uma análise de custo-benefício. No segundo caso, a empresa procura tirar partido do que ela considera como uma tendência da opinião pública, lançando, por exemplo, novos produtos mais “limpos”, do ponto de vista ambiental.

É particularmente importante ressaltar que “o modelo de legitimidade contestável pode dar nascimento a uma exploração de oportunidades de mercado por concorrentes, fazendo da internalização uma arma para segmentar e desenvolver o mercado” (Godard, 1993:155). Em síntese, desde que “a opinião pública e as autoridades manifestem uma atitude geral de vigilância em relação aos problemas ambientais, os mecanismos de internalização baseados nesse princípio de legitimidade contestável poderão, no futuro, jogar um papel significativo para tudo que diga respeito à qualidade dos produtos para os consumidores” (Godard, 1993:156).

Uma empresa pode se antecipar a qualquer legislação ou imposição externa e resolver buscar e incorporar uma inovação com a qual ela imagine poder conquistar uma vantagem competitiva. Se há por parte da firma uma expectativa de resposta positiva de consumo a uma inovação que explore o lado ecológico da preferência do consumidor, então a firma pode estar desenvolvendo uma certa trajetória tecnológica,

amigável do ponto de vista ambiental, por uma determinação essencialmente endógena.

O aproveitamento das demandas ambientais como oportunidade tecnológica é reforçado pelo momento de transformações dos padrões tecnológico e de consumo. Novas tecnologias ampliam o espectro das oportunidades, assim como novas demandas alimentam ainda mais esse processo. A especialização flexível que hoje caracteriza a produção em alguns setores, cuja maior consequência é a diversificação dos mercados, abre espaço para a internalização da questão ambiental como fonte de diversificação. De automóveis a alimentos, passando por papel e celulose e produtos de química fina, demonstrar características positivas em relação aos impactos ambientais passa a ser um elemento de concorrência cada vez mais importante.

Assim, tanto o mecanismo coercitivo como o de internalização espontânea devem fazer parte da gestão da problemática ambiental. Dar corpo institucional ao problema, sensibilizar o consumidor e fomentar a infra-estrutura de pesquisa são medidas de política que tocam os mecanismos de busca e de seleção. E não poderia ser diferente. Optar apenas por políticas coercitivas, sem o necessário apoio à capacitação tecnológica para tecnologias limpas e conservadoras dos recursos, é optar por medidas paliativas que não vão ao âmago da questão: a cumulatividade e a irreversibilidade dos danos.

E não apenas os dois modelos devem fazer parte do rol das políticas, como também deve ser observada sua interdependência. Medidas coercitivas interferem no processo inovativo, assim como este recoloca as referências daquelas. “A dimensão temporal que precede a decisão no processo de competição é assim crucial para determinar seu conteúdo. Se este período é curto, as decisões confirmarão as tecnologias clássicas e bloquearão o desenvolvimento de inovações que demandem maior tempo para alcançar um estado operacional” (Godard, 1993:163). A gestão do problema, assim, coloca-se tanto do lado de o quê fazer, como de quando fazer. A institucionalização (criação de regras,

convenções, leis, etc.) deve ser administrada para evitar uma reação tardia ou uma imposição prematura (Godard, 1993:167).

### 3 Inovação e meio ambiente na produção agrícola

No setor agrícola, o regime tecnológico dominante evoluiu em resposta à substituição de uma restrição ambiental por uma restrição comercial e de gestão do processo produtivo. Até a revolução industrial, o esforço tecnológico para aumentar o rendimento da terra e a produtividade do trabalho agrícola estava condicionado pela disponibilidade de recursos dentro do espaço agrícola, dada a inexistência de fontes exógenas de nutrientes e energia. O sistema de rotações de tipo *Norfolk*, que se difundiu na Inglaterra no século XVIII e no Continente no século XIX, representa o exemplo maior, no Ocidente, de sistema de produção que maximiza o uso dos recursos disponíveis no espaço agrícola. Trata-se de um sistema complexo, envolvendo rotações de culturas integradas à criação animal, onde as complementaridades e simbioses presentes na natureza são manejadas inteligentemente, com o objetivo de elevar os rendimentos da terra e a produtividade de trabalho.<sup>23</sup>

Com o advento da revolução industrial, a disponibilidade de fontes exógenas de nutrientes e energia torna tecnicamente possível superar os limites naturais, impostos pela disponibilidade destes recursos dentro do espaço agrícola. Este tipo de restrição ambiental cede lugar,

---

(23) O sistema *Norfolk* combina, em rotação quatrienal, 3 tipos de plantas: raízes e tubérculos, cereais (trigo), leguminosas, cereais (centeio/aveia, cevada). A lógica agronômica da rotação é fazer suceder culturas que são complementares do ponto de vista ecológico (exigências em nutrientes, sistemas radiculares, etc.). À lógica agronômica se combina também a lógica econômica. Assim, as raízes e tubérculos iniciam a rotação, não somente porque são bons antecedentes para o trigo, mas também porque resistem a grandes doses de adubos orgânicos, o que permite concentrar a adubação em uma única parcela, poupando um tempo de trabalho significativo. A leguminosa, após o trigo, ajuda a restaurar o nitrogênio (o trigo é exigente deste tipo de nutriente) consumido, fixando-o a partir da atmosfera, além de controlar ervas daninhas. A cultura de cereal, que lhe sucede, vai se beneficiar destas vantagens proporcionadas pelas leguminosas. As culturas forrageiras (raízes/tubérculos e leguminosas) alimentam o gado, que fornece o adubo orgânico. Para uma análise da evolução histórica deste sistema, ver Romeiro (1990).

então, a uma restrição comercial e de gestão do processo produtivo. A restrição comercial está ligada ao maior ganho a ser obtido, produzindo apenas os produtos mais rentáveis, desconsiderando-se as exigências agronômicas dos sistemas de produção integrados como o sistema de tipo *Norfolk* sobre o que plantar em cada momento. A restrição de gestão do processo produtivo refere-se aos problemas de controle e organização do processo de trabalho agrícola. Estes se tornam mais agudos nas unidades de produção que contam com trabalho assalariado à medida que se expande as oportunidades de emprego no setor urbano-industrial. Estas duas restrições induzem à expansão da monocultura, prática até então restrita a regiões especiais, devido à restrição ambiental.<sup>24</sup> A expansão da monocultura, por sua vez, desencadeia uma série de desequilíbrios ecológicos.

Estes desequilíbrios decorrem do fato de que na natureza diversidade é sinônimo de estabilidade. Quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes exógenas de energia para manter o equilíbrio. Um ecossistema agrícola implica forçosamente a simplificação do ecossistema original. Por esta razão, é necessário que o homem intervenha permanentemente para mantê-lo estável. Contudo, esta intervenção deve ser feita de acordo com as próprias leis da natureza, através da rotação de culturas. Esta prática é um notável meio de manutenção da estabilidade do ecossistema agrícola. Além de reduzir drasticamente o risco de infestação de pragas na cobertura vegetal, as rotações contribuem eficazmente para a manutenção de uma boa estrutura física do solo. O estado do solo em determinado momento resulta de sua história cultural. E as rotações de cultura têm por objetivo primordial modelar esta história em um sentido favorável, isto é, no sentido de favorecer as condições de abastecimento de água e nutrientes para as plantas, bem como no de manter a fertilidade do solo a longo prazo (ver Sebillotte & Bourgeois, 1978).

---

(24) Nestas regiões, os solos são profundos e bem estruturados, como os famosos *Chernozem* da Ucrânia, permitindo o cultivo sucessivo de uma mesma cultura durante muitos anos, sem degradar sua estrutura física.

Nos sistemas agrícolas simplificados, sobretudo na monocultura de cereais, os fatores desestabilizadores ganham força e obrigam o agricultor a recorrer a técnicas intensivas em energia para manter as condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais.<sup>25</sup> Entretanto, estas soluções técnicas não buscam eliminar as causas do desequilíbrio, mas apenas contornar seus efeitos sobre os rendimentos. Pode-se dizer que as práticas agrícolas, ditas modernas, repousam cada vez mais na capacidade de moldar uma determinada parcela do solo, para em seguida refazê-la, através de uma diversificada panóplia de possantes meios mecânicos e químicos, e implantar uma outra monocultura sem se importar se o efeito da cultura precedente é desfavorável ou não (ver Sebillotte,1982). A eficácia inicial destes meios químicos e mecânicos tornou a grande maioria dos especialistas extremamente otimista, levando-a a supor que os agricultores modernos não mais teriam que se submeter aos princípios básicos da agricultura tradicional, especialmente a rotação de culturas.<sup>26</sup>

Os problemas ecológicos causados pela monocultura configuram importantes mecanismos indutores de progresso técnico na agricultura, contribuindo de maneira decisiva no direcionamento e coordenação das diversas trajetórias tecnológicas que convergiram para definir o chamado “pacote” tecnológico da agricultura moderna, de extraordinária eficiência tecno-econômica. Pode-se dizer que a difusão deste regime tecnológico beneficiou-se de uma composição sinérgica de rendimentos crescentes: alta eficácia biológica na aplicação de insumos químicos aliada a ganhos de escala no uso de equipamentos mecânicos e na indústria de insumos e equipamentos e a transferências tecnológicas (especialmente importante foi o esforço de guerra para a indústria química).

---

(25) Gabel (1979:94) tem razão quando afirma que “o trabalho realizado pela diversidade ou complexidade do ecossistema é substituído pelo combustível fóssil no moderno sistema alimentar”.

(26) Por exemplo, no final dos anos 50, Mitchell (1960:50) recomendava a eliminação das culturas forrageiras de raízes da rotação, sob o argumento de que os efeitos nefastos disto sobre o solo poderiam ser compensados, sem problemas, com os novos meios mecânicos e químicos à disposição dos agricultores – tratores mais possantes, novos equipamentos de trabalho de solo e herbicidas. Para uma análise mais detalhada destes mecanismos indutores de inovações na agricultura, ver Romeiro (1995).

Nas duas últimas décadas, entretanto, este padrão tecnológico de modernização agrícola vem sendo questionado por razões de ordem ecológica e econômica. Os efeitos cumulativos dos desequilíbrios ecológicos causados por estas práticas tornaram-se progressivamente mais evidentes, mobilizando a opinião pública, ao mesmo tempo que reduziam a eficácia econômica destas. A dinâmica de inovações na agricultura vê, assim, novamente sob o impacto de duas restrições contraditórias, ambiental e econômica. No entanto, a natureza da restrição ambiental, neste segundo momento, é distinta. No primeiro momento, a restrição ambiental era definida basicamente pela disponibilidade de fontes de nutrientes e de energia dentro do espaço agrícola. Agora, o problema está nos limites biológicos e na degradação deste espaço<sup>27</sup> e na qualidade dos produtos agrícolas (presença de resíduos químicos, baixos teores de micronutrientes, etc.).

Os limites biológicos e a degradação do espaço agrícola afetam diretamente a eficiência tecno-econômica deste regime tecnológico. Por exemplo, a capacidade de resposta dos vegetais à fertilização química atingiu um limite a partir do qual o custo de doses adicionais de fertilizantes é superior à renda que se poderia obter, além do agravamento dos problemas de poluição, já bastante severo, nas regiões de agricultura intensiva. Outro exemplo está na impossibilidade de se aumentar a escala de trabalho dos equipamentos mecânicos (preparo de solo, colheita, etc.), cujo limite se encontra na degradação da estrutura física do solo, provocada pelo peso das máquinas e equipamentos. É preciso considerar também que a eficácia das novas técnicas em aumentar a produtividade (da terra e do trabalho) estava, em grande medida, condicionada à resposta da natureza a este tipo de intervenção no ecossistema. O exemplo

---

(27) A agressividade ambiental da monocultura à base de fertilizantes químicos já era evidente mesmo nos primórdios de sua expansão, tendo sido um fator importante na resistência, por parte da massa camponesa européia, em adotá-la. Gerações de camponeses haviam consolidado um sistema de produção que não somente conservava, como melhorava a capacidade produtiva do solo. A rotação de culturas e a fertilização orgânica eram os elementos centrais deste sistema. Um vasto esquema de propaganda, tendo à frente os serviços públicos de extensão rural, foi montado com o objetivo de desmoralizar o sistema tradicional, acusado de não científico (ver Russell, 1966). Nos EUA não houve, com raras exceções, este tipo de resistência. Na América, o objetivo era ganhar o máximo, produzindo apenas o produto de melhor perspectiva de preço (ver Romeiro, 1991).

mais impressionante é aquele da utilização sistemática de controle químico de pragas. A eficácia das primeiras pulverizações em grande escala de DDT foi sem paralelo com os resultados atualmente obtidos. Este fato se deve ao conhecido processo natural de aquisição de resistência, pelos agentes patógenos, ao uso sistemático de um determinado tipo de produto. Grande parte do esforço de pesquisa neste campo foi, assim, absorvida na busca de novos compostos, em uma corrida sem fim contra as reações da natureza, cujos custos não têm sido compensados pelos resultados alcançados, além dos problemas gravíssimos de poluição decorrentes (ver Romeiro, 1994).

O uso sistemático de agrotóxicos não apenas contamina produtores e consumidores de produtos agrícolas, como também degrada o ecossistema agrícola a ponto de interferir na sua capacidade produtiva. Por exemplo, as micro flora e fauna dos solos são profundamente afetadas pela utilização de pesticidas químicos. E estas têm um papel importante no processo de nutrição vegetal. Os efeitos nefastos da poluição química são agravados pela degradação da estrutura física do solo, provocada pela prática da monocultura (a qual requer o controle químico de pragas). Esta degradação do solo exige, por sua vez, procedimentos mecânicos de reestruturação altamente nocivos (são erosivos e afetam negativamente a atividade biológica no interior do solo). Assim, paulatinamente, os processos naturais que intervêm positivamente na produção cedem lugar à utilização crescente de procedimentos químicos-mecânicos que, por sua vez, degradam progressivamente o ecossistema agrícola elevando os custos a longo prazo.

Esta abertura da “caixa preta” mostra que, como no passado, as soluções tecnológicas ideais à restrição ambiental passam por um aumento da complexidade do sistema de produção que se choca com as restrições comerciais e de gestão, acrescidas agora da restrição representada pelos interesses do complexo agroindustrial, que emergiu e se desenvolveu para atender às novas demandas do setor agrícola. Portanto, é preciso considerar também as especificidades dos diversos subsectores envolvidos.

Como se sabe, a agricultura, na classificação de Pavitt (1984), é um setor tomador de inovações (*supplier dominated*), ou seja, suas fontes de inovação localizam-se em outros setores. Suas inovações são, sobretudo, de processo, apresentando um baixo grau de apropriabilidade. A incorporação de inovações, que tornem o atual padrão tecnológico menos agressivo ao ambiente, deve dar-se por dois caminhos complementares: de um lado, através do próprio produtor, fazendo uma melhor gestão da produção, reduzindo o grau dos impactos ambientais pela diminuição (ou eliminação) do consumo de pesticidas e fertilizantes, adotando práticas agrícolas que melhorem as condições do solo, diversificando as culturas e criações e, assim, reduzindo o impacto provocado pelas monoculturas, aproveitando os efeitos benéficos de um enfoque produtivo sistêmico, etc.. De outro lado, através das indústrias fornecedoras de insumos, bem como as processadoras do produto agrícola (ambas geradoras de inovações),<sup>28</sup> que se veem diante de novas demandas dos agricultores, onde a problemática ambiental assume um papel chave.

Deve-se deixar claro que essas transformações não se dão exclusivamente por pressões (ou oportunidades) de ordem ambiental. As mudanças hoje em curso no padrão tecnológico da agricultura são de natureza global e geral. Global porque não é fenômeno localizado; geral porque atinge toda a base do padrão tecnológico produtivista desenvolvido desde o Pós-Segunda Guerra. Trata-se de transformações nas políticas agrícolas, no comércio internacional, nas bases científicas e tecnológicas, nos padrões de consumo, na organização da pesquisa e nos próprios mercados de produtos agrícolas.<sup>29</sup>

Bonny (1995) sugere que o padrão produtivo da agricultura, no futuro, será multifuncional. A superação do paradigma produtivista, voltado para os ganhos de quantidade, por um paradigma qualitativista e

---

(28) Para uma classificação das fontes de inovação na agricultura, ver Salles Filho (1993) e Possas et al. (1994).

(29) Sobre as transformações hoje em curso na agricultura, ver Bonny & Daucé (1989) e Bonny (1995).

diversificado, parece ser a nova orientação geral da produção agrícola.<sup>30</sup> As demandas de ordem ambiental compõem, junto com pressões de outra natureza, um conjunto de fatores de mudança do paradigma produtivista.

Em outras oportunidades, destacamos a idéia de que o padrão tecnológico da agricultura é o resultado evolucionário de diferentes trajetórias tecnológicas que se desenvolveram em diferentes momentos no tempo (Salles Filho, 1993; Romeiro, 1995). A noção de áreas-problemas (Salles Filho, 1993; Possas et al., 1994) é um bom guia para discutir os efeitos das pressões ambientais sobre o paradigma produtivo e tecnológico da agricultura.<sup>31</sup> O eixo de nossa análise pode ser localizado nos fatores que estão determinando as transformações das trajetórias tecnológicas vigentes e as perspectivas de surgimento de novos paradigmas e novas trajetórias tecnológicas. “De um lado, ‘novas’ áreas-problemas levam a crer no surgimento de um novo paradigma tecnológico, de um novo regime tecnológico para a agricultura; de outro lado, o esgotamento de certas trajetórias sugerem mudanças mais ou menos prementes” (Salles Filho, 1993:232).

A intensificação da produção por área, que caracterizou até aqui o regime tecnológico da agricultura moderna, bem como as trajetórias seguidas, parecem agora se direcionar para um modelo de ação mais precisa e que racionalize custos de produção. Este se prenuncia como um novo regime tecnológico, como uma nova direção geral do padrão tecnológico da agricultura. As áreas-problemas assumem outras dimensões, que podem ser exemplificadas nas seguintes questões: como resolver o problema da fertilidade dos solos, com menores perdas de

---

(30) Ver, também, OTA (1992); Petit & Barghouti (1992); Possas et al. (1994), entre outros.

(31) A noção de áreas-problemas aproxima-se da de *focusing devices* de Rosenberg (1969). Trata-se de encarar o desenvolvimento de trajetórias tecnológicas na agricultura a partir dos pontos técnicos nodais do processo produtivo. Assim, as principais áreas-problemas da agricultura seriam a nutrição de plantas e animais, o controle das condições edafo-climáticas, o controle de pragas e doenças, a sistematização dos solos, o melhoramento genético das espécies, a organização das práticas agrícolas (preparo do solo, plantio, colheita, manejo animal), a reprodução de plantas e animais, a conservação dos produtos.

nutrientes (menor desperdício) e sem causar os problemas ambientais que decorrem do uso dos fertilizantes químicos? Como combater eficientemente as pragas e doenças sem que se incorra em danos ambientais e para a saúde humana e animal? Como irrigar eficientemente sem provocar salinização dos solos, sem esgotar os lençóis freáticos e com menor consumo de energia? Como sistematizar os solos com máquinas sem provocar deterioração física (compactação, perda de friabilidade, erosão)? Como prosseguir na mecanização, com menor consumo de energia e poluindo menos?

Estas novas demandas de uma agricultura mais equilibrada do ponto de vista ecológico teriam forte impacto no complexo agroindustrial caso, por exemplo, se generalizassem:

- substituição de fertilizantes químicos de alta solubilidade por fertilizantes orgânicos e por fertilizantes químicos de baixa solubilidade (fosfatos naturais, nitrogênio atmosférico fixado por bactérias, etc.);
- redução do consumo de defensivos agrícolas e substituição de defensivos químicos por defensivos biológicos e outras alternativas;
- mudança radical nos tipos de equipamentos requeridos para o trabalho de solo, nas regiões tropicais, com a substituição da aração pelo plantio direto. Considerando as restrições comercial e de gestão e os interesses industriais estabelecidos, o atual ambiente seletivo tem levado à busca de soluções que minimizem a degradação, sem necessidade de mudança radical de padrão tecnológico. Soluções estas que, de qualquer modo, já representam um impacto considerável no perfil produtivo do setor agroindustrial.

Evidentemente que esse complexo conjunto de objetivos implica esforços de grande magnitude. A coordenação e gestão desse processo de transformação, por meio de políticas, é um desafio que necessita sim de medidas coercitivas, mas também de ações estimuladoras da formação de trajetórias tecnológicas que dêem respostas àquelas perguntas. O grau de complexidade dessa situação é muito alto e seria impossível, no espaço de um artigo, comentá-lo minimamente. O que faremos a seguir é exemplificar alguns dos possíveis *outcomes* desse processo de

transformação do paradigma produtivo e tecnológico da agricultura, particularmente para as áreas-problemas de controle de pragas e doenças e de fertilização dos solos e nutrição de plantas.

Tomando inicialmente a área-problema do controle de pragas e doenças, apesar de estar claro que mudanças são inevitáveis, tanto pelo esgotamento crescente das trajetórias da indústria de pesticidas, como pelos problemas ambientais e de saúde pública aí existentes, não parecem evidentes as soluções tecnológicas que serão implementadas. De um lado, podemos pensar que o uso de pesticidas biológicos venha a ocupar o espaço dos pesticidas químicos; por outro lado, é possível imaginar que o avanço da engenharia genética de plantas viabilize o desenvolvimento de espécies vegetais resistentes à maior parte das pragas e doenças, levando, no limite, à eliminação do insumo pesticida. Uma terceira perspectiva é ainda possível: a evolução do conhecimento sobre a fisiologia e genética dos insetos-praga e dos microrganismos fitopatogênicos pode levar a que novas drogas químicas sejam desenhadas *ex ante* (a exemplo do que se propõe para a geração de fármacos) e que apresentem maior eficiência e menor risco, mantendo o método químico de controle como a principal ferramenta de combate às pragas e doenças. São trajetórias tecnológicas concorrentes, mas não necessariamente excludentes, podendo, na prática, chegar-se a uma situação onde elas coexistam.

Para elas, poderíamos alinhar argumentos favoráveis e contrários, prognosticando a prevalência de uma ou de outra, segundo a satisfação de uma série de critérios. Hoje os dois primeiros caminhos têm sido privilegiados, com uma tendência mais favorável para o desenvolvimento de variedades resistentes. Este favoritismo apóia-se no maior potencial tecnológico que tal via apresenta (crescente, com a evolução das técnicas de manipulação genética de plantas) e pelo fato de muitas das firmas líderes da indústria de pesticidas estarem inseridas na P&D destas novas variedades resistentes, o que não coloca uma contradição de interesses no longo prazo. Entretanto, há dois principais fatores que contribuem desfavoravelmente para a evolução desta trajetória: a dificuldade em praticar preços de sementes que justifiquem os investimentos no seu desenvolvimento e os regimes de apropriabilidade.

As noções de busca e seleção, em um nível microeconômico, e a noção de trajetória tecnológica da indústria são particularmente felizes para explicar este fenômeno: de um lado, as empresas desenvolvem um intenso processo de busca, sem que se tenha ainda um conjunto de eventos minimamente significativos no âmbito da seleção pelos mercados; de outro lado, identifica-se uma competição de trajetórias tecnológicas ao nível da indústria, no novo paradigma da agricultura. Qualquer definição hoje parece bastante precipitada e mesmo as empresas que estão dedicadas a isto apostam em várias frentes, cercando as apostas por estratégias de monitoração tecnológica. Claro está que medidas coercitivas, que imponham restrições de quantidade e qualidade de pesticidas, assim como outras que estimulem a capacitação nas opções tecnológicas alternativas, são essenciais nessa fase de transição.

Na área-problema do controle da fertilidade dos solos, as mudanças são menos evidentes. Por um lado, o esgotamento tecnológico da indústria não é um fator tão crucial quanto na indústria de pesticidas, dado que a inovação em produtos não constitui elemento chave na sua dinâmica concorrencial; por outro lado, embora haja problemas ambientais sérios, como a salinização dos solos e a contaminação dos lençóis freáticos com nitratos, a reação a estes problemas é menos generalizada, em comparação com a que ocorre em relação aos pesticidas. Já no que respeita às opções tecnológicas, há poucas alternativas reais ou potenciais a serem propostas. No campo da moderna biotecnologia, a principal alternativa localiza-se na supressão do uso de fertilizantes nitrogenados, por dois caminhos diferentes: o emprego de microorganismos que fixam o nitrogênio atmosférico, tornando-o disponível às plantas; e a manipulação genética das plantas, para que elas próprias desenvolvam a capacidade de fixar para si o  $N_2$  que se encontra no ar. Estas são trajetórias concorrentes, para as quais poderíamos elaborar comentários muito semelhantes aos feitos para os pesticidas: está-se diante da substituição de um velho por um novo insumo (microorganismos fixadores versus formas quimicamente sintetizadas de

nitrogênio),<sup>32</sup> ou da eliminação de um insumo típico da agricultura moderna (o fertilizante nitrogenado) por uma variedade que dele prescindia. Atualmente os esforços são dirigidos, para ambas as alternativas, mas com um certo favoritismo para a tentativa de incorporação de genes responsáveis pela fixação do N<sub>2</sub> nas plantas.

Ainda com relação aos fertilizantes, registre-se também o emprego de microorganismos e de metabólitos destes, para alterar o processo de solubilização de rochas fosfatadas, que é realizado pela reação com ácidos inorgânicos (ácido sulfúrico e ácido fosfórico). Tal método teria a vantagem de propiciar uma disponibilidade “controlada” do fosfato às plantas, uma vez que a solubilização seria menos intensa e mais prolongada, evitando perdas do nutriente como as que ocorrem atualmente. Aqui, ao contrário do caso acima, não ocorreria uma transformação radical (a supressão do insumo fertilizante nitrogenado), mas alterações no processo industrial e uma diversificação de produtos. Caso os métodos biotecnológicos evoluam a ponto de competir com o processo químico tradicional, colocar-se-ia uma situação de competição entre processos químicos e biológicos para a obtenção de adubos fosfatados.

Em resumo, tudo indica que uma mudança radical do regime tecnológico atual, em direção ao estabelecimento de sistemas de produção mais complexos, ecologicamente mais equilibrados (envolvendo rotações de cultura e integração com a criação animal), é pouco provável, tendo em conta o atual ambiente seletivo. A pressão dos grupos de consumidores com maior sensibilidade ecológica tem se traduzido em um crescente mercado alternativo, mas ainda de alcance limitado devido, principalmente, à controvérsia científica a propósito dos efeitos, sobre a saúde humana, do atual modo de produzir, aliada aos custos relativamente elevados desta produção alternativa.

---

(32) Quando dizemos novo insumo em referência a microorganismos fixadores, estamos nos referindo à perspectiva de desenvolvimento destes para a maioria das plantas cultivadas, superando a limitação atual de existirem comercialmente apenas bactérias fixadoras em leguminosas e, particularmente, em soja.

## **Conclusão**

O tratamento convencional reduz o problema ambiental a uma falha de mercado, provocada pelo caráter público dos bens ambientais. Sua solução, portanto, passa pela correção desta falha em precificar os bens ambientais. É suposto que esta precificação possa ser feita de modo razoavelmente eficiente com base nas preferências dos agentes econômicos. Além disso, o ajuste tecnológico induzido pelos novos preços relativos é visto como um processo quase-automático que conduz o sistema a uma nova posição de equilíbrio, onde os custos são, por definição, superiores.

Procurou-se, então, mostrar que este quadro analítico é aquele de um modelo comprometido por erros de especificação fundamentais: não leva na devida conta os fenômenos de irreversibilidade e incerteza, os quais são particularmente agudos em se tratando da problemática ambiental. Além disso, este modelo ignora aspectos essenciais da dinâmica de inovações, cuja clareza é crucial para o entendimento do processo de ajuste tecnológico sob restrição ambiental.

Propôs-se abordar esta questão a partir de uma perspectiva evolucionária. Esta abordagem permite tratar a variável ambiental como um novo elemento decisivo na evolução dos ambientes seletivos que vêm condicionando as rotinas de busca das firmas. Foi particularmente enfatizada a idéia de que a restrição ambiental tende a ser vista cada vez menos como uma fonte de custos e mais como uma fonte de oportunidades tecnológicas para a criação de assimetrias que confirmam vantagens competitivas.

Isto não quer dizer, entretanto, que os mecanismos de mercado tendam a produzir um círculo virtuoso que conduza automaticamente à resolução dos problemas ambientais. Pelo contrário, o universo profundamente controvertido, que envolve de incertezas o processo de tomada de decisões sob restrição ambiental e o risco de perdas irreversíveis, exige uma intervenção permanente do poder público e de outras esferas organizadas da sociedade civil, no sentido de minimizar

estas perdas, que fatalmente ocorrerão, especialmente tendo em conta a tendência de sobreposição da lógica econômica à lógica ecológica.

O exemplo do setor agrícola mostra o quanto as incertezas sobre o alcance da degradação ambiental se compõem com os interesses econômicos em jogo, para tornar pouco provável, pelo menos a curto e médio prazos, uma mudança radical do atual regime tecnológico em direção ao que seria recomendável do ponto de vista estritamente ecológico. Deixa claro, no entanto, que os interesses em jogo não podem mais ignorar a variável ambiental.

### **Bibliografia**

- AHMAD, S. On the theory of induced innovation. *The Economic Journal*, v. 76, jun. 1966.
- AMABILE, B. Endogenous growth theory, convergence and divergence. In: G. SILVERBERG, G.; SOETE, L., ed. *The economics of growth and technical change*. Edward Elgar, 1994.
- ARTHUR, W.B. *Increasing returns and path dependence in the economy*. Univ. of Michigan Press, 1994.
- BARNETT, H.; MORSE, C. *Scarcity and growth*. Johns Hopkins Univ. Press, 1963. 288p.
- BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v.2, n.2, 1993.
- BONNY, S.; DAUCÉ, P. Les nouvelles technologies en agriculture. Une approche technique et économique. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n.13, 4<sup>o</sup> trimestre, 1989.
- \_\_\_\_\_. *La dynamique de l'innovation dans l'agriculture française actuelle*. Grenoble: 1995. (Communication à L'École Chercheurs "Innovation, Dynamique des Organisations et Transformations Institutionnelles").
- BROMLEY, D. W.; VATN, A. Choices without prices without apologies. In: BROMLEY, D.W., ed. *The handbook of environmental economics*. Oxford: Blackwell, 1995.

- CANUTO, O. *Mudança técnica e concorrência: um arcabouço evolucionista*. Campinas: UNICAMP.IE, 1992. (Texto para Discussão, n.6)
- CALLON, M. Is science a public good? *Science, Technology and Human Values*, v.19, n.4, 1994.
- CHANDLER JR., A. D. *Strategy and structure*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1962.
- COASE, R. The problem of social cost. *The Journal of Law and Economics*, v.3, n.1, oct. 1960.
- DAVID, P. Clio and the economics of QWERTY. *American Economic Review Proc.*, v.75, p.332-7, 1985.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation: the theory and a application to the semi-conductor industry*. London: MacMillan, 1984a.
- \_\_\_\_\_; FABIANI, S. Convergence and divergence in the long term growth of open economies. In: SILVERBERG, G.; SOETE, L., ed. *The economics of growth and technical change*. Edward Elgar Publishing Limited, 1994.
- \_\_\_\_\_; ORSENIGO, L. Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In: DOSI, G. et al. *Technical change and economic theory*. London, Frances Pinter, 1988.
- \_\_\_\_\_; PAVITT, K.; SOETE, L. *The economics of technical change and international trade*. London: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- FELLNER, W. Two propositions in the theory of induced inovation. *The Economic Journal*, v.71, jun. 1961.
- GABEL, M. *Ho-ping: food for everyone*. New York: Anchor Books, 1979.
- GODARD, O. Environnement et théorie économique: de l'internalisation des effets externes au développement soutenable. Paris: Ecole Nationale de la Magistrature, 1992. (Séminaire "Ecologie et Environnement")
- \_\_\_\_\_. *Stratégies industrielles et conventions d'environnement: de l'univers stabilisés aux univers controversés*. Paris: INSEE - Environnement et Économie, 1993. p. 145-74. (Coll. INSEE - Méthode, n. 39-40)
- HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. *Agricultural development: an international perspective*. The John Hopkins Univ. Press, 1985.
- KEMP, R.; SOETE L. Inside the green box: on teh economics of technological change and the environment. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. *New*

- explorations in the economics of technological change*. London: Pinter Publishers, 1990.
- LUNDVALL, B-A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. et al. *Technical change and economic theory*. London: Frances Pinter, 1988.
- MADDOX, J. *El síndrome del fin del mundo*. Barcelona: Barral Editores, 1974.
- MITCHELL, F. S. Conditions for mechanization in Europe. In: MEIJI, J.L. *Mechanization in agriculture*. Amsterdam: North Holland, 1960.
- NELSON, R.; WINTER, S. *A evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press, 1982.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT – OTA. A new technological era for american agriculture. Washington, DC: US Congress, Office of Technology Assessment, 1992.
- PETIT, M.; BARGHOUTI, S. Diversification: challenges and opportunities. In: BARGHOUTI, S.; GARBUS, L.; UMALI, D. *Trends in agricultural diversification - regional perspectives*. Washington, DC: World Bank, 1992. (World Bank Technical Paper, n. 180).
- POSSAS, M.L.; SALLES FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J. M. J. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. In: EVOLUTIONARY ECONOMICS OF TECHNOLOGICAL CHANGE: assessment of results and new frontiers. *Proceedings...* Strasbourg: 1994.
- ROSENBERG, N. The direction of technical change: inducement mechanisms and focusing devices. *Economic Development and Cultural Change*, v.18, 1969.
- \_\_\_\_\_ *Inside the black box*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1982.
- \_\_\_\_\_ *Exploring the black box*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994.
- ROMEIRO, A.R. Revolução industrial e mudança tecnológica na agricultura européia. *Revista de História*, São Paulo, n.123-124, jul./ago. 1990.
- \_\_\_\_\_ O modelo euro-americano de modernização agrícola. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v.2, n.12, nov. 1991.
- \_\_\_\_\_ Agricultura e agroindústria: perspectivas de novas configurações. *Revista de Economia Política*, v.14, n. 3, jul./set. 1994.

\_\_\_\_\_ Mecanismos indutores de progresso técnico na agricultura: elementos para uma abordagem evolucionária. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23, Salvador, 1995. *Anais...* Brasília: ANPEC, 1995. v.1.

RUSSEL, E. J. *A history of agricultural science in Great Britain, 1620-1954*. London: George Allen & Unwin, 1966.

SEBILLOTTE, M. Pratique des agriculteurs e évolution de la fertilité du milieu - Éléments pour un jugement des systèmes de culture. *Bulletin Technique d'Information*, n. 370-372, mai-août, 1982.

\_\_\_\_\_ ; BOURGEOIS, A. Réflexion sur l'évolution contemporaine des exploitations agricoles. *Économie Rurale*, n.126, juil./août, 1978.

### **Resumo**

O principal objetivo do trabalho é o de evidenciar a complexidade da problemática ambiental em relação ao processo decisório dos agentes econômicos, particularmente no que toca à dinâmica de geração de inovações tecnológicas. Parte-se de uma visão evolucionária do funcionamento da economia capitalista, enfatizando a importância dos mecanismos de busca e seleção de inovações na geração de assimetrias entre os agentes econômicos. Com base nessa proposta de interpretação, discute-se a interação entre dinâmica de inovações e pressões de ordem ambiental, para o caso da produção agrícola.

# 2

## Economia do meio ambiente: políticas ambientais

# ***Instrumentos econômicos na gestão ambiental: aspectos teóricos e de implementação<sup>1</sup>***

*Ronaldo Serôa da Motta  
Francisco Eduardo Mendes*

## **Introdução**

O uso de instrumentos econômicos (IE), tais como taxas sobre poluição, tem sido defendido como uma abordagem complementar e mais eficiente, para a política ambiental, que os tradicionais instrumentos de comando-e-controle (C&C) aplicados no mundo inteiro. Além disso, conforme será discutido na seção seguinte, os IE têm sido também considerados como importantes instrumentos de aumento de receita para prover fundos para atividades sustentáveis.

Entretanto, a implementação de IE não é trivial e, além dos aspectos institucionais e legais, questões relacionadas à sua integração com os padrões ambientais existentes e à distribuição dos custos e da arrecadação fiscal resultante precisam ser examinadas cuidadosamente. Estas questões têm sido objeto de controvérsia nas discussões sobre as legislações pertinentes ao uso dos recursos hídricos adotadas no Brasil, nas quais se contempla enfaticamente o uso de instrumentos econômicos na forma de cobrança de taxas.

---

(1) Este estudo foi co-financiado pelo projeto CNPq 521524194-6 e originalmente publicado em *Economia Brasileira em Perspectiva-1996*. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1996. p.649-70. O estagiário José Ricardo Brun Fausto participou diretamente na interpretação dos resultados do modelo e a estagiária Adriana Fontes da Silva participou da coleta e análise dos dados. Os assistentes Gustavo Gontijo e Andrea Pontual participaram na elaboração da parte teórica. Os autores agradecem à CETESB, pelos dados de emissão de poluentes em São Paulo e a Jochem Jantzen, pelas informações sobre custos de controle.

Na terceira seção, estes aspectos são discutidos através da simulação de um mecanismo de taxaço da poluição hídrica industrial em bacias hidrográficas no Estado de São Paulo, onde se localiza um dos mais concentrados setores industriais do país.<sup>2</sup> O principal objetivo da taxaço é alcançar, ao menor custo social, uma redução da poluição total em uma bacia, impondo diferentes níveis de controle às indústrias que lançam efluentes na área. Conseqüentemente, as indústrias decidem seus níveis de controle individuais, de acordo com a diferença entre os custos da taxa e os custos marginais de controle. O modelo de simulação apresentado gera resultados para um típico mecanismo de C&C, quando todas as indústrias são obrigadas a controlar emissões, de acordo com a meta estabelecida pela autoridade ambiental (padrão de emissões), bem como estimativas para os IE, quando as fábricas podem escolher entre controlar ou pagar uma taxa sobre as emissões que excedem a meta legal. O modelo é bastante simples e sua aplicação tem apenas o objetivo didático de discutir os aspectos fiscais e de eficiência, na implementação de taxas de poluição.

Os resultados confirmam que a decisão de introduzir um instrumento econômico, via taxaço, para gestão de recursos hídricos resulta em custos de controle totais inferiores àqueles observados em uma abordagem de comando-e-controle.

Por outro lado, conclui-se que os problemas relativos à distribuição dos custos entre firmas, da transferência de receitas e da definição de taxas entre sub-bacias impõem uma complexidade ao sistema que pode reduzir sua atratividade como forma alternativa de gestão. Assim, conclui-se discutindo, ainda que de forma especulativa, as vantagens de adoção de certificados de comercialização como um mecanismo de eficiência econômica equivalente, porém mais apropriado para garantir as metas ambientais e mitigar os problemas detectados no uso de taxaço.

---

(2) A limitação do estudo em poluição industrial deve-se somente à disponibilidade de dados de emissão e custos de controle. No caso dos recursos hídricos no Brasil, os efluentes domésticos e agrícolas e o carreamento de resíduos sólidos e de solo são, por vezes, até mais degradantes que as descargas industriais (ver Serôa da Motta, 1995c).

## 1 O uso de incentivos econômicos

### 1.1 Os custos ambientais e o controle ambiental ótimo

Os custos ambientais geralmente não são captados nas relações de mercado, devido à indefinição de direitos privados de propriedade: o custo da degradação não incide sobre os que degradam, mas recai sobre a sociedade como um todo e sobre as gerações futuras. Em outras palavras, o uso do meio ambiente gera externalidades (custos ambientais) não captadas pelo sistema de preços e, portanto, externos às funções de custo e de demanda. Conseqüentemente, o mercado não gera incentivos apropriados para o uso eficiente dos recursos naturais, os quais, tratados como recursos livres ou de custo muito baixo, tendem a ser superexplorados.

Dessa forma, já é amplamente reconhecida a necessidade de internalizar os custos ambientais nas atividades de produção e consumo, de forma a induzir a mudança do padrão de uso dos recursos naturais. Esta, então, seria uma justificativa para a proposição de políticas governamentais na área ambiental.

A mensuração destes custos não é trivial, mas a literatura econômica indica algumas possibilidades, todas sujeitas a críticas, na medida em que não revelam com precisão os valores dos custos ambientais. As deficiências devem-se ao desconhecimento da extensão e risco dos próprios impactos ambientais, que impede de identificar todos os custos resultantes, e à desinformação dos indivíduos, que reduz sua percepção destes impactos. Em ambos os casos, a literatura comprova que estas dificuldades podem ser minimizadas com um esforço de pesquisa.<sup>3</sup>

Uma vez identificados os custos ambientais dos recursos naturais em risco, a sociedade deveria determinar o nível ótimo de uso desses recursos. Ou seja, realizar uma análise de custo-benefício.

Embora contrarie a visão de alguns setores ambientalistas, o dilema da sustentabilidade é encontrar o *trade-off* entre estes custos

---

(3) Ver, por exemplo, Pearce & Turner (1990) e Serôa da Motta (1991a).

ambientais e o benefício do processo produtivo, medido pelo valor do produto disponível para consumo que gera estas perdas ambientais. O princípio econômico é simples: o ótimo da degradação é aquele no qual o custo ambiental não supera o custo imposto à sociedade pela redução de consumo não ambiental gerado no processo produtivo.

Assim sendo, a viabilidade econômica de projetos ou empreendimentos seria analisada considerando, além dos custos privados, também estes custos ambientais. Projetos ou empreendimentos que apresentam retorno privado elevado poderiam, após incluírem-se os custos ambientais, tornar-se não-viáveis sob a ótica social.<sup>4</sup>

Enquanto para alguns determinados projetos, seria possível realizar um esforço de pesquisa completo para revelar os verdadeiros valores dos custos ambientais envolvidos, tal procedimento seria extremamente custoso em gasto e tempo para abranger todas as atividades econômicas. Dessa forma, alguns mecanismos de instrumentos econômicos devem ser criados para orientar as atividades produtivas a revelarem seus custos ambientais e determinarem suas atividades de produção, de forma mais ajustada ao uso racional e eficiente dos recursos naturais disponíveis.

## **1.2 Instrumentos econômicos<sup>5</sup>**

Três questões parecem ser objeto de consenso na avaliação da gestão ambiental no país:

- A política ambiental brasileira está baseada em restrições legais de comando-e-controle; que apresentam uma capacidade reduzida de controle ambiental e geram ineficiência no setor.
- A competitividade internacional da economia, por outro lado, dependerá, cada vez mais, do ajuste estrutural que o setor for capaz de

---

(4) O mesmo ocorre quando se introduz na análise os aspectos distributivos não revelados nos preços de mercado.

(5) Esta subseção baseia-se em Serôa da Motta (1991a).

antecipar, para se coadunar com os padrões ambientais vigentes no mercado externo.

- Este ajuste, que poderá exigir custos elevados, não poderá se realizar sem o apoio de ações de fomento e de mecanismos mais flexíveis de internalização dos custos ambientais.

Esta percepção, hoje, já é reconhecida por todas as nações industriais. Uma iniciativa amplamente sugerida tem sido a adoção de IE, na gestão ambiental.

Dois tipos de instrumentos podem ser considerados. Incentivos que atuam na forma de prêmios e incentivos que atuam na forma de preços. Os primeiros requerem um comprometimento de recursos do Tesouro, enquanto os segundos geram fundos fiscais. Eles devem ser combinados, conforme será analisado a seguir.

Os incentivos prêmios são o crédito subsidiado e as reduções de imposto. Os incentivos creditícios já existem, sendo operados pelos órgãos de fomento governamentais. Requerem, entretanto, alterações, para compatibilizar prazos e taxas mais adequadas à maturação dos investimentos ambientais e atender aos casos específicos de setores com necessidade de ajustes emergenciais e de impacto econômico significativo. Tais mudanças somente serão possíveis através de mediação política.

Os incentivos fiscais ainda são incipientes na área ambiental. Sua formulação e implementação dependerá, basicamente, de soluções políticas conforme o ocorrido nas áreas de tecnologia e cultura, onde foram implantados mecanismos semelhantes. A adoção de artifícios de depreciação acelerada, por exemplo, seria de fácil implementação e de efeitos imediatos.

As soluções ou mediações políticas, acima referidas, representam um processo de apropriação entre o setor produtivo e os órgãos governamentais econômicos e de meio ambiente. Com base em sólidos critérios econômicos e ambientais, tais entendimentos permitirão arranjos políticos que permitam a definição destes mecanismos. Conforme será

visto, estas iniciativas de entendimento serão ainda mais relevantes no caso dos incentivos via preços.

Por incentivos econômicos via preços, entende-se todo mecanismo de mercado que orienta os agentes econômicos a valorizarem os bens e serviços ambientais de acordo com sua escassez e seu custo de oportunidade social. Para tal, atua-se na formação dos preços privados destes bens ou, no caso de ausência de mercados, criam-se mecanismos que acabem por estabelecer um valor social. Em suma, adota-se o "princípio do poluidor/usuário pagador". Atuando diretamente nos preços, objetiva-se internalizar os custos ambientais nos custos privados que os agentes econômicos incorrem no mercado, em atividades de produção e consumo.

Estes incentivos podem atuar diretamente sobre os preços - taxas e tarifas<sup>6</sup> - ou indiretamente - com certificados ou direitos de propriedade.

As taxas seriam uma cobrança direta pelo nível de poluição ou uso de um recurso natural. Esta cobrança, na sua forma mais simples, pode ser através de um tipo de multa que se aplica sobre o excesso de poluição ou uso acima do padrão ambiental estipulado por lei, cujo valor é determinado proporcionalmente a este excesso, através de uma fórmula na qual cada unidade de poluição ou uso tem um preço estipulado.<sup>7</sup> Com este sistema, poder-se-ia também aplicar uma cobrança sobre o nível permitido por lei, com valores inferiores, com o objetivo de incentivar menores níveis de poluição e uso. Entretanto, neste caso de níveis legalmente aceitos, a cobrança se assemelha a um imposto e não a uma multa por não atendimento a um requisito legal.

Já os certificados ou direitos de propriedade procuram estabelecer níveis desejados de uso do bem ou serviço ambiental como, por exemplo,

---

(6) Outros mecanismos menos abrangentes seriam o seguro (ou bônus) ambiental, os sistemas de depósito-ressarcimento (*deposit refund*) e, até mesmo, expedientes de mídia como as listas negras de poluidores que podem induzir a redução do consumo de seus produtos, afetando as ações das empresas.

(7) Este valor pode também incluir parâmetros de progressividade como, por exemplo, tamanho da empresa.

a quantidade total de poluição ou de uso permitida, que são distribuídos entre os usuários ou produtores em formas de certificados ou direitos. Estes certificados podem ser transacionados em mercados específicos, com controle e taxaço da autoridade ambiental, através de operaçoes de emissão e resgate destes títulos. As firmas os comprariam e venderiam de acordo com seus custos de controle de poluição.

Ambas as opções acima possibilitam superar parte dos problemas enfrentados pela gestão ambiental brasileira, na medida em que:

- permitem a geração de receitas fiscais e tarifárias, através da cobrança de taxas, tarifas ou emissão de certificados, para lastrear os incentivos prêmios ou capacitar os órgãos ambientais. Dependendo da sua magnitude, podem também servir para reduzir a carga fiscal sobre outros bens e serviços da economia, que são mais desejáveis que a degradação, como são os casos de investimentos e geração de emprego.
- consideram as diferenças de custo de controle entre os agentes e, portanto, alocam de forma mais eficiente os recursos econômicos à disposição da sociedade, ao permitirem que aqueles com custos menores tenham incentivos para expandir as ações de controle. Portanto, com IE, a sociedade incorre em custos de controle inferiores àqueles em que incorreria se todos os poluidores ou usuários fossem obrigados a atingir os mesmos padrões individuais ou os do limite de certificados;
- possibilitam que tecnologias menos intensivas em bens e serviços ambientais sejam estimuladas, pela vantagem de redução da despesa fiscal que será obtida pela redução da carga poluente ou da taxa de extração;
- atuando no início do processo de uso dos bens e serviços ambientais, o uso de IE pode anular ou minimizar os efeitos das políticas setoriais que, com base em outros incentivos setoriais, atuam negativamente na base ambiental;

- minimizam os custos administrativos, ao dispensar a necessidade de tratar separadamente cada caso de degradação ou exploração, e evitam os dispêndios em pendências judiciais para aplicação de penalidades;
- um sistema de taxação progressiva ou a alocação inicial de certificados, pode ser efetivado segundo critérios distributivos em que a capacidade de pagamento de cada agente econômico é considerada.

Resumindo, o uso de incentivos econômicos promoveria não só a melhoria ambiental, como também a melhoria econômica, via maior eficiência produtiva e equidade.

Teoricamente, a eficiência dos IEs seria máxima quando os custos marginais incorridos pelos agentes, em decorrência do uso de uma unidade de um bem ou serviço ambiental, fossem equivalentes ao custo ambiental (externo) imposto à sociedade por este uso incremental.<sup>8</sup> Entretanto, a definição das taxas ou valores dos certificados segundo este princípio, geralmente, não é possível, pois requer um esforço de coleta e análise de informações nem sempre disponível a custos compensadores.<sup>9</sup>

Na prática, observa-se que, na maioria dos casos em que tais mecanismos foram adotados, sua utilização complementa os instrumentos de regulamentação. Esta, então, é a razão de se propor a definição dos níveis destes instrumentos (taxas ou valores de certificado) com base nos níveis de poluição ou exploração definidos por lei. Assim, decorre que os mecanismos serão estabelecidos para que o mercado funcione de forma a não ultrapassar estes limites, em vez de, através da equivalência de custos marginais, estabelecer o ponto ótimo destes níveis. Dessa forma, o valor monetário de cada instrumento deverá ser aquele necessário para gerar mudanças no processo produtivo ou no de controle ambiental, por parte dos agentes econômicos. Para tal, faz-se necessário estimar os custos marginais individuais de controle de cada agente e simular para cada

---

(8) Para um texto didático sobre estes princípios da economia do meio ambiente, ver Serôa da Motta (1990) e Margulis (1990).

(9) Os custos de pesquisa e administrativos dos instrumentos de comando-e-controle são expressivos e considerados superiores aos decorrentes dos mecanismos de mercado. Estas questões estão exaustivamente discutidas em texto clássico de Baumol & Oates (1988).

valor a redução esperada de poluição. O ajuste entre valor e padrão ambiental seria realizado por “monitoria fina”, onde as variações dos valores seriam analisadas vis-à-vis os resultados obtidos em termos de controle ambiental.

### **1.3 Uso dos instrumentos econômicos no Brasil<sup>10</sup>**

As mais importantes experiências com IE no Brasil são dirigidas para a preservação florestal e o controle da poluição hídrica. Em ambos os casos, contudo, os IE já implementados são usados com objetivos de geração de receitas, com limitada preocupação com seus efeitos ambientais e econômicos.

As taxas ou cobranças, nestes casos, não são determinadas com base nos custos marginais de controle. Por isso, eles não asseguram a eficiência no uso de recursos naturais. Adicionalmente, em se tratando de poluição e preservação de recursos naturais, as taxas são normalmente cobradas como um complemento para regulação, sem a adequação aos instrumentos de comando-e-controle existentes.

O Quadro 1, a seguir, apresenta sumariamente os mais importantes instrumentos econômicos atualmente implementados ou em discussão no Brasil. Como pode ser visto, a maioria deles é recente e seus objetivos são o de recuperar os custos da oferta de serviços de esgoto, financiar entidades governamentais de bacias hidrográficas, gerar fundos para subsidiar programas de controle de poluição ou compensar municípios e estados por restrições ao uso do solo para fins ambientais.

Considerando os instrumentos já em vigor ou aprovados em lei, espera-se uma arrecadação anual não desprezível de, aproximadamente, US\$ 300 milhões, quase 0,2% do PIB. Neste montante, não está incluída

---

(10) O autor agradece a Carolina Dubeux e Armando Mendes (SOSP/RJ), Fernanda Gabriela Borges (COBRAPE), Elias Mundim (DNPM), Suzi M. dos Santos (DNAEE), Mario Gaia (PETROBRAS), Lisbon A. do Nascimento (FINANCE), Elizabeth Lima (FEEMA) e Floriano B. Costa Santos (IEF/MG), que lhe transmitiram, pessoalmente, a maioria das informações e dados aqui apresentados. Esta seção está baseada totalmente em Serôa da Motta & Reis (1994), onde foi publicada originalmente uma versão em inglês.

a cobrança pelo uso da água, a ser adotada em âmbito federal. Esta cobrança é parte do projeto que regulamenta o dispositivo constitucional do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Dada a sua abrangência nacional, esta cobrança certamente resultaria em vultosos recursos arrecadados.

Quadro 1  
Aplicação de instrumentos econômicos no Brasil

Instrumentos	Situação Atual	Renda Estimada em 1993 (US\$ milhões)	Renda Esperada (US\$ milhões)	Propósito
<u>Cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas por volume e conteúdo poluente:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nacional</li> <li>Estado de São Paulo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>em discussão no Congresso Federal</li> <li>a ser implementada em 1995</li> </ul>	-	desconhecida 197	para financiamento de entidades de bacias hidrográficas e indução do uso racional de recursos hídricos
<u>Tarifa de esgoto industrial baseada no conteúdo de poluentes:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de São Paulo</li> <li>Estado do Rio de Janeiro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>parcialmente implementada desde 1981</li> <li>implementada desde 1986 e terminada em 1994</li> </ul>	13 3	- -	para recuperação de custos de estações de tratamento de esgoto
<u>Imposto de poluição do ar e poluição hídrica</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado do Rio de Janeiro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ainda em discussão na legislatura estadual</li> </ul>	-	3	para financiamento do órgão estadual
<u>Compensação financeira devido a exploração dos recursos naturais:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>geração hidrelétrica</li> <li>produção de óleo</li> <li>mineral (exceto óleo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>totalmente implementada desde 1991</li> </ul>	315 97 41	- - -	para compensar municípios e estados onde se realiza a produção e também as agências de regulação
<u>Compensação fiscal por áreas de preservação:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de São Paulo</li> <li>Estado do Paraná</li> <li>Estado do Rio de Janeiro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>implementada em 1994</li> <li>implementada desde 1992</li> <li>em discussão na legislatura estadual</li> </ul>	- 53 -	19 - 55	para compensar municípios para restrições de uso do solo em áreas de mananciais e de preservação florestal
<u>Impostos por desmatamento:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundo Federal de Reposição Florestal pago por usuários sem atividades de reflorestamento</li> <li>Taxa de Serviço Florestal em Minas Gerais pago por usuários de produtos florestais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>implementado desde 1973</li> <li>parcialmente implementada desde 1968 e totalmente revisada e implementada em 1994</li> </ul>	7 -	- 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>para financiar projetos de reflorestamento público</li> <li>para financiar atividades do serviço florestal do estado</li> </ul>

Fonte: Serôa da Motta & Reis (1994).

A tramitação deste projeto de lei<sup>11</sup> no Congresso Nacional é demorada, devido à complexidade técnica e política da matéria. Uma das questões mais controvertidas é a especificação da cobrança proposta, que objetiva o financiamento das agências de bacias hidrográficas e, ao mesmo tempo, a indução ao uso racional dos recursos hídricos. As principais questões são relacionadas à definição do valor da cobrança, da distribuição das receitas resultantes e sua complementaridade com os instrumentos de comando-e-controle existentes.

Os instrumentos de cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo, embora já aprovado o projeto de lei que os criam, têm tido sua implementação retardada, encontrando dificuldades de regulamentação, em função das razões acima mencionadas.<sup>12</sup>

Sumarizando, duas recomendações devem ser feitas:

- conciliar o objetivo de geração de receita com o de indução à mudança do padrão de uso e consumo dos recursos naturais; e
- ajustar os mecanismos de comando-e-controle com os instrumentos econômicos. Vale sugerir também que o processo de adoção de instrumentos econômicos comece por situações nas quais:
  - os agentes econômicos estejam conscientes das vantagens do novo sistema e, portanto, dispostos a cooperar;
  - o órgão ambiental tenha conhecimento e controle adequado sobre fontes, emissões e nível de qualidade ambiental desejado;
  - a administração de coleta de taxas ou emissão de certificados esteja harmonizada com os outros órgãos do governo; e
  - seja possível simular cenários e resultados, de forma a orientar a implementação da nova sistemática com base em IE.

---

(11) Projeto de Lei n. 2249 de 1991, substitutivo do Deputado Federal Fábio Feldmann.

(12) Estas questões foram amplamente debatidas no Seminário “A Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos no Brasil”, realizado no IPEA/DIPES, em 07 de julho de 1995. Para maiores detalhes sobre este tema, ver Serôa da Motta & Reis (1994) e Serôa da Motta (1995a; 1995b).

## **2 Simulando a implementação de taxas de poluição hídrica<sup>13</sup>**

Esta seção apresenta um modelo de simulação para analisar as questões de eficiência econômica e ambiental e aspectos fiscais relativos à adoção de taxas para o controle da poluição hídrica em bacias hidrográficas. As simulações foram realizadas, especificamente, para o poluente Matéria Orgânica medido em Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, e direcionadas para a bacia do Alto Tietê e a sua sub-bacia do Piracicaba, localizadas no estado de São Paulo, para o ano de 1992.

Dados sobre emissão foram obtidos na agência ambiental do estado de São Paulo, CETESB, e consistem em informações sobre a atividade principal das indústrias (classificação setorial), emissões potenciais (carga de poluição tecnicamente esperada de indústrias sem qualquer dispositivo de controle) e emissões remanescentes (quantidade remanescente, depois da implementação de dispositivos de controle) e localização de indústrias (sub-bacia, municipalidade), para cada indústria na bacia do rio.<sup>14</sup>

No modelo, supõe-se que as indústrias decidem reduzir suas emissões, instalando unidades de controle individuais, que removem poluentes de seus efluentes.<sup>15</sup> Estas unidades podem utilizar diferentes tecnologias, em uma dada ordem, para cada atividade principal, com eficiência de controle específica e custos unitários, dependendo da escala de emissão.<sup>16</sup> Os custos de controle marginais para cada tecnologia e escala de emissão de poluentes são baseados em custos de controle

---

(13) Esta seção é uma versão mais atualizada de Serôa da Motta (1995a; 1995b). No presente estudo, além da utilização de uma base de dados de emissões revisada (ver Mendes, 1994), adotou-se uma metodologia de estimação de custos de controle individual mais realista, na qual se admite que a expansão dos investimentos em controle pode ser realizada em escalas compatíveis com as metas exigidas.

(14) Nenhuma indústria foi identificada individualmente por nome ou marca.

(15) Outras opções para alcançar objetivos de controle desejados são modificações nos processos industriais, instalação de uma central coletiva para remoção de poluentes, escoamento de efluente em sistema de esgoto público, ou combinações de todas as quatro alternativas. Estas opções foram ignoradas no modelo no interesse da simplicidade, uma vez que os custos marginais para estas estratégias alternativas são muito difíceis de serem avaliados.

(16) Para maiores detalhes, ver Serôa da Motta (1995a; 1995b) e Mendes (1994).

européus adotados por Jantzen (1993; 1994), para os diversos setores industriais.<sup>17</sup>

## 2.1 O modelo de simulação

As simulações são realizadas tanto para C&C, quanto para IE. Elas estimam o nível de controle resultante na bacia, os custos totais de controle e a receita fiscal total.

Na abordagem de comando-e-controle (C&C), todas as firmas são obrigadas a reduzir suas emissões potenciais a uma dada porcentagem, de modo a alcançar um nível de poluição global desejado, sob pena de enfrentarem sanções.

Para simular uma estratégia de C&C, uma abordagem muito simples foi adotada:

- em todas as indústrias, de todas as atividades, é imposta uma meta de nível mínimo de controle pela autoridade ambiental. Se a meta de controle, por exemplo, é fixada em 70% para ser adotada por todas as indústrias, cada indústria diminuirá, no mínimo, 70% do seu potencial de emissão.<sup>18</sup> Isto é, 30% da emissão potencial são permitidos. Esta meta seria, assim, uma *proxy* do padrão de emissão;
- todas as indústrias aceitam a regulamentação e investem em controle, independentemente do seu tamanho, atividade, produção ou locação;
- os custos marginais de controle são dados para cada tecnologia utilizável, em uma dada ordem, para cada atividade principal e são considerados iguais para cada indústria.

Na simulação com instrumento econômico (IE), uma taxa sobre níveis de emissão, introduz-se um componente na estrutura de preços da

---

(17) Estes níveis de custos foram adotados sem qualquer ajuste adicional.

(18) Note-se que, devido à dificuldade de se obter informações, a meta ambiental, aqui, está baseada nas descargas de efluentes e não nos níveis de concentração, como é normalmente empregado em políticas ambientais. Todavia, essa diferença não irá modificar os resultados.

firma. Por conseguinte, a decisão de reduzir emissões recai sobre o poluidor, que precisará minimizar os custos associados à redução da poluição. Conseqüentemente, uma firma decidirá reduzir suas emissões até o ponto em que o custo marginal de controle for igual à redução marginal da taxa; depois desse ponto, o mais racional será pagar as taxas.<sup>19</sup>

A simulação da taxação é também muito simples:

- a agência ambiental estabelece um nível da taxa que será cobrada para cada unidade de poluição emitida excedente à meta de nível mínimo de controle determinada. Essa meta, como aquela para o C&C, é uma porcentagem do potencial de emissão das indústrias, que deve ser controlado ou taxado. Quanto maior este nível de controle, maior a base de taxação;
- a mesma taxa é imposta a cada indústria e em todas as atividades;
- os custos marginais de controle são dados a cada tecnologia utilizável, em uma dada ordem para cada atividade, e são considerados iguais para todas as indústrias;
- todas as indústrias investem em controle e/ou pagam a taxa, independentemente do seu tamanho, atividade, produção ou locação.

Essa simulação com taxação não é um caso puro de utilização de instrumentos econômicos, uma vez que taxas são combinadas com metas individuais que representam um instrumento de comando-e-controle. A principal diferença entre a simulação de taxação e os de C&C é que, no primeiro, os poluidores podem escolher entre controlar ou pagar taxas para que se cumpra a meta, ao passo que, no segundo, assume-se que o nível mínimo de controle exigido será adotado em cada indústria.

Os custos privados associados à poluição – aqueles incidentes sobre os dos poluidores – são, então, basicamente uma combinação de dois fatores:

- os custos de controle, e

---

(19) Para maiores discussões sobre estas questões de aplicação de IE, ver Tietenberg (1990); Anderson (1991); Pearce (1991) e Serôa da Motta (1991b).

- os recursos necessários para pagar taxas da poluição residual que não é controlada, os quais podem servir como receita fiscal para a agência reguladora. Para a sociedade como um todo, os custos sociais são somente os custos de controle, uma vez que as receitas fiscais são apenas transferências entre agentes econômicos.

A curva de custo de controle tem uma inclinação positiva, indicando que custos marginais crescem quando os níveis de controle crescem. A curva de receita fiscal tem outra forma. A receita fiscal é elevada quando o nível de taxa não é alto o suficiente para induzir controle substancial, uma vez que os custos de controle excedem os de pagamento de taxas. Acima de um certo nível de taxas, o controle cresce e a receita diminui até chegar a zero, no ponto onde a taxa é alta o suficiente para justificar o controle total das emissões.

Simulações estimam o nível de controle resultante na bacia, os custos totais de controle e a receita fiscal total.

## **2.2 Resultados**

As simulações foram realizadas com taxas unitárias por t/ano, variando de US\$ 0.30 a US\$ 4.00 e meta de controle de 0% a 100%. Por definição, os resultados do C&C dependerão apenas das metas de controle.

Antes de discutir os resultados, vale a pena notar que os custos das unidades de controle variam de acordo com a escala de controle das cargas poluidoras. Quando ocorrem saltos significativos nos custos marginais de controle, devido a mudanças tecnológicas (e/ou efeitos escala), pequenas variações para cima das metas de controle ou das taxas impostas acabam por não induzir investimentos de controle, embora elevem substancialmente os níveis de receita.

Também, deve ser notado que em cada bacia existe um nível atual de controle e que em cada indústria e setor este nível varia em torno desta média total. Assim, quando uma meta é imposta, a qual está relacionada à

emissão potencial, pode se esperar que algumas indústrias ou setores já a tenham alcançado.

Os resultados são apresentados para as várias combinações de valores de taxas e níveis de meta, da seguinte forma:

- o controle final da bacia (CF), como porcentagem da emissão potencial total de todas as indústrias da bacia, que foi alcançada depois da fixação de uma taxa e/ou de uma meta;
- o respectivo custo de controle (CC), que representa os custos sociais para alcançar determinado nível de CF;
- a receita fiscal resultante (RF);
- o custo privado total (CT), equivalente à soma do custo de controle e da receita fiscal, representa os custos referentes aos poluidores.

Na Tabela 1, são apresentados alguns resultados das simulações, referentes a CF, para diversas combinações entre níveis mínimos de controle, por poluidor e taxação, para 859 indústrias localizadas na bacia do Alto Tietê e 175 indústrias, na bacia do Rio Piracicaba, que é uma parte da bacia do Alto Tietê.<sup>20</sup> São também apresentados os resultados para a abordagem de comando-e-controle (C&C), que pode ser entendida como um caso no qual se estabelece uma taxa infinita que obriga todos os poluidores a atenderem a meta estabelecida.

Observa-se, na Tabela 1, que combinações distintas de taxas e nível mínimo de controle geram valores equivalentes de redução de lançamentos de poluentes nas bacias. Estas reduções equivalentes de lançamentos de poluentes definem curvas, nas quais cada ponto representa um controle de poluição final de mesma magnitude. Estas curvas serão aqui denominadas de curvas de isocontrole. O conjunto das curvas de isocontrole define uma *superfície de controle*, onde cada par de parâmetros – nível mínimo de controle por poluidor e taxação – define

---

(20) A bacia do Alto Tietê compreende o conjunto das bacias que drenam para o Rio Tietê, a montante da barragem de Barra Bonita. Segundo a classificação da CETESB, ela compreende as bacias Tietê Alto Cabeceiras, Tietê Alto Zona Metropolitana, Tietê Médio Superior, Guarapiranga, Billings, Capivari, Cotia, Jundiaí, Sorocaba e Piracicaba, abrangendo 89 municípios de São Paulo, inclusive a região da capital. A bacia do Rio Piracicaba é parte da bacia do Alto Tietê, abrangendo 29 municípios na região de Campinas e desaguando diretamente no reservatório de Barra Bonita.

um nível final de CF. Os Gráficos 1 e 2 apresentam superfícies de controle para o caso exemplificado na Tabela 1. Para efeito de apresentação, agruparam-se as curvas por intervalos de magnitude. Note-se que movimentos, ao longo de uma isocontrole, geram o mesmo controle final na bacia. Entretanto, embora sejam ambientalmente equivalentes em termos de redução da carga poluidora, cada ponto na isocontrole representa um resultado econômico distinto.<sup>21</sup>

Tabela 1  
Resultados das simulações para as Bacias do Alto Tietê e Piracicaba

<b>Alto Tietê</b>											
Taxa	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0,30	77,40	78,12	78,71	79,14	79,91	80,81	81,93	83,38	85,31	87,60	89,42
0,50	77,40	78,14	78,74	79,19	80,00	80,95	82,13	83,65	85,67	88,13	90,79
0,80	77,40	78,14	78,74	79,21	80,04	81,62	83,25	85,31	87,81	90,76	94,34
1,00	77,40	78,14	78,81	79,47	80,54	82,10	83,91	86,22	88,92	92,11	95,73
2,00	77,40	78,14	78,94	79,83	81,23	82,92	85,01	87,44	90,50	94,10	98,15
3,00	77,40	78,16	78,98	79,92	81,34	83,04	85,13	87,59	90,69	94,41	99,38
4,00	77,40	78,16	78,98	79,92	81,34	83,04	85,13	87,59	90,69	94,42	99,54
C&C	77,40	78,16	78,98	79,92	81,34	83,04	85,13	87,59	90,69	94,43	99,58
<b>Piracicaba</b>											
Taxa	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0,25	85,42	85,76	86,08	86,35	86,61	86,88	87,52	88,71	90,66	93,38	96,03
0,50	85,42	85,77	86,10	86,38	86,66	86,93	87,59	88,80	90,78	93,58	96,96
0,75	85,42	85,77	86,11	86,39	86,67	86,96	87,63	88,87	90,88	93,71	98,02
1,00	85,42	85,77	86,11	86,39	86,67	87,03	87,78	89,05	91,10	94,03	98,37
2,00	85,42	85,77	86,14	86,51	86,88	87,25	88,01	89,35	91,51	94,58	99,27
3,00	85,42	85,77	86,15	86,52	86,89	87,27	88,03	89,38	91,55	94,65	99,56
4,00	85,42	85,77	86,15	86,52	86,89	87,27	88,03	89,38	91,55	94,65	99,60
C&C	85,42	85,77	86,15	86,52	86,98	87,27	88,03	89,38	91,55	94,65	99,61

(21) Cada ponto de uma isocontrole reflete uma situação onde a remoção de poluentes agregada é semelhante, mas as remoções individuais são diferentes. Deve-se lembrar, também, que a redução no total dos lançamentos de poluentes em uma bacia não garante que a qualidade da água na bacia será melhorada na mesma proporção. Isto ocorre em função da distribuição irregular dos estabelecimentos e das diferentes capacidades de assimilação de poluentes ao longo dos rios.

Gráfico 1  
Curvas de isocontrole na Bacia do Rio Tietê Montante

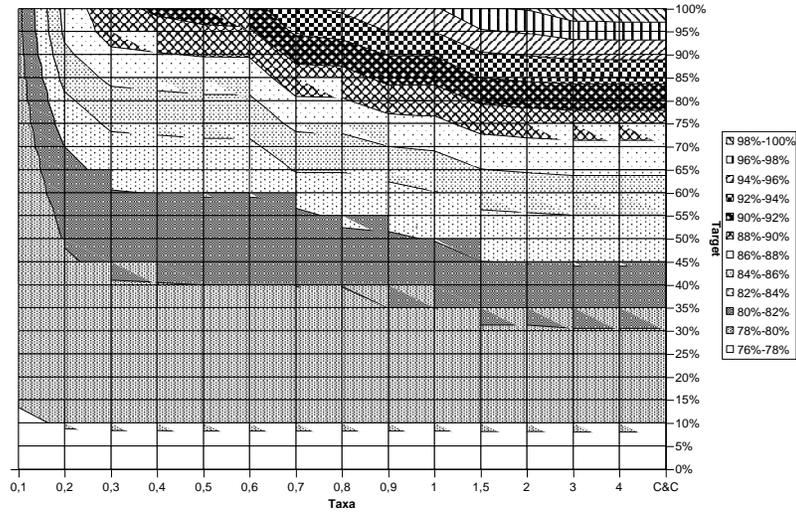
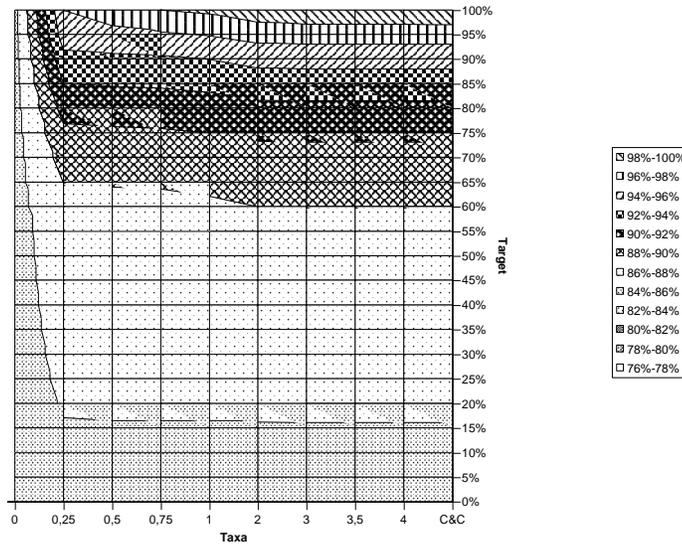


Gráfico 2  
Curvas de isocontrole na Bacia do Rio Piracicaba



Para exemplificar as propriedades econômicas das curvas de isocontrole, as Tabelas 2 e 3 apresentam simulações para o seguinte caso: com o objetivo de reduzir a descarga orgânica industrial, as autoridades ambientais decidem impor, a todos os poluidores, uma meta de nível mínimo de controle em cada fábrica igual ao nível médio de controle total da bacia. À primeira vista, tal exigência parece eqüitativa para elevar o nível total de controle da bacia. As simulações de C&C do modelo estimam que esta exigência elevaria o nível médio de controle total de 77,4% para 89,8% no Alto Tietê e de 85,4% para 93,2% no Piracicaba.

No caso do Alto Tietê, por exemplo, a Tabela 2 indica que o custo total de controle na opção de C&C seria mais de três vezes maior que no caso, por exemplo, da combinação de uma taxa de \$0,32 por t/ano e um nível mínimo de controle por poluidor de 100%. Ou seja, ao obrigar o controle total das emissões e impor uma taxa de \$0,32, obtém-se um economia significativa de gastos em equipamentos de controle de poluição. Dessa forma, a sociedade estaria atingindo um controle total de emissões equivalente àquele obtido através de C&C, mas, incorrendo em um custo três vezes menor. No caso do Piracicaba, observa-se na Tabela 3, que a adoção de taxas também gera significativas reduções nos custos totais de controle. Embora o custo privado total inclua as despesas fiscais, em termos econômicos este encargo fiscal é apenas uma transferência de renda e não uma perda de bem-estar.

Tabela 2  
Isocontrole de 89,8% na Bacia do Rio Tietê

Taxa	Meta Individual do Nível Mínimo de Controle	Custo Total de Controle	Arrecadação Total	Custo Privado Total	Custo por Unidade Controlada		
					Controle	Taxação	Total
0,32	100,00%	3.078,87	5.971,59	9.050,46	0,1341	0,2602	0,3943
0,40	96,00%	3.204,57	5.913,41	9.117,98	0,1394	0,2573	0,3967
0,61	90,00%	4.616,28	5.398,12	10.014,40	0,1996	0,2334	0,4329
0,84	85,00%	6.328,62	4.046,84	10.375,46	0,2747	0,1757	0,4504
1,45	80,00%	8.590,06	2.016,77	10.606,83	0,3649	0,0857	0,4505
2,50	77,50%	10.365,73	23,64	10.389,37	0,4432	0,0010	0,4442
C&C	77,40%	10.367,09	-	10.367,09	0,4442	0,0000	0,4442

Nas Tabelas 2 e 3, observa-se que é possível atingir estes níveis médios de controle total nas bacias, identificando outros pontos da mesma isocontrole, i.e., utilizando diferentes combinações de taxas e níveis mínimos de controle exigidos, para cada poluidor.

Tabela 3  
Isocontrole de 93,2% na Bacia do Rio Piracicaba

Taxa	Meta Individual do Nível Mínimo de Controle	Custo Total de Controle	Arrecadação Total	Custo Privado Total	Custo por Unidade Controlada		
					Controle	Taxação	Total
0,13	100,00%	813,30	981,85	1.795,15	0,0949	0,1146	0,2095
0,17	92,00%	865,04	455,17	1.320,21	0,0982	0,0517	0,1498
0,19	90,00%	910,33	314,97	1.225,30	0,1031	0,0357	0,1388
0,84	88,00%	1.033,01	834,84	1.867,85	0,1181	0,0955	0,2136
1,33	86,00%	1.680,82	273,45	1.954,27	0,1908	0,0310	0,2218
C&C	85,42%	1.989,22	-	1.989,22	0,2256	0,0000	0,2256

Estas reduções de gastos são facilmente compreendidas, pois a abordagem da taxaço oferece um incentivo econômico aos poluidores, que apresentam custos marginais de controle mais baixos para serem os primeiros a aumentar o controle. Assim, como as unidades de poluição controladas são justamente aquelas, cujos custos de controle são inferiores à taxa proposta, garante-se que todas as unidades de poluição necessárias para atender à meta individual de controle sejam aquelas removidas com os menores custos marginais.

Na abordagem de C&C, por outro lado, todas as fábricas são obrigadas a reduzir suas emissões por uma proporção fixa, para atender à meta ambiental, independentemente das suas diferenças no custo marginal de controle. Assim, as unidades de poluição controladas não seguem uma seqüência de custos marginais mínimos, como no caso de C&C e, portanto, geram custos de controle totais mais elevados.

Dessa forma, conforme se observa nas Tabelas 2 e 3, os custos médios de controle por unidade de poluição reduzida são sempre inferiores quando se adota a taxaço.

Para atingir um nível de controle total na bacia equivalente ao C&C com adoção de taxas, i.e., movimentos ao longo da isocontrole, há que se elevar as metas individuais de controle. Observando os resultados das Tabelas 2 e 3, nota-se que metas individuais mais altas com taxas menores significam maior receita fiscal com custo médio de taxa por unidade controlada, menor. Ou seja, à medida que se elevam as metas individuais, há que se reduzir as taxas, pois induz-se o controle de cargas poluidoras, com custos marginais mais baixos ao nível das firmas, ampliando a base de taxa. Isto é, a existência de padrões de emissão, aqui representados pelos níveis mínimos individuais de controle, reduz a eficiência da taxa.

Entretanto, os custos totais privados (custo de controle mais despesas fiscais), embora próximos, nem sempre são equivalentes, ao longo da curva de isocontrole. Conforme já salientado, as discrepâncias são observadas porque um aumento na taxa pode não ser suficientemente alto para introduzir uma expansão do nível de controle, mas poderá elevar a arrecadação fiscal mais que proporcionalmente à redução da meta individual. Isto é, podem existir “saltos tecnológicos”, que obrigam compensações assimétricas entre despesa fiscal e custos de controle.

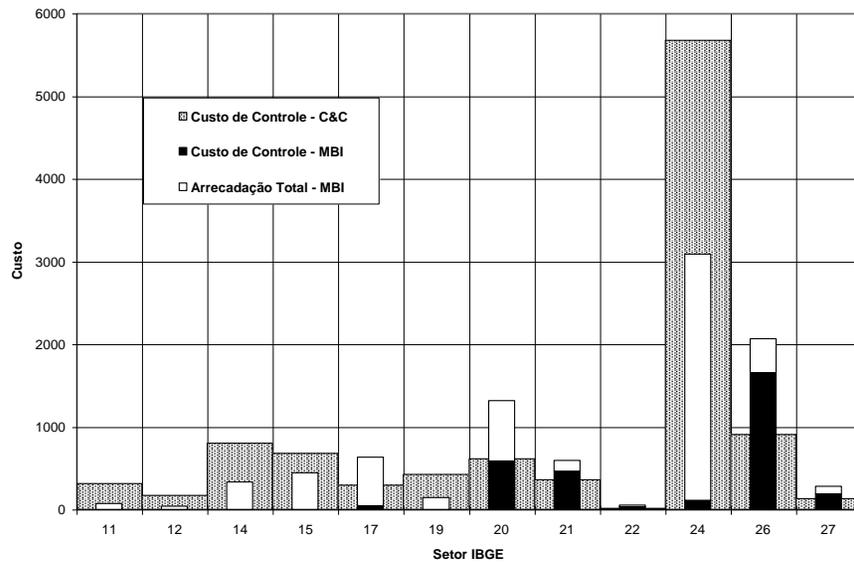
Estas discrepâncias são mais evidentes na bacia do Piracicaba, onde a diversidade e o número de poluidores são menores e, portanto, maior a possibilidade de ocorrer tais saltos que influenciam os custos de controle. Esta possibilidade pode ser melhor observada nas diferenças entre os custos privados totais médios, apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Dessa forma, a adoção de uma combinação de taxa e nível mínimo de controle pode ser determinada, politicamente, segundo critérios que reduzam o custo total ou que elevem a receita fiscal.

Embora o controle total seja equivalente ao longo da isocontrole, a distribuição entre os poluidores e, conseqüentemente, entre os setores, dos custos de controle individual e da arrecadação fiscal se altera para cada um de seus pontos. Conforme mostra o Gráfico 3 relativo à bacia do Alto Tietê, que compara C&C e taxa com 100% de meta, os custos totais privados no C&C, para os setores 17 (Papel e Celulose), 20

(Química), 21 (Produtos Farmacêuticos) e 26 (Alimentos), são menores que no caso de taxaço.

Gráfico 3  
Custos de Controle e Arrecadação Total na Bacia do Alto Tietê



Estes incrementos de custos, todavia, poderiam ser financiados pela receita fiscal arrecadada (que é sempre superior aos incrementos de custos) e esta diferença cresce à medida que a meta de controle se reduz, aumentando a base de taxaço.

Outro aspecto importante, que representa também um fator adicional de complexidade no sistema de taxaço, é o nível de taxaço em sub-bacias da mesma bacia. Este é o caso da bacia do Rio Piracicaba, que é parte da bacia do Alto Tietê, considerada neste estudo. Conforme discutido anteriormente, uma taxa de \$0,32 com meta de 100% elevaria o controle total médio para 89,8% no Alto Tietê. Caso esta taxa seja aplicada, isoladamente, na bacia do Piracicaba, o nível total de remoço seria de 96,5%.

Tal fato indica que o nível de taxaço por bacia deve ser definido de acordo com metas ambientais que considerem a distribuição geográfica dos pontos de descarga vis-à-vis os usos desejados dos recursos hídricos sob controle.

De qualquer maneira, este aspecto introduz mais um elemento de complexidade no sistema de taxaço, pois uma política de taxaço, que considere as metas ambientais por sub-bacia, pode resultar em uma disputa fiscal entre elas.

### **Conclusões**

Em suma, este estudo procura ilustrar como a adoção de incentivos econômicos pode gerar ganhos de eficiência na gestão ambiental, ao reduzir os custos totais de controle. Evidencia-se que, quanto maior o nível mínimo de controle exigido dos poluidores, menor será o custo total de controle, porque se permite que o aumento de controle se realize cada vez mais por aquelas unidades de poluição com custo marginal de controle mais baixo. Elevando-se o nível mínimo de controle, reduz-se a taxa cobrada, embora aumentando a arrecadação fiscal. Estes resultados comprovam que padrões de emissão devem ser abandonados, para aumentar a eficiência da taxaço para atingir um padrão ambiental desejado.

Entretanto, a introdução da taxaço aumenta a complexidade do sistema de controle, em termos da distribuição dos custos de controle entre as firmas, da transferência das receitas fiscais e da definição dos níveis de taxas em sub-bacias. Estas questões, conforme já mencionado anteriormente, estão na pauta de discussão política, que hoje se realiza no país, para a introdução da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Tendo em vista a complexidade dos mecanismos de taxaço, parece plausível considerar as vantagens de adoção de outro instrumento, como os certificados comercializáveis de poluição. O uso de certificados, além de possibilitar os mesmos ganhos de eficiência da taxaço, poderia contornar os problemas acima apontados, porque:

- a eficiência ambiental seria menos incerta, na medida em que o controle final da bacia seria o único parâmetro dependente da autoridade ambiental;
- a complexidade da administração fazendária de coleta de taxas diferenciadas por bacias, seria desnecessária;
- as diferenças setoriais de custos de controle poderiam, caso fosse politicamente desejável, ser mitigadas através de uma dotação inicial de certificados favorável aos setores mais penalizados, inclusive com base em critérios de equidade ou de desconcentração econômica;<sup>22</sup>
- o financiamento de investimentos em controle seria realizado entre as próprias firmas, via comercialização dos certificados; e
- os conflitos fiscais entre bacias seriam menos aparentes, uma vez que os preços dos certificados seriam determinados entre as firmas.

As receitas necessárias para a administração da bacia e das atividades de fiscalização poderiam ser derivadas de pequenas taxas uniformes sobre os certificados em poder das firmas, a título de senhoriagem ou corretagem.

Estas taxas também serviriam de desincentivo a procedimentos restritivos à comercialização dos certificados, que são dificuldades reconhecidas para a realização plena das vantagens do uso de certificados. Estas são situações em que o poder de mercado de algumas firmas permite estoques especulativos de certificados, ou em que as incertezas em relação à continuidade destes mecanismos desestimulam o processo de comercialização. Tais problemas, entretanto, além das referidas taxas, podem também ser contornados com normas específicas de comercialização e adoção de práticas comerciais mais eficientes, como por exemplo, mercado futuro e transparência no processo de emissão de certificados. Sem dúvida, estas são questões merecedoras de um esforço futuro de pesquisa.

---

(22) No caso real de bacias, existiriam as fontes poluidoras de efluentes domésticos, geralmente as empresas de saneamento, que poderiam ser privilegiadas na dotação de certificados, com o objetivo de subsidiar as famílias, para evitar uma elevação tarifária penalizadora aos mais pobres.

**Referências bibliográficas**

- ANDERSON, D. An economic perspective on management in the public sector. In: ERÖCAL, D., ed. *Environmental management in developing countries*. OECD, 1991.
- BAUMOL, W.F.; OATES, N.E. *The theory of environmental policy*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1988.
- JANTZEN, J. *Cost-effective pollution control in Brazil*. The Hague, Netherlands: TME Instituut, 1993. mimeo. (Comissioned by the World Bank).
- \_\_\_\_\_. *Technology databases - MOSES*. TME The Hague, Netherlands: TME Institut, 1994. mimeo.
- MARGULIS, S. Economia do meio ambiente. In: MEIO ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1990.
- MENDES, F.E. *Uma avaliação dos custos de controle da poluição hídrica de origem industrial no Brasil*. Rio de Janeiro: UFRJ.COPPE.PPE, 1994. (Dissertação de Mestrado)
- PEARCE, D. New environmental policies: recent OECD country experience and its relevance to the developing world. In: ERÖCAL, D., ed. *Environmental management in developing countries*. OECD, 1991.
- \_\_\_\_\_; TURNER, R.K. *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore: Johns Hopkins, 1990.
- SERÔA DA MOTTA, R. Análisis económico de la contaminación de aguas en América Latina: el caso de Brasil. In: QUIROZ, J.A., ed. *Análisis económico de la contaminación de aguas en América Latina*. CINDE/ILALDES/Georgetown Univ., 1995a.
- \_\_\_\_\_. *Water quality and policy in Brazil: estimates of health costs associated to sanitation services and simulation of pollution taxes applied in river basins*. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1995b. (Série Seminários, n. 8)
- \_\_\_\_\_. *Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos*. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1995c. mimeo.
- \_\_\_\_\_. Mecanismos de mercado na política ambiental brasileira. In: PERSPECTIVAS da economia brasileira - 1992. Rio de Janeiro: IPEA, 1991a.
- \_\_\_\_\_. Recent evolution of environmental management in the brazilian public sector: issues and recommendations. In: ERÖCAL, D., ed. *Environmental management in developing countries*. OECD, 1991b.

SERÔA DA MOTTA, R. Análise de custo-benefício do meio-ambiente. In: MEIO ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1990.

\_\_\_\_\_; REIS, E.J. *The application of economic instruments in environmental policy: the brazilian case*. Paris: OECD/UNEP, 1994. mimeo. (Presented at Workshop on The Use of Economic Policy Instruments for Environmental Management)

TIETENBERG, T. H. Economic instruments for environmental regulation. *Oxford Review of Economic Policy*, v.6, n.1, mar. 1990.

# ***A política energética e o meio ambiente: instrumentos de mercado e regulação***

*Gilberto De Martino Jannuzzi*

## **Introdução**

A inserção de uma discussão específica sobre Energia e Meio Ambiente dentro de um Seminário sobre Economia e Meio Ambiente é bastante pertinente. Isto, porque energia é um dos insumos básicos para o crescimento econômico e abrange um grande número de complexos impactos ao meio ambiente, indo desde impactos locais até problemas de ordem global. A energia não é apenas um componente da infra-estrutura industrial de um país, como também faz parte do estilo de vida da sociedade moderna, que inclui atividades cada vez mais dependentes desse insumo, para satisfazer suas necessidades de transporte, lazer e conforto material.

Este é também um setor que está sofrendo mudanças profundas quando ao seu processo de planejamento, investimentos e gerenciamento, em todo mundo. No Brasil, ele começa a ser privatizado e, ainda que timidamente, iniciam-se as discussões de como a sociedade poderá exercer controle sobre preços de energia, prioridade de investimentos, qualidade de serviços e proteção ambiental.

Com relação aos mecanismos de controle, é fundamental entender o papel (e suas limitações) que instrumentos de mercado, jurídicos, econômicos e financeiros podem desempenhar para que o desenvolvimento do setor energético se faça de acordo com as noções de preservação ambiental. Este será o objetivo da presente intervenção: iniciar a discussão sobre mecanismos de controle para o setor energético.

Cabe esclarecer que, neste trabalho será estendida a discussão não só para o setor de produção de energia, que compreende as diversas companhias que produzem e comercializam energéticos (tais como

companhias de petróleo e derivados, companhias de eletricidade, gás, produtores de álcool, etc.), mas também são incluídos os sistemas de consumo de energia. Esses setores também queimam combustíveis e criam a necessidade de expansão dos negócios das companhias produtoras de energia.

Num primeiro momento, será contextualizado o setor energético dentro do problema ambiental, em particular com o problema de mudanças climáticas. Feito isso, serão discutidas algumas direções e instrumentos que estão sendo colocados em prática, em alguns países, para que a expansão futura do setor de produção de energia e da maneira como a sociedade consome energia possam ser feitos de maneira mais sustentável.

## **1 A produção e uso de energia e o problema de emissões de gases-estufa**

É sabido que a contínua urbanização e industrialização de nossa sociedade cria crescentes e novas demandas por serviços de energia. Aumentam as necessidades de transporte de pessoas e mercadorias, de construção e de operação da infra-estrutura urbana, e de serviços industriais e comerciais. O crescimento populacional e a própria expectativa de elevação de padrões materiais de vida e conforto resultam em maior pressão para a utilização dos recursos energéticos. Em especial, observa-se que aumenta o consumo de combustíveis para transporte e a energia elétrica passa a ser um dos principais energéticos desse modelo de sociedade.

Por outro lado, avolumam-se as evidências de que o contínuo crescimento das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e outros gases produzidos por atividades humanas acentuam o chamado “efeito estufa” com graves, e até mesmo imprevisíveis, alterações nos padrões climáticos do planeta. A matéria, embora controversa, é de relevância, merecendo um importante acordo internacional, o Tratado da Convenção Climática, estabelecido durante a Conferência Rio-92.

A produção e uso de energia é responsável pela quase totalidade das emissões do principal gás estufa – o CO<sub>2</sub>. Anualmente, cerca de 6 bilhões de toneladas de carbono são lançadas à atmosfera pela queima de combustíveis fósseis, uma quantidade muitas vezes superior à capacidade do nosso ecossistema promover sua reciclagem natural. Além disso, a produção e uso de energia está intimamente associada a dois outros problemas de âmbito mais local – a poluição atmosférica urbana e o problema de acidificação.

Até agora essa gama de problemas, ou indesejáveis externalidades como chamam alguns, que vão desde a poluição local até a questão global de emissões de gases-estufa, não tem sido adequadamente refletidas nos preços de energia e nem nos esforços de planejamento energético através de outros instrumentos.

Através de políticas de preço de energia, tem sido difícil, por exemplo, disseminar o uso de energia solar, ou de tecnologias mais limpas e eficientes, porque elas não competem favoravelmente com os atuais preços do petróleo. As decisões tomadas por investidores individuais, em um ambiente do chamado “mercado”, dificilmente considerarão arcar com custos maiores, com objetivos de proteção ambiental. Os limites onde essas decisões podem ser feitas parecem-me óbvios. A privatização do setor energético vai adicionar maiores barreiras para fontes renováveis e maior eficiência energética nos setores de consumo.

O problema das emissões de CO<sub>2</sub>, advindas do uso de energia, está relacionado principalmente a três atividades: a produção de eletricidade, atividades do setor de transporte e indústria. Cerca de menos de 30% das emissões globais de CO<sub>2</sub> são decorrentes da produção de eletricidade em centrais térmicas. O setor industrial e o setor de transportes são responsáveis por quase dois terços das emissões. O restante são contribuições menores dos outros setores de atividades econômicas e também de emissões advindas de queimadas de florestas nativas, mas as estimativas desse último componente variam bastante entre os especialistas.

O caso da eletricidade chama atenção. É interessante notar também que, nos últimos 20 anos, mais de 50% do incremento de emissões de dióxido de carbono vieram da produção de eletricidade, e essa velocidade continua aumentando especialmente em países em desenvolvimento.

Cresce na comunidade internacional a concepção de que estamos tratando com um problema que tem dimensão global e cujos instrumentos de solução exigem melhor compreensão das realidades locais.

Tendo em mente instrumentos jurídicos, econômicos e financeiros que podem ser utilizados para estimular ações de proteção ambiental, é necessário falar de algumas distorções a nível global. Cerca de 30% da população mundial consome 70% da energia. Se contabilizarmos o consumo acumulado desde a Revolução Industrial, a situação é mais grave: menos de 20% da população acumulada desde a Revolução Industrial foi responsável por mais de 85% da energia consumida até hoje. É claro que essa concentração se localiza nos chamados países industrializados. Outra distorção aparece quando são analisadas as emissões em termos per capita. As diferenças dentro de um mesmo país podem ser de 10 vezes e entre países diferentes chegam a ser superiores a 100 vezes.

Esses dados são suficientes para verificar que, instrumentos destinados a tornar o uso de energia mais eficiente e com menor impacto ambiental terão diferentes prioridades, barreiras e efeitos nos diversos países. Há que se considerar efeitos desastrosos que a inserção de novas taxas, ou impostos, pode ter nesse ambiente extremamente desigual de uso de energia.

Além do problema de equidade de novos impostos ou taxas para regular o consumo de energéticos, existe o problema de subsídios diretos ou indiretos, que provocam danos e adicionam barreiras para novas tecnologias de energia. É o caso de subsídios oferecidos a indústrias como alumínio, petroquímica, ferro e aço, ao uso de fertilizantes e pesticidas, subsídios à produção de carvão e petróleo e seus derivados. Isso ocorre, em maior ou menor grau, em praticamente todos os países. O *World Watch Institute* estima que o equivalente a 3% da economia

mundial (ou o equivalente ao PIB da Itália) é gasto em subsídios a atividades que destroem o meio ambiente.

Falta a rediscussão de prioridades para se estabelecer um política de taxas e subsídios, para que estes instrumentos sejam úteis para melhor uso de recursos energéticos. Outra dificuldade é que isso deve ser discutido em foros internacionais, porque se referem a problemas globais, e se estas políticas forem tomadas unilateralmente, esses países claramente adicionarão desvantagens comparativas dentro da economia global, que ainda não considera as externalidades ambientais.

No caso brasileiro, vale ressaltar que, em termos de emissões de CO<sub>2</sub>, o país possui um índice quase três vezes menor que a média mundial de toneladas de carbono per capita, estando abaixo de países como o México e China. O Brasil é um usuário privilegiado de fontes renováveis como a hidroeletricidade, lenha, carvão vegetal e álcool. Isso talvez explique sua fraca participação e atuação nos foros internacionais que discutem medidas a serem tomadas no controle de emissões. Internamente, também, ainda é dada pouca importância a esse tema, na elaboração de políticas de expansão do setor elétrico e políticas de uso de combustíveis, visando reduções de emissões.

No entanto, daqui para frente, deverá haver uma significativa participação de termoeletricidade, principalmente em regiões de alto consumo, como o estado de São Paulo. Portanto, deverá aumentar a contribuição para as emissões e também agravar outros problemas de poluição atmosférica. É necessário que os instrumentos sejam colocados em prática no país e, inclusive, o país poderia aproveitar sua vantagem comparativa no cenário internacional, devido ao crédito que possui no que se refere ao problema de emissões de CO<sub>2</sub>. Esse assunto será discutido mais adiante.

## **2 Na direção de soluções: critérios para investimentos no setor energético**

Como foi visto, a energia é um insumo importante para o crescimento econômico e produz impactos no meio ambiente. Ao

contrário de muitos insumos, ela não é reciclável e, em termos gerais, qualquer política energética, que vise atender à crescente demanda por serviços, deverá contemplar as seguintes possibilidades:

- promover a substituição de energéticos;
- diminuir a intensidade de uso de energia, via reestruturação dos sistemas de urbanização, transporte indústria e comércio;
- aumentar a eficiência energética e eliminar desperdícios.

No campo científico e tecnológico, existem boas perspectivas para melhoria de eficiências de conversão e uso final de energia. Grandes avanços deverão ocorrer em sistemas de conversão de energia, seja de origem fóssil ou renovável. Deverão surgir motores com queima limpa e eficiente, maior utilização do hidrogênio como combustível, melhoria de eficiência em sistemas de iluminação, refrigeração, etc.

A orientação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC, visando à expansão do sistema de produção de energia, deverá seguir as seguintes características, entre outras:

- conversão mais eficiente de combustíveis fósseis. No campo da geração de eletricidade, melhorias tecnológicas poderão provocar reduções de 10-20% de emissões de gases-estufa na próxima década e chegar a 50%, no longo prazo;
- alteração do padrão de uso de combustíveis, em direção àqueles com menos conteúdo de carbono. Isso significará diminuir a participação do carvão e óleos pesados para a produção de eletricidade e aumentar a utilização de gás natural e sistemas de co-geração. No setor de transporte, também será interessante promover a substituição de derivados de petróleo por gás natural e biocombustíveis, como o etanol e metanol. No entanto, há que se observar que, as reservas de carvão são muito mais abundantes que as de gás natural, o que impõe sérias limitações para essa substituição;
- maior utilização de fontes renováveis. Maior uso de biomassa, energia hidroelétrica, geotérmica, e outras. No longo prazo, é possível que essas fontes possam contribuir com a maior parcela do suprimento global de energia.

No que se refere ao progresso técnico, a perspectiva é otimista no sentido de que, a evolução do conhecimento e técnicas possibilita utilizar menos energia para a produção de bens e serviços, mantendo adequados os padrões de conforto. O país está também viabilizando tecnicamente maior utilização e aproveitamento de fontes renováveis de energia. Parece existir razoável consenso sobre o que fazer.

O problema é colocar esses avanços em uso o mais rapidamente possível, para o benefício da sociedade, ou seja, precisamos definir o como fazer. Existem aí sérias barreiras, que impedem a adoção dessas tecnologias em escala significativa. Os diferentes estágios de infraestrutura tecnológica, acesso à informação, nível e distribuição de renda de cada país oferecem barreiras para a implementação de soluções técnicas.

A seguir são apresentados alguns instrumentos que têm sido estudados e aplicados no campo da energia, procurando diminuir seus impactos ambientais.

## **2.1 A nível internacional: implementação conjunta**

A nível internacional, grande parte da discussão tem sido centrada em novas taxas ou impostos e, também, em certificados de emissão, que poderiam ser negociados em um mercado internacional, a ser estabelecido. Países industriais, que ratificaram a Convenção Climática, assumiram um compromisso de estabilizar ou reduzir as emissões futuras de CO<sub>2</sub>. Existe um consenso de que, os custos necessários para se promover reduções de emissões serão muitas vezes menores que os custos de adaptação às mudanças climáticas.

A adoção de um sistema de certificados de emissões, que poderão ser comercializados internacionalmente, é interessante para aqueles que possuem dificuldades de redução de emissões e que poderiam realizar empreendimentos conjuntos com outros em situação mais favorável. Assim por exemplo, empreendimentos com fontes renováveis ou com conservação de energia seriam contabilizados como projetos de redução

de emissões de CO<sub>2</sub> e os países participantes dos empreendimentos dividiriam os benefícios. Esse mecanismo leva em conta, também, um fato extremamente relevante - ou seja, que o potencial é maior e os custos de redução de emissões são menores em países em desenvolvimento. Países como Estados Unidos, Canadá, Noruega e Holanda estão realizando investimentos em projetos de reflorestamento, eficiência energética, energia solar e eólica em países como México, Nicarágua, Polônia, Costa Rica, e outros.

Esse tipo de empreendimento conhecido como *Joint Implementation* ou Implementação Conjunta, é mais um mecanismo que deve ser melhor explorado por nós, para tomar melhor partido da posição favorável que já temos quanto ao problema de emissões de CO<sub>2</sub> no âmbito internacional, e adquirir acesso a tecnologias menos poluidoras.

## **2.2 A nível nacional e regional: instrumentos de mercado, jurídicos, etc.**

A nível nacional, onde a maior parte das políticas energéticas de verdade deve ser elaborada, outras ações devem ser pensadas e implementadas. Maior regulação e legislação, mecanismos financeiros e de preços, estão entre as opções mais comuns. Alguns desses mecanismos estão em uso, outros são mais novos e somente em anos recentes foram aplicados para incentivar tecnologias mais limpas e eficientes, bem como penalizar usos supérfluos e indevidos de energia.

Códigos de edificações, estabelecendo padrões de consumo máximo de energia (ou índices de desempenho) por tipo de construção, já são praticados por cerca de 20 países, com excelentes resultados na redução do consumo de energia desse setor.

*Legislação*, estabelecendo padrão de desempenho e metas de melhorias de equipamentos que consomem energia, é feita de modo bastante rigoroso nos Estados Unidos, garantindo a incorporação de novas tecnologias pelos fabricantes.

A etiquetagem tem sido adotada pelo Programa Nacional de Conservação de Eletricidade – PROCEL com bons resultados, principalmente no setor de geladeiras. Hoje em dia, além das geladeiras, freezers, chuveiros elétricos e ares-condicionados estão sendo etiquetados e importantes informações, como o consumo mensal do equipamento, constam da etiqueta, o que deve auxiliar a escolha de equipamentos mais eficientes.

Em alguns países, especialmente nos Estados Unidos e Suécia, o próprio governo federal atua como um importante indutor do desenvolvimento de mercado, para tecnologias mais limpas e eficientes, através de regulamentos de licitações que incorporam explicitamente condições e requisitos de eficiência de energia ou de emissões.

Programas de administração de demanda de energia para companhias de eletricidade são praticados por inúmeras companhias dos Estados Unidos e Canadá e, mais recentemente, também na Europa. Esses programas procuram considerar investimentos em eficiência energética junto ao consumidor final como opções economicamente viáveis para as companhias de energia.

## **Conclusões**

Se por um lado continuamos a avançar em soluções técnicas a cada novo paradigma colocado, devemos entender melhor como se criar espaço – ou mercado – para as mesmas. Grande parte das medidas não deve resumir-se aos chamados instrumentos de mercado, ou somente às políticas de preços de energia. Na maioria das situações e principalmente em países em desenvolvimento, usar menos energia por unidade de produto produzida significa maior utilização de tecnologias e maior uso de capital. Aí, o mecanismo *Joint Implementation* pode representar uma saída. A interveniência de grandes consumidores de energia (como o governo), agindo como grandes compradores de tecnologias e energias mais limpas, também pode ser uma estratégia importante.

As várias experiências com instrumentos de etiquetagem, códigos de construção, etc., além de outros não citados, devem ser incentivados e introduzidos entre nós. Uma abordagem mais abrangente dos mecanismos tradicionais de taxação e subsídios diretos e indiretos à produção e consumo de energia deve ser urgentemente estudada.

Com a privatização do setor energético, deve surgir algum tipo de comissão reguladora de serviços de energia com influência para garantir que os novos produtores de energia estejam utilizando tecnologias adequadas, evitando emissões desnecessárias.

Um seminário deste porte contribuirá para melhor esclarecimento e proposição de mecanismos que poderão ser sugeridos aos tomadores de decisões no estado de São Paulo e no país, com o objetivo de promover-se um desenvolvimento sustentado.

# **Globalização, indústria de eletricidade e desenvolvimento sustentável**

*José Almeida de Souza Júnior*

## **Introdução**

A reestruturação atualmente vivenciada pela indústria de eletricidade em todo o mundo, insere-se em um movimento mais amplo de reordenamento da economia mundial, também conhecido por globalização, o qual possui desdobramentos significativos em termos produtivos e financeiros, pelos quais nenhuma economia nacional deixa de ser afetada, seja positiva ou negativamente.

Diferentemente do movimento original de internacionalização da indústria de eletricidade, quando a expansão extraterritorial da mesma representava apenas a agregação de espaços complementares de valorização, no atual movimento de globalização a pressão concorrencial é mais decisiva. Esta é relativamente maior nos mercados de origem, refletindo uma certa saturação do consumo de eletricidade em sociedades industrialmente avançadas. Conseqüentemente, os investimentos adicionais na oferta de energia podem se mostrar menos atrativos, em termos de potencial de acumulação a longo prazo, tornando-os mais incertos.

Entre as alternativas para a reestruturação da indústria de eletricidade, destaca-se a internacionalização dos investimentos, buscando-se, com isso, garantir o maior retorno a longo prazo sobre estes, principalmente onde a demanda por eletricidade ainda exhibe uma inequívoca tendência ao crescimento (economias emergentes) e, adicionalmente, também se procura uma defesa contra o declínio da lucratividade nos mercados de origem.

A oferta de serviços proporcionados pela eletricidade é fundamental para o desenvolvimento e a promoção do bem-estar das

sociedades. Ela se encontra na base de todo o processo de desenvolvimento econômico e, com maior ênfase nos dias que correm, quando o fenômeno da urbanização se expande aceleradamente em todo o mundo, em função dos ditames da acumulação de capital. Ao mesmo tempo que o processo de desenvolvimento econômico daí decorrente procura responder aos imperativos do desenvolvimento social, também vão sendo criados novos problemas, entre os quais, os de caráter ambiental. A demanda e a oferta de eletricidade, sob a égide do processo de acumulação, estão na raiz de um longo rol de degradação ambiental e uma das grandes questões, hoje colocadas, é saber até que ponto as mesmas podem colocar sérios entraves ao próprio processo de acumulação.

São portanto, várias problemáticas distintas colocadas simultaneamente. Nos países industrialmente avançados, tem-se um declínio secular da indústria de eletricidade, onde as questões ambientais somente contribuem para agudizá-lo ainda mais. Nos países em fase de industrialização, estas questões também não são menos relevantes. O desafio é, portanto, encontrar soluções que possam ser encaminhadas, no sentido de financiar a indústria de eletricidade em termos globais, para que possa oferecer seus serviços sem que o processo de degradação ambiental se torne irreversível. Para tanto, sua reestruturação deve ser empreendida desde já. Ou seja, ela deve inovar tanto para preservar seu potencial de acumulação, como para responder aos desafios de ordem ambiental que se colocam cada vez mais, pelas sociedades.

Este trabalho procura salientar que alguns dos elementos necessários a tal transformação já se encontram presentes. Por um lado, a necessidade de mudança no padrão de acumulação já obriga a indústria de eletricidade a tornar-se mais competitiva, tanto em termos locais, quanto fora de seu próprio território, rumo a uma maior internacionalização de suas atividades. Por outro, também já existe uma base tecnológica acumulada capaz de conciliar razoavelmente o processo de acumulação com a minimização de seus impactos ambientais, no que se refere ao binômio produção-consumo de eletricidade. O que falta, na realidade, são mudanças institucionais locais e globais, que sejam capazes de conciliar

os distintos interesses envolvidos. O quadro institucional vigente é produto de uma longa evolução da indústria, desde o final do século passado, trazendo consigo, portanto, toda uma inércia acumulada, que hoje vem sendo cada vez mais exposta à evidência.

### **Uma possível redefinição para o setor elétrico**

No modelo predominante de organização do setor elétrico, as empresas devem operar em um ambiente concorrencial, onde a estabilidade institucional seja garantida. Pois, os prazos de maturação dos investimentos são geralmente longos, as escalas de produção, elevadas e as taxas de remuneração são menores relativamente a outras atividades industriais. Assim sendo, as companhias elétricas estabelecem suas próprias previsões de demanda, a partir das quais elas planejam seus investimentos, com base em ganhos crescentes de escala. Por sua vez, estes determinam o desenvolvimento das redes de distribuição e de suas interconexões técnicas. As empresas ligadas ao setor empenham-se na manutenção da integração vertical (a saber, geração, transmissão e distribuição de energia), o que lhes confere a condição de “monopólio natural”. Este tem sido o padrão reiterado de organização da indústria de eletricidade em todo o mundo, coerentemente calcado no aumento do consumo de energia comercial (inclusive eletricidade), o qual espelha a transformação estrutural das economias.

A indústria de eletricidade nasceu nos EUA na segunda metade do século passado e daí difundiu-se rapidamente para o resto do mundo. Ainda hoje, mantém as características originais de sua formação naquele país. São mais de 3500 empresas independentes atendendo a mercados predominantemente locais. Sua evolução esteve intimamente ligada ao padrão de acumulação do capitalismo financeiro que predominou durante a maior parte deste século. Já no final da década de 60, este padrão de industrialização parece ter atingido seu ponto de máximo, transitando então para uma fase de estagnação, dali para a frente. Dos anos 70 em diante, começou a ficar mais evidente que o aumento dos investimentos

na oferta de eletricidade seriam acompanhados por retornos financeiros cada vez menores, o que contribuiu para um aumento das incertezas e para uma conseqüente diminuição nos investimentos para ampliação da oferta de eletricidade. O que prevaleceu, então, foi uma atitude defensiva da indústria de eletricidade daquele país, procurando, desta forma, preservar ao máximo os investimentos já realizados. Cortar custos, racionalizar investimentos adicionais e voltar-se mais para os mercados locais mais lucrativos foram os instrumentos utilizados com maior frequência neste período. De certa forma, a estrutura de organização desconcentrada da indústria de eletricidade dos EUA contribuiu para a condução de uma política regulatória mais centrada nos mecanismos de mercado. Outros países industrializados, cujas indústrias de eletricidade estavam prestes a incorrer na mesma trajetória descendente que a norte-americana, passaram a considerar, com maior atenção, tal padrão de administração da crise.

Contemporaneamente, com a ascensão do governo conservador na Grã-Bretanha, a ênfase na regulação econômica pelo mercado ganhou maior ímpeto, de tal sorte que se espalhou de forma rápida e indistinta por quase todos os países. Assim, a privatização do setor elétrico, tendo como referência a forma de organização dos EUA (a qual acabara de se mostrar relativamente eficaz na superação de sua crise), passou a ser aventada cada vez mais veementemente pelo governo conservador de Thatcher, como forma de solução específica para os problemas vivenciados pelo setor produtivo estatal em geral e pelo setor elétrico naquele país. Evidentemente, a crise dos anos 80, que para os países da periferia se centra no problema do endividamento externo, vai potencializar imensamente todo o discurso conservador em torno da privatização, cujo corolário é o ganho de eficiência proporcionado pela operação das forças de mercado com um mínimo de ingerência política. O tom das reformas do setor elétrico foi profundamente influenciado pelo mesmo quadro referencial teórico, estruturador do debate em torno da desregulamentação das telecomunicações, com ênfase na chamada teoria

dos mercados contestáveis.<sup>1</sup> Os monopólios elétricos foram grandemente criticados na Grã-Bretanha, na Argentina e em outros países. A crítica é centrada principalmente na estruturação dos mesmos, vale dizer, quanto às formas de organização e de regulamentação. A privatização dos monopólios estatais na América Latina, embora indubitavelmente influenciada por esse contexto, segue linhas de ação heterogêneas. Chile e Argentina adotaram um estilo de privatização mais ortodoxo, ao passo que no Brasil – até porque este país entrou mais tardiamente no movimento regional de privatização – a tendência é a reforma do setor elétrico, abrindo-o à concorrência privada no campo da geração, buscando-se com isso um aperfeiçoamento do modelo dominante. De qualquer forma, deve-se notar que os processos de privatização latino-americanos estão fortemente relacionados com a questão da reestruturação das dívidas externas dos países da região. A privatização de empresas do setor elétrico foi mais enfatizada após a “iniciativa Brady”; ao assumir o caráter de *debt-equity swaps* abre-se a possibilidade de participação do capital privado estrangeiro na esfera da prestação de serviços públicos e de insumos básicos, anteriormente redutos praticamente exclusivos do setor produtivo estatal nos países em questão (Prado, 1994:41).

A crise da dívida externa na década de 80 e a conseqüente reversão nas taxas de investimento nas economias periféricas em geral

---

(1) Com referência à teoria dos mercados contestáveis, a crítica liberal questiona o caráter de monopólio natural para o conjunto do setor elétrico de duas maneiras: (a) Propondo que determinados segmentos do setor elétrico se tornem mais concorrenciais, depois de perderem a condição de monopólio natural. A concorrência não somente seria viável, como também serviria de estímulo para a elaboração de contratos de longo prazo para o produtor-transmissor. Este é o caso típico dos EUA. Já na Alemanha, por exemplo, o enfoque é dado para os contratos de distribuição por prazo limitado, em regime de concessão. Ou ainda, contratos de gestão delegada para o conjunto do sistema, através de concorrências públicas internacionais, como acontece nos países da África sub-saariana; (b) Há também a possibilidade de se abordar a questão de forma mais radical, não se considerando o conjunto produção-transporte de eletricidade como um monopólio natural, quando se despreza a complementariedade técnica existente entre ambos. A concorrência se dá ao nível da geração – a qual representa cerca de dois terços dos custos – e proporciona, de algum modo, a possibilidade de que ocorram transações diretas entre produtores e clientes, deixando-se para o mercado a incumbência de assegurar a coordenação (Finon, 1995:6).

contribuíram para o aumento das incertezas junto ao setor energético,<sup>2</sup> dificultando grandemente a situação das empresas estatais e de seus respectivos Estados nacionais. Nos países centrais, à estagnação do ritmo de crescimento da produção industrial, começou a se somar a inflação dos custos dos investimentos energéticos, juntamente com as restrições de ordem ambiental, reconhecidas por setores cada vez mais amplos das sociedades. Tudo isso somado acabou resultando em uma forte contestação do automatismo supostamente inerente à noção de economias de escala das tecnologias já maduras e dominadas pelo setor elétrico. Concomitantemente, algumas tecnologias inovadoras para a geração de eletricidade começaram a surgir no mercado, como, por exemplo, as turbinas a gás de ciclo combinado.<sup>3</sup> Tais tecnologias parecem ser capazes de atender simultaneamente as demandas financeiras das empresas do setor elétrico, no quadro das incertezas atualmente presentes, bem como aquelas de caráter ambiental. Aparentemente, a maior parte das comunidades dispõe-se mais a ser vizinha de uma central elétrica a gás de última geração, ao invés de conviver com uma nuclear, ou uma convencional a carvão e/ou petróleo, ou até mesmo de uma gigantesca hidrelétrica.

Neste contexto, é de se esperar que redes nacionais de eletricidade e gás de alguns países (inclusive aqueles caracterizados como “em desenvolvimento”) sofram algumas modificações importantes. No caso dos chamados países em desenvolvimento, o desafio colocado é duplo. Por um lado, espera-se que economias emergentes exibam taxas elevadas e crescentes no que tange à utilização de energia primária; no caso específico da eletricidade, o aumento dessas taxas deve ser ainda

---

(2) A estagnação da demanda energética dos países da OCDE, desde 1973, vem causando uma constante revisão dos prognósticos para o crescimento da demanda energética. A Agência Internacional de Energia - AIE projetava, em 1977, para a demanda por energia primária a uma taxa de 3,7% ao ano até o final do século, e que só a demanda por eletricidade deveria crescer 40% mais depressa que o crescimento do PIB mundial. Cinco anos mais tarde, estes prognósticos foram revistos, sendo que a demanda por energia primária deveria crescer a metade da taxa anteriormente projetada e que a demanda por eletricidade não deveria crescer mais depressa que a atividade econômica. Com isso, qualquer previsão a respeito do futuro comportamento da demanda energética defronta-se com sérios obstáculos, pois as metodologias empregadas para seu cálculo parecem ter se tornado cada vez menos eficazes (Goldemberg et al. 1988:78).

(3) Ver, a este respeito, Grubb et al. (1991:87-135)

mais elevado, pois espera-se um crescimento mais acelerado da industrialização e da urbanização.<sup>4</sup>

É, portanto, neste meio que se desenvolvem fortes movimentos reestruturantes emergentes, marcados essencialmente por:

- (a) Privatização e papel mais enfatizado dos investimentos privados para os novos projetos;
- (b) Contestação de situações monopolísticas, possibilitando, deste modo, o surgimento de procedimentos de livre acesso às redes, como acontece nos EUA;<sup>5</sup>
- (c) Emergência de um enfoque que privilegia o valor de mercado da energia útil entregue ao consumidor final e à concorrência inter-energética para o seu suprimento;
- (d) Como conseqüência, começam a ser incorporados, no planejamento energético de algumas empresas (sempre que o quadro regulatório o favorece), programas de gestão ativa da demanda (*demand side management*)<sup>6</sup> e, por fim, para coroar todas essas tendências,

---

(4) De acordo com estimativas do Departamento Americano de Energia, da OCDE e do Banco Mundial, espera-se que, na década de 90 apenas, seja necessária a construção de cerca de 600 GW de nova capacidade geradora de eletricidade em todo o mundo. Deste total, as economias emergentes da Ásia ficam com 244 GW, os EUA com mais 100, o conjunto América Latina-Caribe com 66, a Europa da OCDE com 48, o Oriente Médio e Norte da África com 47, o Leste Europeu com 22, o Japão com 20, outros países da OCDE (inclusive Austrália e Nova Zelândia) com 16 e, finalmente, o restante da África com apenas 4 GW (Stone, 1994: 45).

(5) Naquele país, uma inovação institucional introduzida no *Public Utilities Regulatory Policy Act* – PURPA, de 1978, encoraja a produção de eletricidade por co-geração. O PURPA faz com que as empresas tradicionais do setor elétrico se obriguem a comprar eletricidade gerada por terceiros, qualificando-os segundo critérios de preços justos e confiabilidade técnica, assim como se compromete a fornecer eletricidade de reserva, a tarifas não-discriminatórias. A princípio, a lei e as regulamentações para o exercício da mesma foram objeto de disputa judicial. Entretanto, dois pareceres da Corte Suprema, em 1982 e 1983, respectivamente, encerraram a disputa, favorecendo os interesses dos co-geradores. A capacidade geradora controlada pelos co-geradores irá então pular de 4.000 MW em 1983, para 7.000 MW em 1984, atingindo 10.000 MW em 1985 (Goldemberg et al. 1988:152).

(6) Os autores de um estudo sobre o potencial da conservação energética na Califórnia, afirmam a este respeito: «...*Precisely because conserved energy is a novel source, the techniques used to estimate its reserves are almost as important as the estimates themselves. While geologists have accepted procedures for characterizing tangible energy reserves, no analogous procedure exists for conserved energy. By presenting the energy available through conservation on a "supply curve", we have tried to make energy efficiency truly comparable to other energy sources. The reserves of energy created through conservation do not lie in the ground; rather, they lie in end uses of energy. Moreover, the reserves are highly dispersed.*» (Meier et al. 1983: viii)

- (e) Uma crescente conscientização, por parte da opinião pública, de que existem limites ambientais à condução da atividade econômica, conforme o padrão vigente até o presente.<sup>7</sup> Não somente a possibilidade de uma crise ambiental irreversível se avoluma, com também os entraves de ordem financeira ao relançamento de um novo surto de industrialização nos moldes convencionais já parecem demonstrar com clareza quais são seus limites.

Todas essas tendências, tomadas em seu conjunto ou isoladamente, são enfatizadas com maior ou menor intensidade, segundo os espaços de intervenção nos diferentes países. Elas representam “cabeças de ponte” que vão, passo a passo, disputar o que outrora era quase que unicamente reservado a estruturas industriais relativamente rígidas. Não apenas o setor elétrico, como também o de gás natural e, por que não dizer, de todas as atividades que se caracterizam tipicamente como “monopólios naturais”, tiveram durante muito tempo suas atividades e remunerações regulamentadas por um ambiente econômico relativamente estável. Vale dizer, o ritmo de crescimento da economia como um todo indicava que o crescimento do suprimento energético devia crescer sempre à frente. Mas a contestação deste padrão de regulação industrial, instaurado a partir da presente crise de caráter multidimensional, pede, mesmo, uma redefinição das estruturas montadas em torno da condição de “monopólios naturais”.<sup>8</sup> Sendo assim, é de se esperar que o ambiente mais concorrencial possa vir a acenar com uma nova possibilidade de captura de maiores níveis de rendas monopolísticas e diferenciais para as empresas tradicionais do setor energético em geral. Para tanto, seria necessário que estas se reciclassem, bem como mobilizassem o acervo de ativos tangíveis e intangíveis que já possuem. Também para as empresas recém-entrantes, a adoção de tecnologias inovadoras e eficazes, assim como o uso de métodos flexíveis de gestão e de custos fixos freqüentemente menores do que aqueles das empresas

---

(7) É raro o dia em que os noticiários não mencionam qualquer fato relacionado com problemas ambientais, sejam eles locais ou globais. Para maiores detalhes a respeito da discussão sobre o desenvolvimento sustentável, ver Ruckelshaus (1990:205-12).

(8) Ao contrário, o legado do passado se traduz, muitas vezes, por estruturas industriais marcadas por fatores tais como economias de escala, de escopo e de integração vertical, as quais tendem a amortecer o ritmo com que as inovações são introduzidas.

tradicionais, podem transformar-se em vantagem competitiva e em um potencial ativo de acumulação. O objetivo é, afinal, «ganhar dinheiro fornecendo serviços energéticos (não só eletricidade), de acordo com as normas ambientais e as expectativas das comunidades». Neste sentido, seria possível pensar-se na emergência de um padrão de “simbiose industrial”, capaz de conferir um máximo de vantagens complementares para cada uma das partes envolvidas e a minimização dos riscos para ambas. E para as sociedades, uma melhor relação custo-benefício, no que diz respeito à interação entre desenvolvimento econômico e sua conseqüente interferência sobre o meio ambiente.

Portanto, aparece aqui uma problemática estratégica totalmente nova, caracterizada pelos seguintes elementos:

- (1) Uma expansão estratégica das oportunidades de investimento em todo o mundo;
- (2) A redefinição do ou dos espaços de intervenção tradicionais e do grau de integração horizontal e/ou vertical;
- (3) Uma maior ênfase consensual quanto à demanda, cada vez mais exigente e
- (4) O surgimento do risco crescente para o setor elétrico como fator de cálculo dos mais relevantes.

Em torno de tudo isso, aglutinam-se ainda dois enfoques estratégicos fundamentais, a saber, a defesa irrestrita dos interesses já adquiridos e a ofensiva frente às novas oportunidades de investimento que estão surgindo.

### **A expansão dos limites geográficos e políticos**

As principais indústrias energéticas tinham, até muito recentemente, um enfoque essencialmente nacional – e, freqüentemente, apenas local – de suas atividades. Todavia, as transformações que vêm ocorrendo em todo o mundo, confluindo para um processo de globalização econômica, vão engolfando praticamente todas as atividades

industriais em sua lógica. Deste movimento, a indústria dedicada à produção de eletricidade e de suas atividades correlatas também não pode deixar de ser influenciada. Produzir, transmitir e distribuir eletricidade, no contexto da globalização em discussão, passa por uma dinâmica cultural manifestada segundo dois eixos de análise. O primeiro deles representa a passagem da intervenção no espaço local ou nacional para o mundial, vale dizer, para os espaços locais e nacionais de outras nações; o que, por si só, já complexifica formidavelmente a questão em termos políticos. O segundo eixo representa o desenvolvimento concomitante de uma cultura empresarial marcada pela adoção de métodos de gestão e de organização diversos daqueles que foram, até então, a regra para o setor elétrico.

A passagem do âmbito nacional para o mundial implica um sistema evolutivo permanente, capaz de promover mudanças institucionais destinadas a capturar novas oportunidades de acumulação. Porém, transitar de um ambiente relativamente previsível para outro mais aberto à concorrência não deixa de ser uma iniciativa mais arriscada. É, portanto, necessário que se considere a repartição de riscos potenciais e reais. Deste modo, a formação de parcerias é praticamente uma decorrência inevitável. Poucos arriscariam assumir todos os riscos integralmente.

Por outro lado, o próprio desenvolvimento de uma cultura empresarial mais inovadora, dentro do setor elétrico, não é tarefa das mais fáceis. Pelo contrário, ela entra, desde o início, em conflito com hábitos e interesses longamente estabelecidos. E também com a expectativa tácita de previsibilidade institucional, que decorre do isolamento concorrencial em que historicamente se desenvolveu. Uma tal cultura deveria pautar-se por ações de “auditoria permanente”, buscando identificar permanentemente, nas empresas do setor elétrico, todas as oportunidades viáveis de redução de custos. Isto freqüentemente se traduz por um corte dos “excedentes organizacionais”, isto é, tudo aquilo que pode ser considerado como despesas estritamente não-necessárias, incorporadas historicamente a organizações relativamente protegidas da concorrência, como normalmente é o caso em relação à indústria de eletricidade.

### Uma possível redefinição das atividades

A delimitação do ou dos ramos de atividade começa agora a ser mencionada mais enfaticamente, à medida que a elevada probabilidade de surgimento de uma nova dinâmica concorrencial se afirma. Por assim dizer, ameaçando abrir fendas no padrão estanque de interação entre as várias indústrias energéticas. Assim, colocam-se, de fato, três questões. São elas relativas às integrações vertical e horizontal e à diversificação.

A integração vertical tem sido, até o presente momento, a forma clássica de organização industrial do setor elétrico. Entretanto, ela já começa a ser contestada por várias formas de “desregulamentação” (na realidade, melhor seria usar o termo “re-regulamentação”). Percebe-se também, que determinadas empresas do setor elétrico – especialmente aquelas cujo parque gerador é predominantemente de base térmica – já procuram estabelecer alianças comerciais estratégicas com seus principais fornecedores de combustível, quando não buscam explorá-los diretamente.<sup>9</sup> Na indústria do gás natural, a integração vertical completa, isto é, da jazida à distribuição a varejo, já é menos freqüente. Mas onde quer que ela exista, possibilita um poder estratégico muito importante para as empresas envolvidas. Atualmente, constata-se um duplo movimento de integração vertical: são empresas petrolíferas buscando oportunidades de diversificação em atividades correlatas e empresas de gás natural procurando penetrar diretamente na produção de eletricidade, vale dizer, concorrendo diretamente com o setor elétrico. Todavia, este movimento nem sempre é dotado da necessária desenvoltura, dado que existem barreiras à entrada e estas são elevadas (em termos de capitais, *expertise*, etc.), implicando, portanto, custos de transação relativamente altos.

Já o caso da integração horizontal refere-se essencialmente à diversificação. Trata-se da possibilidade para uma determinada empresa, de atuar em diferentes mercados correlatos, de forma simultânea, em função dos sinais de estímulo daí provenientes. Por exemplo, uma

---

(9) Por exemplo, a Companhia de Eletricidade da Renânia-Westphalia (RWE), da Alemanha possui interesses na exploração de carvão norte-americano, ou ainda, a Companhia Estatal de Eletricidade (ENEL), da Itália se associa com a Companhia Petrolífera Estatal (SONATRACH), da Argélia, com o objetivo de explorar as jazidas de gás natural deste país. E assim sucessivamente (Chevalier & Salaun, 1995: 112-21).

empresa de gás natural não precisa vender apenas  $x$  ou  $y$  unidades volumétricas ou caloríficas de seu produto básico; ela pode, também, resolver diversificar seu campo de atuação, se os benefícios advindos de uma estratégia visando adicionar maior valor à atividade sobrepujarem compensatoriamente os custos de transação envolvidos. Muitas vezes é possível uma maior racionalização e aproveitamento de economias de escala, escopo e integração vertical, possibilitando a captura de maiores rendas extraordinárias. Da mesma forma, a concretização deste e de outros “potenciais dormentes” depende de uma redefinição institucional da atividade de utilidade pública. Assim, com uma nova forma de regulamentação, torna-se viável que, por exemplo, uma empresa atuando no setor de gás natural possa vender não somente este a seus clientes tradicionais e potenciais, mas também pode ampliar a gama de seus mercados e até usar sua estrutura para penetrar em atividades não convencionais, como a biogaseificação de dejetos urbanos.<sup>10</sup>

Estruturas de integração horizontal na indústria energética, tal como a aventada acima, permitem o atendimento de necessidades diferenciadas dos usuários,<sup>11</sup> possibilitando, inclusive, o desenvolvimento de sistemas energéticos economicamente mais eficazes e melhor enquadrados em relação às exigências de preservação ambiental. Logicamente, as oportunidades que se abrem são múltiplas e vão depender, em última instância, dos recursos energéticos disponíveis, caso por caso.

Exemplo disso é o programa de co-geração de energia em São Paulo que completa 8 anos de atividade em 1995. A perspectiva é de ampliação da capacidade instalada nos próximos anos, em função das inovações tecnológicas que vêm sendo colocadas no mercado (turbinas e

---

(10) Com o crescimento acelerado da urbanização, os aterros de lixo urbano representam não apenas uma solução para o descarte dos resíduos sólidos urbanos, mas também novas fontes de problemas ambientais nada desprezíveis, em vista das dimensões e magnitudes envolvidas. O biogás que se desprende livremente dos aterros sanitários já é considerado como um importante contribuinte para o “coquetel” de gases causadores do “efeito estufa”. Como se sabe, o gás metano – que é o maior componente tanto do gás natural, como do biogás – contribui proporcionalmente mais para o “efeito estufa” do que o dióxido de carbono. Sendo assim, entre as alternativas para se evitar o escape de gás metano do lixo, encontram-se a queima direta dos resíduos urbanos (opção polêmica quanto à sua viabilidade técnica, econômica e ambiental) com aproveitamento do calor residual e a queima do biogás dos aterros, com ou sem aproveitamento energético. Para maiores detalhes ver, entre outros, Eden (1994: 13-4).

(11) Para maiores detalhes, ver Lovins (1977: 38-46).

processos de queima mais eficientes, basicamente) e que podem ser adotadas mais ou menos amplamente, de acordo com a remuneração que o setor elétrico esteja disposto a pagar ao setor sucro-alcooleiro em busca da diversificação de suas atividades. Com a tecnologia presentemente disponível nas usinas de açúcar e álcool, gera-se um excedente de eletricidade comercializável muito aquém daquilo que seria capaz de se extrair da biomassa ali processada.

Embora confira ao setor sucro-alcooleiro uma relativa auto-suficiência em termos de insumos energéticos, permitindo até a venda de excedentes de eletricidade e bagaço combustível, a presente tecnologia sub-utiliza o potencial da biomassa cultivada, colhida e processada para a obtenção de açúcar e álcool. Com o domínio do ciclo de gaseificação, por exemplo, poder-se-ia obter muito mais eletricidade por tonelada de bagaço de cana queimado em esquemas de co-geração nas usinas, contribuindo para tornar o álcool combustível mais competitivo com a gasolina.

A Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, vem comprando o excedente de energia produzida por usinas sucro-alcooleiras de São Paulo (Em 1993, a eletricidade de dez usinas foi vendida à CPFL. Destas, 8 localizam-se na região de Ribeirão Preto e 2 na de Campinas), sinalizando para a diversificação do setor sucro-alcooleiro. Em 1992, a CPFL comprou das usinas quase 39 GWh, o que representou um crescimento de 14 vezes sobre o montante adquirido em 1987 (2,8 GWh). Os preços de compra que a CPFL se dispõe a pagar aos usineiros estão na raiz da questão, na medida em que estes possam sinalizar positivamente para o aumento da expectativa de ampliação do programa de co-geração até o final do século. No final da década de 80, as usinas recebiam cerca de US\$17 por MWh, ao passo que, em 1993 este valor já tinha saltado para US\$30/MWh, podendo atingir até US\$50 para a energia de melhor qualidade.<sup>12</sup> E esta oferta de eletricidade tem lugar justamente no período

---

(12) Tanto as concessionárias estaduais, como o setor sucro-alcooleiro cogitam que, pelo menos em tese, as usinas de açúcar e álcool de São Paulo poderiam gerar excedentes comercializáveis de eletricidade relativos a uma potência instalada variando de 300 a 2.600 MWe, explorando-se intensivamente as tecnologias convencionais já incorporadas pelo setor. Porém, com a tecnologia mais avançada (gaseificação do bagaço e subsequente queima em esquemas de ciclo combinado) a potência elétrica mobilizável no setor sucro-alcooleiro paulista poderia chegar a cerca de 6.000 MWe, supondo-se uma produção anual de 120 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. Para maiores detalhes, ver Goldemberg & Macedo (1994: 17-22). Ver também, Coelho et al. (1995:70-6).

da estiagem, coincidente com a safra da cana-de-açúcar, o que torna esta atividade economicamente mais atraente. Tem-se aí, portanto, uma excelente confluência de condições econômicas (mercados produtores e consumidores próximos entre si, na região mais industrializada do país), para o desenvolvimento posterior de uma fonte energética alternativa de origem solar, a biomassa manejada sustentavelmente. Não apenas os produtores de eletricidade se beneficiariam, mas também os produtores de bens de capital (com tecnologias que já são difundidas e dominadas pela maior parte da nossa indústria metal-mecânica). O uso racional e sustentável da biomassa é uma das promessas mais realistas para o futuro da indústria de eletricidade, não só no Brasil, mas em todo o mundo. Demonstra, sobretudo, que a questão ambiental também pode vir a ser um importante campo de investimentos já, a curto e a médio prazos.

### **A estrutura da demanda em transformação**

Dentro das grandes tendências evolutivas acima mencionadas, uma que se destaca cada vez mais é a atenção pormenorizada à energia útil entregue ao consumidor final e à concorrência interenergética na comercialização a varejo.

A gestão do provisão energético, neste sentido, requer geralmente um maior grau de flexibilidade da infra-estrutura produtiva (o que normalmente se traduz pela preferência por instalações capazes de fazer uso de mais de um tipo de combustível, no caso de termelétricas). Também possui reflexos positivos no tocante à melhoria dos rendimentos físicos dos equipamentos, incentivando a otimização dos mesmos, assim como de uma concorrência mais acentuada ao nível da oferta. Quando o ambiente regulatório o permite, este enfoque pode evoluir a tal ponto, que se torna possível considerar que os investimentos marginais em eficiência podem ser intercambiados por investimentos marginais na expansão da oferta. Entretanto, nem sempre isto é possível. Apesar das companhias de eletricidade serem as organizações mais adequadas para a rápida difusão de investimentos em maiores ganhos de eficiência, freqüentemente elas se

defrontam com barreiras institucionais contrárias às novas tendências emergentes.<sup>13</sup>

Porém, em alguns casos pioneiros, determinadas empresas de eletricidade já não planificam mais seus investimentos de atendimento da demanda somente através do aumento da capacidade produtiva. Elas passam também a examinar, juntamente com seus clientes potenciais, qual é a alternativa que melhor se adapta ao atendimento das necessidades de energia útil dos mesmos. Sendo assim, os investimentos marginais podem dar-se tanto na produção, como na poupança de energia, de acordo com as expectativas de maior retorno financeiro. No estado de Nova Iorque, a *Niagara Mohawk Power Co.* propôs uma outra maneira de beneficiar-se de serviços de eficiência: os 12 programas de promoção de eficiência da empresa, que estavam orçados em US\$30 milhões em 1990, deverão ser amortizados integralmente e a companhia poderá reter até US\$1 milhão em lucros, caso eles atinjam a meta estadual de economizar cerca de 133 milhões de kWh, valendo US\$10 milhões por ano em termos de redução de custos energéticos para os consumidores participantes. Os recursos para o financiamento provêm dos próprios consumidores, que passam a pagar 1,4% a mais por kWh, mas ainda assim, suas contas de eletricidade deverão ser menores do que as que estão acostumados a pagar porque, para o provimento da mesma quantidade e qualidade de serviços energéticos finais, eles devem consumir agora menos eletricidade.<sup>14</sup>

---

(13) Uma inovação institucional interessante teve lugar em 1989 nos EUA, quando as novas diretrizes regulatórias do governo federal daquele país foram aceitas, em princípio, pelos órgãos regulamentadores estaduais. Segundo a proposição das novas regras, os lucros podem agora ser desvinculados das vendas de eletricidade, removendo, desta maneira, o desincentivo previamente existente ao investimento alternativo em ganhos de eficiência. Tais regras inovadoras já se mostram efetivas em alguns casos isolados. Por exemplo, a *Pacific Gas & Electricity* – PG&E, da Califórnia, juntamente com ambientalistas, representantes do governo e dos consumidores recentemente fecharam um acordo no qual a empresa tem o direito de embolsar 15% dos recursos provenientes das economias realizadas através de programas que promovam uma maior eficiência no consumo energético. Esta é, aliás, a forma de compensação embutida na nova legislação federal, que permite compensar a queda da receita que ocorre inevitavelmente com a promoção de maior eficiência, pois deixa-se de consumir (e, de outro lado, de se vender) um certo tanto de eletricidade (Fickett et al. 1990:35).

(14) O programa de conservação de energia residencial da *Niagara Mohawk Power Co.* foi todo baseado em medidas de baixo custo: cada domicílio participante recebe um chuveiro de baixa vazão, uma lâmpada fluorescente compacta e uma manta de isolante térmico para o aquecedor central de água e respectivo encanamento de água quente. Tudo isso deve economizar cerca de 960 kWh por domicílio por ano. A empresa deixa de apropriar-se de uma receita, porém pode debitar a diferença na conta dos consumidores, acrescida de uma remuneração de cerca de 15% sobre o capital investido (Fickett et al. 1990).

Sendo assim, um dos principais desafios deste enfoque consiste na missão de capacitar os tomadores de decisão das empresas de eletricidade e de instituições afins para a adoção de alternativas tecnológicas mais eficientes sob diversos pontos de vista (econômico, social, ambiental, etc.), já que as mesmas são normalmente pouco exploradas tanto por insuficiência de demanda dos consumidores (*market pull*), como pela ausência de um canal de distribuição à altura dos desafios, ou ainda, por ambos os motivos.

### **Oportunidades e riscos crescentes**

Para as empresas de eletricidade e de gás natural, a estratégia de globalização ocasionou o surgimento de novos tipos de riscos: de projetos, financeiros e de países. Por uma multiplicidade de razões, os custos das companhias de eletricidade subiram drasticamente no final dos anos 60.<sup>15</sup> A inflação, a elevação das taxas de juros, o endurecimento das normas de proteção ambiental e de segurança como resposta às pressões sociais neste sentido, aliados à falta de coordenação na indústria de eletricidade dos EUA,<sup>16</sup> contribuíram para a “desterritorialização” da indústria energética em geral e da elétrica em particular, tornando o ambiente, no qual elas agora se preparam para operar, muito mais instável em termos econômicos, financeiros e institucionais.

Os riscos de projetos referem-se à inflação de custos, ao prolongamento dos prazos de construção, em função de dificuldades técnicas, operacionais em condições sub-ótimas, assim como a riscos de natureza comercial, de provisionamento e de outras naturezas. Tome-se

---

(15) Ver Bouttes & Trochet (1995: 16-22).

(16) Do final dos anos 70 até meados dos anos 80, manifesta-se, não somente nos EUA, como no mundo inteiro, de modo geral, um excesso de capacidade elétrica instalada. Somados a este fato, devem-se considerar as elevações de preço sofridas pelos combustíveis líquidos e gasosos, em função dos choques do petróleo na década de 70. Neste mesmo período, algumas empresas de eletricidade norte-americanas já estavam com seus projetos de novas usinas nucleares e a carvão concluídos, porém esta nova capacidade geradora não podia ainda ser mobilizada, por conta de conflitos regulatórios pendentes. Para cobrir as necessidades de seus mercados, as empresas então trabalharam com as usinas a óleo combustível a plena carga. Sendo assim, surgiram diversas oportunidades para que as empresas de eletricidade fizessem intercâmbios comerciais entre si, para a solução de seus problemas de curto prazo. Portanto, a ausência de um maior nível de coordenação na indústria elétrica daquele país acabou gerando uma necessidade artificial de oferta. O mercado de eletricidade intra-indústria nasceu, deste modo, não de uma busca deliberada por maior lucratividade, mas para resolver um problema meramente conjuntural (Bouttes & Trochet, 1995).

como exemplo, a notória falta de coordenação do setor elétrico norte-americano e a situação de ineficácia por ele provocado entre as décadas de 70 e 80. Desde o final da década de 60, os custos de produção de eletricidade já vinham assumindo uma trajetória ascendente, por conta da inflação, da elevação das taxas de juros, do endurecimento das normas de proteção ambiental e de segurança, refletindo a pressão da sociedade neste sentido. Considerando-se ainda que as taxas de crescimento industrial nos EUA não retomariam o mesmo ritmo do imediato pós-guerra. Tudo isso somado alongou significativamente os prazos de construção das grandes usinas geradoras nucleares e a carvão, justamente as mais controversas segundo a opinião pública. Poucos apreciam viver na proximidade das mesmas.

Com a elevação sem precedentes dos custos de produção de eletricidade, as comissões regulatórias estaduais tentaram proteger os consumidores residenciais das elevações tarifárias, o que somente contribuiu para o agravamento da situação, pois sobrecarregaram tanto os acionistas das empresas de eletricidade (impedindo que estas ajustassem seus níveis de remuneração adequadamente), como os consumidores industriais, aumentando os valores das tarifas pagas por estes. O que, por sua vez, foi um sinal muito claro para que o setor elétrico, de maneira geral, parasse praticamente de investir em nova capacidade geradora. Ao invés, o que se estimulou foi a abertura do acesso à produção independente de eletricidade, a partir da segunda metade da década de 80.

É interessante notar que, da segunda metade da década de 80 em diante, o excesso de capacidade instalada no parque gerador norte-americano praticamente desaparece, indicando a retomada do crescimento da demanda. Entretanto, mesmo assim os investidores permaneceram relutantes em investir em nova capacidade geradora de grande porte. Na realidade, existem dois motivos claros para se explicar este fato. O primeiro deles é que, na verdade, depois de grandes atrasos<sup>17</sup> nos prazos

---

(17) Antes de 1970, demorava-se, em média, cerca de 6 anos para se construir uma usina nuclear nos EUA. Porém, ao longo da década de 70, este prazo foi-se dilatando, principalmente depois do acidente de *Three Mile Island* em meados da década. Depois de 1975, mais de 100 projetos de usinas nucleares foram abandonados, sob um clima de intensa rejeição pública. Na década seguinte, a duração média do prazo para se colocar uma nova usina nuclear em operação já atingira 11 anos. É interessante se notar também que, a última encomenda de usina nuclear nos EUA aconteceu em 1978. Adicionalmente, cerca de 80 projetos de centrais de grande porte a carvão, também foram sendo abandonados ou colocados no final das listas de prioridade a partir do mesmo período (Electric Power Intl., March 1995:5).

de construção, algumas usinas nucleares e a carvão, que haviam sido encomendadas antes de 1975, finalmente puderam entrar em operação na primeira metade da década de 80.

Os riscos envolvendo países referem-se principalmente à eficácia, ao modo de funcionamento e à estabilidade do quadro administrativo e institucional. Via de regra, os arranjos institucionais para o setor energético dos países em desenvolvimento caracterizam-se pela intervenção governamental, feita de maneira ad hoc nas empresas (estatais) supridoras de insumos energéticos. Também são fortemente marcados pela rivalidade e pela pouca possibilidade de coordenação entre instituições e agentes, fazendo com que a prestação de contas à sociedade, por parte das direções das empresas do setor energético e dos órgãos públicos, se mostre precária em diversas situações.

No caso do setor elétrico, não é incomum que a sociedade se defronte com obras inacabadas ou excesso de capacidade instalada pelo lado da geração de eletricidade, ao mesmo tempo em que se constata deficiências em termos de transmissão e distribuição. Muitas vezes, é o Tesouro que cobre os déficits operacionais ocasionados pela instrumentalização das empresas do setor produtivo estatal. Este padrão de desempenho seguramente está em desacordo com as normas que o FMI estabeleceu durante a década de 80 para a renegociação das dívidas externas e para a obtenção de novos empréstimos. Tornou-se urgente, portanto, uma melhor qualificação das estruturas institucionais necessárias a um aprimoramento do desempenho industrial do setor, já que o padrão de financiamento externo se tornou mais rígido. A grande justificativa para o controle estatal das empresas do setor elétrico, tradicionalmente, baseou-se nas hipóteses de melhor aproveitamento do potencial de economias de escala e de coordenação. Com isso, foi possível o prolongamento cada vez maior dos prazos de investimento, a acomodação de pressões políticas de diversas naturezas e um controle nacional mais efetivo da atividade do setor elétrico. Porém, o retorno a este padrão, hoje em dia, é problemático, pois as fontes tradicionais de financiamento mudaram de orientação. Com a maior ênfase nos investimentos privados, a questão da mensuração e do controle mais estrito dos riscos ganhou maior destaque.

A cobertura dos maiores riscos a que se expõe os capitais privados investidos na indústria de eletricidade, atualmente, emerge – sob a forma de reestruturação dos mercados e das instituições regulatórias–, como uma das principais condições para o financiamento da atividade empresarial no setor energético. Existem numerosas variações a respeito das possíveis configurações que as estruturas reguladoras e de mercado podem assumir, de modo a ressaltar as oportunidades para a intervenção da iniciativa privada no setor energético. Entre as alternativas de estilos de regulação que poderiam ser examinadas, encontram-se as seguintes:

- (a) Regulamentações por meio de contratos, como por exemplo, para usinas a gás ou usinas de geração de base singulares e de porte relativamente grande;<sup>18</sup>
- (b) Uma agência regulamentadora independente como nos EUA;
- (c) Regulamentação por legislação ou decretos-leis previamente estabelecidos;
- (d) Regulamentação através de medidas que demonstrem, inequívoca e imparcialmente, a “boa vontade”, nas deliberações da autoridade regulamentadora;
- (e) Regulamentação através de políticas fiscais e de preços;
- (f) Regulamentação através do recurso a precedentes, e

---

(18) Em dezembro de 1994, a *Lindsey Oil Refinery Ltd.*, a terceira maior refinaria de petróleo da Grã-Bretanha, assinou um contrato de 10 anos para a compra de eletricidade e de vapor industrial, que serão gerados dentro da própria refinaria através de um esquema de co-geração. A *National Power Cogen*, uma subsidiária da empresa elétrica britânica *National Power*, especializou-se no fornecimento de energia sob medida para clientes industriais de grande porte, incluindo-se aí empresas do setor químico e petroquímico, alimentícia, papel e celulose etc., as quais possuem demandas simultâneas de eletricidade e vapor industrial. A *National Power Cogen* construirá, proverá os fundos necessários e será a proprietária da instalação de co-geração. Também será responsável pelo apoio técnico e pela cobertura de qualquer déficit no fornecimento de eletricidade durante a vigência do contrato, ao passo que, a operação da instalação será da responsabilidade da refinaria, sob a supervisão da NPC. Além das vantagens econômicas alegadas por ambos os contratantes, existe ainda uma de caráter ambiental, buscada pela refinaria: o esquema de co-geração ajuda a empresa a concretizar sua meta de redução de gases-estufa e poluentes. (Energy World, 1995:15)

(g) Sistemas híbridos ou mistos (Churchill & Saunders, 1990:8-12), combinando as alternativas acima expostas.

De qualquer forma, o que se busca é principalmente a cobertura contra os riscos envolvidos no financiamento de projetos do setor elétrico, já que o mesmo raramente segue uma receita pronta. O risco representado por países é de fundamental importância: qualquer país que possua um histórico que demonstre limitações quanto à sua capacidade de levantar empréstimos junto aos mercados de capitais internacionais, terá dificuldades para endividar-se ainda mais (tal dificuldade expressa-se nas taxas de *spread* cobradas pelos financiadores). Tipicamente, um projeto é financiado em parte por recursos próprios e em parte através de empréstimos de terceiros. Para que o sucesso comercial do projeto seja assegurado da melhor maneira possível, os responsáveis pelo mesmo devem negociar acordos que tratem da amortização da dívida, do fornecimento de insumos operacionais, dos procedimentos de operação e manutenção e da venda da eletricidade produzida. O resultado é que todos esses acordos devem proporcionar um retorno aceitável aos investidores.

Existe uma intensa concorrência no mercado internacional de capitais por empréstimos. Os investidores, por seu turno, estão atrás de oportunidades que proporcionem os melhores retornos em relação aos riscos envolvidos. Para que um determinado projeto venha a ser exitoso, buscam-se garantias de cobertura através de negociações que “loteiam” os riscos entre os participantes mais bem qualificados. Logicamente, os retornos devem ser proporcionais. Em alguns casos, uma das partes mais ativas na negociação são os consumidores finais (isto é, grandes consumidores industriais). Neste caso, os preços da energia constantes do acordo de aquisição devem ser competitivos, e a relação àqueles eventualmente ofertados por concorrentes rivais. É também de fundamental importância a intervenção governamental e das entidades regulamentadoras, no sentido de alavancar determinados projetos, principalmente os de grande porte.

Os riscos também podem ser minimizados pela intervenção de agências internacionais de financiamento ou pelo oferecimento de garantias por parte do país receptor do investimento. Em alguns casos, as

garantias governamentais para cobertura de eventuais *defaults* é o que garante o sucesso de determinados projetos do setor elétrico.

### **Preservar ao máximo as posições já conquistadas**

A primeira orientação estratégica das empresas do setor elétrico foi, naturalmente, uma reação de defesa e proteção, para que pudessem dar conta, com um mínimo de competência, da gama e da complexidade de alternativas que surgiram com a tendência de abertura do mercado das empresas de eletricidade à concorrência, enfraquecendo assim, a estrutura monopolística que parecia incontestável até muito recentemente. Isto as conduziu a uma série de incertezas quanto ao futuro e, ao mesmo tempo, espera-se que elas apresentem um desempenho operacional que se coadune com as expectativas de retorno financeiro por parte de seus investidores.

A tendência à desregulamentação do mercado de eletricidade significa que o processo de oferta e demanda de eletricidade, em um ambiente mais concorrencial, torna-se mais complexo. Então, praticamente, a única alternativa para manipular-se a margem de lucro fica por conta do controle e da redução dos custos operacionais e de capital. Isto demanda um grande cabedal de conhecimentos e informações a respeito das possibilidades de estruturação de preços.

O grande entrave ao funcionamento perfeito da estrutura concorrencial de mercado é a ausência de informações relevantes na quantidade certa e no exato momento das transações. No caso do mercado concorrencial de eletricidade, um determinado fornecedor não tem como fornecer, de antemão, os preços mais baixos do mercado, ou mesmo em uma renegociação de contratos. Cabe, portanto, aos compradores selecionar e negociar as condições e os termos mais favoráveis da oferta de energia para suas necessidades específicas. Esta questão complica-se, na medida em que, se os fornecedores não são capazes de conhecer plenamente os termos e as condições dos contratos que agregadamente oferecem, muito menos os compradores. A menos que possuam pleno acesso a quantidades maciças de informações relevantes, o que não deixa

de ser uma hipótese pouco realista. O resultado prático é que a ausência de informações, quando da negociação de contratos, faz com que a obtenção “dos melhores preços” se torne uma tarefa virtualmente impossível.

Quando for possível – e a existência de um quadro jurídico e institucional apropriado permitir –, as empresas de eletricidade defender-se-ão da concorrência, através de políticas tarifárias diferenciadas, da negociação de contratos exclusivos de fornecimento, da garantia de continuidade do suprimento de energia e da busca sistemática de ganhos de produtividade. Isto gera uma quantidade muito grande de informações que podem transformar-se em um poderoso instrumento de intervenção monopolística, por parte das empresas de eletricidade.

Esta atitude defensiva é compreensível. Todavia, ela não é suficiente para que os operadores do setor elétrico possam dar conta da contestação que se abriu com a tendência internacional à transformação do quadro jurídico-institucional da indústria de eletricidade.

### **Rumo a novas possibilidades de acumulação**

As estratégias ofensivas no setor elétrico partem do princípio de que as tendências de transformação estrutural, que já se encontram em movimento, são fortes demais para serem enfrentadas. O mercado independente de energia é um fenômeno relativamente recente. Ele só se concretizou nos EUA em função das reformas institucionais que tiveram lugar naquele país no final da década de setenta. Agora já se constitui em verdadeiro paradigma para uma multiplicidade de países em todo o mundo. Frequentemente espera-se um ganho em termos de eficiência e preços, através de uma operação mais desinibida dos mecanismos clássicos de mercado. Entretanto, talvez as justificativas sejam um pouco mais modestas e pragmáticas, buscando-se primordialmente a atração do investimento externo para compensar a debilitada capacidade interna de financiamento (tanto pública, como privada), principalmente em países que necessitam de uma rápida expansão da oferta de serviços infra-

estruturais. Isto, porém, pode não implicar necessariamente em um outro padrão de integração vertical monopolista do setor elétrico.

Vários elementos contribuem para a instabilidade do esquema clássico de integração vertical monopolista do setor elétrico. Entre eles, destaca-se um : a reversão dos ganhos crescentes de escala na geração de eletricidade, principalmente quando as “deseconomias crescentes de escala” passam a ser vocalizadas mais insistentemente pelas diversas sociedades. Outro, mais prosaico, é que as perspectivas para a expansão da oferta de eletricidade em sociedades **já** altamente eletrificadas não são tão promissoras. Por exemplo, o advento maciço do automóvel elétrico, do calor industrial e do aquecimento de ambientes por eletricidade dificilmente seria competitivo com as formas alternativas existentes de se proporcionar os mesmos serviços energéticos.<sup>19</sup>

É neste contexto que o mercado independente de eletricidade vem assumindo proporções crescentes em todo o mundo, capturando fatias de mercado que anteriormente eram províncias praticamente exclusivas das empresas integradas, verticalmente, de forma tradicional (produção, transporte e distribuição). O Banco Mundial estima que no início da próxima década sejam necessários recursos da ordem de mais de um trilhão de dólares para investir-se em nova capacidade produtiva em todo o mundo. Deste total, cerca de 20% devem ser provenientes de produtores independentes, em vez de empresas elétricas tradicionais, em uma estimativa mais conservadora (Hadley, 1995:7).

Sendo assim, as empresas mais dinâmicas do setor elétrico não podem perder esta nova oportunidade de acumulação, principalmente porque em seus países de origem, a mudança na estrutura regulamentadora da atividade contribui para uma aceleração do declínio secular da mesma, em função da maturação da indústria e da saturação do mercado consumidor local. Porém, a experiência acumulada durante décadas a fio transforma-se em um ativo intangível extremamente valioso quando aplicado no mercado internacional sob as condições atualmente vigentes. Isto é, as empresas passam a dispor de vantagens competitivas substanciais na nova configuração do mercado internacional. Nisso inclui-se um domínio tecnológico e administrativo incontestável, além de

---

(19) Ver, a este respeito, Goldemberg et al. (1988:84).

um conhecimento acumulado muito sólido a respeito dos mercados e do comportamento da demanda. Não apenas investindo diretamente, mas também vendendo serviços de consultoria para o exterior. Portanto, o novo perfil competitivo acena com a possibilidade de investimentos diretos e com a venda de serviços relacionados, no espaço econômico global. Também acena com a perspectiva de cooperação com outras empresas, no sentido da formação de consórcios que possibilitem uma melhor divisão dos riscos envolvidos e também um melhor aproveitamento das potencialidades e possibilidades localmente disponíveis.

Exemplo dessa “estratégia agressiva” é a empresa britânica *National Power*, que se lançou de cabeça internacionalmente, aproveitando-se de sua larga experiência acumulada. Com a desregulamentação e a privatização ocorridas pioneiramente naquele país, a empresa ganhou experiência com mercados energéticos altamente competitivos. Também já investe diretamente nos EUA (através de uma subsidiária com interesses em carvão e gás natural), em Portugal (Central Termelétrica de Pego, a carvão, com 600 MW de potência, com opção de ampliação de mais 600 MW), na Espanha participa do projeto *Elcogas*, o qual prevê a construção de uma termelétrica de 300 MW, baseada em uma tecnologia inovadora de combustão “limpa” de carvão,<sup>20</sup> o que habilita a empresa a exercer influência em um imenso potencial de mercado em todo o mundo<sup>21</sup> e, conseqüentemente, a capacita a explorar

---

(20) Trata-se de um processo de aproveitamento de carvão em usinas a ciclo combinado (turbinas a gás e a vapor), onde, naturalmente, se procede à gaseificação prévia do carvão. Comparado com uma termelétrica convencional a carvão, dotada de lavadores de gases de combustão para amenizar seus efeitos poluidores, com uma termelétrica que usa gaseificação do carvão, temos respectivamente: Custo de capital (US\$/kW): 1600, 1700; % de redução de emissões de SO<sub>2</sub>: 90, 99; Miligramas de NO<sub>x</sub> emitido/ 10<sup>6</sup> joules de eletricidade: 300,25;g de carbono emitido como CO<sub>2</sub> (estimativa)/kWh: 250, 200; Eficiência (% de energia química transformada em eletricidade): 34, 42 (Fulkerson et al. 1990:87).

(21) Em 1985, a queima de carvão ainda era responsável por quase 42% da geração de eletricidade em todo o mundo (Davis, 1990:25) e 30% do consumo de energia primária mundial, exclusive o consumo de biomassa, em 1988. Muito embora sua participação relativa tenha declinado em termos percentuais (por exemplo, de 74% em fins dos anos 30, para 30% em 1988), a quantidade de carvão queimada mais que dobrou no mesmo período (2,13 vezes). Portanto, por mais que o carvão seja considerado um combustível “sujo”, sua importância na matriz energética mundial é ainda muito significativa para ser simplesmente descartada. Pelo contrário, trata-se da mais abundante fonte de energia fóssil que se tem conhecimento, é relativamente bem distribuído e algumas de suas principais jazidas competitivamente exploráveis se encontram justamente em regiões geo-econômicas caracterizadas por uma elevada taxa de crescimento econômico e que portanto tendem a impulsionar o crescimento do consumo de energia, como é o caso da China e da Índia (p.:83-9).

parte do mesmo. A *National Power* também participa de um consórcio hidro e termelétrico no Paquistão, onde deve ser o principal investidor, e também responsável pela operação da parte termelétrica do projeto (1200 MW, convencional, movida a óleo combustível). A participação do Banco Mundial foi intensa e merece destaque pela retomada do financiamento de obras infraestruturais de grande porte, em países em desenvolvimento marcados com o estigma de elevados riscos de financiamento (Hadley, 1995).

Portanto, a lógica inerente ao lançamento de tais estratégias ofensivas passa pela segmentação do mercado, pela diferenciação de produtos e de serviços, assim como pela adaptação seletiva dos mesmos à demanda (Kieschnick, 1990:1-17). Pode-se incluir aí também a negociação fechada de contratos. O objetivo é sempre a tentativa de se alcançar um máximo de flexibilidade, que tenha por origem o topo da cadeia operacional e se desdobre até suas ramificações finais. No caso da indústria de eletricidade isto é representado, respectivamente, pelo fornecimento-geração de energia e pela transmissão e distribuição da mesma. A novidade que agora desponta é a possibilidade de uma maior intervenção no consumo final<sup>22</sup> (inclusive consumidores residenciais) por parte das empresas de eletricidade, trazendo benefícios para ambas as partes.

### **A nova dinâmica concorrencial**

Antes da metade da década de 80, pode-se dizer que a dinâmica concorrencial do setor elétrico da grande maioria dos países era caracterizada por um certo “paroquialismo”, isto é, a atividade de monopólios locais ou nacionais, de caráter público ou privado era regulamentada de forma a limitar-se à área de atividade legalmente definida.

Entretanto, em função da mudança clara de sinais no padrão de acumulação prevaiente, todas as indústrias tiveram que se reestruturar

---

(22) A conservação de energia representa outro enorme potencial de acumulação, na medida em que abre as portas para uma gama variada de atividades inovadoras através de iniciativas que levem os operadores do setor elétrico a considerar os investimentos em eficiência/eficácia da demanda energética final, bem como a intervir ativamente na gestão da demanda em um ambiente mais concorrencial. Ver supra, notas 6, 13 e 14.

de uma forma ou de outra, dos anos 80 em diante. Não é, portanto, de se estranhar que o setor elétrico também fosse levado a proceder da mesma maneira. O rompimento com os padrões básicos de regulamentação do setor elétrico, que prevaleciam anteriormente, deve conduzir a uma nova dinâmica concorrencial, que promete uma recomposição significativa das atividades do setor.

Entre as grandes tendências possíveis de serem identificadas nesta nova dinâmica concorrencial, deve-se destacar, em primeiro lugar, a desregulamentação dos sistemas nacionais de energia p, o que possibilita e incentiva o surgimento de novos concorrentes, sejam eles da própria indústria ou de outras, as quais podem encontrar aí a oportunidade esperada de diversificação estratégica, através de integrações verticais e/ou horizontais.

O desafio é, portanto, no sentido da retomada da eficácia econômica e da recuperação da capacidade de financiamento do setor. O Banco Mundial traça diretrizes de reestruturação segundo uma lógica que privilegia a operação das chamadas forças de mercado, o que não significa uma receita de privatização *tout court*.<sup>23</sup> O importante a se reter aqui é que esta necessidade de recomposição da capacidade de financiamento do setor elétrico dá-se em um contexto de internacionalização muito diferente daquele que imperou do pós-guerra até o final dos anos 70.

### **A abertura do setor elétrico à concorrência**

A formidável evolução recente do setor elétrico em todo o mundo, estimula a entrada de numerosos concorrentes potenciais,

---

(23) O Banco Mundial dá ênfase ao fato de que, em países em desenvolvimento, freqüentemente existe uma discrepância significativa entre os múltiplos objetivos desenvolvimentistas conduzidos pelo Estado e a relativa precariedade das instituições responsáveis pela implantação e condução dos projetos. Entretanto, dada a complexidade dos problemas energéticos e de como efetuar sua coordenação a contento, principalmente em meio à escassez de recursos e de experiência administrativa, é prudente que se reserve ainda um papel decisivo à atuação do Estado, pelo menos temporariamente, até porque isto se constitui numa garantia a mais para a superação dos riscos envolvidos. Mas, por outro lado, também ressalta a importância do desempenho operacional satisfatório e da permanência de objetivos, mesmo em face de mudanças políticas (Churchill & Saunders, 1990:9).

estimulando uma concorrência intersetorial muito intensa e induzindo uma redefinição dos futuros contornos da indústria de eletricidade. São processos nacionais de desregulamentação dos setores elétricos, acelerados pelo descompasso entre as necessidades de expansão do setor elétrico e a insuficiência de fontes adequadas de financiamento à disposição no mercado internacional, que possibilitam uma maior abertura da indústria de eletricidade.

As firmas do setor energético, estruturadas sob a forma de redes (*networks*), vão buscar, na diversificação horizontal (inclusive com a produção comercial de eletricidade, caso já não o façam), a maneira de melhor explorar as chamadas sinergias e economias de escopo, adaptando-se, portanto, mais precisamente, às novas exigências colocadas pela demanda do mercado. Mas sobretudo, desde que o quadro de regulamentação vem se reestruturando e, continuamente, adotando uma configuração mais concorrencial, prevalece o interesse pela diversificação, baseado na possibilidade de uma melhor exploração das vantagens que emergem da “proximidade” entre as atividades do setor elétrico e dos demais subsectores do setor energético. Este entrelaçamento de interesses decorre do fato que as partes em questão são freqüentemente clientes e fornecedores entre si.

Existem empresas para as quais a produção direta de eletricidade significa apenas um desdobramento de suas atividades básicas. No caso das empresas do setor energético, especializadas no fornecimento de combustíveis para as empresas do setor elétrico, uma diversificação rumo à produção de eletricidade pode permitir uma valorização substantiva de suas atividades empresariais. Um outro aspecto desta questão é como tais empresas do setor de combustíveis podem valorizar melhor seus subprodutos; no caso, como conferir valor comercial ao calor residual normalmente rejeitado quando da produção de eletricidade por queima de combustíveis. Os esquemas de co-geração permitem, conforme já foi mencionado acima, aproveitar pelo menos 80% da energia química dos combustíveis (em média, de 80 a 90%), dependendo da aplicação. Se puder diversificar-se desta maneira, uma empresa fornecedora de combustível poderá abrir mais duas frentes adicionais de acumulação, a saber, na geração de eletricidade e na comercialização de calor residual.

Por outro lado, quando se trata de empresas para as quais o provisão de eletricidade se constitui em fator essencial na composição de suas estruturas de custo, estas podem encontrar na diversificação vertical, isto é, na autogeração de eletricidade, uma vantagem competitiva importante, na medida em que se isolam de possíveis interferências externas sobre o valor da eletricidade que consomem. Os grandes consumidores industriais de eletricidade, como por exemplo o setor papel e celulose, e também as indústrias eletrointensivas, podem beneficiar-se grandemente, lançando mão de esquemas de co-geração ou mesmo desenvolvendo sua própria capacidade produtiva, na medida em que passam a exercer um controle total sobre um insumo industrial que lhes confere ou tira competitividade no mercado, dependendo de quanto custa em relação ao custo total dos produtos colocados no mercado internacional. Por fim, existe também o interesse na participação do fornecimento de eletricidade, muitas vezes para conferir valor econômico a atividades de outra natureza, como é o caso da queima de lixo urbano ou de gás metano proveniente de aterros sanitários ou de estações de tratamento de esgotos. Nestes casos, a quantidade de energia liberada pode ser tão relevante, a ponto de justificar tecnicamente seu aproveitamento. Isto, por sua vez, só pode concretizar-se se não existirem barreiras institucionais muito rígidas, à entrada de terceiros nas atividades do setor elétrico, particularmente no tocante à geração de eletricidade.

### **Diversificar para enfrentar o novo desafio concorrencial**

Inicialmente, pensava-se que as estratégias de diversificação das companhias de eletricidade fossem um fenômeno restrito, em grande medida, aos EUA, já que foi naquele país, no começo da década de 80, que o movimento começou a ganhar ímpeto. Empresas que participaram pioneiramente deste processo aprenderam a valorizar a experiência em diversificação, inclusive por força de alguns maus resultados colhidos durante os anos 80. Algumas empresas norte-americanas de eletricidade enveredaram pela diversificação para outras atividades industriais como

estratégia de melhora do desempenho financeiro em termos de conglomerado.

Algumas iniciativas de diversificação deram bons resultados. Outras decisões trouxeram resultados abaixo daquilo que se esperava. Com os erros, os agentes envolvidos aprenderam e passaram a reorientar suas estratégias em torno de atividades correlatas, isto é, seguindo uma trajetória evolutiva de aprendizado. O domínio paulatino de atividades correlacionadas com a operação do setor elétrico procurou, inicialmente, atender a demandas de proteção ambiental colocadas crescentemente pela opinião pública – de início, pouco mais que um esforço de relações públicas. Porém, tais esforços freqüentemente ultrapassavam os limites estritos dos objetivos originalmente propostos. Logo as empresas envolvidas perceberam que poderiam valorizar ainda mais tais esforços, atendendo uma demanda crescente pela qualidade de seus serviços, sem que isto custasse necessariamente mais. Quando isto se tornou por demais evidente, transformou-se na pedra de toque das estratégias de diversificação seguidas pelas grandes empresas fornecedoras de eletricidade.

Some-se a isto a crescente percepção do público em geral em relação à queima de combustíveis fósseis. Inicialmente, pensava-se que determinadas soluções técnicas (tais como a construção de chaminés cada vez mais altas ou um aumento da dependência sobre a energia nuclear) poderiam deslocar os problemas mais próximos e imediatos. Porém, logo se verificou que o lançamento de gases de combustão para a alta atmosfera não era capaz de resolver o problema da poluição como um todo: evitava-se, é verdade, a poluição local, somente para transferi-la para outras localidades, sob a forma de precipitações ácidas, causando não apenas sérios prejuízos ambientais, mas também grandes prejuízos econômicos. A energia nuclear, com seus clássicos problemas de disposição final de resíduos radioativos, custos elevados, inflexibilidade técnica, segurança operacional, etc., tem sido vista com restrições ainda maiores, quanto à sua maior difusão, principalmente após o acidente de Chernobyl em meados dos anos 80. Os cuidados técnicos para se lidar com a energia nuclear tornam esta alternativa extremamente cara. Mesmo

com todas as garantias que seus proponentes oferecem, praticamente ninguém quer usinas nucleares na vizinhança.

Desta forma, a questão ambiental vem reforçar o estímulo econômico para que empresas de eletricidade na América do Norte e também no norte da Europa (especialmente na Alemanha e na Escandinávia) procurem formas alternativas de desenvolvimento de suas atividades, entre as quais, destaca-se a planificação integrada de recursos. No contexto de um tal enfoque, torna-se possível a exploração de oportunidades técnicas antes inibidas por um quadro jurídico-normativo caracterizado pela compartimentalização das atividades do setor energético.

Estabelece-se, assim, uma tendência mundial de reavaliação dos propósitos básicos das empresas de eletricidade. Pelo enfoque que privilegia as atividades finais da cadeia produtiva, é possível pensar-se em uma diversificação das oportunidades de investimento, tanto pelo lado clássico da expansão da oferta, como pela extração de mais serviços úteis da mesma. Este procedimento metodológico é compatível com a reversão das atuais tendências de utilização de energia primária (cujo crescimento incontido é percebido como fonte de desequilíbrio ambiental de características essencialmente irreversíveis) em relação às atividades econômicas e ao bem-estar das comunidades. Evidentemente, isto poderá trazer reflexos substanciais, a médio e longo prazos, sobre a maneira pela qual as diferentes economias transformam energia primária em atividades econômicas e sociais significativas.<sup>24</sup>

---

(24) O impacto agregado da utilização energética sobre a economia é usualmente mensurado através da correlação entre consumo de energia primária por unidade de valor do PNB. A demanda energética agregada é, portanto, o somatório de todas as atividades econômicas consumidoras de energia, cada uma delas ponderada pelas suas respectivas intensidades energéticas e a proporção da contribuição de cada uma delas em relação ao PNB. Daí emerge a clássica correlação entre consumo de energia primária e desenvolvimento econômico. Todavia, tal correlação simplesmente reflete uma determinada situação histórica, sendo, portanto, um enfoque estático. Uma análise dinâmica, que leve em conta o comportamento temporal da intensidade energética de cada economia (expressa em unidades de consumo de energia primária por unidade monetária de desempenho econômico em valores constantes), assim como a comparação temporal das várias economias consideradas, deve demonstrar que: (a) a eficiência com que se consome energia e (b) a estrutura de cada economia variam ao longo do tempo. Desta forma, tomar o passado como guia para se projetar a futura demanda energética é um enfoque metodológico estreito demais, principalmente em períodos históricos de transição (Goldemberg et al. 1994:30).

Deste modo, as companhias de eletricidade encontram a justificativa técnica que lhes permite intercambiar investimentos em eficiência com investimentos mais triviais na expansão da oferta, buscando, assim, uma combinação economicamente ótima entre as possibilidades existentes, desde que o quadro jurídico e institucional no qual se inserem o permita. Uma inovação institucional importante teve lugar nos EUA no final dos anos 80: as novas diretrizes regulatórias do governo federal daquele país foram aceitas, em princípio, pelas comissões regulatórias estaduais e, de acordo com as novas regras, os lucros das companhias de eletricidade não precisam mais estar necessariamente vinculados às vendas. Em grande medida, este fato contribuiu para a minimização dos desincentivos de ordem jurídico-institucional relacionados com investimentos alternativos em eficiência.

Trata-se, na verdade, de uma nova oportunidade de negócios para o setor elétrico, o qual já se depara com diversas limitações, das mais variadas ordens, para a expansão pura e simples da oferta de eletricidade, em particular nos países industrializados. A necessidade de diversificação apela, portanto, para uma sofisticação na oferta de energia: em vez de se vender apenas energia enquanto uma mercadoria homogênea qualquer, passa-se também à comercialização dos chamados serviços energéticos, isto é, calor, iluminação, força motriz, etc., diretamente junto a clientes potenciais. Isto se traduz, primeiramente, por uma redução nas despesas de investimento e, em segundo lugar, pela maior possibilidade de captura de maiores lucros em atividades conhecidas como nichos de mercado. Para companhias de energia que dispõem de uma estrutura industrial já montada, o resultado é a minimização dos encargos e riscos decorrentes de novos investimentos marginais, em um ambiente econômico caracterizado por elevada e crescente incerteza.

Para melhor enfrentar a evolução concorrencial em suas atividades básicas, muitas companhias de eletricidade dos países industrializados vêm adotando diversas formas de ação. À medida que o mercado se desenvolve, os competidores tendem a baixar tanto os preços quanto os custos totais de seus clientes, oferecendo-lhes uma gama variada de serviços. Por exemplo, quando o mercado de eletricidade se torna mais concorrencial, as empresas de eletricidade podem oferecer

pacotes de serviços energéticos, nos quais se inserem as práticas de gerenciamento da demanda final. Algumas empresas chegam mesmo a cobrir parcial ou totalmente as despesas com equipamentos mais eficientes, principalmente visando reduzir a demanda residencial de eletricidade em períodos críticos. Quando o setor industrial é o alvo da ação, a gama de alternativas pode se ampliar ainda mais, compreendendo auditorias, propostas de soluções conjuntas e até mesmo auxílio financeiro para a implementação das medidas de racionalização do consumo energético. Em qualquer um dos casos, ganham tanto os consumidores, que passam a ter um dispêndio menor com energia, quanto as empresas fornecedoras, ao evitarem comprometer-se com investimentos de retorno duvidoso. Anteriormente, o quadro regulatório mostrava-se inflexível para situações como estas. Racionalizar o consumo energético e reduzir drasticamente os desperdícios formam a primeira linha de ação para uma política energética ambientalmente mais consistente.

Com a mudança dos parâmetros de regulamentação, grandes empresas de eletricidade dos EUA passaram a integrar suas atividades diversificadas através da constituição de filiais. Naquele país, o mercado da administração da demanda energética passou a ser cada vez mais explorado por empresas subsidiárias denominadas *ESCos* (*Energy Saving Companies*). A decisão de se explorar comercialmente as oportunidades de conservação de energia, através de empresas exclusivamente dedicadas a esta tarefa, decorre do fato que existe considerável evidência de que os consumidores de energia, deixados simplesmente ao sabor das forças de mercado, demonstram pouca inclinação para explorar, por iniciativa própria, a maioria das oportunidades economicamente viáveis de conservação de energia com que se defrontam no cotidiano. Isto se deve tanto à falta de informações quanto ao receio de se exporem demasiadamente a riscos ou, ainda, às elevadas taxas de juros cobradas sobre investimentos considerados marginais. Tudo isso, portanto, colabora para que um mercado de conservação não se constitua espontaneamente com a velocidade que seria desejável. Trabalhando a “imperfeição de mercado” entre a demanda e a oferta de energia, as *ESCos* podem explorar a eficiência energética como se esta fosse um

investimento comum na expansão convencional da oferta. Podem ganhar os consumidores, os investidores e o meio ambiente, já que investimentos em conservação de energia geralmente possuem impacto ambiental nulo.

Tal tendência à diversificação por parte das empresas do setor elétrico pode ser considerada, portanto, como uma das principais vertentes concorrenciais para a indústria no médio e no longo prazos. Para reforçá-la, a adoção maciça de tecnologias de informação pode contribuir grandemente para a neutralização de notórios custos de transação, inerentes a qualquer iniciativa de administração simultânea de um grande número de projetos individuais e fisicamente isolados entre si. As *ESCOs* podem ser tanto subsidiárias de empresas de eletricidade e gás, como empresas independentes, utilizadas para a captação de recursos financeiros de terceiros, à procura de oportunidades de valorização no mercado de conservação de energia que emergiu recentemente. Elas podem oferecer contratos diretos de serviços energéticos na indústria (principalmente quando se trata de calor industrial na forma de vapor e água quente) e também no setor de serviços (sob a forma de condicionamento de ambientes, iluminação, vapor e água quente).<sup>25</sup>

Evidentemente, as oportunidades de valorização mais facilmente exploráveis, no tocante à gestão da demanda, encontram-se nos setores industrial e terciário da economia. Isto se deve, primeiramente, ao fato de que os custos fixos para tais empreendimentos são relativamente mais baixos do que, por exemplo, no setor residencial. Em segundo lugar, porque o menor número de projetos individuais e o maior porte dos mesmos fazem com que os eventuais custos de transação envolvidos também sejam mais reduzidos, ajudando assim a viabilizar oportunidades de investimento em conservação de energia. Assim sendo, torna-se mais

---

(25) Na Europa e nos EUA, os sistemas combinados de energia elétrica e térmica vêm se disseminando rapidamente, proporcionando grande economia de custos para o suprimento elétrico. Tanto no setor privado como no setor público, a co-geração vem demonstrando suas vantagens econômicas e ambientais, ao fornecer simultaneamente calor industrial, água quente, ar quente e/ou frio, vapor e eletricidade para uma variedade de aplicações domésticas, comerciais, industriais e institucionais, através do emprego de motores de combustão interna ou pequenas turbinas a gás. No setor terciário, destacam-se as aplicações em hospitais, hotéis, estabelecimentos de ensino, shopping centers, clubes, edifícios de escritórios, restaurantes, etc.. A viabilidade prática da co-geração está diretamente ligada à escala de operação e aos preços relativos dos combustíveis e da eletricidade, sendo os aspectos institucionais relativos a estes últimos, de extrema relevância (Silveira et al. 1995).

fácil o compartilhamento de riscos entre a *ESCO* e seus clientes, assim como dos benefícios advindos dos projetos de conservação. O fato de parte da demanda por eletricidade ser coberta autonomamente através de mecanismos simples de mercado também pode contribuir para uma diminuição da necessidade de se subsidiar certos clientes industriais. Além disso, os custos de administração do setor elétrico por parte das entidades regulamentadoras estatais também podem ser mais reduzidos. E, adicionalmente, há a possibilidade de minimização de custos de informação para os clientes potenciais, um aspecto de importância estratégica para se garantir o sucesso, a longo prazo, do movimento de reestruturação pelo qual passam os setores energéticos de diversos países.

Futuramente, pode-se pensar em uma generalização das atividades das *ESCOs*, inclusive em direção aos mercados consumidores de perfil residencial. Esta afirmação pode basear-se na tendência à integração horizontal das empresas do setor elétrico com as redes de telecomunicações que se podem generalizar em todo o mundo, caso as iniciativas pioneiras neste sentido venham a se consolidar. O domínio da informação é de importância reconhecidamente estratégica para a implementação de medidas de racionalização do consumo de energia primária/proteção ambiental, sendo, portanto, fundamental que as empresas do setor elétrico, de maneira geral, disponham de meios de monitoramento<sup>26</sup> de seus clientes em tempo real, para realizar, simultaneamente, todos os objetivos a que se propõem. A difusão acelerada de computadores interligados através de redes como a Internet já dá uma dimensão das possibilidades de concretização das tendências aqui mencionadas.

---

(26) Na América do Norte, de onde geralmente partem as iniciativas pioneiras de gestão da demanda energética, o monitoramento de clientes residenciais através de redes de telecomunicações já conta com algumas experiências inovadoras, como por exemplo, o caso da HydroQuébec do Canadá, que se associou a empresas de TV a cabo para colher e fornecer uma variedade de informações junto à sua clientela, em tempo real. Esta pode, quando quiser consultar a concessionária local a respeito de seu consumo individual, da estimativa de fatura no fim do mês, etc. Simultaneamente, a empresa de eletricidade está coletando uma gama de informações muito precisa e valiosa junto a seus clientes: composição, volume, curva de carga, etc. do consumo individual e agregado, a custos relativamente baixos. A vantagem disso é a possibilidade de planificação dos investimentos com um grau de precisão antes inimaginável, com conseqüências benéficas compartilhadas pela empresa e pela sociedade (Chevalier & Salaun, 1995: 117).

Na verdade, a diversificação das empresas de eletricidade obedece a uma necessidade de encontrar atividades que garantam o retorno de seus investimentos. Isto é, dado que o crescimento do consumo de eletricidade tende a se estabilizar nos países industrializados, seja por saturação da estrutura econômica básica, além de pressões sociais crescentes no sentido de se internalizar as conseqüências da produção de eletricidade em larga escala. A conjunção desses fatores impele a indústria a se reestruturar no sentido das atividades que apresentam novas oportunidades de crescimento, como é o caso das atividades relacionadas com as tecnologias de informação. É claro que para as empresas do setor elétrico, um tal desdobramento de atividades não poderia ocorrer instantaneamente. Entretanto, é de importância estratégica vital trilhar tal caminho, pois, o processo de diversificação é entendido como irreversível.

Tais estratégias de diversificação se desenvolvem principalmente no território nacional. Com efeito, a internacionalização das empresas do setor elétrico tende a ocupar os chamados “nichos naturais” de suas atividades básicas. Contudo, as ameaças concorrenciais dentro do mercado nacional, sejam elas potenciais ou reais, podem induzir a uma cooperação mais articulada com suas congêneres em terceiros países, criando, desta forma, condições propícias para o estabelecimento de iniciativas de cooperação no mercado internacional.

### **A internacionalização das empresas do setor elétrico**

A trajetória evolutiva da organização industrial das empresas do setor elétrico fez com que as mesmas, até muito recentemente, tivessem seus mercados protegidos por barreiras à entrada de cunho regulatório, em função da natureza de monopólio “natural”, englobando suas atividades de geração, transporte e distribuição de energia, de forma quase que incontestável no âmbito de seus respectivos territórios nacionais.

Porém, as estratégias de internacionalização de empresas de eletricidade adquirem proeminência a partir do final dos anos 80, no bojo

de um movimento de desregulamentação internacional, claramente inspirado nas gestões políticas conservadoras dos EUA e da Grã-Bretanha na década passada, e tendo como pano de fundo a expansão acelerada da dimensão financeira da acumulação em todo o mundo, a chamada globalização. Na realidade, não existe uma única explicação para as estratégias de diversificação adotadas, mas seguramente pouco ou nada tem a ver com as razões expostas pelas teorias consagradas do comércio internacional.

A teoria da internacionalização das firmas tem por base a teoria clássica do comércio internacional, que postula a existência de vantagens comparativas entre as diversas economias nacionais. Krugman, por exemplo, trabalhou com a idéia de uma tendência à expansão do âmbito de atividades das firmas para além de suas limitações nacionais. Segundo o autor, isto se explicaria pela necessidade de exploração das economias de escala ótimas, as quais, ao fim e ao cabo, estariam na base da competitividade internacional de tais empresas. Porém, se aplicado rigidamente ao setor elétrico, este modelo não se encaixa perfeitamente à natureza desta atividade industrial, que, como é notoriamente sabido, se estrutura sob a forma de *network*. Vale dizer, a indústria de eletricidade, via de regra, encontra-se fisicamente ligada a um determinado território que, em alguns casos isolados, se estende por outros territórios nacionais, quando as condições geográficas e políticas assim o favorecem. É o caso da integração entre os sistemas elétricos do Canadá e dos EUA e de diversos países europeus. Porém, tais condições podem ser consideradas como excepcionais e nem sempre passíveis de uma generalização enquanto simplesmente estratégias de diversificação do setor elétrico tomado em abstrato.

Então, se a estratégia de diversificação das empresas do setor elétrico rumo à internacionalização de suas atividades não pode ser explicada pela busca de vantagens comparativas ligadas à utilização ótima de fatores produtivos básicos – ou seja, trabalho e matérias-primas, no caso –, tampouco o fator economia de escala pode representar a principal razão para a internacionalização das empresas de eletricidade.

Primeiramente, é preciso levar em conta a tendência à estagnação no padrão de consumo de eletricidade que, mais cedo ou mais tarde, acabará ocorrendo nas economias industrializadas mais desenvolvidas. De 1971 a 1986, por exemplo, a intensidade energética de determinados processos industriais ligados à indústria de processamento de materiais básicos nos EUA caiu consistentemente: a uma taxa média de 1,5 a 2% ao ano, sendo que o consumo direto de combustíveis decresceu de 3% ao ano em média, ao passo que o consumo de eletricidade permaneceu, aproximadamente, constante (Ross & Steinmeyer, 1990:47-8).

Tais ganhos globais de eficiência, juntamente com mudanças no *mix* de produtos demandados pela economia, provocaram um declínio da ordem de 1% ao ano no consumo total de energia, enquanto o produto industrial crescia a uma taxa de 2% ao ano, no mesmo período, naquele país (Ross & Steinmeyer, 1990).

Este padrão declinante no consumo energético é uma tendência importante a ser levada em consideração, pois é a indústria de transformação a responsável por quase metade (40%) do consumo de energia primária dos países industrializados. Sendo que, deste total, mais da metade se destina ao processamento de minérios e outros insumos intermediários em *commodities* tais como aço e gasolina. O restante é utilizado pela agricultura, mineração, construção e pela fabricação de *todos* os demais bens intermediários e finais (Ross & Steinmeyer, 1990).

No fundo, a razão pela qual a indústria tem sido capaz de reduzir o seu consumo energético tão consistentemente, é simples: a maioria esmagadora dos processos industriais foi estabelecida em uma época em que a energia pesava muito pouco no custo dos produtos, seus efeitos secundários podiam ser mais facilmente “externalizados” e mesmo que se quisesse monitorar mais finamente uma série de transformações energéticas, isto era tecnológica e economicamente inviável antes da difusão maciça da microeletrônica. Conseqüentemente, a maioria dos processos industriais, ainda hoje, na prática, utiliza-se de energia em um patamar muito acima do piso limitado pelas leis da termodinâmica (Ross & Steinmeyer, 1990).

Portanto, por mais que a indústria tenha demonstrado capacidade de reduzir o consumo energético, ainda restam inúmeras oportunidades a ser mais intensivamente exploradas. Na prática, as empresas reduzem o consumo energético através da otimização dos processos já existentes, seja introduzindo refinamentos nos mesmos, seja pela introdução de inovações que revolucionam os métodos de fabricação de determinadas indústrias.<sup>27</sup> No primeiro caso, os procedimentos são mais ou menos triviais: conforme sobe o custo energético, as empresas renovam mais rapidamente o estoque de equipamentos ou, então, adotam procedimentos que pouco têm a ver diretamente com o consumo energético, como a reciclagem. A importância desta na redução do consumo energético é indireta, na medida em que evita, em parte, a conversão de minérios e outros insumos em materiais básicos. Outra forma indireta de se poupar energia é a adoção sistemática de procedimentos que visem um maior e mais efetivo controle de qualidade nos processos industriais. A economia de energia, no caso, provém do fato de se evitar produzir artigos defeituosos, os quais seriam refugados. Porém, mesmo na ausência de custos energéticos crescentes, pode haver justificativas para o aprimoramento de processos visando poupar capital e trabalho. Como benefício secundário também poupam energia. E, indiretamente, o meio ambiente.

Nos EUA, a produção independente de eletricidade tomou corpo e consolidou-se, como demonstra o *Energy Policy Act* – EPAct, aprovado em fins de 1992. Com o estabelecimento de um padrão mais concorrencial na produção de eletricidade, tornou-se possível o rompimento do impasse causado pelas dificuldades decorrentes da expansão da oferta pela maneira tradicional. Ou seja, enquanto o mercado pedia apenas um pequeno aumento incremental da oferta de eletricidade, o setor elétrico recusava-se a investir, por conta das incertezas crescentes

---

(27) Um caso de introdução de inovação tecnológica que resultou numa redução rápida e generalizada de energia é o da indústria de vidros planos. O processo *float glass* se difundiu a partir dos anos 60 e hoje seu predomínio é absoluto. Ele consiste simplesmente em despejar a massa de vidro fundido sobre uma camada de estanho em estado líquido. O vidro fundido “flutua” sobre o estanho por diferença de densidade (de onde provém a denominação *float glass*). Após um resfriamento parcial, o vidro é facilmente removido como uma folha de vidro plano e polido. O processo industrial precedente, todavia, exigia desbaste e polimento mecânicos, o que invariavelmente resultava em perdas de material de até 20%.

envolvidas na instalação de grandes blocos geradores. A entrada de terceiros no mercado de geração de energia contribuiu para evitar-se o desatendimento da demanda corrente, ao mesmo tempo que serviu para estabilizar a tendência altista dos custos de investimento e para agilizar os prazos de construção de novas capacidades geradoras. Também serviu para dar um maior sobrefôlego para as tradicionais empresas do setor, que podem administrar melhor seus custos de produção a partir de sua própria capacidade geradora (geralmente instalada no período de auge de crescimento do setor elétrico), contando agora com o aporte de energia fornecida por terceiros.

### **Conclusão**

Serviços de utilidade pública estão na base de qualquer processo de industrialização. Porém, atualmente as sociedades já aspiram a um padrão de bem-estar material acompanhado de uma melhora sensível nos níveis de qualidade de vida. A indústria de eletricidade sempre esteve associada ao processo de industrialização e aos efeitos adversos por ele causados sobre o meio ambiente.

Em uma perspectiva convencional, dir-se-ia que a indústria de eletricidade e a questão ambiental seriam mutuamente excludentes. Ou seja, questões de ordem econômica prevaleceriam sobre as de caráter ambiental, em um primeiro momento, ao menos. Posteriormente, quando a sociedade fosse rica o suficiente, poder-se-ia pensar em remediar os estragos ambientais causados. Por incrível que pareça, esta racionalidade industrial está deixando de ser hegemônica, ao ser questionada por dentro, pela própria inflexão de rumo que a economia mundial vem assumindo.

A tendência à globalização da indústria de eletricidade promove a incorporação de uma série de práticas institucionais e tecnológicas, que são inerentemente mais compatíveis com um posterior aprofundamento da descentralização desta indústria. Uma das principais críticas dos ambientalistas em relação à indústria de eletricidade sempre foi sua excessiva centralização e concentração, causadora não só do impacto ambiental, como também inibidora da adoção de alternativas industriais

menos agressivas. Em torno de sua estrutura centralizadora e concentradora, a indústria de eletricidade foi-se revestindo de instrumentos institucionais que apenas a aprofundavam.

Com o movimento da indústria de eletricidade para a descentralização e desconcentração em todo o mundo, novos paradigmas institucionais podem ser criados e incorporados. Estes permitem a introdução de novas práticas gerenciais e de novas tecnologias que, do ponto de vista ambiental, são muito mais aceitáveis do que as práticas e tecnologias convencionais. Isto já é suficiente para a abertura de um enorme potencial de acumulação de capitais na indústria de eletricidade. Curiosamente, a proteção ambiental já vem “embutida”. Isto é, rompe-se, de certa forma, com aquela noção enraizada de que proteção ambiental é um luxo a ser financiado às expensas dos lucros.

As empresas do setor elétrico e outras que eventualmente queiram dele participar podem dispor de uma variedade relativamente ampla de estratégias de investimento. Não somente em relação à oferta de eletricidade, mas também à demanda. É interessante frisar que tanto nos países já industrializados, como também naqueles em vias de industrialização, a exploração do potencial de conservação de energia elétrica possui impactos ambientais positivos, praticamente imediatos, além de contribuir para a diminuição da magnitude dos investimentos na oferta de eletricidade. Tais investimentos podem ser mais seletivos, no que tange ao financiamento propriamente dito e também em relação aos seus impactos ambientais. Um outro aspecto positivo é a possibilidade de uma maior difusão de tecnologias inovadoras tanto do lado do consumo, como do lado da oferta de eletricidade, o que pode contribuir bastante para a modernização de estruturas industriais já existentes e para a criação de novas, em bases inteiramente modernas, queimando etapas no processo de industrialização. Isto também é favorável a uma maior compatibilização entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, contribuindo para o fomento da utilização eficiente e sustentável de recursos naturais.

O novo padrão concorrencial que se vem formando em todo o mundo parece ir de encontro, portanto, à filosofia de maximizar-se

benefícios e simultaneamente promover a minimização de custos. De tal sorte que, as demandas de caráter ambiental podem ser, em grande medida, atendidas economicamente. Algo que não era possível no arcabouço institucional preexistente, o qual terminava por favorecer grandes estruturas verticalmente integradas, econômica e ecologicamente ineficientes.

E, talvez, a parte mais importante de todo esse aprendizado institucional e tecnológico que se abre é a possibilidade de se transitar para estruturas realmente sustentáveis de produção e consumo de energia. Para se aproveitar as várias formas de energia renovável de forma econômica e ecológica, é necessário saber fazê-lo de forma descentralizada. Se o modelo de integração vertical e escala produtiva crescente fosse a única alternativa (na realidade o era até poucos anos atrás), seria mais difícil ampliar o leque de opções ambientalmente mais aceitáveis.

A globalização da indústria de eletricidade amplia muito, as escolhas em termos tecnológicos e de práticas operacionais para as empresas que atuam no setor elétrico. A contrapartida disso pode ser um maior grau de integração horizontal e uma maior desconcentração das atividades. Conseqüentemente, faz-se necessário um outro quadro jurídico-institucional que seja capaz de abrigar todas essas práticas inovadoras. A importância da globalização não é, deste modo, creditável somente ao discurso econômico hegemônico. Seu maior mérito encontra-se, paradoxalmente, na possibilidade de rompimento com a estrutura organizacional do passado, cuja trajetória evolutiva vem se mostrando cada vez mais incompatível com a possibilidade de uma integração mais harmônica entre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente. Mas, ainda assim, não é garantia líquida e certa de um futuro energético baseado na energia solar. Trata-se somente de uma possibilidade mais promissora. O que pode realmente fazer diferença é a capacidade de integrar-se, de forma não-fragmentária, o complexo de questões relativas ao desenvolvimento econômico e à preservação ambiental. Se os problemas econômicos e ambientais puderem ser solucionados conjuntamente, melhor para todos, pois assim podem sobrar mais recursos para o financiamento de outras necessidades igualmente

prioritárias. A globalização da indústria de eletricidade deveria, portanto, ser compreendida em suas possibilidades e limitações e, a partir daí, instrumentalizada no sentido de um maior incentivo à construção gradativa de estruturas organizacionais, institucionais, jurídicas, econômicas e tecnológicas, capazes de abrigar um estilo de desenvolvimento econômico ambientalmente mais sustentável, conforme as aspirações que hoje são generalizadas em todas as sociedades.

### **Bibliografia**

- BOUHAFS, A. Sonatrach seeks partners to help boost gas exports. *Gas World International*, p.32-4, Aug. 1994.
- BOUTTES, J.P.; TROCHET, P. Le pragmatisme des réformes Américains. *Revue de l'Énergie*, n. 465, p. 16-22, jan./fév. 1995.
- BOYES, G. The benefits of data collection in the new 100 kW market. *Energy World*, p.7-10, Jan./Feb. 1994.
- CHEVALIER, J.M.; SALAUN, F. Recomposition des industries électriques: internationalisation, nouveaux entrants, diversification. *Revue de l'Énergie*, n. 465, p. 112-21, jan./fév. 1995.
- CHURCHILL, A.A.; SAUNDERS, R.J. Financing the energy sector in developing countries. *Energy World*, p. 8-12, Apr. 1990.
- COELHO, S.T. et al. Impactos da inserção da cogeração na matriz energética brasileira. *Eletricidade Moderna*, p.70-6, jun. 1995.
- CROSSET, T. Power generation in the open market. *Energy World*, p. 7-11, Sept. 1992.
- DAVIS, G.R. Energy for Planet Earth. *Scientific American*, v.263, n.3, p. 21-7, Sept. 1990.
- EDEN, R. Landfill gas-can the challenge be met? *Energy World*, p. 13-4, Oct. 1994.
- FICKETT, A.P. et al. Efficient use of electricity. *Scientific American*, v.263, n.3, p. 29-36, Sept. 1990.
- FINON, D. La diversification des modèles d'organisation des industries électriques dans le monde: une mise en perspective. *Revue de l'Énergie*, n. 465, p. 6, jan./fév. 1995.

- FULKERSON, W. et al. Energy from fossil fuels. *Scientific American*, v.263, n.3, p. 82-9, Sept. 1990.
- GOLDEMBERG, J. et al. *Energy for a sustainable world*. New Delhi: Wiley Eastern Ltd., 1988.
- \_\_\_\_\_. Energy efficiency from the perspective of developing countries. *Energy for Sustainable Development*, v.1, n.2, p. 28-34, Jul. 1994.
- \_\_\_\_\_; MACEDO, I.C. Brazilian Alcohol Program: an overview. *Energy for Sustainable Development*, v.1, n.1, p. 17-22, May 1994.
- GOUNI, L. Les facteurs de la décision dans le secteur énergétique. *Revue de l'Énergie*, n. 469, p. 395-402, juin 1995.
- GRUBB, M. *Emerging energy technologies and policy implications*. Dartmouth: The Royal Institute of International Affairs, 1992.
- GUTTRIDGE, S. Expanding market for CHP. *Energy World*, p. 7-10, Mar. 1995.
- HADLEY, G. Into the global power market. *Energy World*, p. 7-8, Apr. 1995.
- HELM, J.L. et al. *Energy production, consumption and consequences*. Washington, DC: National Academy Press, 1990.
- HORTA NOGUEIRA, L.A.; MOREIRA SANTOS, A.H. Cogeração no setor terciário: possibilidades, vantagens e limitações. *Eletricidade Moderna*, p. 50-8, jun. 1995.
- KIESCHNICK, W.F.; HELM, J.L. Energy planning in a dynamic world: overview and perspective. In: HELM, J.L. et al. *Energy production, consumption and consequences*. Washington, DC: National Academy Press, 1990. p. 1-17.
- LARSON, E.D. et al. Beyond the era of materials. *Scientific American*, v.254, n.6, p. 24-31, Jun. 1986.
- LOVINS, A.B. *Soft energy paths: the road not taken*. London: Penguin Books, 1977.
- MEIER, A. et al. *Supplying energy through greater efficiency*. Los Angeles, CA: Univ. of California Press, 1983.
- PUGH, R. Demand-side management: its potential in the liberalised UK domestic gas market. *Energy World*, p. 6-8, Jan./Feb. 1995.
- ROSS, M.H.; STEINMEYER, D. Energy for industry. *Scientific American*, v.263, n.3, p. 47-53, Sept. 1990.

- RUCKELSHAUS, W.D. Energy, environment and development. In: HELM, J.L. et al. *Energy production, consumption and consequences*. Washington, DC: National Academy Press, 1990. p. 205-12.
- SILVEIRA, J.L. La restructuration des industries électriques en Amérique Latine: vers un nouveau mode d'organisation? *Revue de l'Énergie*, n. 465, jan./fév. 1995.
- STONE, J.L. SOLAR 2000: the next critical step towards large-scale commercialization of photovoltaics in the United States. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, v.34, p. 41-9, 1994.

# **As normas da série ISO 14.000**

*Rachel Negrão Cavalcanti*

## **Introdução**

Desde a década de 70 tem sido crescente a pressão da sociedade e dos mercados consumidores, que se refletem em uma grande quantidade de normas, regulamentos e legislação ambiental, sobre o setor produtivo, principalmente nos países desenvolvidos, que se traduzem em maiores restrições relacionadas ao controle, proteção e recuperação do meio ambiente, que se impõem a todas atividades da sociedade.

Dentre as respostas dadas pelo setor produtivo, que surgem a partir dessa situação, merece destaque pela importância, pelo potencial de abrangência e de impacto em todo o mundo, a iniciativa de algumas grandes empresas no sentido de normalizar os sistemas de gestão ambiental. Trata-se da formulação da série ISO 14.000, um conjunto de normas aprimoradas, com uma abordagem internacional, ou seja, um sistema único que as corporações podem implantar em todo e qualquer lugar onde desenvolvam suas atividades.

Certamente, em curto espaço de tempo, essas normas serão adotadas pelos blocos econômicos, tornando-se ao mesmo tempo um novo desafio para produtores e exportadores do Primeiro Mundo, e uma nova barreira comercial para aqueles do Terceiro Mundo.

Esse panorama deve ser avaliado considerando-se as mudanças estruturais em curso na economia mundial, como por exemplo, a formação de blocos econômicos, tendência recente que pode ser observada em todo o mundo. Se por um lado, os blocos reduzem as barreiras econômicas formais entre os seus membros, por outro lado, aumentam as exigências para o livre trânsito de mercadorias procedentes de países do bloco e externos a ele.

A maioria dos países da União Européia, juntamente com ONG's e instituições de pesquisas, já elaborou normas e implementou mecanismos de certificação de qualidade ambiental, principalmente através dos selos verdes, para alguns produtos comercializados na Europa. Através da obtenção dos selos, tais produtos se diferenciavam.

Argumenta-se, em vista do que foi exposto, que uma das principais justificativas para a elaboração da série ISO 14.000 foi inibir a adoção, de forma generalizada, desordenada e sem controle dos selos verdes, que já proliferavam em alguns países ou blocos econômicos. Portanto, esse conjunto de normas, busca disciplinar e sistematizar a adoção dos selos ambientais, para que estes não abriguem tendenciosidades e imprecisões que poderiam se traduzir em novas barreiras comerciais informais.

Além disso, empresas de grande porte e com atuação em diversos países, viam-se obrigadas a cumprir um amplo conjunto de exigências legais ou comunitárias. Devido à conseqüente elevação de seus custos, suas atividades produtivas poderiam tornar-se menos competitivas, perdendo significativas porções de mercado, a favor dos ganhos de competitividade de outros grupos. Estes, operando especialmente em países ou regiões, cujos governos, além de dispensarem as atividades de certos procedimentos de proteção ambiental, oferecem subsídios especiais para o setor produtivo. Com tal situação, esses países estariam sendo amplamente favorecidos.

Portanto, por força de restrições ambientais impostas desigualmente entre países e regiões em todo o mundo, a normalização dos sistemas de gestão ambiental tem por objetivo prioritário equacionar problemas econômicos. Num primeiro momento, deverá resultar em manutenção de mercados e de vantagens competitivas, podendo, todavia, num segundo momento, acarretar ganhos de porções adicionais de mercado, resultantes da diferenciação dos produtos que tiverem condições de obter o certificado.

A situação demonstra que deverão ser estabelecidas severas restrições comerciais aos produtos considerados ambientalmente nocivos, o que se constituirá no principal fator de motivação para que as empresas

se adaptem às novas regras, pois de outra forma não conseguirão manter-se competitivas.

São normas que, apesar de serem voluntárias, têm um considerável potencial para se tornarem impositivas, dado esse caráter de instrumento mercadológico, havendo o risco de se transformarem, em nome da conservação ambiental, em uma nova forma de protecionismo econômico. Esse risco aumenta na proporção inversa em relação ao tamanho da empresa, ao estágio de desenvolvimento do país e ao acesso que as empresas tenham a recursos tecnológicos e financeiros, que, por sua vez, viabilizaria ou não a adoção de novas tecnologias, ou novos processos, mais adequados às exigências da proteção ambiental. Ao mesmo tempo, é inquestionável que sua implementação de forma generalizada traria resultados positivos, na forma de produtos menos prejudiciais ao meio ambiente.

Em resumo, pode-se afirmar que está sendo elaborado um conjunto de normas que procura sistematizar o esforço na busca de resultados ambientais satisfatórios, com manutenção da competitividade e da lucratividade. Vale repetir, portanto, que será um importante instrumento mercadológico, fundamental para os processos de negociações onde as barreiras alfandegárias tradicionais, já são quase inexistentes.

As normas propostas pela série ISO 14.000 visam, portanto, equacionar um problema econômico, que colocará a empresa moderna diante de duas opções: adaptar-se e desenvolver um aprimorado sistema de gestão, ou correr o risco de perder espaços de mercado, por não se adequar aos princípios das normas que estão sendo formuladas.

Dada sua importância e seu potencial de benefícios relacionados à qualidade ambiental, às dificuldades mencionadas em relação à sua implementação e, portanto, o potencial de risco representado, principalmente para a maioria das pequenas e médias empresas de nações menos desenvolvidas, é fundamental o papel a ser desempenhado pelos governos. Estes deverão se responsabilizar por: formular mecanismos eficazes de promoção e difusão de pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos em áreas consideradas estratégicas; estabelecer mecanismos

que facilitem o acesso à tecnologia disponível; estimular o intercâmbio científico e tecnológico com instituições de pesquisa e indústrias de países que disponham do conhecimento necessário.

### **1 A Organização Internacional de Normalização (ISO) e o Comitê Técnico 207 (TC 207)**

A Organização Internacional de Normalização (ISO – *International Organization for Standardization*), com sede em Genebra, Suíça, é uma federação mundial fundada em 1946 para promover o desenvolvimento de normas internacionais na indústria, comércio e serviços. Possui cento e onze países-membros, divididos em três categorias, com base nos diferentes graus de participação no processo de formulação das normas. Membro-total da ISO é o órgão nacional de normalização mais representativo em seu país. Membro-correspondente é, usualmente, uma organização num país em desenvolvimento que ainda não tem seu próprio órgão nacional de normas. E membro-assinante é um país com uma economia pouco representativa (Hemenway & Gildersleeve, 1995).

As normas, de caráter voluntário, sem instrumentos legais que forcem sua adoção, são desenvolvidas pela ISO, subsidiadas por recomendações do governo, dos setores produtivos e quaisquer outros segmentos que estejam interessados na formulação.

No início de 1991, o Conselho Estratégico de Meio Ambiente (SAGE – *Strategic Advisory Group on Environment*), que faz parte da ISO, formou um grupo ad hoc, para estudar detalhadamente os sistemas de gestão ambiental nacionais disponíveis e, mais especificamente, a questão da rotulagem ambiental. Uma das principais conclusões do grupo considerou que o planejamento estratégico da rotulagem ambiental deveria permanecer sob a coordenação da ISO, por se tratar de um grupo que já tinha um valioso trabalho na formulação da ISO 9.000 e que, portanto, seria muito mais efetivo na obtenção do consenso internacional.

O SAGE realizou duas reuniões, a primeira em setembro de 1991 e a segunda em fevereiro de 1992, nas quais foram apresentados e discutidos os sistemas de gestão ambiental da Holanda e do Reino Unido, com a participação de vinte países. Foram criados seis grupos de trabalho: Sistema de Gestão Ambiental, Avaliação da Performance Ambiental, Rotulagem Ambiental, Auditoria Ambiental, Análise de Ciclo de Vida e Aspectos Ambientais em Normas de Produtos.

Em março de 1993, o SAGE propôs a criação do Comitê Técnico n. 207 (ISO/TC 207), que responderia pelo processo de formulação de uma série de normas voltadas à gestão ambiental. Os documentos resultantes da Conferência das Nações Unidas Rio-92 forneceram as justificativas oficiais para o início dos trabalhos do grupo. Consta do Sumário Executivo da minuta da futura ISO 14.000, *Guide to Environmental Management Principles, Systems and Supporting Techniques*: “Em junho de 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, Brasil, mais de 100 países concordaram sobre a necessidade de desenvolvimentos adicionais em programas internacionais de gestão ambiental. A série ISO 14.000 de Sistemas de Gestão Ambiental, da Organização Internacional de Normalização é uma resposta a esta necessidade expressa”.

A criação do TC-207, de Gestão Ambiental, realizou-se com a participação de representantes de 30 países-membros<sup>1</sup> e 14 observadores, que passariam a trabalhar em um projeto normativo, baseada na Norma Britânica de Gestão Ambiental, a BS-7750. A Secretaria e a Presidência do TC-207, desde a data de sua criação, estão sob a responsabilidade do órgão técnico de normalização do Canadá, o SCC – *Standards Council of Canada*. Em junho de 1993, data da primeira reunião do TC-207, o SAGE foi dissolvido.

---

(1) Atualmente são 42 países-membros: África do Sul, Argentina, Alemanha, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Cingapura, Colômbia, Coréia do Sul, Cuba, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Índia, Indonésia, Irlanda, Israel, Itália, Jamaica, Japão, Malásia, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Reino Unido, Rússia, Suécia, Suíça, Tailândia, Tanzânia, Tchecoslováquia, Trinidad, Turquia, Uruguai e Venezuela. E são 14 países observadores: Argélia, Egito, Hong Kong, Islândia, Iugoslávia (antiga), Lituânia, Líbano, Polônia, Portugal, Eslováquia, Sri Lanka, Ucrânia, Vietnã e Zimbábue (Hemenway & Gildersleeve, 1995).

### **1.1 Objetivos do TC 207**

O TC 207 foi encarregado de desenvolver uma norma ambiental global, com o objetivo principal de promover um enfoque comum ao gerenciamento ambiental, aprimorar os métodos de avaliação do desempenho ambiental e facilitar o comércio internacional.

Fazem parte, portanto, do seu escopo de trabalho a normalização no campo de ferramentas e sistemas de gestão ambiental. O resultado final será tanto a certificação de processos produtivos quanto de produtos industrializados ou comercializados, comprovando que eles não comprometem a qualidade ambiental. Por ser uma norma voluntária, as vantagens competitivas mencionadas constituir-se-ão no principal estímulo para as empresas buscarem a certificação.

A série ISO 14.000 objetiva, portanto, a sistematização de ações voltadas para a obtenção de resultados ambientais satisfatórios, através de uma abordagem internacional, comum ao gerenciamento ambiental. De maneira bastante ambiciosa, objetiva elaborar um sistema único, que as organizações deverão implantar em todos os lugares onde operam.

### **1.2 Estruturação e funcionamento do TC-207**

O Comitê Técnico 207 tem duas grandes áreas de abrangência: Avaliação da Organização e Avaliação do Produto, cada uma delas subdividida em subáreas específicas. Pertencem ao primeiro grupo: Sistema de Gestão Ambiental, Avaliação da Performance Ambiental e Auditoria Ambiental. Do segundo grupo fazem parte: Avaliação do Ciclo de Vida, Rotulagem Ambiental e Termos e Definições. Existe ainda um grupo de trabalho especial “Aspectos Ambientais nas Normas de Produtos”.

Cada uma das subáreas específicas, os Subcomitês Técnicos – SC, são coordenados por um país-sede e seu organismo nacional de normalização, e são constituídos internamente por Grupos de Trabalho (WG) também coordenados por, no mínimo, um país. Os membros

participantes dos grupos de trabalho são responsáveis pela elaboração das propostas de normas de seus assuntos específicos. Após chegarem a um consenso sobre a formulação, as propostas (*Committee Drafts*) são encaminhadas aos Comitês Técnicos, onde serão votadas pelos países participantes e, se aprovadas, tornar-se-ão *Draft International Standard* – DIS. Em seguida, essas DIS's passarão por novos processos de discussão e votação no Comitê Coordenador, e pelo TC, para se tornarem uma norma internacional, ou *International Standard* – IS.

O Canadá é o único país que participa de todos os SC's, com exceção apenas de um deles, o SC-6, onde atua como observador, além de secretariar o Comitê Coordenador, composto por um único Grupo de Trabalho – WG, que tem sob sua responsabilidade a elaboração do documento “Guia para Inclusão de Aspectos Ambientais em Normas de Produtos”, que já foi emitida como *Committee Draft*, com previsão de ser uma das primeiras a ser emitida como *International Standard* – IS.

### 1.3 Estruturação e atribuições dos subcomitês

- Subcomitê Técnico de Gerenciamento Ambiental - SC-01

Tem como país secretário o Reino Unido, através de seu órgão de normalização, *British Standards Institution* – BSI. Compõe-se de dois Grupos de Trabalho (WG):

- WG 1 - Especificações, coordenado por Inglaterra e França;
- WG 2 - Orientações Gerais, coordenado por Canadá e Estados Unidos.

Os trabalhos desse Subcomitê baseiam-se na BS-7750 e visam à criação de um Sistema de Gestão Ambiental, seus princípios, diretrizes gerais e aplicações, com especial atenção para a elaboração de considerações específicas para a pequena e média organização.

As normas estão sendo desenvolvidas sob sua responsabilidade, conforme segue:

- ISO 14.000: Sistemas de Gerenciamento Ambiental –

Especificações com Orientação de Uso;

– ISO 14.004: Sistemas de Gerenciamento Ambiental - Orientações Gerais sobre os Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio.

- Subcomitê de Auditoria Ambiental e Investigações Relativas - SC - 02

É secretariado pelos Países Baixos, através da administração do *Nederlands Normalisatie Instituut* – NNI, sendo composto por quatro grupos de trabalho:

- WG 1 - Princípios de Auditoria Ambiental (França e Canadá)
- WG 2 - Procedimentos (Alemanha e Estados Unidos)
- WG 3 - Qualificação de Auditores (Inglaterra)
- WG 4 - Outras Investigações Ambientais (Holanda)

Esse subcomitê busca definir regras às quais as empresas certificadoras deverão se submeter para proceder às avaliações de empresas interessadas, bem como estabelecer diretrizes sobre quais tipos de auditorias deverão ser aplicadas.

As normas desenvolvidas sob sua responsabilidade são:

- ISO 14.010: Orientações para Auditoria Ambiental – Princípios Gerais para Auditoria Ambiental;
- ISO 14.011/1: Orientações para Auditoria do Sistema Ambiental – Procedimentos de Auditoria dos Sistemas de Gerenciamento Ambiental;
- ISO 14.011/2: Procedimentos para Auditoria de Desempenho/Cumprimento;
- ISO 14.011/3: Procedimentos para Auditorias de Declarações Ambientais;
- ISO 14.012: Orientações para Auditoria Ambiental – Critérios de Qualificação para Auditores Ambientais;
- ISO 14.013: Gerenciamento de Programas de Auditoria Ambiental;
- ISO 14.015: Avaliação Ambiental das Instalações. Sob responsabilidade do WG 4, encontra-se na mesma situação da norma anterior.

- Subcomitê de Rotulagem Ambiental - SC-03

Tem a Austrália como país secretário, administrado pelo seu órgão normatizador, *Standards Australia* – SAA. É composto por três grupos de trabalho:

- WG 1 – Princípios de Diretriz para Programa aos Praticantes (França e Suécia)
- WG 2 – Reclamações de Autodeclaração (Canadá)
- WG 3 – Princípios de Diretriz para Programas de Rotulagem (Estados Unidos).

Seu escopo de trabalho é a padronização no campo da rotulagem ambiental, buscando estabelecer mecanismos que resultarão nos certificados, de conformidade com as normas propostas. Sua última reunião foi realizada em novembro de 1995 em Seoul, na Coreia do Sul.

Está sob sua responsabilidade a formulação das normas relacionadas em seguida:

- ISO 14.021: Rotulagem Ambiental – Autodeclarações Ambientais, Termos e Definições;
- ISO 14.022: Rotulagem Ambiental – Símbolos;
- ISO 14.023: Rotulagem Ambiental – Metodologias de Teste e Verificação;
- ISO 14.024: Rotulagem Ambiental – Programas Profissionais, Práticas, Princípios de Orientação e Procedimentos de Certificação de Programas Múltiplos;
- ISO 14.025: Metas e Princípios de toda Rotulagem Ambiental.

- Subcomitê de Avaliação de Desempenho Ambiental - SC-04

Secretariado pelos Estados Unidos, através da *American National Standards Institute* – ANSI, é composto por dois Grupos de Trabalho (WG):

- WG 1 – Avaliação Genérica de Desempenho Ambiental (Estados Unidos)
- WG 2 – Avaliação de Desempenho Ambiental do Setor Industrial (Noruega e Japão).

De acordo com o ISO/TC-207/SC-4, as normas de avaliação de desempenho (ou performance) da gestão ambiental objetivam fornecer às organizações elementos de um Sistema de Gestão Ambiental efetivo, buscando medir, analisar, avaliar e descrever as ações ambientais de uma organização, baseadas em critérios ajustados para diversos usos. Os documentos existentes definem performance como sendo os resultados avaliáveis de uma gestão ambiental, que se relacionam com o controle das organizações sobre o impacto ambiental de suas atividades, produtos e serviços. As normas também definirão Indicadores de Performance Ambiental que corresponderão a descrições específicas de performance, dentro de três áreas de avaliação: Sistemas de Gestão, Sistema Operacional e Estado do Meio Ambiente.

Esse SC coordena o desenvolvimento de duas normas:

- ISO 14.031: Avaliação do Desempenho Ambiental do Sistema de Gerenciamento e sua Relação com o Ambiente;
- ISO 14.03X: Avaliação do Desempenho Ambiental do Sistema Operacional e sua Relação com o Ambiente.

- Subcomitê de Análise de Ciclo de Vida – SC – 05

A França responde pela secretaria desse subcomitê, por meio de seu órgão normatizador *Association Française de Normalisation* – AFNOR. Compõe-se de cinco Grupos de Trabalho (WG):

- WG 1 – Princípios Gerais e Procedimentos (Estados Unidos)
- WG 2 – Análise e Inventário Geral do Ciclo de Vida (Alemanha)
- WG 3 – Análise do Inventário Específico do Ciclo de Vida (Japão)
- WG 4 – Avaliação do Impacto no Ciclo de Vida (Suécia)
- WG 5 – Avaliação da Melhoria do Ciclo de Vida

A versão “DRAFT ISO-CD 14.040.2”, referente à Análise de Ciclo de Vida (LCA – *Life Cycle Assessment*), define o processo como sendo uma técnica sistemática de estimar o impacto ambiental associado a um produto ou serviço, para elaborar um levantamento sobre seus insumos e produtos; fazer uma avaliação quantitativa e qualitativa

daqueles insumos e produtos e identificar os aspectos mais significantes relativos aos objetivos do estudo. O processo deve considerar o impacto ambiental ao longo de toda a vida do produto, da aquisição da matéria-prima para produção, seu uso e disposição. Na categoria geral de impacto ambiental, incluem-se a exaustão de recursos, saúde humana e conseqüências ecológicas.

As normas a serem desenvolvidas por este subcomitê serão:

- ISO 14.040: Avaliação de Ciclo de Vida – Princípios e Orientações;
- ISO 14.041: Avaliação de Ciclo de Vida – Análise do Inventário do Ciclo de Vida;
- ISO 14.042: Avaliação de Ciclo de Vida – Avaliação do Impacto;
- ISO 14.043: Avaliação do Ciclo de Vida - Interpretação.

- Subcomitê Termos e Definições – SC–06

A secretaria é exercida pela Noruega e seu órgão normatizador *Norges Standardiseringsforbund* – NSF. Esse subcomitê é responsável pela harmonização e padronização das normas propostas por todos os demais subcomitês. O documento listará todas as definições do sistema de gerenciamento ambiental ISO 14.000 e normas de auditoria, e em outras disponíveis, com índices. O SC–6 ajudará a solucionar diferenças durante o desenvolvimento do documento TC 207.

A norma a ser formulada e proposta sob sua responsabilidade é a ISO 14.050 – Termos e Definições - Guia dos Princípios para Trabalho Terminológico da ISO/TC 207/SC - 6.

- Subcomitês especiais

Um dos grupos especiais é o que trata dos Aspectos Ambientais nas Normas de Produto, tendo a Alemanha como país secretário, juntamente com o *Deutsches Institut für Normung* – DIN, seu órgão normatizador. São os responsáveis pela formulação de uma norma única, a ISO 14.060, que tratará de estabelecer critérios relevantes para o

processo de desenvolvimento de normas de produto ISO, que poderá ser utilizada por qualquer outro órgão redator de normas.

O segundo grupo de trabalho especial recebe a designação de Força Tarefa Especial, tendo o Canadá como país responsável, através de seu órgão normatizador, *Standards Council of Canada* – SCC. Seu trabalho é dar o impulso necessário ao processo de unificação das duas normas de gerenciamento, a de qualidade e de meio ambiente, através da harmonização dos dois conjuntos de normas formuladas pelos TC-207 (Gestão Ambiental) e TC-206 (Gestão da Qualidade).

Busca-se tal convergência com o objetivo de possibilitar uma auditoria mais eficiente e eliminar auditorias múltiplas, para se chegar a uma única auditoria dos sistemas de gerenciamento. O resultado levaria a consideráveis reduções de custos, tornando os esforços de certificação mais econômicos.

## **2 A participação brasileira na formulação da série ISO 14.000**

O principal articulador da participação do Brasil nos trabalhos de desenvolvimento da série de normas ISO 14.000 é o GANA – Grupo de Apoio à Normalização Ambiental. O grupo é composto pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e por empresas brasileiras, tais como: Companhia Vale do Rio Doce, Petrobrás, Aracruz Celulose, Riocel S.A. Papel e Celulose, Confederação Nacional das Indústrias, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP, Associação Brasileira de Exportação, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. A presidência do grupo pertence ao representante da Companhia Vale do Rio Doce, que foi o responsável pela iniciativa e pelas articulações necessárias para a formação e funcionamento do GANA.

A iniciativa deve-se, principalmente, ao crescimento da percepção de alguns, acerca do aumento da importância relacionada com o cumprimento de quesitos ambientais para aceitação de muitos produtos no mercado internacional. Foi, portanto, o risco de perda de mercados

externos, em função de restrições ambientais, a principal razão para a constituição do grupo.

Suas primeiras reuniões datam de meados de 1994, quando foram definidos seus objetivos específicos: acompanhamento das discussões no âmbito da ISO/TC-207, avaliação do potencial de impacto das proposições sobre a competitividade nacional e proposição de alternativas que atendam aos interesses nacionais.

A participação brasileira no processo de formulação da série ISO 14.000 seria em nível de cada subcomitê, buscando avaliar o potencial de comprometimento da competitividade brasileira contido em cada norma. Seria avaliado o conjunto de impactos técnicos, econômicos e políticos, diretos e indiretos, sobre a atividade produtiva do Brasil.

A avaliação deverá ser suficiente para apontar as discrepâncias e/ou divergências das normas propostas com relação à legislação brasileira e convenções internacionais firmadas pelo Brasil (GATT, MERCOSUL, etc.).

Se uma norma fosse considerada impactante com relação aos interesses nacionais, proposições alternativas seriam elaboradas, tecnicamente fundamentadas, para que possam ser apresentadas aos subcomitês.

A ênfase dos trabalhos do GANA visam tentar evitar que a série ISO 14.000 abrigue tendenciosidades que prestigiem práticas que sejam técnica e economicamente aplicáveis apenas no Primeiro Mundo. Tais circunstâncias agravariam a situação dos países do Terceiro Mundo, se forem consideradas as diferenças representadas pelo consumo de matéria-prima e energia dos países desenvolvidos, que representa 80% do consumo mundial, ao lado da necessidade premente que o Terceiro Mundo tem de resolver seus graves problemas socioeconômicos, o que certamente demandará significativo aumento no consumo de recursos.

### **Comentários finais**

Diante dos desafios que estão colocados pelo desenvolvimento sustentável ao setor produtivo, aos governos e à população, visando a

otimização e conciliação de aspectos sociais, ambientais e econômicos, a elaboração da série ISO 14.000 representa uma das respostas dadas pelo setor produtivo. Resposta esta que é fruto da forte articulação de grandes organizações econômicas do mundo desenvolvido, ante a ameaça representada pelo crescente volume de legislação, regulamentos e exigências ambientais impostas recentemente pelos governos locais.

Os países que estão à frente desse processo são aqueles onde a população melhor informada e, portanto, mais mobilizada, se organiza e exige que seus direitos sejam garantidos. É nesse contexto que o Estado responde com os regulamentos e leis impostos ao setor produtivo.

O fim das barreiras comerciais formais também representa uma ameaça adicional às organizações localizadas no Primeiro Mundo, que temem o possível aumento de competitividade, representado pelas empresas exportadoras dos países pertencentes ao Terceiro Mundo, onde a falta de restrições ambientais poderia representar custos menores e, portanto, preços mais competitivos.

A série ISO-14.000 certamente representará um novo problema para os países em desenvolvimento, que serão obrigados a se adequarem às exigências impostas pelas normas estabelecidas pelos países desenvolvidos. Isso pode representar o aumento das desigualdades existentes entre Primeiro e Terceiro Mundo, tanto em termos econômicos, quanto sociais.

### **Bibliografia**

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION – AFNOR. ISO/TC 207/SC 5, n.38 – Life Cycle Assessment. (Comments received on ISO/CD 14.040).

DRAFT ISO CD 14.040.2. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines.

GRUPO DE APOIO À NORMALIZAÇÃO AMBIENTAL – GANA/ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *O Brasil e a futura série ISO 14.000*. Rio de Janeiro: 1994.

HEMENWAY, C.G.; GILDERSLEEVE, J.P. *ISO 14.000 - O que é?* São Paulo: IMAM, 1995.

# **Planejamento urbano: utilização de Sistema de Informação Geográfica – SIG na avaliação socioeconômica e ecológica – um estudo de caso**

*Magda Aparecida de Lima*

## **Introdução**

O planejamento ambiental constitui requisito básico para o desenvolvimento sustentado em ecossistemas urbanos. Este instrumento deve ser apoiado por uma orientação técnica e política de gestão municipal voltada à valorização de atributos como a diversidade da paisagem, a manutenção de processos ecológicos essenciais, a utilização sustentada de recursos naturais e a outros princípios fundamentais relacionados à qualidade de vida de pessoas e da vida silvestre, à conservação de recursos hídricos, solos e atmosfera.

A aplicação do conceito de sustentabilidade ao desenvolvimento urbano tem sido um processo muito lento. A conservação de paisagens e áreas verdes naturais como componentes do sistema urbano é pouco explorada em grande parte dos municípios da região, decorrendo muitas vezes da imposição da legislação para preservá-las ou de movimentos preservacionistas. Desconhece-se o valor econômico destas áreas como ambientes cênicos, bem como dos benefícios de sua conservação, a longo prazo, para a comunidade. O enfrentamento de problemas ambientais, que surgem do crescimento urbano desordenado dá-se quase sempre à luz do conhecimento de técnicas de engenharia, como as empregadas no controle de inundações através da canalização de rios, nos tratamentos de rejeitos e efluentes urbanos, assim como na drenagem de várzeas, provocando alterações no funcionamento dos sistemas naturais.

A importância do planejamento urbano, como medida preventiva da degradação ambiental e de conseqüentes prejuízos econômicos para

sua reparação, é tratada aqui, utilizando-se de uma experiência de trabalho feita para o Município de Rio Claro, em especial para uma bacia hidrográfica de pequena grandeza, já comprometida com a ocupação urbana. Este trabalho visa propor um procedimento metodológico no contexto do planejamento urbano, utilizado no Município de Rio Claro, com a possibilidade de ser adaptado para áreas passíveis de serem urbanizadas e, ao mesmo tempo apontar para medidas de recuperação ambiental a serem adotadas para a bacia hidrográfica em questão.

## **1 Planejamento: medida de prevenção e controle da degradação ambiental**

A degradação ambiental deve ser entendida como o resultado de um conjunto de ações e processos impactantes sobre o ambiente que, não respeitando a sua capacidade de suporte e/ou a sua aptidão, acarreta o comprometimento dos recursos naturais e, conseqüentemente, a qualidade de vida.

O planejamento ambiental constitui o instrumento básico para a prevenção ou redução deste processo, por conseguinte, dos custos associados à recuperação ambiental. Ele deve integrar, por sua vez, os diferentes componentes da estrutura dos ecossistemas, sejam estes naturais, semi-artificiais ou artificiais (segundo um gradiente de influência antrópica). Ou seja, deve considerar as condições físicas, químicas, biológicas e socioeconômicas do lugar, de forma integrada, visando oferecer um ambiente mais equilibrado, no tempo e no espaço.

No caso de sistemas urbanos, cuja expansão se sobrepõe de modo quase sempre dominante sobre os demais usos da terra, ainda que seu crescimento se apresente delimitado em planos diretores municipais, através de zoneamento urbano, há que adequar as atividades ora em desenvolvimento às potencialidades e restrições do terreno, se o objetivo da sustentabilidade do sistema é pretendido.

Planos diretores municipais, sobretudo os concebidos a partir da obrigatoriedade para cidades com mais de 20.000 habitantes, segundo a

Constituição Federal de 1988, têm sido elaborados para municípios muitas vezes já extremamente comprometidos na sua qualidade ambiental, sendo, assim, moldados a uma condição decorrente do processo de desenvolvimento econômico já estabelecido. É nestes casos que se identifica a necessidade de se avaliar a adoção de medidas de recuperação ambiental, frente aos custos envolvidos em sua implementação, assim como de antever riscos de degradação em áreas urbanas em fase inicial de expansão. Em projetos e estudos de manejo e planejamento físico do meio ambiente, nas décadas mais recentes, já se evidencia a preocupação com as medidas de reparação ou minimização dos impactos, como exemplificado em trabalhos de Prandini et al. (1982); Bahia (1987); Silva et al. (1989) e outros.

Visando a conservação dos recursos naturais e o reparo dos danos ambientais causados pelo uso inadequado das terras e das águas, tem-se procurado dar atenção às bacias hidrográficas, sendo estas muitas vezes adotadas como unidades de gerenciamento ambiental. A própria legislação ambiental brasileira incorporou este conceito, fato este considerado por Machado (1989) como uma evolução sobre o enfoque isolado que se dava, até recentemente, ao recurso hídrico, quando na verdade se deveria englobar toda a sua área de drenagem. Este enfoque já é verificado na Resolução n. 001 do CONAMA, de 1986, onde se definiu, como uma das diretrizes para elaboração de estudo de impacto ambiental, a necessidade de considerar a bacia hidrográfica na qual uma determinada área se localize.

### **1.1 O caso de Rio Claro**

Ao longo da sua história de ocupação, a exemplo de outros municípios da região, no estado de São Paulo, Rio Claro formou-se a partir de um núcleo de colonização e de escoamento de produtos, segundo uma ordem de expansão física impulsionada pelas atividades econômicas empreendidas. Este município teve, de fato, um início marcante de ocupação no século passado, durante o ciclo do ouro, uma vez que a área se apresentava no caminho da busca do metal.

A cultura de cana-de-açúcar, iniciada na segunda metade do século dezoito, expandiu-se na região, substituindo as matas e cerrados. O apogeu desta cultura deu-se em 1835, sendo que, após 1862, a mesma foi cedendo espaço para a cultura cafeeira, que foi acompanhada por um contínuo processo de desmatamento. O café permaneceu em Rio Claro como a principal cultura desde 1850 até 1930, projetando o Município econômica e politicamente e influenciando a expansão do espaço urbano. A instalação da Estrada de Ferro em 1876, no Município, assumiu grande importância econômica, sobretudo para a expansão dessa cultura.

A partir de 1920, observa-se uma acentuada variação da produção agrícola no Município, cuja evolução pode ser visualizada pela Tabela 1.

Tabela 1  
Área cultivada, em hectares, dos principais produtos agrícolas do Município de Rio Claro.

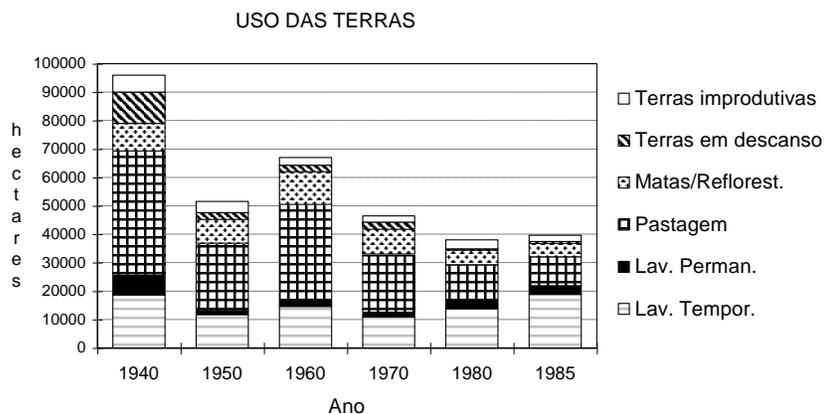
Ano	Algodão	Arroz	Cana	Feijão	Milho	Cafê
1920	312	1.792	153	1.471	4.419	14.831
1935	6.108	1.317	-	914	4.879	5.642
1938	6.201	2.553	1.401	751	6.690	4.700
1950	471	3.266	392	545	3.882	1.296
1960	332	3.865	4.192	818	5.066	1.273
1962	696	2.500	2.800	1.178	2.333	980
1970	609	1.719	3.869	304	3.712	427
1980	1.078	1.247	6.198	104	1.978	287

Fonte: Sanches (1978); IBGE (1984).

A Figura 1 mostra a evolução da utilização das terras, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, onde as áreas das classes de uso, dada em hectares, compreendem:

- áreas de lavouras permanentes;
- áreas de lavouras temporárias;
- áreas cobertas com matas e reflorestamento, agrupadas;
- pastagens naturais e pastagens plantadas, agrupadas;
- terras em descanso e terras produtivas não-utilizáveis;
- terras incultas, terras não-aproveitáveis.

Figura 1  
Evolução da utilização das terras no Município de Rio Claro, de 1940 a 1985,  
segundo dados do IBGE.



Dados do censo agropecuário de 1985 mostram que, na zona rural de Rio Claro, ocorre uma freqüência maior de pequenas propriedades (de menos de 10 a menos de 50 hectares = 557 estabelecimentos) e de médias propriedades (de 50 a menos de 200 hectares = 137 estabelecimentos). Ao mesmo tempo, observa-se uma proporção maior de habitantes na zona urbana. De 11.000 habitantes, em 1870, a população passou a um total de 137.509 habitantes no ano de 1990, sendo que, em 1940, a população urbana (31.571) era 62,83% e, em 1990, era 96,03%.

Em função do uso inadequado das terras pelas atividades agrícola e urbano-industrial, é possível detectar sinais evidentes de processos erosivos, em grande parte causados pela retirada de cobertura vegetal protetora, bem como a diminuição da qualidade de recursos naturais, com a deposição de rejeitos domésticos e industriais, assoreamento de corpos d'água, entre outros problemas.

Especialmente, o processo de urbanização constitui uma ameaça à qualidade ambiental no Município de Rio Claro. Desta constatação, resulta a necessidade da elaboração do planejamento físico da área, tendo

como etapa inicial a análise dos atributos naturais de terreno e dos aspectos culturais e econômicos, ou seja, o diagnóstico ambiental, e a avaliação de sua adequabilidade ao uso urbano. Para esta finalidade, o emprego de técnicas de geoprocessamento constitui um recurso valioso, pois permite o manuseio de uma variedade de informações georeferenciadas.

### **1.1.1 Sistemas de Informação Geográfica – SIG como ferramenta para o planejamento ambiental**

O sistema de informação geográfica tem sido uma reconhecida ferramenta para o manuseio de informações ambientais, bem como para conhecer e resolver os problemas de organização espacial (Nistal, 1987). A razão de seu emprego cada vez mais freqüente, por órgãos de pesquisa e diferentes instituições, reside no fato de que ele permite que dados georeferenciados possam ser armazenados, manipulados e analisados (Walsh, 1985), permitindo uma maior rapidez na obtenção de informações e evidenciando facilmente a superposição ou não de características relevantes.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) evoluíram como meios de reunir e analisar dados espaciais diversos (Star & Estes, 1990), dentre os quais muitos foram desenvolvidos para fins de planejamento e de manejo de recurso natural a nível urbano, regional, estadual e nacional de órgãos governamentais. Eles encontram uma gama de outras aplicações, como a avaliação de áreas suscetíveis a riscos geológicos, manejo da qualidade de água (Adams et al. 1982), elaboração de mapas de riscos de erosão (Pelletier, 1985; Lima et al. 1992; Murty & Venkatachalam, 1992), mapas de aptidão agrícola (Formaggio, 1992 e Lima, 1994), planejamento rural (Ventura et al. 1988) e mesmo, no gerenciamento de infra-estrutura bancária (Cuétera & Buzai, 1995).

### **1.1.2 Aplicação de SIG no planejamento da ocupação urbana no Município de Rio Claro**

Uma análise de atributos de terreno do Município de Rio Claro foi efetuada por Lima (1994), envolvendo a coleta de dados cartográficos, documentos descritores, fotos aéreas e imagens orbitais. Uma vez organizados os dados, referenciados por uma base de coordenadas geográficas, o tratamento automatizado destas informações foi conduzido através do Sistema de Informação Geográfica – SGI desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Com o auxílio desta ferramenta e das técnicas acima citadas, e tendo como base critérios de adequabilidade das terras em função das características geológicas, de solo, drenagem, declividade e outros parâmetros físicos de terreno, gerou-se um cenário de ocupação urbana para o município de Rio Claro (Figura 2).

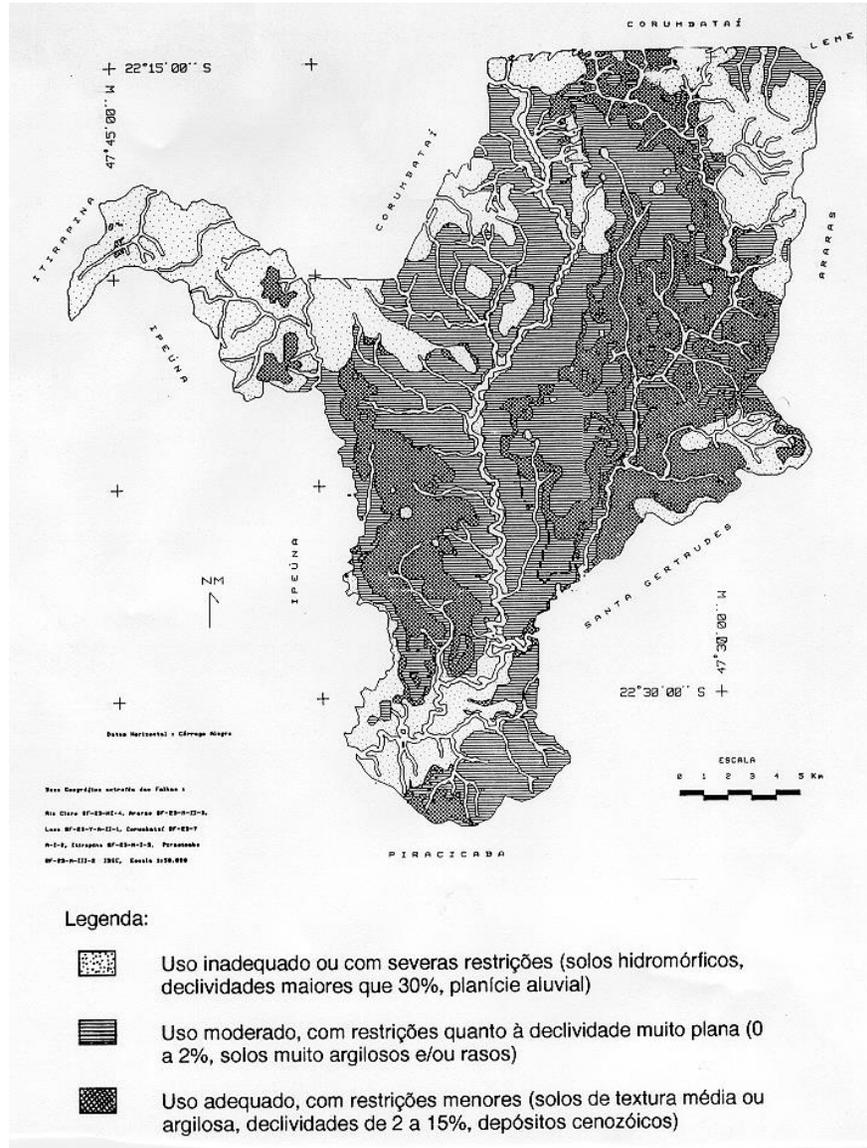
Pela confrontação deste cenário com a evolução sofrida pela paisagem e o contexto econômico, social e político existente, é possível detectar uma série de incongruências na utilização das terras no município. Como exemplo, pode-se citar a ocupação de terrenos, cujos solos apresentam alta suscetibilidade à erosão, acompanhada pela insuficiência de cobertura vegetal; a localização inadequada de área industrial em cabeceiras de bacias hidrográficas, a invasão de áreas de preservação permanente por infra-estrutura viária e edificações. Em termos gerais, para o ano de 1993, 68,8% das terras ocupadas com uso urbano apresentavam-se moderadamente expostas à degradação, 3,3% mais expostas, e 27,8% menos expostas. Este procedimento permitiu, dentro de uma proposta preliminar, identificar áreas sujeitas a processos erosivos, cuja remediação pode ser prevista em planejamento, segundo a prioridade dos níveis de degradação em que se apresentam.

Em uma escala de maior detalhe, o planejamento urbano em bacias hidrográficas tem despertado o interesse de estudiosos, desde que são consideradas unidades naturais da paisagem, que contêm uma organização de recursos e atividades interligados e interdependentes, e não relacionados com limites políticos (Irwin & Williams, 1986). Seu

equilíbrio dinâmico pode ser rompido com mudanças no uso da terra, pela falta de manejo e uso inadequado de recursos naturais.

Figura 2

Adequabilidade das terras do Município de Rio Claro ao uso urbano



A Bacia do Córrego da Servidão no Município de Rio Claro apresenta-se quase que inteiramente ocupada com o uso urbano (Figura 3). Um estudo de avaliação da qualidade ambiental desta bacia de pequena grandeza, desenvolvido por Lima (1994), mostra os impactos ambientais causados pelo processo de ocupação caótica, impulsionada desde o início por um modelo de desenvolvimento determinado por interesses econômicos imediatistas.

O Córrego da Servidão, tributário de um dos principais rios de Rio Claro – o Rio Corumbataí, tem uma área de drenagem estimada em cerca de 21,27 Km<sup>2</sup>. Desta área, 94,03% apresentam-se inseridos no perímetro urbano municipal. Segundo um levantamento do uso do solo efetuado com fotografias aéreas a esta área, 39,05% corresponderam à área urbana densamente edificada, e 32,42% corresponderam à área urbana com poucas edificações. As áreas verdes urbanas foram encontradas apenas em 0,57% da microbacia, sendo que áreas verdes naturais (várzeas, mata ciliar, capoeiras) representaram 4,26% da mesma.

Observa-se também que, nesta bacia, a urbanização invadiu espaços que deveriam ser destinados à preservação natural, como regiões ribeirinhas e pequenas várzeas. Em diversos trechos do Córrego, freqüentemente são registrados eventos de inundação, durante as fortes chuvas. Cronicamente, consideráveis despesas públicas com obras de drenagem, limpeza e repavimentação decorrem da inobservância destes fenômenos naturais.

Não obstante as obras de reconstituição da paisagem requeiram, muitas vezes, técnicas de engenharia para sua segurança e manutenção, é fato que tais obras são perecíveis no tempo, necessitando de constantes reparos. Sob esta perspectiva, Hough (1984) comenta que, a resolução dos problemas com recursos exclusivos da engenharia é determinista, atendendo a um crescimento limitado pela infra-estrutura que cria e envolvendo custos de implantação e de manutenção. Contudo, a percepção da comunidade local sobre a necessidade de se resgatar recursos da natureza, visando a da paisagem, com conseqüente redução de gastos públicos, a médio e longo prazos, ainda não tem sido efetivamente estimulada.



A Bacia do Córrego da Servidão representa um caso característico de ocorrência de impacto ambiental causado pelo crescimento urbano mal orientado, não adequadamente planejado, e onde problemas hídricos crônicos são resolvidos com obras de engenharia não fundamentadas em um planejamento orgânico ou mesmo estético da Bacia.

Utilizando-se de sistema de informação geográfica e com base em uma análise ambiental, Lima (1994) elaborou um cenário de usos mais recomendados para aquela microbacia, segundo um planejamento orgânico, voltado para a sustentabilidade e valorização da paisagem. Estes usos se classificam em cinco categorias:

- uso urbano com pouca edificação,
- uso urbano com moderada edificação,
- uso recreacional ou de conservação,
- reflorestamento,
- áreas de preservação permanente. A partir deste cenário de ocupação adequada da microbacia, pode-se visualizar melhor a problemática da recuperação ambiental a ser implementada para a área como um todo.

Um trabalho de reconhecimento do perfil socioeconômico das comunidades locais, bem como do contexto legal da evolução de bairros e vilas na área, mostra-se fundamental para a formulação de estratégias de recuperação ambiental. Um levantamento objetivando a análise da percepção dos moradores de elementos e fenômenos da paisagem pode, também, ser empreendido através de técnicas de entrevistas e consultas aos moradores da Bacia, para conhecer seus valores, preferências e opiniões.

## **2 Recuperação ambiental: medida corretiva da degradação ambiental**

### **2.1 Bases da legislação brasileira para a recuperação ambiental**

As primeiras iniciativas legais no país sobre a questão ambiental fundamentaram-se na questão da conservação de recursos naturais e do

controle da poluição hídrica (Código das Águas, de 1934; Estatuto da Terra, de 1964; Código Florestal, de 1965; Medidas de Proteção à Fauna, de 1967; Política Nacional de Saneamento, de 1967).

O Plano Nacional de Desenvolvimento – PND, de 1974, prevê o desenvolvimento de sistemas de recreação, controle de enchentes e a recuperação de vales nos centros urbanos. Em 1975, é criada a política de Controle da poluição do meio ambiente, e em 1978 é instituído o Comitê Especial de Estudo integrado e de acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais. A Lei n.6.766, de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, tem como um dos seus principais objetivos o de definir diretrizes para a ocupação do solo urbano.

Na década de 80, a legislação ambiental brasileira apresenta seu marco principal, através da Lei n. 6.039 de 31 ago. 1981, que expressou maior preocupação com a recuperação da qualidade ambiental paralelamente ao desenvolvimento econômico, ao estabelecer que a “Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”, atendidos os princípios de acompanhamento, pelo Estado, da qualidade ambiental; de recuperação de áreas degradadas; da proteção de áreas ameaçadas de degradação; educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente”.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA, do estado de São Paulo, ao responsabilizar-se pela Política Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, tratou mais especificamente da recuperação ambiental nos itens que se seguem:

“1. Desenvolvimento sustentado:

- Promover a recuperação das atuais áreas degradadas;
- Garantir a integridade e, quando for o caso, a recuperação das áreas legalmente protegidas, objetivando a proteção de recursos hídricos, a conservação da diversidade genética e a auto-regulação do meio ambiente.

2. Recursos naturais:

- manejar e recuperar as bacias hidrográficas estaduais, com especial atenção às que se encontram em situação crítica de deterioração.
3. Solos: Implementar programas de recuperação de áreas degradadas
  4. Flora
    - Conservar todas as áreas de mangue, recuperando as, hoje, degradadas
    - Conservar e recuperar as áreas de banhados
    - Conservar e recuperar áreas de paisagens de excepcional beleza cênica
    - Incentivar o reflorestamento com essências nativas
    - Incentivar o reflorestamento de áreas urbanas ociosas e a conservação das áreas verdes existentes nas grandes cidades
    - Incentivar a recuperação das áreas desmatadas, protegidas pelo Código Florestal, bem como o reflorestamento em terras desgastadas e marginais e a arborização municipal.
  5. Planejamento ambiental
    - Basear todo o planejamento em um enfoque integrado, com a finalidade de assegurar a compatibilidade do desenvolvimento com a proteção e a melhoria do meio ambiente, tendo essas duas metas como finalidade o benefício da população;
    - Assessorar os municípios, para que desenvolvam atividades de planejamento ambiental, respeitando as particularidades regionais.
  6. Participação comunitária
    - Promover o comprometimento entre o Estado e a população na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais.”

A importância da recuperação ambiental é firmada definitivamente na Constituição Brasileira de 1988, em seu artigo 225, Cap. VI, Tít. VIII, que assegura que, para a efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, é incumbência do Poder Público “preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas”. A Constituição preceitua ainda, em seu artigo 210 que,

“para proteger e conservar as águas e prevenir seus efeitos adversos, o Estado incentivará a adoção, pelos Municípios, de medidas no sentido: I - da instituição de áreas de preservação das águas utilizáveis para abastecimento às populações e da implantação, conservação e recuperação de matas ciliares; II - do zoneamento de áreas inundáveis, com restrições a usos incompatíveis nas sujeitas a inundações freqüentes e da manutenção da capacidade de infiltração do solo”.

A nova política estadual de recursos hídricos, de 1991, adota a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento, criando, como um de seus instrumentos, os Planos de

Bacias Hidrográficas, que, por sua vez, integram o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. As diretrizes, objetivos e metas deste Plano compreendem a realização de programas de proteção, recuperação, controle e conservação dos recursos hídricos.

## **2.2 Recuperação de áreas urbanas degradadas**

Os problemas enfrentados na recuperação de áreas urbanas degradadas não são poucos, nem tão simples de solucionar a curto prazo. Por exemplo, a questão da utilização de medidas estruturais e não-estruturais, na resolução dos problemas de natureza hídrica nos sistemas urbanos, é bem delicada. Há ainda uma forte tendência de seguir os métodos tradicionais, com o emprego de medidas estruturais, em detrimento das não estruturais, com raras exceções.

Ab'Saber (1978) chamou a atenção para o problema de como se conciliar o desenho de canais retilíneos previstos no projeto de recuperação do Rio Tietê, na cidade de São Paulo, com o delicado complexo fisiográfico e ecológico da planície aluvionar meândrica deste rio, referindo-se à impossibilidade de alcançar-se um quadro paisagístico próximo das condições naturais, ecologicamente equilibrado. Ele sugeriu que se evitassem as canalizações retilíneas e que se valorizassem os efeitos visuais das largas planícies inundáveis, resguardando a vegetação e a paisagem características.

Para Uehara (1985), a solução para a drenagem de várzeas urbanizadas é mais estrutural do que não estrutural, ao passo que, em várzeas em vias de urbanização, há a possibilidade de implantar-se um sistema de drenagem com menor volume de obras estruturais, deixando a várzea para o rio extravasar durante as cheias.

A CETESB (1986) assinala que a recuperação das baixadas ou planícies de inundação deve ser planejada e projetada de maneira adequada, sendo dependente de vários fatores como:

- custo das alternativas de uso das baixadas, sob os aspectos financeiro e econômico;

- condições locais de proteção contra a inundação e os riscos potenciais;
- disponibilidade de áreas alternativas;
- repercussão em outras áreas, a montante e a jusante.

Por outro lado, há que se admitir a dificuldade prática de manter-se um nível adequado de cobertura vegetal nas cidades, frente à ocupação desordenada do solo (Cavalheiro, 1982).

A conservação de sistemas naturais em ambientes urbanos constitui um problema ainda maior. O Código Florestal Brasileiro de 1965, através de seu artigo 2, estabelece uma faixa mínima de 30 metros ao longo das margens de cursos d'água com menos de 10 metros de largura, e de 50 metros ao longo de cursos d'água com 10 a 50 metros de largura, bem como ao redor de cabeceiras, lagos, lagoas e outros corpos d'água. Na Bacia do Córrego da Servidão, estas correspondem a cerca de 1,30 Km<sup>2</sup> (130 hectares). Estas áreas têm sido ocupadas, em maior proporção, pelo uso urbano pouco edificado (21,13%) e densamente edificado (12,68%). Contam apenas com 2,35% de matas ciliares residuais, 4,69% de capoeiras e 8,45% de várzeas e depressões úmidas.

O parágrafo único do artigo segundo do Código Florestal dispõe ainda que, “no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”. Assim, a preservação de sistemas naturais em áreas de preservação permanente, nestes casos, parece ficar dependente das tendências de políticas ambientais no âmbito da localidade, ao mesmo tempo que é influenciada pelas pressões dos setores imobiliários e industriais.

A conservação das terras úmidas (brejos, várzeas), estas freqüentemente impactadas pelas atividades agrícolas e urbano-industriais, tem se mostrado uma meta difícil atualmente. A recuperação destes sistemas é um processo muito complexo, senão impossível. Estas áreas apresentam, entre outros benefícios, proteção ambiental (através da regularização do escoamento de águas superficiais, capacidade de estocagem, mitigação de enchentes, absorção de sedimentos, nutrientes e

produtos químicos e controle de erosão), abrigo e refúgio para a vida silvestre, recreação, atividades de pesca e educação. Os valores destes benefícios, em sua maior parte, são quase sempre subestimados, em termos econômicos, até porque a percepção de sua importância como sistemas ecológicos essenciais para o equilíbrio hídrico não se constitui uma realidade, entre os diferentes segmentos da população.

A conservação e a recuperação desses sistemas naturais dependem, sim, de uma forte política de proteção ambiental, desde o nível nacional até ao nível local. Neste sentido, destaca-se a importância de uma política de incentivos para a preservação da vegetação natural, assim como a necessidade de instrumentos legais que permitam endereçar os problemas de degradação da terra à sua própria fonte.

### **2.3 Parâmetros a serem levantados na estimativa de custos de recuperação da Bacia do Córrego da Servidão**

Os custos da recuperação e reconstrução da paisagem nesta bacia hidrográfica relacionam-se a um conjunto de ações, envolvendo medidas de saneamento ambiental, inventário de espécies regionais para recomposição vegetal, treinamento e consultorias de técnicos, meios de comunicação para divulgação e implantação do projeto de recuperação, entre outros. São listados a seguir alguns tópicos a serem considerados e contabilizados na recuperação da Bacia do Córrego da Servidão, no Município de Rio Claro.

- Tratamento de efluentes domésticos
  - Estação de tratamento de esgoto
- Tratamento de resíduos sólidos (sistema de limpeza pública e destinação de resíduos sólidos): entulhos, resíduos domésticos, resíduos industriais, resíduos de praças, resíduos de vias públicas, etc.
- Recuperação de solos:
  - contenção e estabilização de voçorocas
  - canalização de águas pluviais
  - estruturas de retenção e de sedimentação

- recomposição vegetal das áreas destinadas à preservação permanente
- recuperação de áreas de empréstimo
- Material de pavimentação
  - cascalho e pedregulhos para pavimentação de áreas verdes e vias não pavimentadas;
  - rejeito de mineração (de calcário, argila e areia) para pavimentação de vias e caminhos – paralelepípedos – para áreas de escoamento superficial mais intenso, nas valetas e canais de escoamento de águas pluviais
- Integração de áreas verdes
  - Integração da arborização de ruas, canteiros centrais, margens de estradas e ferrovias, praças e terrenos destinados às áreas de lazer de bairros e loteamentos, bem como de áreas verdes naturais residuais e/ou após recomposição vegetal
- Desapropriações
  - Terrenos de interesse para a implantação de pomares comunitários e áreas verdes públicas.
- Inventário de espécies de sistemas naturais regionais, formação de viveiros de mudas, banco de sementes e obras de paisagismo ecológico
- Revegetação do Córrego da Servidão, desde seu nascedouro até seus afluentes, preferencialmente com espécies nativas, adaptadas ao ambiente de várzea original (envolvendo a obtenção de sementes, transporte de mudas, equipamentos, preparo do terreno, plantio, mão-de-obra especializada e não-especializada)
  
- Cinturão verde ao redor do Distrito Industrial
  - Plantio de espécies de árvores e arbustos ornamentais e/ou frutíferas nas áreas não edificadas do lote industrial
- Serviços de drenagem em praças, ruas, limpeza de bocas-de-lobo
  - Mão-de-obra, utensílios e equipamentos de limpeza
- Controle de tráfego em áreas residenciais

- Lombadas, faixas de trânsito, constrições de ruas, para controle de velocidade em zonas residenciais e áreas verdes
- Projeto e implantação de programas de educação ambiental e divulgação à comunidade
  - A implantação de planos de recuperação de áreas urbanas degradadas depende, fundamentalmente, da motivação e participação das comunidades locais envolvidas
  - Veiculação de informações através de reuniões com associações de bairro, de cursos nas escolas e associações comunitárias, de programas radiofonados, de imprensa, e meios informais
- Incentivos fiscais aos proprietários de terrenos vagos ou pouco edificados que plantarem espécies arbóreas e arbustivas
- Equipe de técnicos especializados
- Mão-de-obra geral
- Manutenção de obras.

Uma vez elencadas as obras e operações destinadas à recuperação da bacia hidrográfica, uma estimativa dos custos envolvidos a curto e longo prazos deve ser conduzida, de tal modo que a implementação dessas ações se adapte ao orçamento da municipalidade.

## **Conclusões**

Este trabalho enfocou a necessidade do planejamento, enquanto medida preventiva de degradação ambiental, e da recuperação como medida corretiva deste processo. Os Sistemas de Informações Geográficas foram apresentados como um instrumento potencial para apoiar ambas estas operações. Sobretudo, quando aliados à aplicação de modelos matemáticos, estes sistemas podem auxiliar em muito a tomada de decisões ao nível administrativo local, pela obtenção de cenários ou projeções de condições socioeconômico-ecológicas possíveis frente aos diferentes processos que se desenvolvem nos sistemas urbanos (urbanização, migração, importações/exportações de energia, produtos e informações, entre outros). A possibilidade de antever situações críticas e

de demandas futuras, através desses recursos, deve ser vista, neste contexto, como uma alternativa a mais na busca de mecanismos que visem a sustentabilidade dos sistemas urbanos.

### Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N.. A planície do Tietê no planalto paulistano. *Geomorfologia*, n.57, 1978.
- ADAMS, J.R. et al. A land resource information quality management in the Lakje Erie Basin. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 37, n.1, p. 45-50, 1982.
- BAHIA. CEI. *Qualidade ambiental na Bahia; Recôncavo e regiões limítrofes*. Salvador: 1987. 48p.
- BRASIL. *Constituição Brasileira 1988*/coord. por J. Cretella Jr. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1988. 185p.
- CAVALHEIRO, F. O planejamento de espaços livres. O caso de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. *Silvicultura em São Paulo*. 1982, Campos de Jordão. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal, 1982, v. 16A, n. 3, p. 1819-30.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Drenagem urbana: manual de projeto*. São Paulo: 1986. 464p.
- CUÉTERA, O.; BUZAI, G. D. O SIG no sistema bancário. *Fator GIS*, v. 3, n. 11, p. 42-3, 1995.
- DEAN, W. *Rio Claro: um sistema brasileiro de grande lavoura, 1820-1920*. Trad. Waldívia Portinho. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977. 205 p.
- FIBGE. *Recenseamento Geral do Brasil 1980*: São Paulo. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: 1984. v. 2, t.3.
- 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 Ciências do Solo*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 249-56, 1992.
- HOUGH, M. *City form and natural process*. Beckenham: Croom Helm, 1984. 281p.
- IRWIN, F.; WILLIAMS, I.R. Catchments as planning units. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 42, n. 1, p. 6-9, 1986.

- LIMA, E.R.V.; KUX, H.J.H.; SAUSEN, T.M. Sistema de informações geográficas e técnicas de sensoriamento remoto na elaboração de mapa de riscos de erosão no sertão da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 16, p. 257-63, 1992.
- LIMA, M.A. *Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no Município de Rio Claro, SP*. Rio Claro: UNESP, 1994. 264p.
- MACHADO, P.A.L. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1989. 478p.
- MURTY, C.V.S.S.B.R.; VENKATACHALAM, P. Delineation of erosion cells in a watershed using GIS. *Journal of Environmental Management*, v. 36, p. 167-84, 1992.
- NISTAL, M.A.I. Criterios para la creacion de um sistema de informação territorial. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE INFORMÁTICA EM GEOGRAFIA, San Jose, 1987. *Anais...* p.347-74.
- NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blucher, 1992. 308p.
- PELLETIER, R. E. Evaluating nonpoint pollution using remotely sensed data in soil erosion models. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 40, n. 4, p. 332-5, 1985.
- PENTEADO, M.M. Condições geomorfológicas ao provisionamento da água na área de Rio Claro. *Notícia Geomorfológica*. Campinas: v.6, n.12, p.15-41, 1966.
- PRANDINI, F.L. et al. Uso e ocupação do solo no Alto Paraíba (I): contribuição ao conhecimento de sua evolução. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. Silvicultura em São Paulo, Campos de Jordão, 1982. *Anais...* São Paulo: Instituto Florestal, 1982. v. 16A, n. 3, p. 1929-35.
- RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 1990. p. 1-26.
- SANCHEZ, M. C. Agricultura e industrialização - características econômicas. In: RIO Claro Sesquicentenária. Rio Claro: Museu Histórico e Pedagógico Amador Bueno da Veiga, 1978. p. 91-101.
- SILVA, A. B. et al. Estudo da dinâmica dos recursos hídricos para planejamento urbano - região característica de Lagoa Santa. MG. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3, 1989, Nova Friburgo. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. v. 1, p. 238-54.

- STAR, J.; ESTES, J. *Geographic Information Systems*. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 303p.
- TEIXEIRA, A. et al. Qual é a melhor definição de SIG. *Fator GIS*, v. 3, n.11, 1995. p.20-4.
- UEHARA, K. Necessidade de estudos de novos critérios de planejamento de drenagem de várzea de regiões metropolitanas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 6, 1985, São Paulo. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1985. v.3, p.112-9.
- VENTURA, S.J., NIEMANN, B.J., MOYER, D.D. A multipurpose land information system for rural resource planning. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 43, n. 3, p. 226-9, 1988.
- WALSH, S.J. Geographic information systems for natural resource management. *Journal of Soil and Water Conservation*. v. 40, n. 5, p. 202-5, 1985.

### Glossário

**Geoprocessamento** – conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam (Rodrigues, 1990)

**Sistema de Informação Geográfica - SIG** – Conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas, integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georeferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação (Teixeira et al. 1995)

**Sensoriamento remoto** – Utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (Novo, 1992)

**Bacia hidrográfica** – Qualquer área de terra determinada por aspectos topográficos, na qual as águas superficiais drenam para seu nível mais baixo. Uma bacia hidrográfica pode ser formada por um conjunto de bacias hidrográficas + menores (secundárias) (Irwin & Williams, 1986)

# ***Educação ambiental e teorias econômicas: primeiras aproximações***

*Maria Lucia Azevedo Leonardi*

## **1 Breve histórico da “Educação ambiental” e o “Tratado de educação ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global”**

Educação ambiental é um tema relativamente novo, não só como política pública, mas também como preocupação de educadores, crianças, jovens, pais e cada vez mais um número crescente de intelectuais e profissionais das mais variadas áreas.

No entanto, a tarefa de educar para o meio ambiente ou com o meio ambiente não é nova. Mesmo a preocupação com o meio ambiente não é de hoje. As duas histórias, a do meio ambiente e a da educação ambiental, confundem-se e articulam-se, como veremos. Nos anos 60, nos países avançados (ou do Primeiro Mundo), essa preocupação ou sensibilização com o meio ambiente estava presente como componente de uma crítica mais profunda que os movimentos sociais da época faziam, principalmente entre os jovens, quanto ao estilo de vida, valores e comportamentos de uma sociedade consumista e depredadora. Nas demais sociedades que, tanto naquela época como hoje, ainda não haviam encaminhado minimamente as necessidades básicas de sobrevivência de seus povos, como a miséria, a fome, a educação e a saúde, a preocupação com a natureza (como se falava na época) era vista como certo “modismo” ou esquisitice daqueles jovens cabeludos que lutavam, pacificamente, pela “paz e amor”.

Nos anos 70 porém, o “ambiente”, termo usado então, passou a fazer parte da agenda mundial, no bojo da crise econômica que se instalou na maioria das nações, sejam de Primeiro, Segundo ou Terceiro Mundos. Deu-se conta, na época, que havia um novo ingrediente na crise e que ele tinha a ver diretamente com a redução do índice de qualidade de vida de

grande parte da população mundial: era a poluição que, juntamente com a possibilidade de saturação dos recursos naturais, interferia no presente e futuro da humanidade. É dessa época, 1970, o estudo do Clube de Roma conhecido como “Limites do Crescimento”, considerado alarmista e severamente criticado por diferentes correntes de intelectuais.

Mas em 1972, com a realização, em Estocolmo, da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, esse debate da então chamada “questão do meio ambiente” ou “questão ambiental” ganhou o fórum político. Uma das recomendações daquela Conferência foi a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, levado a efeito no ano seguinte.

Outros estudos se seguiram, novos conceitos foram formulados – como o do desenvolvimento sustentável e ecodesenvolvimento – inusitados atores políticos e sociais vieram à tona, abrindo e às vezes, arrombando espaços e portas, como as Organizações Não-Governamentais (ONGs), até se chegar à última Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e aquela quantidade enorme de debates, tratados, acordos e desacordos, que foram ali firmados.

E a educação ambiental, o que tem a ver com toda essa história recente? Tem tudo a ver, pois é um dos seus personagens privilegiados. Só que sua história começa no século XVIII, quando Rousseau (1712-1778) e mais tarde o educador Freinet (1896-1966), no início do século XX, insistiam na eficácia do meio como estratégia de aprendizagem. *Educar para o meio* foi um outro passo dessa nova abordagem que via a natureza com um olhar novo, diferente de vê-la como algo a ser conquistado e dominado, como fizeram a revolução industrial e o capitalismo.

Também foram nos anos 60 que grupos, entidades e algumas políticas governamentais começaram a preocupar-se com educação ambiental, alertados que foram por aqueles jovens rebeldes que já citamos. Para se ter uma idéia, em 1968 na Grã-Bretanha, surgiu o Conselho para Educação Ambiental, e na França e países nórdicos, foram aprovadas variadas intervenções de política educacional, como normas,

deliberações, recomendações, etc., que diziam respeito à introdução da educação ambiental no currículo escolar. No mesmo ano, a UNESCO contabilizou 79 países que de variadas formas, incluíam a Educação ambiental como componente curricular e, mais que isso, já recomendavam a inclusão dos aspectos sociais, culturais e econômicos ao estudo biofísico do meio ambiente.

A partir daí, o tema apareceu em muitos estudos, relatórios e programas internacionais dedicados ao meio ambiente, embora de formas e ênfases distintas. O PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) criado em 1973, já citado, reforçou a necessidade da educação e formação ambientais em todas as atividades exercidas por organismos internacionais e, em 1975, foi lançado o Programa Internacional de Educação Ambiental em Belgrado. Em 1977, realizou-se em Tbilissi na Geórgia, ex-URSS, a Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental. Nessa Conferência e na posterior, em 1987 em Moscou, estabeleceram-se e avaliaram-se as grandes orientações para a efetivação da educação ambiental em todas as sociedades do planeta.

Hoje, ela foi assumida tanto pelas políticas públicas governamentais quanto pelas mais diversas entidades, empresas e organizações não-governamentais.

No Brasil, a Constituição de 1988 definiu como exigência constitucional a educação ambiental tanto a nível federal, estadual e municipal. Mas, até hoje faltam políticas claras para sua consecução.

A história da Educação ambiental é, portanto, uma história de êxitos ? Nem tanto, como veremos posteriormente. É preciso saber como, porque, onde a educação ambiental tem sido exercida. Importa avaliar todo esse trabalho, descobrir seus avanços, recuos e contradições.

Momento importante dessa história foi a elaboração, discussão e aprovação em 1992, durante a Conferência Internacional, do *Tratado de educação ambiental* para sociedades sustentáveis e responsabilidade global.

Esse *Tratado* foi discutido anteriormente à Conferência em inúmeros fóruns em muitos países, através de longos debates, com

parceiros diversos e até contraditórios. Pode-se dizer que foi um trabalho coletivo. Conseguiu sua aprovação no Fórum Internacional das ONGs, que aconteceu no aterro do Flamengo, e já no seu título enfatiza o respeito à diversidade e o compromisso individual e coletivo com certo tipo de sociedade (sustentáveis) e, portanto, repúdio às sociedades desenvolvimentistas a qualquer preço.

O documento compõe-se de várias partes: introdução; princípios; plano de ação; sistemas de coordenação, monitoramento e avaliação; grupos a serem envolvidos; recursos. Dos seus 15 princípios, todos relevantes, alguns podem ser aqui destacados:

- A educação ambiental deve ser crítica e inovadora, seja nas suas modalidades formal, não-formal e informal. Ela é tanto individual como coletiva. Não é neutra, é um ato político, voltado para a transformação social.
- A educação ambiental deve buscar uma perspectiva holística, relacionando ser humano, natureza e universo, e também ser interdisciplinar. Além disso, deve buscar a solidariedade, igualdade e respeito através de formas democráticas de atuação, bem como promover o diálogo.
- A educação ambiental deve valorizar as diversas culturas, etnias e sociedades, principalmente aquelas dos povos tradicionais.
- A educação ambiental deve criar novos estilos de vida, desenvolver uma consciência ética, trabalhar pela democratização dos meios de comunicação de massa. Objetiva formar cidadãos.

É com esses princípios e nesse contexto histórico que a educação ambiental tem buscado se exercer. Veremos, depois, como isso tem se dado.

## **2 Conceito de educação ambiental**

A formulação de um conceito de educação ambiental tem variado ao longo desse breve tempo de vida do tema. Até hoje, em qualquer

evento que reúna educadores e interessados no assunto coloca-se a pergunta: mas o que é mesmo educação ambiental? E aí já vêm vários complicadores. Ela é mais educação? Ou é mais ambiental? Ou seja, o que há de substantivo na Educação ambiental? Ou ela é apenas adjetivo da educação, assim como a educação artística, a educação sexual, a educação para terceira idade, etc., etc., etc.

Outra dificuldade está no seu objeto. Ela contempla qual realidade? A física? Ou será a biológica? Mas onde entra o meio ambiente cotidiano das pessoas, suas moradias, a infra-estrutura (ou falta dela) como água, esgoto, energia elétrica, coleta de lixo não entraria numa definição de meio ambiente, sendo, portanto, passível de ser estudado num programa de educação ambiental? Aprofundando mais, onde ficam as diversas realidades culturais, as distintas sociedades que foram se formando ou sendo destruídas ao longo de nossa história, não comporiam elas também nosso meio ambiente? Ora, então meio ambiente é tudo e, portanto, educação ambiental estudaria tudo? Mas isso é papel da educação! Prá quê ambiental?

Nota-se que as várias definições de educação ambiental variam, também, de acordo com a formação e experiências profissionais de quem as formula. Assim, um biólogo ou ecólogo enfatiza o ambiente biológico; o sociólogo, o ambiente humano; o geógrafo, o ambiente físico. Qual seria a ênfase do economista? O mercado? O trabalho?

Como se vê, não é fácil uma definição que atenda a tantas diversidades. Mas, a nosso ver, essa é uma falsa questão. Se o meio ambiente, como vimos, já foi natureza, depois meio, e hoje é meio ambiente; se o conceito foi incorporando as diversas abrangências em sua relação dialética com diferentes realidades sociais, biofísicas, culturais e econômicas, importa estar aberto às diferentes conceituações. E essa atitude de estar aberto significa um profundo respeito às diferenças, à valorização do saber do outro, que é diferente do nosso, uma rejeição à prepotência e uma busca de diálogo. Enfim, princípios que conduzem a um trabalho interdisciplinar, um dos pilares da educação ambiental.

Ciente dessa complexidade de conceituar, um importante educador ambiental (Sorrentino, 1995) tentou recentemente uma

classificação das diversas correntes de educação ambiental, colocando-as em 4 grandes categorias, tanto de teoria como de prática: conservacionista; educação ao ar livre; gestão ambiental; e economia ecológica. Mesmo sem aprofundar cada uma delas, diremos que a primeira está ainda bastante presente nas sociedades avançadas, e mesmo no Brasil, através da atuação de diversas entidades que defendem as matas, os animais, enfim, a natureza intocável.

A segunda corrente, da “educação ao ar livre”, está presente no trabalho de antigos naturalistas como escoteiros, espeleólogos (que estudam cavernas), adeptos do montanhismo e educadores que enfatizam as “caminhadas ecológicas”, as “trilhas de interpretação da natureza”, “turismo ecológico”, além daqueles que buscam o auto-conhecimento no contato com a natureza.

A terceira categoria, da “gestão ambiental”, possui forte implicação política e, portanto, bastante presente nas lutas dos movimentos sociais da América Latina pela despoluição das águas e do ar, pela crítica ao sistema capitalista predador da natureza, pela participação democrática das populações nas decisões que lhes afetam, etc. No Brasil, essa categoria foi bastante atuante durante o período militar e ainda está presente hoje.

A quarta corrente, chamada de “economia ecológica”, por Sorrentino, inspira-se no conceito de ecodesenvolvimento formulado por Ignacy Sachs (1986), na valorização do pequeno (Schumacher, 1981), e aparece na formulação de documentos importantes como “Nosso futuro comum” (Comissão Brundtland, 1987), “Nossa própria agenda” (1989), “Cuidando do planeta Terra” (PNUMA/WWF). Essa categoria está muito presente na atuação de alguns organismos internacionais, de bancos mundiais e documentos da FAO e da UNESCO, dentre outros. A essa quarta corrente incluem-se, também, várias organizações não-governamentais e associações ambientalistas que defendem tecnologias alternativas no trato da terra, no uso da energia, no tratamento dos resíduos, etc.

Segundo Sorrentino, essa quarta vertente desdobra-se em outras duas, bastante diversas: a) os defensores do “desenvolvimento

sustentável”, que aglutina empresários, governantes e algumas ONGs; b) os defensores das “sociedades sustentáveis”, que se opõem ao atual modelo de desenvolvimento e ao grupo a), considerando-os apenas adeptos do status quo, mas reciclados.

Nota-se, portanto, que as diversas concepções de educação ambiental estão diretamente relacionadas às diferentes formas de se fazer educação ambiental. E essas diferentes formas podem ser classificadas em 4 grandes conjuntos de temas ou objetivos da educação ambiental. (Sorrentino, 1995). São eles:

- *biológicos*: referem-se a proteger, conservar e preservar espécies, o ecossistema e o planeta como um todo;
- *espirituais/culturais*: dedicam-se a promover o auto-conhecimento e o conhecimento do Universo, através de uma nova ética;
- *políticos*: buscam desenvolver a democracia, a cidadania, participação popular, diálogo e autogestão;
- *econômicos*: defendem a geração de empregos em atividades “ambientais” não-alienantes e não-exploradoras e também a autogestão e participação de grupos e indivíduos nas decisões políticas.

Concluindo e somando as várias contribuições das diversas correntes, Sorrentino propõe como objetivo da educação ambiental: “Contribuir para a conservação da biodiversidade, para a auto-realização individual e comunitária e para a autogestão política e econômica, através de processos educativos que promovam a melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida”.

### **3 Educação ambiental formal, não-formal e informal.**

A educação ambiental possui, também, outra classificação, dependendo do “meio ambiente” em que é exercida. Essas categorias, porém, não são excludentes. Às vezes, é mesmo difícil identificar se aquela atividade, ou aquele projeto enquadra-se na formal, não-formal ou informal. Trata-se, apenas, de um esquema didático que, como qualquer

esquema, é constantemente negado pela prática. Outros autores podem ter interpretações diferentes de cada modalidade, mas considero esta que se segue como a mais usual.

Denominamos *educação ambiental formal* aquela que é exercida como atividade escolar, seja de pré, primeiro, segundo ou terceiro graus. Ela é muito diversificada de formas, tipos, conteúdos, espaços e geralmente é praticada dentro ou fora da sala de aula, dentro ou fora da escola, com outras disciplinas escolares ou não. Ela possui conteúdos, metodologia, meios de avaliação claramente definidos e planejados. É uma atividade que compõe o universo escolar. Por exemplo, quando professores e alunos comemoram o Dia do Meio Ambiente, quando crianças pequenas plantam mudas de árvores ou quando uma escola leva grupos de alunos em parques municipais ou estaduais para realizar trilhas ecológicas ou estudos do meio, está-se atuando em educação ambiental formal.

A *educação ambiental não-formal* é exercida em outros e variados espaços da vida social, com diferentes componentes, metodologias e formas de ação daquela formal. Seu caráter não-formal, isto é, o fato de ser realizada fora da sala de aula e da escola, coloca-a em contato com outros atores sociais que atuam também na questão ambiental, tanto no espaço público quanto privado. Essa modalidade de educação ambiental é pouco registrada, mas muito exercida pelas mais diversas entidades como sindicatos, ONGs, empresas, secretarias de governo, associações de classe, igrejas e outras. O fato de ser praticada em diversos espaços da vida social não a impede, porém, de ter objetivos, metodologias, periodicidade claramente definidos. É menos estruturada que a educação ambiental formal, embora rica em parceria. Por exemplo, atividades dirigidas e realizadas em parques e áreas verdes com a população usuária desses espaços públicos, cursos e seminários sobre a questão ambiental, levados a cabo por instituições governamentais e outras, pesquisas e atividades financiadas por organismos (internacionais ou nacionais) com diferentes atores da sociedade civil são algumas das modalidades da educação ambiental não-formal.

A *educação ambiental informal* também é realizada em outros espaços da vida social, bastante variáveis, mas não possui compromisso, necessariamente, com a continuidade. Não se exige, também, que defina claramente sua forma de ação, metodologia, tipos de avaliação. Por exemplo, os meios de comunicação escrita e falada dão muita ênfase, atualmente, aos temas ambientais. Alguns canais de TV chegam, mesmo, a ter programas periódicos sobre estes temas. Revistas especializadas também. Chega a ser difícil definir se estão praticando a modalidade não-formal ou informal. A nosso ver, depende de sua estruturação (objetivos, metodologias, avaliação claramente definidos). Podem ser parceiros complementares aos trabalhos de educadores, mas podem também ser destruidores desse trabalho.

#### **4 Educação ambiental, exercício de cidadania e mudança de valores individuais e coletivos**

Em vários e importantes documentos, como os citados anteriormente, é enfatizada a importância da educação ambiental, dentre outros motivos, pela sua íntima relação com a formação da cidadania e com uma reformulação dos valores éticos e morais individuais e coletivos, necessária para a continuidade da vida no planeta.

Cidadania implica posse de direitos civis, políticos e sociais. Sua origem vem da *polis* grega, onde a participação dos cidadãos e a democracia direta (não-representativa) eram os pilares da cidadania. Cidadania tem a ver com a consciência do sujeito de pertencer a uma coletividade, e também com a consciência de possuir uma identidade, que é não só individual como também coletiva. O direito ao meio ambiente é novo, na relação dos direitos conquistados pelos cidadãos ao longo da história da humanidade. É muito recente a idéia de que a natureza é um bem a ser preservado, pois ele também se acaba, e que o homem tem direito (e dever) de preservá-la. A natureza, até o século XVIII, era considerada como algo amorfo, sem vida. A ciência moderna revolucionou essa noção de natureza. Ela formulou leis universais, simples e imutáveis, que dessem conta de explicar os fenômenos naturais.

Hoje, a ciência não é mais clássica. As ciências da natureza, atualmente, têm por objeto um universo fragmentado e pleno de diversidades, em que o diálogo racional busca arduamente explorar uma natureza cada vez mais complexa e múltipla.

A educação ambiental como formação de cidadania ou educação ambiental como exercício de cidadania tem a ver, portanto, com uma nova maneira de encarar a relação homem/natureza. O conceito de natureza passou a incluir os seres humanos que são, em essência, seres sociais e históricos, e o conceito de homem passou a incluir a natureza biofísica. É por isso que se fala, atualmente, na necessidade de construir uma nova relação homem/natureza, ou até um novo contrato entre os dois, que, na verdade, pertencem a uma mesma entidade ontológica.

Como construir essa nova relação ? Somente através de uma nova ética, que pressupõe novos valores morais e uma nova maneira de ver o mundo e os demais homens. Daí, também, a crítica que se faz aos modelos de crescimento econômico capitalista/industrialista, que geraram sociedades individualistas, exploradoras e depredadoras (tanto da natureza biofísica quanto da natureza humana). Mas essa crítica que cientistas, estudiosos e ambientalistas de variados matizes fazem aos modelos de crescimento econômico também se estende às sociedades socialistas. Foi chocante para muitos deles (e de nós mesmos) verificar as péssimas condições ambientais que tais regimes produziram, às vezes piores que seus oponentes políticos. É preciso, e a educação ambiental é consciente disso, construir um novo modelo de desenvolvimento. E estão aqui os economistas para nos dizer como se faz isso!

Sobre os novos valores que a educação ambiental se propõe a trabalhar, remetemos ao referido *Tratado de educação ambiental* para sociedades sustentáveis e responsabilidade global que, explicitamente, coloca:

“A educação ambiental para uma sustentabilidade equitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Tal educação afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica. Ela estimula a formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente

equilibradas, que conservam entre si relação de interdependência e diversidade. Isto requer responsabilidade individual e coletiva a nível local, nacional e planetário”.

E mais:

“A educação ambiental é individual e coletiva. Tem o propósito de formar cidadãos com consciência local e planetária, que respeitem a autodeterminação dos povos e a soberania das nações.... Ela deve estimular a solidariedade, a igualdade e o respeito aos direitos humanos, valendo-se de estratégias democráticas e interação entre as culturas”.

“A educação ambiental valoriza as diferentes formas de conhecimento. Este é diversificado, acumulado e produzido socialmente, não devendo ser patenteado ou monopolizado... Ela deve promover a cooperação e o diálogo entre indivíduos e instituições, com a finalidade de criar novos modos de vida, baseados em atender às necessidades básicas de todos, sem distinções étnicas, físicas, de gênero, idade, religião, classe ou mentais”.

Se a pretensão é grande, a clareza é inquestionável. É de se reconhecer que, em tão breve tempo de vida, a educação ambiental soube definir o que deseja. Difícil é a execução, sem dúvida. Veremos algumas dessas dificuldades, posteriormente.

## **5 Outras questões relevantes para o trabalho de educação ambiental**

Ao lado dos pressupostos éticos e valorativos, existem outros componentes importantes que referenciam o trabalho de educação ambiental. São eles: o diálogo, o respeito à diferença, a interdisciplinariedade, a discussão disciplinar, o desenvolvimento sustentável na educação ambiental, dentre outros.

O diálogo é mais do que um componente, aparentemente óbvio, no trabalho de educação ambiental, como em toda tarefa educativa. Ele é uma concepção metodológica que fundamenta e especifica esse trabalho. Isso porque ele torna possível e viável o trabalho com a diferença que, por sua vez, é pré-requisito da interdisciplinariedade. É na articulação

desses três pilares básicos – diálogo, respeito à diferença e interdisciplinariedade – que se fundamenta o trabalho de educação ambiental. Esse tema da interdisciplinariedade é complexo, tem sido muito falado e pouco vivenciado, tanto em educação ambiental como no estudo do meio ambiente em geral. Tem gerado inúmeras e gratificantes possibilidades, mas também muitos equívocos difíceis de serem solucionados.

Não se trata, neste texto, de aprofundar as discussões sobre o tema, mas apenas fazer algumas reflexões. Aproximadamente, durante os últimos 30 anos, tem se falado de interdisciplinariedade no Brasil, numa referência específica à escola e ao processo ensino-aprendizagem. Discutia-se a formação de equipes interdisciplinares no planejamento e ação educativas dentro de uma modalidade curricular então em vigor nos anos 70. Nos anos 80, avançou-se mais na compreensão do tema. Seria a interdisciplinariedade uma atitude educativa? Seria uma síntese dos vários conhecimentos? Ou seria uma postura de ação, não de reflexão? Seria, então, um método de trabalho? E essa atitude pode ser aprendida?

Outras questões que então se colocavam eram: a interdisciplinariedade reconhece que nenhum especialista ou educador sabe tudo. E que no processo de aprendizagem e de descoberta científica, existe um lugar importante para a incerteza e para a insegurança, e que é preciso desconfiar de certezas reificadas. Importa, também, ousar, ser criativo e trabalhar muito com o diálogo. E daí, chegando aos anos 90, enfatizam-se a humildade do saber, a possibilidade de se trabalhar em equipe, respeitando as diferenças. Essas são palavras-chave para a construção da interdisciplinariedade: diálogo, respeito às diferenças, humildade.

Alguns autores definem a interdisciplinariedade como uma etapa posterior e superior à multidisciplinariedade e pluridisciplinariedade. Outros já incluem a transdisciplinariedade como etapa última a ser conquistada. Qualquer que seja a posição conceitual e metodológica escolhida, esse debate tem a ver com outro, que é a fragmentação da ciência contemporânea; já vimos que ela deixou de ser clássica, onde havia pouco espaço para as incertezas. A natureza era tão simples e

descomplicada, que podia ser estudada num microscópio e explicada com leis matemáticas imutáveis.

Hoje, sabemos que a natureza (ou o meio ambiente, se preferirmos) não é assim simples e que não existe a possibilidade de uma ciência única que dê conta de explicar sua complexidade. Essa consciência deve-nos tornar mais humildes e dispostos ao diálogo efetivo, não à supremacia e à prepotência. Todos os saberes são necessários para estudar o meio ambiente. E, assim, diferentes profissionais devem aprender a trabalhar juntos. Não há outro jeito, mesmo reconhecendo as metodologias diferentes, o “olhar” diferente com que cada disciplina vê o objeto. Estudiosos das áreas físicas precisam aprender a trabalhar com aqueles das áreas biológicas e humanas e vice-versa, sem preconceitos. Parece que a Economia também está começando a perceber essa necessidade. Nós, de várias outras áreas, temos reclamado da ausência dos economistas, ou da pouca presença dos economistas no estudo da questão ambiental.

Quanto às diversas disciplinas, uma estratégia possível seria “não forjar uma nova identidade que separe as disciplinas originárias, mas de *ecologizar* essas disciplinas. Ecologizar as disciplinas significa, primeiro, abrir espaço nos currículos para a temática ambiental; segundo, criar vínculos, informais e formais, com outras disciplinas; e, finalmente, como meta maior e de longo prazo, promover a reformulação dessas disciplinas. O objetivo não é somente aquele espaço onde é exercida a interdisciplinariedade, a intersecção de especialidades, mas a própria visão que a disciplina tem de si, de seus temas, limites e abrangência” (Hogan, 1995).

A questão do desenvolvimento sustentável na educação ambiental tem a ver com essa discussão. Por exemplo, “quais são os conhecimentos necessários para restaurar o equilíbrio ecológico, para manter a qualidade de vida e para promover o desenvolvimento sustentável? O desafio científico surge da constatação do inter-relacionamento de fatores bióticos, abióticos e sociais, e a necessidade de compreender as distintas dinâmicas não só individualmente mas nessas inter-relações. Não se trata de uma somatória de conhecimentos fracionados. A problemática

ambiental nos traz com muita força a necessidade de uma visão integrada da realidade, sacrificada em nome dos progressos científicos obtidos através da pulverização do conhecimento. Há uma tensão latente, às vezes expressa, entre o *holismo* e a especialização” (Hogan, 1995).

Uma última discussão, dentro desse item, diz respeito a se a educação ambiental deve ser uma disciplina específica dentro do currículo escolar ou não. A grande maioria dos especialistas e educadores considera que não, ela não deve ser uma disciplina autônoma, mas deve estar presente em todas as disciplinas e atividades escolares. Depois de tudo que foi dito até aqui, dos pressupostos teórico-metodológicos e das reflexões, parece ter ficado claro que somos da mesma opinião. No entanto, é preciso respeitar os diferentes contextos e não descartar, apressadamente, uma experiência diversa. Assim, por exemplo, na ESALQ/USP em Piracicaba, há um reconhecido e sério trabalho de educação ambiental praticado dentro de uma disciplina que acabou por refletir-se e influenciar todo o curso de Ciências Florestais daquela instituição.

## **6 As diversas abordagens da Economia e a Educação ambiental**

Nesta seção, faremos algumas reflexões, buscando aproximar a educação ambiental das diversas abordagens da economia, com o fim de iniciar um debate, já que esse tema não tem merecido, pelo que sabemos, maiores formulações, seja de que lado for (tanto da educação ambiental como da economia).

Na interpretação de desenvolvimento sustentável da hegemônica economia neoclássica, como qualquer economista sabe, mas não o sabem outros profissionais como educadores ou sociólogos, tenta-se conciliar três itens de uma relação econômica bastante complicada: eficiência econômica, equidade social e prudência ecológica. A teoria econômica baseada na microeconomia neoclássica já havia desenvolvido o conceito de externalidade (positiva ou negativa), quando o problema ambiental, principalmente a poluição, passou a preocupar os vários grupos de atores dos países desenvolvidos: população, empresas, setores governamentais.

Segundo essa formulação neoclássica, as externalidades aparecem “quando o consumo ou a produção de um *bem* gera efeitos adversos ou benéficos a outros consumidores e/ou firmas, e estes não são compensados efetivamente através do sistema de preços” (Serôa da Motta, 1990). Alguns outros nomes para o conceito de externalidade negativa podem ser: custo externo ou deseconomia externa.

Outra questão, que tem a ver com o conceito de externalidade no problema ambiental, é que esse *bem*, seja o meio ambiente em geral, sejam os recursos naturais, não são propriedade de ninguém. “Numa economia de livre mercado, como nenhum agente específico pode exigir direitos sobre o meio ambiente, este é um bem sem preço e não cabe qualquer compensação monetária pelo seu dano” (Almeida, 1994). O agente poluidor também não tem maiores custos ao prejudicar outros agentes econômicos, e, assim, ele não se sente obrigado a ressarcir ninguém.

Portanto, o livre funcionamento do mercado, através dos mecanismos de ajustes que são os preços, falha ao encaminhar o problema ambiental, além do que, custos privados são diferentes, parecem, de custos sociais. Então, o que fazer?

Restaria a intervenção governamental, através de políticas de comando e controle, mas esta solução encontra fortes resistências dos neoclássicos. Estes tentam, então, ajustar outros mecanismos de mercado para resolver a questão. Eles podem ser desde incentivos até a simulação de algo como um “preço” para a degradação ambiental, que seriam incorporados aos custos privados. É o que se denomina “internalizar as externalidades”. Mas, pergunta-se, quem é que paga esse preço? E mais, esse preço talvez pudesse suprir o custo privado, mas e o social e o custo das outras gerações?

Com respeito às políticas governamentais que tentam regular diretamente o comportamento dos poluidores, elas têm sido preteridas em favor de instrumentos econômicos que levem o próprio agente poluidor a reduzir seus índices de poluição. São vários os motivos dessa predileção. Um deles tem a ver com as próprias alterações no sistema econômico e político internacionais, em que cada vez mais se verifica a redução do

poder de decisão dos governos nacionais e locais, diante do crescente poder das corporações transnacionais e organismos internacionais (como FMI, Banco Mundial e tantos outros).

Os instrumentos de regulação direta aplicados ao problema ambiental são denominados de instrumentos de comando e controle, já que impõem alterações no comportamento dos agentes poluidores. Eles estão sendo bastante aplicados a nível de política ambiental internacional, com o apoio de grupos ambientalistas, dentre outros.

As discussões sobre os instrumentos de controle (sejam diretos ou de mercado) dos problemas ambientais prosseguem e não é o caso de aprofundarmos aqui. Vale ressaltar que, é neste contexto que entra a educação ambiental. Ela pode ser concebida, pela economia neoclássica, como um “investimento ou gasto governamental geral que dá suporte à implementação de políticas de comando e controle” (Almeida, 1994). Assim, quando os governos nacionais não se sentem comprometidos ou forçados a encaminhar as questões ambientais a curto prazo, mas ao mesmo tempo sentem-se coagidos a propor algumas medidas ou instrumentos indiretos e de longo prazo, eles apelam para outros recursos como campanhas de informação e de sensibilização da população e, também, investem em educação ambiental. Ou induzem outros agentes a fazê-lo (como as escolas particulares e empresas privadas).

Esta pode ser uma das raízes dos limites da educação ambiental. Segundo esse ponto de vista, a educação ambiental é tratada como instrumento econômico com efeitos de longo prazo, do qual os governos nacionais, em especial de inspiração neoclássica, lançam mão. Seria, talvez, uma outra forma de internalizar a externalidade, só que com a participação da sociedade, já que é ela que paga a conta. Mas isso não é claro, nem houve consenso político para sua efetivação. Daí a falta de políticas efetivas de educação ambiental de primeiro, segundo e terceiro graus no Brasil, apesar de ser exigência constitucional desde 1988.

A abordagem institucionalista em economia critica a Economia neoclássica, dentre outros motivos, por ela ser mecanicista e reducionista, enquanto a institucionalista enfatiza o aspecto holístico e a orientação interdisciplinar, não só no trato dos problemas ambientais, como também

nos problemas econômicos em geral. Os institucionalistas defendem um método pluralista de conhecimento da realidade econômica e dão espaço para valores, ideologia e outros fatores socioculturais.

Como os problemas ambientais, já vimos, devem ser estudados de modo interdisciplinar – envolvem uma pluralidade de aspectos biofísicos, socioculturais e econômicos, trabalham com uma noção de meio ambiente complexo e holístico – essas características favoreceriam os institucionalistas a pesquisar os problemas ambientais. Parecem haver outros aspectos que os aproximariam, como a preocupação com as futuras gerações, que não podem participar de nenhum contrato atual. Para essa corrente, a educação ambiental, assim como a pesquisa, é tão importante ou até mais do que a regulação direta estatal.

Mas os próprios institucionalistas reconhecem as dificuldades de operacionalizar medidas e instrumentos no trato da questão ambiental. As contribuições teóricas ainda são poucas, o que lhes valem as críticas dos neoclássicos. Mesmo dentro dessa corrente institucionalista há os defensores de instrumentos de mercado e aqueles que optam por medidas de controle e comando nas alternativas de política ambiental propostas. A educação ambiental, ao que parece, estaria mais concretamente situada e valorizada dentre os economistas institucionalistas. Mas só uma pesquisa aprofundada pode verificar se essa impressão está correta.

A escola evolucionista parte de outros pressupostos, diferentes da neoclássica e dos institucionalistas, ao tratar os problemas ambientais. Rapidamente, pode-se dizer que ela enfatiza as inovações tecnológicas, rompe com a noção de equilíbrio e racionalidade (caras à escola neoclássica), reconhece o papel das diferentes conjunturas histórico-sociais de países, grupos, empresas e dos diversos agentes sociais, nessas inovações tecnológicas.

Para a análise dos problemas ambientais, os evolucionistas também aceitam o conceito de externalidade, só que assumido numa visão dinâmica e de longo prazo. Eles reconhecem que o padrão de consumo das sociedades, desenvolvidas a partir do término da Segunda Guerra Mundial acarretou um acúmulo de externalidades negativas, que o próprio desenvolvimento tecnológico ajudou a gerar. Mesmo hoje, que existem

tecnologias alternativas menos degradantes ao meio ambiente e sustentáveis ecologicamente, elas dificilmente conseguem romper com o padrão tecnológico existente e se impor.

Daí a importância, para esta escola, da atuação dos diferentes grupos sociais e entidades (governamentais ou não) e do poder que podem ter quanto à escolha do desenvolvimento tecnológico que desejam para determinada sociedade. Eles insistem na necessidade de aprofundar na compreensão da relação entre Economia/Ecologia/Tecnologia. Pois, certos avanços tecnológicos já alcançados em direção a um modelo sustentável de sociedade, falharam ao se defrontarem com realidades sociais diversas dos modelos simulados.

Várias das dificuldades que as “tecnologias ambientais” enfrentam, ao tentarem se impor ao padrão tecnológico dominante, são semelhantes àquelas dos educadores ambientais, tais como, deficiência de conhecimento e informação; insegurança e incerteza; relações fornecedor/usuário; alteração de valores individuais e coletivos.

Parece ainda faltar aos evolucionistas, como aos institucionalistas, maior detalhamento de opções políticas e aprofundamento teórico-conceitual, no trato da questão ambiental em geral e da educação ambiental em especial. A educação parece, no entanto, possuir um lugar importante nessa teoria econômica (ou será abordagem?) que enfatiza o desenvolvimento tecnológico. Avanço tecnológico, porém, tem a ver com o nível de educação, cultura, pesquisa de uma sociedade. Trata-se de opção política, não de escolha metodológica.

Outra corrente que se opõe a essas várias abordagens anteriores é a chamada economia do meio ambiente ou economia da sustentabilidade, como alguns autores a denominam. Ela apresenta-se no contexto da possibilidade e limites de uma sociedade sustentável, criticando profundamente o modelo de desenvolvimento da sociedade consumista que vivemos. A economia da sustentabilidade analisa o processo econômico como “fenômeno de dimensão irrecorrivelmente ecológica, sujeito a condicionamentos ditados pelas leis fixas da natureza, da biosfera” (Cavalcanti, 1995). Portanto, existem limitações físicas ao

desenvolvimento econômico. É inevitável ao processo econômico conciliar-se com as condições ambientais, embora não é isso que tem ocorrido nos últimos tempos, afirmam os defensores dessa abordagem.

Do ponto de vista metodológico, é preciso uma “análise multidimensional e multidisciplinar, que dê conta, no processo econômico, das referências físicas – biológicas, geológicas, químicas – dentro do que se encaixam as estruturas da Economia” (Cavalcanti, 1995). E isso só é possível dentro de um real respeito e responsabilidade para com as gerações futuras. Já que os ecossistemas não crescem – a primeira lei da termodinâmica define que matéria e energia não são criadas – é necessária uma profunda alteração e restrição nas atividades humanas e das sociedades.

Portanto, para os economistas do meio ambiente, a natureza não é mais uma fonte inesgotável de recursos nem um esgoto de infinita capacidade de absorção de dejetos, mas uma realidade em processo de esgotamento. Uma das sérias críticas às abordagens e teorias econômicas que não consideram a natureza dessa forma – seja entre os neoclássicos ou institucionalistas ou evolucionistas – provém de, entre outros, Alier (1993), que afirma: “se quisermos que a economia ecológica, definida como o estudo da dotação (*asignación*) humana de recursos escassos com objetivos alternativos presentes e futuros, resulte útil para o estudo da história econômica, não devemos separá-la nem do estudo da distribuição social dos valores morais nem da percepção social da história da ciência e da tecnologia, que determinam a pauta da utilização dos recursos esgotáveis e da inserção da contaminação do meio ambiente”.

A educação ambiental, entendida como processo que conduz a uma nova visão do mundo, dos valores e da vida, é instrumental importante nessa visão. O problema é que ela trabalha com o médio e longo prazos e, talvez, esse tempo seja muito longo para o nível de degradação ambiental e esgotamento dos recursos naturais já existentes.

Essas escolas ou teorias ou abordagens econômicas, bem como outras que não foram abordadas aqui, podem ser tão diversas e opositoras entre si, mas igualam-se ao tentar incorporar de novo a natureza ou o meio ambiente no pensamento e na política econômicas. E isso é

necessário. A teoria econômica defronta-se, hoje, com o desafio de “responder à pergunta de como e por que a atividade econômica conduz a uma utilização dos recursos ambientais sob um perfil degradador, que põe em risco o potencial de reprodução do bem-estar humano, que a atividade econômica se propõe a desenvolver” (Amazonas, 1994). Diríamos mais, que os economistas precisam também indicar, juntamente com outros profissionais e outros grupos e entidades, como tornar eqüitativo e justo o desenvolvimento para toda a humanidade, sem dilapidar os recursos naturais e degradar o meio ambiente. A educação ambiental tem tudo a ver com esse debate, como esperamos ter demonstrado.

## **7 Educação ambiental: nova panacéia (remédio para todos os males) da sociedade pós-moderna?**

Diante de tudo que foi dito, esperamos ter demonstrado que a educação ambiental não pode, por si só, responder aos graves desafios, inclusive até de sobrevivência física de amplas camadas da população mundial. É evidente que houve progressos no nível de sensibilidade ecológica em, praticamente, todas as sociedades. Sabemos, também, que isso não é suficiente e que o discurso está muito longe da ação. E que a alteração dos padrões de conduta interfere em poderosos interesses econômicos e sociais.

A educação ambiental, que tem sido exercida no país, é extremamente diversa e raramente articulada. São muitos os agentes, as formas de ação, as concepções de educação e meio ambiente que fundamentam suas ações. Recentes estudos e pesquisas já diagnosticaram esses limites (Sorrentino, 1995; Leonardi & Avanzi, 1994).

É notória, também, a ausência do Estado, com raras exceções, como articulador ou coordenador ou, até mesmo, promotor dessas ações de educação ambiental espalhadas pelo país. O Estado, além do mais, não assumiu sua função na discussão e definição de uma política de educação ambiental. Quando dizemos Estado, queremos nomear as autoridades governamentais dos mais variados escalões e nas diversas escalas, seja do Executivo ou do Legislativo a nível federal, estadual e municipal.

A Universidade também tem um papel importante na formação ambiental dos profissionais que está colocando no mercado. Ela precisa incorporar a dimensão ambiental nos seus objetivos, conteúdos, metodologias, nas próprias carreiras que está formando. Há muitas formas de se fazer isso, mas raramente ela o faz.

É de se esperar que os profissionais, que a Universidade está formando, sejam capazes de trabalhar em grupos multidisciplinares e em ações interdisciplinares, através de uma leitura abrangente, global, holística, sistêmica e crítica da realidade. E que sua ação seja interativa, questionadora, reflexiva, promovendo a participação dos diferentes agentes da sociedade, bem como o resgate de saberes diversos e a construção individual e coletiva do conhecimento.

A educação ambiental, por seu lado, deve fazer sua autocrítica. Deve, a nosso ver, sair da retórica e da ingenuidade, aprofundar sua ação, conseguir novos aliados, mas sem perder de vista seus objetivos, sua utopia. Não pode aceitar, como alguns educadores bem intencionados fazem, o papel de remédio para todos os males da sociedade neste final de século. Mesmo porque, não há um só modelo de sociedade; dentro de um mesmo país convivem – melhor dizendo debatem-se padrões sociais arcaicos e ultramodernos. O exemplo dos Estados Unidos, países da Europa e Ásia – até do Brasil – onde existem pequenas ilhas de Primeiro Mundo num vasto oceano de Terceiro e Quarto Mundos – são muito visíveis.

Assim como os educadores ambientais precisam ser mais responsáveis, também os economistas necessitam entrar nessa ação, sair de uma postura excessivamente economicista e juntar-se a outros profissionais, aprendendo a comunicar-se em outra linguagem que não o “economês”.

Este texto pretendeu mostrar alguns caminhos de como isso pode ser feito e iniciar um debate. Debate que está aberto e é urgente.

#### **Referências bibliográficas**

ALIER, J.M.; SCHLÜPMANN, K. *La ecología y la economía*. México:Fondo de Cultura Económica, 1991.

- ALMEIDA, L.T. *Instrumentos de política ambiental: debate internacional e questões para o Brasil*. Campinas: UNICAMP.IE, 1994. (Dissertação de Mestrado)
- AMAZONAS, M.C. *Economia do meio ambiente*. Uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos ecolucionistas e institucionalistas. Campinas: UNICAMP.IE, 1994. (Dissertação de Mestrado)
- AVANZI, M.R.; LEONARDI, M.L. *Tendências da educação ambiental*. In: FÓRUM DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1 e 2, São Paulo, 1994. São Paulo: PUC, 1994.
- CAVALCANTI, C., org. *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo/Recife: Cortez Ed./Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- FONSECA, E.G. Meio-ambiente e contas nacionais: a experiência internacional. In: SEMA. *Contabilização econômica do meio ambiente*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, s.d.
- HOGAN, D. *Considerações sobre interdisciplinaridade*. Apresentação do projeto temático “Qualidade ambiental e desenvolvimento regional nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari”. Campinas: UNICAMP.NEPAN, 1995.
- JANSSON, A.M. et al. *Investing in natural capital*. Washington: Island Press, 1994.
- LEONARDI, M.L. *Educação ambiental não-formal*. Sub-componente do projeto temático “Qualidade ambiental e desenvolvimento regional nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari”. Campinas: UNICAMP.NEPAM, 1994.
- \_\_\_\_\_. A sociedade global e a questão ambiental. In: CAVALCANTI, C., org. *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo/Recife: Cortez Ed./Fundação Joaquim Nabuco, 1995.
- SORRENTINO, M. *Educação ambiental e universidade: um estudo de caso*. São Paulo: USP.Faculdade de Educação, 1995. (Tese de Doutorado)
- SPELLER, P. Educación ambiental y producción económica: interrelaciones y determinaciones. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v.2, n.2, p.45-54, 1993.
- VEIGA, J.E. Valorização econômica dos elementos do meio ambiente. In: SEMA. *Contabilização do meio ambiente*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, s.d.

# 3

## **Economia do meio ambiente: gestão de espaços regionais**

# **O problema ambiental no Brasil: agricultura**

*Clayton Campanhola  
Alfredo José Barreto Luiz  
Ariovaldo Lucchiari Júnior*

## **Introdução**

Os impactos ambientais causados pela agricultura de um país ou de uma região estão relacionados com o modelo agrícola adotado. O modelo agrícola brasileiro sofreu alterações significativas nas últimas três décadas, em resposta às transformações sociais, demográficas e econômicas que aconteceram no país. Duas importantes mudanças observadas neste período foram o elevado crescimento populacional e o aumento da renda per capita. A associação destes dois fatos levou a um expressivo aumento na demanda pelos produtos gerados pela atividade agrícola. Para atender a esta demanda crescente, há duas alternativas: incorporação de novas áreas ao processo de produção agropecuária ou aumento da produtividade nas áreas já utilizadas. Estas duas vias foram seguidas no Brasil.

Com a incorporação de novas áreas, ou avanço da fronteira agrícola, ocorreu um aumento no número de estabelecimentos rurais. Esta conclusão é baseada nos dados apresentados nos Gráficos 1, 2 e 3, onde estão representados os aumentos no número de estabelecimentos e na área produtora total, bem como uma relativa estabilidade na área média dos estabelecimentos rurais, em especial no período referido (após 1960). A este aumento na área total dos estabelecimentos correspondeu também um aumento na área colhida total. Entretanto, devido a um crescimento populacional ainda maior, a área colhida per capita decresceu no mesmo período, como se observa na Tabela 1.

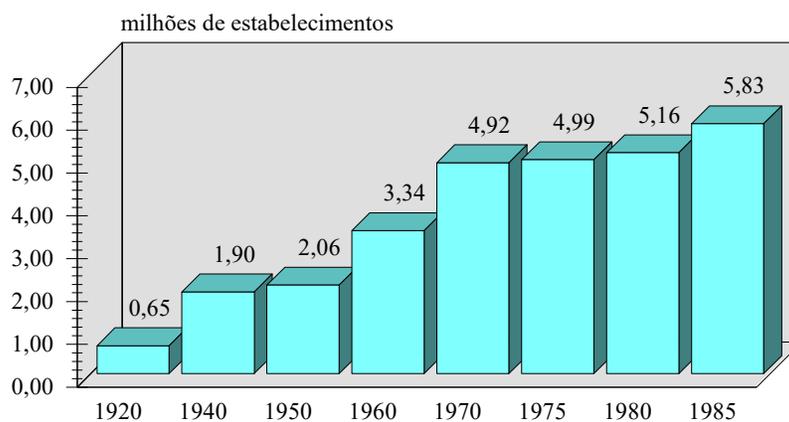
Tabela 1  
Área colhida no Brasil (em ha)<sup>1</sup>

		1973	1983	1993 <sup>(1)</sup>
Produtos alimentares	Cereais e leguminosas	24.394.236	30.335.657	32.868.008
	Tubérculos, raízes e bulbos	2.512.393	2.389.348	2.122.045
	Frutas	1.162.468	1.566.780	2.458.549
	Condimentos e estimulantes	4.510.054	6.501.606	6.959.327
Matérias-primas para fins industriais	Oleaginosas	1.138.163	655.481	535.095
	Têxteis	4.668.398	3.307.312	1.252.131
	Outras	538.464	565.061	428.785
Total		38.924.176	45.321.250	46.623.940
Área colhida per capita		0,38578	0,35801	0,30697

<sup>(1)</sup> Para as culturas onde não se dispunha dos dados de 1993, foram usados os de 1992.

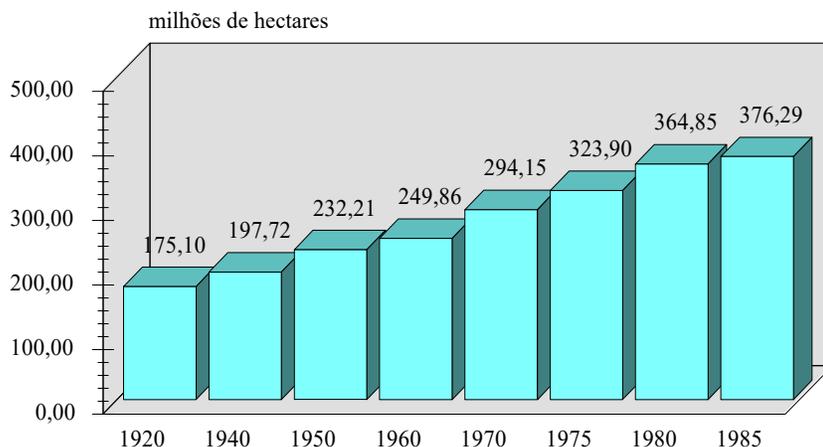
Fonte: Elaborada a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Gráfico 1  
Número de estabelecimentos rurais no Brasil



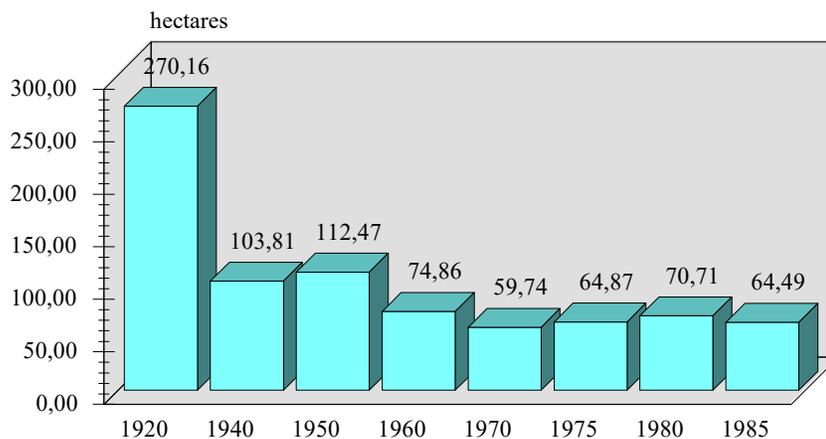
Fonte: Elaborado a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Gráfico 2  
Área total dos estabelecimentos rurais no Brasil



Fonte: Elaborado a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Gráfico 3  
Área média dos estabelecimentos rurais no Brasil



Fonte: Elaborado a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Ora, se apesar do aumento da área total a área colhida per capita diminuiu, para que a demanda por produtos de origem agrícola fosse atendida, era necessário que ocorresse um aumento da produtividade das

culturas. Este aumento foi alcançado. No entanto, ele só foi possível através da adoção de novas tecnologias e da intensificação dos processos de produção agrícola, o que levou ao incremento no uso de insumos e máquinas. Este raciocínio encontra respaldo nos dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, onde se observa o crescimento, ao longo do tempo, das quantidades utilizadas de agrotóxicos e fertilizantes, e no Gráfico 4, onde é nítido o aumento do número de tratores por área cultivada.

Tabela 2  
Consumo aparente de fertilizantes no Brasil (em t).

	1974	1983	1993
Fosfatados	2.748.837	3.544.598	5.583.703
Nitrogenados	991.037	1.386.626	2.865.892
Potássicos	893.840	1.283.270	2.975.040
Total	4.633.714	6.214.494	11.424.635
Uso em Kg/ha	119,045	137,121	245,038

Fonte: Elaborada a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Tabela 3  
Consumo aparente de agrotóxicos no Brasil (em t de ingrediente ativo)

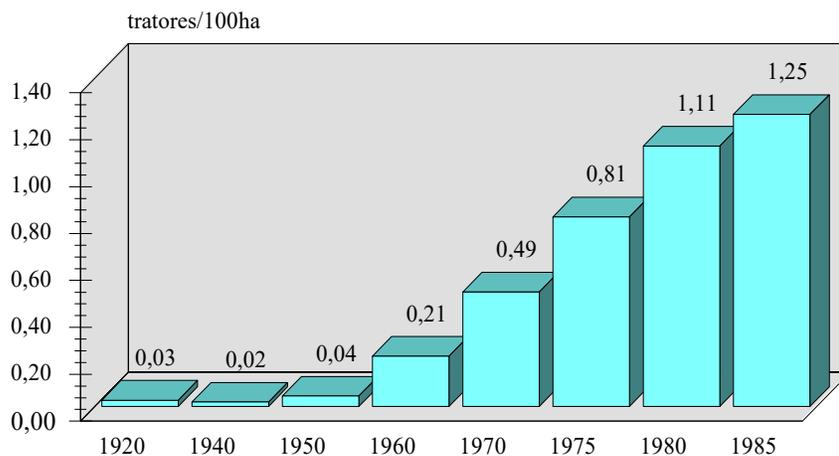
	1977	1983	1993
Inseticidas	9.030	9.712	16.460
Fungicidas	10.144	15.440	17.020
Herbicidas	4.086	16.975	28.365
Total	23.260	42.127	61.845
Uso em Kg/ha	0,59757	0,92952	1,32646

Fonte: Elaborada a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

Como a população brasileira continua aumentando e, além disso, grande parte dela ainda apresenta um consumo muito aquém das suas necessidades, é válido afirmar que, a médio prazo, a demanda por produtos de origem agrícola também continuará a crescer. A forma pela qual se atenderá a este aumento na demanda está relacionada com os impactos ambientais que ocorrerão no futuro. Quaisquer que sejam as práticas produtivas utilizadas, deve haver preocupação no sentido de que o processo produtivo não degrade os recursos naturais de maneira

irreversível. É com este cenário em mente que se prosseguirá a discussão das questões ambientais da agricultura.

Gráfico 4  
Número de tratores por 100 hectares de lavoura no Brasil

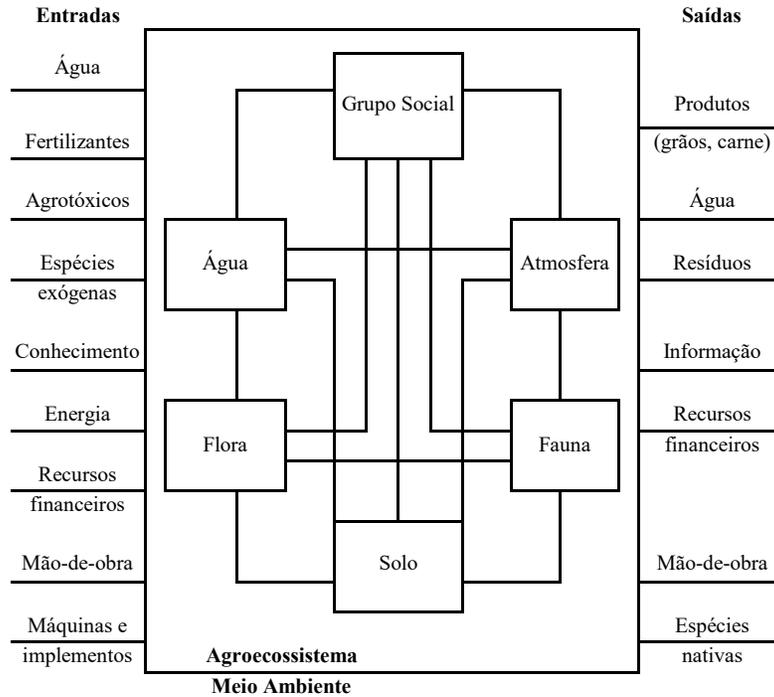


Fonte: Elaborado a partir de IBGE. Anuário Estatístico do Brasil (vários anos).

## 1 Relações entre agricultura e meio ambiente

Toda atividade agrícola se desenvolve em áreas que, originalmente, eram parte de um ecossistema natural; com a chegada do homem e suas práticas agrícolas, demarcando seus estabelecimentos, estas partes do ecossistema passaram a funcionar como agroecossistemas, que são uma fração do ecossistema que tem seus ciclos biogeoquímicos intencionalmente alterados pelo homem, com o objetivo de aumentar a produtividade de alguns organismos nativos ou possibilitar a produção de organismos exógenos. O agroecossistema e o ambiente circundante estão continuamente trocando matéria, energia, informação e vida, nas suas diversas formas; é o balanço destas trocas que determina o tipo e o grau dos impactos ambientais decorrentes. Uma representação esquemática simples de um agroecossistema com suas entradas, saídas e estrutura, é apresentada na Figura 1.

Figura 1  
Representação esquemática simples de um agroecossistema



As entradas e as saídas são condicionadas pelas complexas estruturas e funções internas do sistema. Aqui é preciso ficar claro que, apesar de não influir em algum fluxo específico de entrada (como o da radiação solar, por exemplo), o sistema, através dos seus mecanismos internos, regula o balanço entre as suas entradas e saídas (no exemplo anterior, o balanço de energia). Como o homem age exatamente sobre os mecanismos internos do agroecossistema ao praticar a agricultura, é o processo produtivo escolhido que vai determinar as relações de troca com o meio ambiente. E esta relação assume características positivas ou negativas, dependendo do modelo produtivo. Um fator determinante nesse processo é o comportamento e necessidades dos agricultores frente às tecnologias disponíveis e as interferências conjunturais decorrentes da estrutura agrária e de políticas agrícolas. Por exemplo, um modelo que utilize o lixo orgânico urbano como fonte de nutrientes para as plantas

cultivadas estará causando um impacto ambiental positivo, devido à reciclagem de nutrientes e ao enriquecimento do solo. Por outro lado, um modelo fortemente calcado no uso de agrotóxicos, com potencial de contaminação de água subterrânea, causará um impacto negativo no meio ambiente.

Uma característica da atividade agrícola que é importante ressaltar é que, ao funcionar em desequilíbrio, um agroecossistema tende a perder a capacidade produtiva. Como exemplo, pode-se citar o caso de um sistema produtivo onde, através da saída de grãos, a exportação de um determinado nutriente seja superior à quantidade repostada pelos fertilizantes utilizados. Neste caso, após um certo período, haverá um desbalanço nutricional no solo que limitará a produtividade das plantas.

Outro fato a destacar é que os componentes de um agroecossistema são intimamente relacionados e as relações entre eles são altamente complexas, conferindo um elevado potencial desequilibrador às alterações introduzidas pelo homem. Sabendo-se da dimensão da área ocupada pelas atividades agrícolas, fica claro o seu potencial de impacto ambiental. É importante ainda perceber que, pelas suas características, a agricultura é uma fonte não pontual de impactos. Por exemplo, o uso de agrotóxicos que se acumulem na cadeia alimentar pode vir a causar danos em regiões muito distantes daquelas onde foi aplicado o produto. Por outro lado, o emprego de sistemas que exijam uso intensivo de mão-de-obra pode ajudar a fixar o homem no campo, evitando um aumento ainda maior da população urbana.

## **2 Impactos ambientais negativos**

Como foi visto, a demanda por alimentos, fibras, celulose e outras matérias-primas de origem agrícola, ainda é crescente no país e deverá manter esta tendência no médio prazo. A resposta da sociedade a este fato é dada pelos seus representantes, através do estabelecimento dos Instrumentos de Política Agrícola. Os sistemas de produção agrícola adotados nos agroecossistemas são determinados, em grande parte, pelas diretrizes indicadas por estes instrumentos. Eles também influem na taxa de expansão da fronteira agrícola. Entretanto, continuam existindo apenas duas formas básicas de aumento da oferta de produtos agrícolas: aumento

da produtividade ou aumento da área plantada; excetuando, é claro, a importação que, embora cause impactos econômicos que afetarão o mercado agrícola nacional, não causa impactos diretos no meio ambiente natural do país importador e por isso não será objeto de análise deste trabalho.

Estas duas formas de aumentar a produção agrícola causam impactos no meio ambiente. A seguir, serão descritos apenas alguns dos potenciais impactos negativos desta atividade humana. Apenas para efeito de facilitar a exposição, os impactos serão divididos entre aqueles ocasionados pela alteração dos sistemas de produção em áreas já ocupadas e aqueles gerados pela ocupação de novas áreas.

## **2.1 Áreas já ocupadas**

Nas áreas já ocupadas, busca-se o aumento da produtividade. Em muitos dos sistemas de produção agrícola em uso hoje, o caminho escolhido para se conseguir este aumento é o do uso intensivo de insumos.

Alguns dos insumos mais importantes para o modelo agrícola atual são: sementes e mudas com material genético melhorado, máquinas agrícolas, fertilizantes, corretivos, agrotóxicos e água por irrigação. O potencial de impacto ambiental negativo destes insumos é discutido a seguir.

Primeiramente, deve-se considerar que o uso de todos eles visa uma pretensa maior eficiência do processo produtivo, e como resultado, tem-se, para muitas situações, um menor uso de mão-de-obra por área, o que leva ao desemprego rural. Outro efeito da intensificação dos sistemas produtivos em áreas já ocupadas é a valorização da terra. A combinação destes dois fatos leva à alteração do preço, do uso e da posse da terra, ocasionando conflitos fundiários e êxodo rural, que são impactos sociais negativos.

Além disso, a necessidade, por parte destes sistemas, do uso intensivo de máquinas agrícolas, obriga o desrespeito às recomendações técnicas sobre: tipo de implemento, velocidade de trabalho, umidade do solo e profundidade trabalhada do solo. As conseqüências são alterações na estrutura do solo, o que, além de trazer efeitos danosos sobre a

microbiologia do mesmo, facilita seu processo de erosão. As várias formas de erosão decorrentes deste processo são extremamente prejudiciais à própria atividade agrícola, pois significa, por exemplo, perda de nutrientes e surgimento de falhas no terreno, que dificultam o trabalho das máquinas; além destes prejuízos, que já constituem impactos negativos, eles, por sua vez, levam ao aumento dos custos de produção e diminuição da lucratividade nos atuais níveis de produtividade, o que, por vezes, causa uma intensificação ainda maior do processo produtivo, fechando um ciclo de degradação no agroecossistema. Externamente ao agroecossistema a erosão do solo possui um potencial de impacto negativo enorme, carregando para os recursos hídricos um volume de solo (e, junto com ele, agrotóxicos, fertilizantes e corretivos nele aplicados) muito maior do que naturalmente ocorreria. Alguns dos danos oriundos disto são: restrições ao abastecimento de água potável, prejuízos à geração de energia hidroelétrica, alteração na biodiversidade aquática e diminuição do potencial de uso do recurso hídrico para lazer.

O uso intensivo de fertilizantes e corretivos, necessários à manutenção de níveis altos de produtividade, causa alterações nas características químicas e biológicas naturais do solo, levando ao desequilíbrio. As conseqüências disso vão desde a diminuição do potencial produtivo deste solo até a contaminação do próprio solo e, através da erosão, dos recursos hídricos, com todos os conseqüentes impactos negativos já descritos acima.

Já o uso intensivo de agrotóxicos tem um alto potencial de impacto negativo imediato, tanto dentro do agroecossistema, onde prejudica a saúde dos envolvidos na sua manipulação e altera o equilíbrio biológico, levando a uma diminuição do potencial produtivo, quanto fora do mesmo, onde causa danos à saúde do consumidor do produto contaminado e da população em geral, através da poluição ou contaminação ambiental.

Quanto ao uso de sementes e mudas geneticamente melhoradas, os danos se devem ao fato de que a especialização cada vez maior das espécies utilizadas leva a uma uniformização do material genético em uma propriedade ou mesmo em uma região, o que ocasiona uma especialização correspondente das plantas daninhas, insetos-pragas e dos microorganismos patogênicos. Isto causa desequilíbrio no próprio

agroecossistema, com prejuízos à produtividade, e também no meio ambiente, alterando a biodiversidade.

O uso de água por irrigação tem por objetivo aumentar a produtividade de um agroecossistema, através da aceleração dos ciclos biogeoquímicos, isto é, ao permitir o cultivo numa época onde não haveria água naturalmente disponível em quantidade suficiente, consegue-se uma maior produção por área, num mesmo intervalo de tempo. Mas isso à custa de um uso correspondentemente maior de todos os outros insumos já mencionados, com a conseqüente ampliação do potencial de impactos negativos no meio ambiente.

## **2.2 Áreas novas**

Nas novas áreas incorporadas ao processo produtivo agrícola, faz-se necessária a substituição dos ecossistemas originais pelos agroecossistemas, substituição esta que causa profundas modificações no meio ambiente, algumas delas com alto potencial de impacto negativo, como será descrito a seguir.

A primeira alteração se dá com a migração humana para ocupar estas novas áreas. Esta migração, além de alterar o preço, o uso e a posse da terra, levando a conflitos fundiários, promove também um choque de cultura entre os habitantes locais e os imigrantes. Como geralmente estes últimos são mais instruídos, mais capitalizados e recebem mais apoio oficial, a tendência é de que imponham a sua cultura, causando a perda da diversidade cultural e mesmo o êxodo rural dos antigos habitantes.

Outra alteração, quase imediata, acontece na cobertura vegetal das novas áreas. A grande maioria dos sistemas de produção agrícola em uso atualmente exige mudanças drásticas na cobertura vegetal original dos terrenos para a sua instalação. Estas alterações na paisagem local podem causar sérios prejuízos ao potencial turístico de uma região, além de ocasionar mudanças micro e meso-climáticas, com sensíveis danos à biodiversidade e à própria atividade agrícola que se pretendia instalar.

A alteração de extensas áreas de um ecossistema ou o seu “retalhamento” ocasiona o seu desequilíbrio, levando à extinção de algumas espécies mais frágeis ou endêmicas e transformando outras em pragas para a atividade agrícola. No caso da extinção de espécies,

algumas até desconhecidas, o potencial de impacto negativo é evidente, e no caso do surgimento de novas pragas, isto se refletirá na diminuição do potencial produtivo e no uso de agrotóxicos, com os conseqüentes impactos já descritos no item 2.1.

Freqüentemente, a ocupação de novas áreas para fins agrícolas vem acompanhada da introdução de espécies vegetais e animais exógenos. Isto tem como objetivo otimizar a utilização dos recursos naturais locais, acelerando o ciclo biogeoquímico. Entretanto, esta aceleração causa a dependência de recursos externos, com o uso cada vez maior de insumos, gerando os impactos já descritos anteriormente.

A substituição da cobertura vegetal e a introdução de sistemas de manejo de culturas alteram o ciclo hidrológico dos agroecossistemas e, portanto, da região onde eles se instalam. Os efeitos destas alterações far-se-ão sentir tanto no nível dos aquíferos quanto nas características quali e quantitativas das águas superficiais. Os impactos negativos daí decorrentes ocorrem sobre a biodiversidade aquática, o abastecimento de água potável e a utilização dos recursos hídricos para lazer, geração de energia elétrica e transporte.

Estes são os impactos negativos mais comumente observados, como conseqüência da atividade agrícola. É sempre oportuno lembrar que, obviamente, a agricultura também produz impactos positivos, mas estes não fazem parte do escopo deste trabalho.

### **3 Valoração dos impactos ambientais**

É possível perceber, no item anterior, que existe uma enorme gama de impactos negativos potenciais da agricultura sobre o meio ambiente. O problema que se apresenta é como dar valor a estes impactos, ou seja, como quantificar economicamente os prejuízos ambientais da atividade agrícola.

Pode-se adotar um enfoque simplificador e quantificar o prejuízo de acordo com o valor que o bem perdido ou deteriorado tem para o agroecossistema. Neste caso, por exemplo, o custo da erosão seria dado pelo valor dos nutrientes contidos no solo que foi perdido ou, em casos mais graves onde a área se torna inapta para a agricultura, o custo é obtido pelo preço de mercado da área de terra afetada. Mas, mesmo com

esta abordagem extremamente limitada, ainda restam impactos que não se pode avaliar, principalmente aqueles ligados à biodiversidade e à saúde humana, pois não se pode dar valor ao dano causado pelo nascimento de crianças deficientes devido à contaminação dos pais por agrotóxicos, ou dar valor a uma espécie vegetal endêmica que foi extinta antes mesmo de ser descrita e estudada.

E, se a intenção for a de dar um enfoque mais global, descrevendo todas as conseqüências de um determinado impacto e as suas interações no meio ambiente, aí então as dificuldades se multiplicam, pois os sistemas biológicos envolvidos são extremamente complexos e dinâmicos, e ainda existem muitas lacunas no conhecimento a respeito do seu funcionamento.

Apesar de todas essas dificuldades, algumas tentativas têm sido feitas, com objetivos bem específicos; é o caso do trabalho de Marques (1995), que calculou o valor econômico do dano ambiental causado pelo processo de erosão-sedimentação do solo, tendo por base seus efeitos no sistema de geração de energia elétrica. A análise dos dados revelou que a quantidade de sólidos em suspensão transportados anualmente pelo rio Sapucaí é de aproximadamente 180.000 m<sup>3</sup>, e que isto causa impactos no sistema que vão desde a redução na capacidade de armazenamento de água dos reservatórios até o aumento nas atividades de manutenção e a redução do número de dias de operação das usinas, causando danos econômicos que podem assumir um valor máximo de US\$ 253.329 milhões por ano, valor este que foi extrapolado para o total de oito usinas que compõem o sistema de geração. Este número dá idéia da dimensão do problema, em termos financeiros.

#### **4 Prevenção e mitigação dos impactos ambientais negativos**

Tradicionalmente, o processo de geração tecnológica engloba as fases de:

- \* caracterização e avaliação da base de recursos – naturais e socioeconômicos –, com o propósito de se caracterizar a oferta ambiental e determinar fatores positivos ou limitantes do estabelecimento de um dado sistema de produção;
- \* geração e/ou adaptação de tecnologias, tendo como base a eficiência econômica expressa pela relação custo/benefício, e

\* combinação tecnológica com o propósito de se estabelecer sistemas de produção mais eficientes e adaptados, principalmente, às condições edafo-climáticas predominantes.

Esse processo produz alterações nos ciclos biogeoquímicos, nos fluxos de energia e no comportamento social dos usuários decorrentes do novo nível tecnológico adotado. Essas alterações podem modificar a base original de recursos, quer positiva ou negativamente. Exemplificando, um determinado sistema de produção pode elevar os níveis de nitratos e de princípios ativos ou metabólitos resultantes da biodegração de agrotóxicos que, por sua vez, pode comprometer a qualidade das águas superficiais e subterrâneas; pode modificar a composição da microflora do solo e, assim, alterar a dinâmica do ciclo da matéria orgânica, com efeitos na relação C/N e na CTC do solo; pode, por deriva, afetar a flora nativa e produzir modificações em compostos fitoquímicos e alterar suas propriedades farmacológicas, condimentares ou aromáticas; pode causar danos diretos à fauna, atingindo organismos não visados (ex. abelhas, pássaros, peixes, etc.) e o homem (contaminação). Embora esses fatos sejam conhecidos, em poucas situações eles foram avaliados, quer seja por serem considerados consumados, isto é, são conseqüências da tecnologia ou sistema de produção adotados, quer seja pela falta de métodos científicos que permitam uma avaliação eficaz.

Por essas razões, o processo de geração tecnológica tem basicamente duas estratégias a seguir. A primeira é uma estratégia corretiva ou reparadora, na qual os indicadores de qualidade ambiental são de fundamental importância para se proceder a uma análise, com base na avaliação da estrutura e funcionamento dos agroecossistemas. Essa análise possibilita que se tenha conhecimento das alterações promovidas nos diferentes componentes, visando estabelecer, caso necessário, medidas reparadoras para se manter ou recuperar a qualidade dos recursos naturais e manter a produtividade dos agroecossistemas, ao longo do tempo, em níveis adequados de eficiência econômica.

A outra estratégia, de longo prazo, é dirigida à sustentabilidade. A diferença principal é que as tecnologias ou sistemas de produção passam por uma análise *ex-ante* durante o processo de sua geração e desenvolvimento. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade, em suas dimensões ecológica, econômica e social são a base dessa análise.

Salienta-se que indicadores de qualidade ambiental e de desempenho econômico fazem parte desse grupo de indicadores. Nessa perspectiva, a variável tempo passa a ter papel preponderante. Para que um agroecossistema seja sustentável, o tempo requerido, para que se atinja o equilíbrio dinâmico no rumo desejado, provavelmente não seja o mesmo para os diferentes componentes do próprio agroecossistema e de suas relações externas. Deve haver harmonia temporal entre o sistema bioecológico e o sistema social e econômico, e destes com os aspectos ideológicos, tecnológicos e organizacionais. Isso vai exigir o estabelecimento de políticas públicas de médio e longo prazos que aliem as diretrizes agrícolas às diretrizes do meio ambiente. Após as análises das alterações produzidas pelas tecnologias ou sistemas de produção na estrutura e funcionamento dos agroecossistemas, é que se pode recomendá-los ou não.

Qualquer das estratégias adotadas servirá para um planejamento agroambiental mais efetivo. Entretanto, novas metodologias e conceitos necessitam ser incorporados às mesmas, visto que o desempenho tecnológico do modelo da 'revolução verde' atingiu seu patamar, encontrando-se em via de esgotamento. Nessa mudança de paradigma, vários caminhos se encontram sob análise. Ênfase tem sido dada aos modelos da biotecnologia e da mecatrônica, que contemplam apenas a dimensão de eficiência tecnológica, sem considerar as outras dimensões da sustentabilidade.

O paradigma agroecológico parece ser o caminho mais razoável a ser seguido. A agroecologia, quando abordada cientificamente, permite incorporar as complexidades das três dimensões da sustentabilidade – ecológica, econômica e social – em vários níveis. Permite também incorporar, em um modelo de transição, componentes do modelo da 'revolução verde' que, de certa forma, contemplavam preocupações com a qualidade ambiental e de vida, como é o caso da redução do uso de insumos químicos.

O modelo agroecológico poderá orientar o desenvolvimento agrícola de forma mais harmoniosa, por basear-se fundamentalmente em três pilares: eficiência tecnológica, qualidade dos recursos naturais e dos produtos e equidade social (qualidade de vida). Assim, o peso relativo atribuído a esses três fatores pode dirigir o processo de geração

tecnológica, de planejamento e de desenvolvimento rural em vários níveis e patamares dos diferentes agroecossistemas.

Por exemplo, os sistemas de produção agrícola de *commodities* requerem grandes áreas para que as condições biofísicas exigidas tenham máxima eficiência. Assim, o uso da mecatrônica, da biotecnologia e do modelo agroquímico ou biológico, para a defesa fitossanitária ou fertilização, tem que ser analisado em um modelo que otimize a produtividade, que minimize os impactos ambientais negativos, que melhore a qualidade dos produtos e que atenda às necessidades dos mercados que requerem produtos em economia de escala. Em outras palavras, esse seria um segmento com a predominância de grandes produtores, no qual a eficiência teria o maior peso, ficando a qualidade dos produtos e do meio ambiente em um segundo plano, embora esta última esteja cada vez mais sendo exigida pelos mercados, com a implementação de normas específicas (ISO 14.000, por exemplo). Por sua vez, a distribuição equitativa dos benefícios gerados vai requerer a adoção de políticas públicas mais adequadas para esse fim.

Por outro lado, a diversificação da produção em pequena escala, porém com alto padrão de qualidade, é importante. Incorpora pesos diferentes aos parâmetros de eficiência (visto que não se baseiam somente no preço de um produto, mas de vários, regulados por um mercado mais exigente), de qualidade, com base em padrões de certificação ambiental (selo verde) e de equidade, visto requerer uso mais intenso de mão-de-obra e maior grau de conhecimento e profissionalização. Este é, portanto, um modelo mais apropriado aos pequenos e médios produtores. Ele vai requerer políticas específicas para a sua viabilização, uma vez que envolve uma abordagem mais complexa da produção ao nível de cada propriedade, bem como exige uma maior organização dos produtores no processamento da produção e na sua comercialização.

Entretanto, o paradigma para os diferentes segmentos de produtores ainda não está delineado. Para sua definição, há a necessidade de uma revisão dos diferentes modelos de agricultura utilizados, face aos novos desafios que estão sendo apresentados. Nesse sentido, as instituições de ensino e pesquisa têm importante papel, pois haverá também necessidade de reformulação de toda a base teórica da agricultura, com incorporação dos parâmetros e indicadores de

sustentabilidade. A pesquisa agropecuária deverá ter uma abordagem interdisciplinar, a fim de tratar das inter-relações entre os processos da agricultura e do meio ambiente, devendo não ter apenas preocupação com a eficiência tecnológica, mas também com os efeitos das tecnologias nos ciclos biogeoquímicos e nos processos naturais. Deve tratar também dos efeitos sociais dessas tecnologias, tanto no setor produtivo rural, como nos diferentes elos da cadeia agroeconômica.

### **Referências bibliográficas**

- CAMPANHOLA, C. *Gestão ambiental e crescimento econômico*. Goiânia: 1995. (Apresentado no I Simpósio Ambientalista Brasileiro no Cerrado – Contribuições para um novo modelo de desenvolvimento).
- ESTUDOS ECONÔMICOS. São Paulo: USP. Instituto de Pesquisas Econômicas, v.24, n. esp., p. 5-262, 1994.
- GILL, R. *Planning sustainable agro-ecosystems*. Armindale, Austrália: Univ. of New England. Centre for Agricultural Resource Economics, 1994. 21p.
- MARQUES, J. F. *Efeitos da erosão do solo na geração de energia elétrica: uma abordagem da economia ambiental*. São Paulo: USP, 1995. 274p. (Tese de Doutorado).
- NUNES, L. N.; VEIGA, J.E. Entrevista. *Agricultura Sustentável*, Jaguariúna, SP, v.2, n.1, p.5-10, jan./jun. 1995.
- SAVORY, A. Holistic resource management: a conceptual framework for ecologically sound economic modelling. *Ecological Economics*, v.3, p.181-91, 1991.

### **Resumo**

As tecnologias e os sistemas de produção agropastoris, ao serem implantados em áreas de expansão da fronteira agrícola ou utilizados na reconversão das atividades de áreas já incorporadas ao processo produtivo, causam alterações no meio ambiente. Essas alterações afetam a base de recursos naturais e causam impactos, os quais são classificados de duas maneiras: 1) quanto às alterações qualitativas que causam no meio ambiente, podem ser negativos, positivos ou nulos; e 2) quanto à abrangência dessas alterações, podem ser intrínsecos ou extrínsecos. Neste trabalho é apresentada uma breve descrição da evolução do modelo agrícola brasileiro; são discutidas as relações entre a agricultura e o meio ambiente e é fornecida uma visão geral dos impactos desta atividade no solo, na água, na biodiversidade e no homem. É dado um exemplo de impacto onde há possibilidade de valoração econômica e são expostos outros casos onde, por existirem lacunas de conhecimento, esta valoração não é possível. Finalmente, são discutidas as tendências tecnológicas da agricultura e estratégias de prevenção ou mitigação dos impactos negativos da agricultura sobre o meio ambiente.

# ***Amazônia: produtos e serviços naturais e as perspectivas para o desenvolvimento sustentável regional***

*Paulo Choji Kitamura*

## **Introdução**

Nos anos recentes, com o crescimento do ambientalismo no mundo, as atenções da comunidade internacional têm-se voltado para a proteção da Floresta Tropical Amazônica, dando-lhe uma importância fundamental no contexto do equilíbrio ambiental global (efeito estufa e reguladora climática), bem como da conservação da biodiversidade.

Os rebatimentos desse interesse mundial em relação à Floresta Amazônica podem ser percebidos pelo volume de recursos externos “verdes” que fluem para a região; pelos inúmeros projetos/programas ambientais regionais (tendo-se como o maior exemplo o Programa Piloto para a Proteção da Floresta Tropical); pelas restrições domésticas e internacionais, de caráter ambiental, às atividades econômicas na Amazônia (da SUDAM e BIRD, por exemplo); e pela entrada de ONGs internacionais e multiplicação de ONGs locais que atuam na área ambiental.

Sem dúvida, a Floresta Amazônica (com os seus recursos associados) é um bom exemplo da infinidade de produtos “naturais” (madeiras, fibras, alimentos, elementos químicos e farmacêuticos, etc.) e serviços “ecológicos” (absorção e reciclagem de resíduos, manutenção da qualidade do ar e da água e dos ciclos biogeoquímicos globais, benefícios estéticos e recreacionais, etc.) que um ambiente natural pode oferecer à humanidade.

Todavia, apesar do aparente consenso sobre a importância da Floresta Amazônica para o mundo, a avaliação econômica predominante em relação aos seus benefícios ambientais ainda evidencia uma grande

contradição. Embora a maior parte dos produtos “naturais” extraídos da Floresta Amazônica tenha o seu valor reconhecido pelo mercado, essa mesma Floresta oferece também uma gama de serviços “ambientais”, os quais geralmente são ignorados por esse mesmo mercado.

Em outras palavras, no momento atual, há uma clara contradição entre a importância alocada aos produtos e serviços ambientais que a Floresta Amazônica gera – como fonte de produtos naturais, matéria-prima e insumos para atividades humanas; como meio que absorve e recicla resíduos antrópicos; e como provedora de funções de suporte à vida humana e não-humana – e a valoração econômica dos benefícios totais (de mercado) que essa Floresta produz.

Esse fato tem levado a uma subestimativa do valor da Floresta “em pé”, favorecendo o desmatamento e a sua conversão para outros usos da terra, notadamente para a agricultura. De modo geral, as discussões atuais sobre a Floresta Amazônica, sejam nacionais ou internacionais, ainda privilegiam tanto a idéia da preservação quanto o mercado, como instância de mediação.

Nesse contexto, em termos de políticas ambientais domésticas, as próprias iniciativas estatais para criar e manter unidades de conservação (parque, reservas, estações ecológicas, reservas extrativistas, etc.) apontam a Floresta Amazônica como uma grande produtora de serviços ambientais.<sup>1</sup> Todavia, não há uma correspondente preocupação para a internalização desses benefícios intangíveis ou extramercados em favor das comunidades nativas da região, os verdadeiros produtores ou mantenedores desses serviços.

Essa visão “externa” de meio ambiente privilegia o desmatamento e os benefícios ambientais globais da Floresta Amazônica, colocando em plano secundário os interesses regionais em relação a esse mesmo meio ambiente. É uma visão que reserva, por exemplo, uma menor atenção à poluição/contaminação pelo mercúrio dos garimpos e à poluição/degradação do meio ambiente urbano (Kitamura, 1994).

---

(1) Segundo Rocha (1992), a Amazônia apresentava em 1992 cerca de 36,2 milhões de ha (7,34% da região) protegidas em unidades de conservação de uso direto e indireto.

E ao privilegiar os grandes interesses da comunidade internacional em relação ao meio ambiente amazônico, com frequência, essa abordagem tem colocado em risco a sobrevivência das populações nativas (Kitamura, 1994). Em outras palavras, muitas vezes a preservação tem ocorrido com custos sociais locais: com uma troca nociva ambiente natural x problemas sociais.

Neste trabalho, são apresentadas alternativas para uma percepção mais abrangente e integral dos benefícios ambientais da Floresta Amazônica, de forma a aproximar o seu valor econômico total da importância que a comunidade nacional e internacional efetivamente creditam à mesma. Para o autor, a internalização dos serviços ecológicos no mercado é decisiva para o manejo adequado da Floresta Amazônica no longo prazo, especialmente nos casos que envolvam diretamente as populações nativas, tais como as comunidades extrativistas e indígenas.

## **1 Valorando a Floresta Amazônica**

A importância da Floresta Amazônica<sup>2</sup> pode ser avaliada a partir dos benefícios diretos e indiretos, atuais e futuros, que ela propicia à comunidade internacional, nacional e, em particular, às comunidades locais.

Para o mundo, a Floresta Amazônica pode ser percebida como reguladora do meio ambiente global (dos ciclos biogeoquímicos, do efeito estufa, etc.) e como repositório de biodiversidade. Já para as comunidades locais, essa mesma Floresta pode ser percebida como reguladora do equilíbrio dos ecossistemas em que vivem e como rede de sua subsistência (produtos e serviços para o dia-a-dia).

Para os economistas neoclássicos, essa importância pode ser percebida a partir de três tipos de valores: de uso, de opção, e de existência,<sup>3</sup> os quais compõem o valor econômico total da Floresta.

---

(2) Neste texto, o termo Floresta Amazônica é utilizado de forma bem ampla, ou seja, incluindo também os seus recursos associados.

(3) Para aprofundar essa questão veja, entre outros, Farnworth et al. (1981); Dixon & Sherman (1991); Pearce & Myers (1990); Pearce & Turner (1990) e Tobey (1993).

Desses, grande parte dos chamados valor de uso e de opção, passam pelo mercado (ou são passíveis de cálculo), podendo ser expressos monetariamente, enquanto o valor de existência, por representar o valor intrínseco, é intangível, normalmente não-capturado pelo mercado (veja no Quadro 1, um resumo desses valores).

Quadro 1  
Valor econômico da Floresta Amazônica

Tipo	Valor Percebido
Valor de Uso Direto (+ tangível)  Indireto	Para consumo direto como: . rede de subsistência; . produtos para venda; . matéria-prima industrial; . genes para cultivos; . ecoturismo/lazer; etc. Para consumo indireto como: . regulador climático; . mantenedor dos ciclos bioquímicos; . mantenedor do equilíbrio dos ecossistemas, etc.
Valor de Opção  Valor de Existência (- tangível)	Para consumo futuro: . disposição a pagar para opção de consumo futuro Não relacionado ao consumo: . motivos culturais;  . motivos estéticos e . motivos éticos, etc.
Valor Econômico Total = Valor de Uso + de Opção + de Existência	

Fonte: Elaborado a partir de Pearce & Myers (1990) e Ehrlich (1992).

Na realidade, esses valores são sempre percebidos em um contexto em que estão presentes algumas características dos ecossistemas naturais: a irreversibilidade – muitos processos ecológicos são irreversíveis; a incerteza – não se conhece as conseqüências de um erro na escolha hoje; e a singularidade – os ecossistemas e os processos ecológicos são únicos, não têm substitutos (Pearce & Myers, 1990; Pearce & Turner, 1990).

Um suposto, que comumente está presente nessa avaliação, é a crença no contínuo progresso tecnológico: a descoberta de novos processos e usos para as espécies conhecidas, como também daquelas atualmente não utilizadas. E daí, a idéia de que qualquer perda hoje representa uma diminuição dos benefícios futuros.

No que se refere ao valor de uso, a diversidade biológica da Floresta Amazônica pode ser percebida de várias formas. A primeira, pelo valor que as diferentes espécies da sua flora e fauna têm para a satisfação das necessidades, de consumo ou de produção, da humanidade. Vale lembrar que, de uma estimativa conservadora de 30.000 espécies de plantas existentes na Amazônia (Lisboa et al. 1987), cerca de duas mil têm sido identificadas como de alguma utilidade (Perring et al. 1992; Ehrlich & Ehrlich, 1992).

Para os “povos da Floresta”, por exemplo, o valor de uso da Floresta é imediatamente palpável no seu dia-a-dia: grande parte de sua subsistência vem do meio natural, especialmente a alimentação, que vem da coleta de produtos da Floresta, da caça e da pesca. Além disso, a Floresta Amazônica fornece uma infinidade de produtos – para consumo próprio ou para a venda – como madeiras, peles, fibras, resinas, gomas, óleos, corantes, aromáticos, taninos, medicamentos, etc. Pode-se afirmar que essa é uma visão específica (dos “povos da Floresta”) de biodiversidade.

Mas o valor de uso dessa mesma Floresta pode também ser percebido pela sua utilidade (matéria-prima e informações) para a indústria em geral. Por exemplo, as plantas tropicais servem de base para a quarta parte de todos os produtos farmacêuticos comercializados nos EUA, especialmente alcalóides, quininos e esteróides (Repetto, 1988). Segundo dados citados por Pearce & Myers (1990), no início da década de 80, as vendas de produtos químico-farmacêuticos fabricados a partir de espécies da floresta tropical eram da ordem de US\$12 bilhões/ano.

Desta perspectiva, talvez o aspecto mais marcante seja a domesticação e o uso de diversas espécies da Floresta Amazônica, em termos de cultivos artificializados, valendo citar, entre outras, a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o cacaueteiro (*Theobroma cacao*), o

dendezeiro (*Elaeis oleifera*), o guaranazeiro (*Paullinia cupana*), a pupunheira (*Bactris gasipaes*), o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), o urucuzeiro (*Bixa orellana*), o abacaxizeiro (*Ananas comosus*), os quais demandam continuamente a biodiversidade que a Floresta Amazônica é depositária.

Há ainda uma outra forma de se perceber o valor de uso direto da Floresta Amazônica: os benefícios que esta oferece, em termos de atividades relacionadas ao ecoturismo; para a simples visitação e observa o, camping, “vivenciais”, “caminhadas”, como cenário de filmagens, de reportagens fotográficas, etc.   importante lembrar que, apesar de pouco desenvolvido em nossas condi oes, o ecoturismo   responsável por parcela significativa da renda em países como a Costa Rica, Kenya, Tanzânia, entre outros.

A segunda forma de perceber o valor de uso da Floresta Amazônica – agora entendido como ecossistemas e seus componentes – refere-se aos “serviços” ecológicos (indiretos) que ela oferece, tais como na absor o e reciclagem de resíduos de origem antrópica, na sustentac o e regula o dos ciclos biofísicos globais, da água, do carbono, etc. (Perring et al. 1992; Ehrlich & Ehrlich, 1992).

Apesar de esse valor não ser reconhecido pelo mercado (desde que o seu uso   indireto), a Floresta Amazônica  , sem d vida, importante para a segurança e manuten o das condi oes para a vida humana e não-humana, em termos globais (Schubart, 1990). Neste contexto, sabe-se, por exemplo, que a Floresta Amazônica   um grande sumidouro de carbono (CO<sup>2</sup>) e recicladora do vapor d’ gua (Salati, 1985; Salati et al. 1992).

Já o valor de op o alocado   Floresta Amazônica está associado   incerteza que cerca a demanda e oferta dos bens e serviços que ela oferece. Tal valor de op o implica um custo (disposi o a pagar), hoje, para a preserva o da Floresta, visando uma possível captura de valor de uso futuro (Pearce & Myers, 1990 e Tobey, 1993).<sup>4</sup> Nesses termos, as possibilidades são amplas: a maior parte das cerca de duas mil espécies

---

(4) Um conceito muito próximo ao valor de op o   o valor de quase-op o (*bequest value*), que está associado ao exercício da op o de uso futuro por outros indivíduos.

amazônicas já utilizadas (artesanalmente) pelas populações nativas ainda não tem um uso equivalente em grande escala.

Vale ilustrar, por exemplo, que em termos de aproveitamento madeireiro – apesar de identificadas cerca de quatro mil espécies produtoras de madeira (Perring et al. 1992) – atualmente, apenas 100 a 150 espécies têm sido exploradas (Uhl et al. 1992). Outro exemplo, a floresta tropical é fonte de predadores ou parasitos de pelo menos 250 pragas da agricultura, a maioria ainda não utilizada em processos industriais ou em grande escala, mas que interessa para o uso no futuro (Repetto, 1988).

Além disso, a Floresta Amazônica tem também um valor ontológico (valor de existência para os neoclássicos), ou seja, intrínseco (intangível) para a sociedade – por motivos altruístas (culturais, religiosos, estéticos, éticos, etc.) – simplesmente pelo fato de existir, independente de seu uso corrente.<sup>5</sup> A interpretação comum é que os ecossistemas regionais com todos os seus componentes têm valor intrínseco que precisa ser preservado.

Além da biodiversidade, a Floresta Amazônica é também depositária de uma rica sociodiversidade, em especial os chamados “povos da floresta” (grupos indígenas, comunidades extrativistas), de inegável valor para a humanidade. Essas populações são portadoras de experiências seculares no uso e manejo da Floresta e seus recursos associados, as quais podem servir de ponte para sistemas modernos de manejo ambiental (Moran, 1974; Elizabetsky & Posey, 1986).

Em resumo, a importância em conservar a Floresta Amazônica se deve ao papel que o conjunto de microorganismos, plantas e animais, os “povos da floresta” e sua cultura tradicional (que nela vive e dela depende) representa, em termos de bens, serviços com valor de mercado e/ou intangíveis para a humanidade.

No momento atual, apesar de a lógica da preservação dessa Floresta se assentar em uma visão global, ainda há um nítido predomínio

---

(5) Randal (1986), *apud* Tobey (1993), lembra três formas de altruísmo: para com a geração contemporânea, para com futuras gerações e para com os seres não-humanos.

do lado utilitário, de uso tangível, imediato ou futuro. Em termos práticos, há um conflito entre valor econômico da Floresta Amazônica, traduzido pelo mercado (valores de uso), e a estimativa do seu valor econômico total percebido a partir da importância que a comunidade nacional e internacional alocam a essa Floresta (que inclui os serviços ecológicos).

## **2 A captura dos valores intangíveis**

A solução dos conflitos atualmente existentes, em termos de valoração dos benefícios totais da Floresta Amazônica, pode ser encaminhada a partir da internalização dos benefícios, atualmente não transacionados no mercado, que essa mesma Floresta gera. Em geral, apesar de reconhecida importância, tais benefícios ainda não têm uma correspondência em termos monetários.

Aqui, talvez um dos problemas de maior relevância sejam os métodos utilizados na valoração dos benefícios ambientais totais de uma floresta. Os métodos tradicionais, baseados em cálculos do tipo avaliação custo-benefício, dificultam o tratamento dos benefícios ambientais que fogem do âmbito estritamente privado de tomada de decisões.

Várias são as alternativas metodológicas que permitem a internalização desses benefícios no mercado. Todavia, todas requerem uma regulação (com políticas domésticas e/ou políticas multilaterais de cooperação), no sentido de atribuir uma expressão monetária aos serviços ecológicos da Floresta Amazônica.

Em um primeiro momento, esse caminho requer uma estimativa da expressão monetária desses benefícios ambientais intangíveis que a Floresta oferece. Estudos recentes, visando essa estimativa, têm apontado, entre os métodos alternativos, as pesquisas do tipo:

- “disposição a pagar” para manter a Floresta preservada (veja, entre outros, Brookshire et al.1983; Boyle & Bishop, 1987 e Pearce & Turner, 1990);

- estimativas do custo de oportunidade de uma Floresta preservada; (Darmstadter, 1991, *apud* Tobey, 1993, apresenta uma estimativa de US\$339/ha de floresta para a Amazônia); e
- as estimativas do custo de viagens de ecoturismo para o local objeto de análise (de difícil aplicação na Amazônia, pelo estágio em que se encontra o ecoturismo).

Uma quarta alternativa que poderia ser mobilizada é a estimativa do custo de manutenção das unidades de conservação. Autores como Simons (1988); Brandon & Wells (1992); Tobey (1993) e Banco Mundial (1992) apresentam estimativa de custo médio de manutenção, variando desde US\$3.00/ha/ano até cerca de US\$13.00/ha/ano de Floresta, dependendo do tamanho da unidade e do tipo de atividade a ela associados.

Em um segundo momento, é necessário que esses valores monetários sejam internalizados como renda complementar, em benefício das comunidades locais que manejam os sistemas naturais – a título de compensação pela garantia dos serviços ecológicos que a Floresta Amazônica preservada oferece à comunidade internacional.

Essa compensação poderia vir, por exemplo, através da criação de selos verdes para produtos extrativos comercializados e para os sistemas “naturais” manejados por essas comunidades. Vale lembrar que no momento atual, embora grande parte dos benefícios ambientais totais que a Floresta Amazônica gera – em especial aqueles relacionados ao seu uso indireto e ao valor ontológico – seja apropriada pelas populações que se encontram além das fronteiras da Amazônia, os seus custos têm recaído sobre as comunidades locais/regionais.

Essa compensação traz como pressuposto a consideração de que as comunidades amazônicas, em especial os “povos da Floresta”, são autênticas produtoras de serviços ecológicos para si e para a humanidade e/ou guardiãs da integridade da Floresta e da biosociodiversidade a ela associada. Em especial, as reservas extrativistas e indígenas são exemplos de unidades de conservação que poderiam ser manejadas a partir dessa abordagem.

A questão da compensação das comunidades nativas a partir de instrumentos como o selo verde, na realidade, modifica o eixo da discussão sobre a sustentabilidade econômica das unidades de conservação que apresentam interfaces diretas com as populações locais, notável, por exemplo, no caso das reservas extrativistas.

Nesse contexto, a sustentabilidade do manejo desses sistemas “naturais” passaria a ser avaliada a partir de uma visão mais ampla dos benefícios ambientais: a Floresta não produz somente produtos naturais para uso direto (subsistência) das comunidades que moram nesses ambientes ou ainda para a venda – como é a abordagem convencional –; ela produz também uma infinidade de serviços ecológicos, que passaria também a ser avaliada e convertida em expressão monetária.

Evidentemente, é fundamental que esse selo verde venha combinado a programas específicos de desenvolvimento, financiados por instrumentos do tipo *Debt-for-development Swaps* (troca de dívida por projetos de preservação/desenvolvimento), que conciliem a preservação desses ambientes com as atividades econômicas de baixo impacto, limitadas por zoneamento e por acordos tácitos.

## 2.1 Uma aplicação prática: o caso das reservas extrativistas

As reservas extrativistas são unidades de conservação com duplo objetivo: preservação ambiental e atendimento de uma demanda social local, ou seja, são destinadas à exploração dos recursos naturais pelas populações humanas que ali moram, de forma a manter suas características originais, sustentáveis, sem desmatamento.<sup>6</sup>

Nas reservas extrativistas, a propriedade da terra não é privada, mas é garantido o seu uso pelas comunidades ali residentes, segundo formas tradicionais (seringueiros, coletores de castanha, de açai, etc.). Assim, a terra não pode ser objeto de venda, nem utilizada para fins não-florestais, exceto para culturas de subsistência.

---

(6) Para mais detalhes sobre reservas extrativistas, leia, em especial, Allegrette (1992) e Amt (1994).

Desde as primeiras propostas para criação das reservas extrativistas, tem permanecido a polêmica em torno de sua viabilidade, especialmente a econômica. De um lado, os ambientalistas, que defendem a permanência e o apoio às reservas extrativistas, como integrante de um modelo de desenvolvimento sustentável e, de outro, especialistas que advogam que tal proposta não é portadora de sustentabilidade econômica (veja, em especial, Arnt, ed. 1994).

Em que pese os argumentos contra as reservas extrativistas, é inegável que essa proposta traz uma inovação fundamental, em termos de abordagem dos problemas ambientais da Amazônia: focar os problemas, pela ótica e interesse das comunidades locais; e mais, reconhecer o direito dessas comunidades. É, sem dúvida, uma alternativa para o desenvolvimento de áreas localizadas da Amazônia, com alto potencial extrativista, que sustentam populações nativas e em condições de ausência de pressão por ocupação agrícola.

No momento atual, apesar do relativamente curto espaço de tempo decorrido de sua criação, a implementação das reservas extrativistas mostra problemas que podem reforçar os argumentos contra a sua viabilidade econômica. Os avanços são pequenos no sentido de se desenvolver projetos visando aumento de renda das famílias beneficiadas. Todavia, isso parece mostrar muito mais uma inadequação de tratamento da questão do que a sua inviabilidade econômica.

As tendências recentes, em termos de busca de alternativas econômicas para as reservas extrativistas, ratificam a manutenção dos “sistemas naturais”. Incluem-se aí a busca de outros produtos da Floresta que possam ser explorados (sem distúrbios maiores à Floresta), como também atividades que adicionem valor aos produtos tradicionalmente extraídos (beneficiamento e comercialização direta) (veja Allegretti, 1992).

Neste aspecto, é importante destacar que, em contexto de concorrência dos plantios racionais e dos sintéticos e de inexorabilidade do ciclo de vida do estoque de árvores exploradas, certamente as bases para a sustentabilidade da economia extrativa necessitam ser ampliadas para muito além da simples extração (e beneficiamento) de produtos

naturais. Em outras palavras, falta tanto flexibilizar o sistema quanto dar o devido tratamento aos serviços ambientais.

Nesse sentido, várias alternativas podem ser combinadas para fortalecer a sustentabilidade desses sistemas: uma delas, a busca de um nível de manejo mais intensivo dos recursos naturais objetos de preservação, aplicável em áreas restritas por família, visando gerar rendas crescentes.

Essa alternativa pode incluir tanto o enriquecimento da Floresta com espécie relacionadas à principal atividade geradora de rendas – como a seringueira e a castanheira-do-brasil, etc. –, quanto o cultivo de espécies com mercado mais promissor, em sistemas agroflorestais. Na realidade, essas alternativas vêm sendo implementadas de forma tímida, por requerer uma intensificação dos “sistemas naturais”, podendo implicar limites legais para alteração da cobertura vegetal.

Uma outra alternativa, infelizmente pouco explorada, é a simples internalização em favor das comunidades extrativistas – na forma de renda – de, pelo menos, parte dos serviços ambientais que estão prestando. O ponto de partida é a constatação que a floresta conservada em pé traz também benefícios que não passam pelo mercado, tais como aqueles relacionados aos serviços ambientais, como tem sido claramente reconhecido pela comunidade nacional e internacional.

Essa compensação na forma de renda poderia ser suportada por um selo verde para produtos extrativos e/ou para os sistemas naturais manejados pelas comunidades extrativistas. Alternativa essa que poderia ainda ser combinada com oferta de serviços diversificados de ecoturismo adequados a cada realidade.

E nesse aspecto, vale destacar que os benefícios econômicos totais das reservas extrativistas podem ser medidos não só pelos bens que produzem, mas também pelos serviços que prestam como: mantenedores de processos ecológicos; depositárias de biodiversidade; locais de recreação e turismo; locais para pesquisa e educação ambiental; protetoras de recursos hídricos; ou ainda pelo valor intrínseco (ver, especialmente, Farnworth et al. 1981; Dixon & Sherman, 1991 e Pearce & Myers, 1990).

No momento atual, grande parte dos benefícios econômicos oriundos da preservação e uso da Floresta Amazônica, no âmbito das reservas extrativistas, é apropriada por populações que estão fora de seus limites, enquanto todos os custos da manutenção desses benefícios são debitados às comunidades extrativistas.

Assumindo-se que os benefícios ambientais gerados pelas reservas extrativistas sejam, por exemplo, no mínimo idênticos aos custos de manutenção de parques e reservas, o valor-piso para compensação direta às comunidades pode ser calculado em cerca de US\$900 a US\$1500 por família/ano, assumindo-se uma área de cerca de 300 a 500 hectares de Floresta alocada, por família.

Vale lembrar que, atualmente a avaliação da Floresta Amazônica considera exclusivamente os benefícios que têm expressão no mercado. Em termos perspectivos (de longo prazo), isso sinaliza uma potencial transição dos sistemas extrativistas de hoje para formas de uso da Floresta que possam capturar um maior valor de mercado. Em outras palavras, sinaliza para desmatamentos extensivos e conversão da terra para outros usos.

Nos anos recentes, algumas ONGs internacionais, de certa forma intermediárias dos interesses da comunidade internacional em relação ao meio ambiente amazônico, têm transferido recursos subsidiados para várias reservas extrativistas, todavia ainda de forma tímida, em relação ao valor total dos serviços ambientais que essas populações prestam.

É necessário não só aumentar esse fluxo de recursos externos, como também privilegiar o “fortalecimento” da comunidade para a produção de sua subsistência (busca de alternativas de renda sustentável). Certamente, somente a simples demarcação das reservas extrativistas, o seu manejo estrito como tal, associado a ações tipicamente “assistencialistas”, trazem poucas chances de sobrevivências dessa forma de assentamento a longo prazo.

Mais que o reconhecimento do valor ambiental da Floresta Amazônica para o mundo, é necessário que a comunidade internacional reconheça o direito das comunidades nativas da Amazônia, como também

traduza esse reconhecimento em mecanismos de compensação para aquelas, manutenção da oferta desses serviços ambientais.

Finalmente, essas evidências mostram que as reservas extrativistas apesar de serem figuras interessantes para conciliar o interesse das populações locais e as necessidades da preservação, têm um grande desafio para sua permanência no longo prazo: encontrar a combinação de fontes de renda, que permitam uma vida digna para as comunidades de extratores, mas sem descaracterizar tais reservas como áreas de proteção ambiental.

### **Bibliografia**

- ALLEGRETTI, M. H. A Amazônia e o extrativismo. In: ARAGÓN, L.E. *Desenvolvimento sustentável nos Trópicos Úmidos*. Belém: UNAMAZ/UFPA, 1992. (Série Cooperação Amazônica, n.13).
- ARNT, R., ed. *O destino da Floresta: reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável da Amazônia*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994. 276p.
- BANCO MUNDIAL. *Relatório sobre o desenvolvimento mundial 1992 – Desenvolvimento e meio ambiente*. Rio de Janeiro: FGV, 1992.
- BOYLE, D.; BISHOP, R. Valuing wildlife in benefit-cost analyses: a case study involving endangered species. *Water Resources Research*, v.23, n.5, p.943-50, 1987.
- BROOKSHIRE, D.; EUBANKS, L.; RANDALL, A. Estimating option price and existence values for wildlife resources. *Land Economics*, v.59, n.1, p.1-15, 1983.
- DIXON, J. A.; SHERMAN, P. B. Economic of protected areas. *Ambio*, v.29, n.2, p.68-74, 1991.
- EHRlich, P.; EHRlich, A. H. The value of biodiversity. *Ambio*, v.21, n.3, p.219-26, 1992.
- ELIZABETSKY, E.; POSEY, D.A. Pesquisa etnofarmacológica e recursos naturais no Trópico Úmido: o caso dos índios kaiapós do Brasil e suas implicações para a ciência médica. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, Belém, 1984. *Anais...* Belém: EMBRAPA.CPATU, 1986.
- FARNWORTH, E. G. et al. The value of natural ecosystems: an economic and ecological framework. *Environmental Conservation*, v.8, n.4, p. 275-82, 1981.

- HOMMA, A.K.O. Reservas extrativistas; uma opção de desenvolvimento viável para a Amazônia? *Pará Desenvolvimento*, v.25, p.38-48, 1989.
- \_\_\_\_\_. Oportunidades, limitações e estratégias para a economia extrativa vegetal na Amazônia. In: HOYOS, J.L.B., org. *Desenvolvimento sustentável: um novo caminho?* Belém: UFPA/NUMA, 1992. 119p. (Universidade e Meio Ambiente, n. 3)
- MORAN, E. F. The adaptative system of the Amazonia caboclo. In: WAGLEY, C. *Man in the Amazon*. Gainesville: Univ. of Florida, 1974.
- MYERS, N. The primary source: tropical forest and our future. In: GOODMAN, D.; HALL, A., ed. *The future of Amazonia: destruction or sustainable development?* London: MacMillan, 1990.
- PEARCE, D.W.; MYERS, N. Economic values and the environment of Amazonia. In: GOODMAN, D.; HALL, A., ed. *The future of Amazonia: destruction or sustainable development?* London: Macmillan, 1990.
- \_\_\_\_\_; TURNER, R.K. *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore: Johns Hopkins, 1990.
- PERRING, C.; FLOKE, C.; MALER, K.G. The ecology and economics of biodiversity loss: the research agenda. *Ambio*, v. 21, n. 3, p. 201-11, 1992.
- REPETTO, R. Introduction. In: \_\_\_\_\_; GILLIS, M. *Public policies and the misure of forest resources*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1988.
- SALATI, E. The climatology and hidrology of Amazonia, 1985. *Apud:* MORAN, E.F. *A ecologia humana das populações da Amazônia*. Petrópolis: Vozes, 1990.
- \_\_\_\_\_; MARQUES, J.; MOLION, L.C.B. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. *Apud:* BID/PNUD/TCA. *Amazonia sin mitos*. Washington: BID/PNUD/TCA, 1992.
- SIMONS, P. Costa Rica's forests are reborn. *New Scientist*, v.22, p.43-7, 1988.
- TOBEY, J. A. Toward a global effort to protect the Earth's biological diversity. *World Development*, v.21, n.12, p.1931-45, 1993.
- UHL, C. et al. . A evolução da fronteira Amazônica: oportunidades para o desenvolvimento sustentável. *Pará Desenvolvimento: edição especial*, p.13-21, 1992.

# ***Agricultura sustentável: uma agenda para o desenvolvimento de produção economicamente viável para a Região Amazônica***

*Bastiaan P. Reydon*

## **Introdução**

A necessidade de preservar a Floresta Amazônica e seus recursos naturais tem sido objeto do clamor internacional, principalmente após a Eco-92. O desmatamento desenfreado, além de provocar problemas de ordem ambiental, na medida que tem sido feito através da ocupação desorganizada, com participação expressiva de grandes projetos, tem acarretado também uma piora nas condições de vida das populações da região. Neste sentido, a preservação da Floresta, aliada à melhora das condições de vida das populações locais, apenas será possível se inserida em um contexto de desenvolvimento sustentável da região e, particularmente, de sua agropecuária.

A fim de evitar as discussões semânticas em torno do significado de agricultura e desenvolvimento sustentáveis, que têm sido muito freqüentes, adotar-se-á aqui o conceito da FAO apresentada na sua Declaração de Den Bosch de 1992:

“Agricultura Sustentável é o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira a assegurar a satisfação de necessidades humanas de forma continuada para as gerações presente e futuras. Tal desenvolvimento sustentável conserva o solo, a água e recursos genéticos animais e vegetais; não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável”.

A aplicação deste conceito de desenvolvimento sustentável para o caso da Amazônia, na medida que este requer a preservação praticamente integral da Floresta hoje existente, gera controvérsias, fundamentalmente no que se refere à capacidade de suporte populacional desta região, frente às necessidades de desenvolvimento econômico do país. Mas Godt &

Sachs (1995:6) argumentam, com base em estudos empíricos, que “(..)a Região Amazônica tem condições teóricas para oferecer um padrão de vida razoável para 80 milhões de pessoas e simultaneamente manter dois terços de seu território como uma reserva de biodiversidade e de banco de gens”.<sup>1</sup> Isto evidencia que há possibilidades físicas de se implementar o desenvolvimento sustentável na Amazônia, sem que isto signifique o “congelamento” da região.

A partir do exposto, fica evidente que um componente fundamental deste desenvolvimento sustentável consiste no alargamento de mercados para os produtos oriundos da Floresta, que assim, por um lado, viabilizariam a preservação da Floresta e gerariam empregos e renda para os habitantes da região.

Estas breves notas pretendem mostrar, através de alguns exemplos de produtos, o potencial que se tem para viabilizar o desenvolvimento sustentável da Amazônia, preservando a Floresta do desmatamento. Além disso, propõem uma agenda com os principais temas, para estudos e pesquisas no âmbito econômico.

## **1 Amazônia: destruição recente**

Antes de discutir o potencial econômico do desenvolvimento sustentável da Amazônia, faz-se necessário mostrar as características e as causas do desmatamento nesta região.

O desmatamento da Floresta Amazônica, apesar dos problemas de sua mensuração e das controvérsias daí decorrentes, atingiu dimensões alarmantes. Segundo avaliação de Fearnside (1989:23), feita em 1987 a partir de imagens de satélite, 15,1% do estado de Rondônia estava desmatado. A partir de projeções para o ano de 1989, o desmatamento nesse estado teria chegado a 17,1%. Ampliando essa projeção para os demais estados da região, chega-se a 400 mil km<sup>2</sup> desmatados até 1989, o

---

(1) Vale a pena citar a seqüência deste parágrafo no qual os autores afirmam que “(eles) estão céticos quanto as possibilidades deste cenário se tornar realidade...Os obstáculos são sociais e políticos mais do que ecológicos e técnicos.” Godt & Sachs (1995:6).

que equivale a 8% da Região Amazônica (2 vezes a área do estado de São Paulo). Teríamos, então, uma taxa de aumento de 35 mil km<sup>2</sup> por ano, o equivalente a uma área maior que a Bélgica, que tem 25 mil km<sup>2</sup>. Apesar da redução bastante acentuada no desmatamento da Amazônia nos anos 90, as evidências são de que este processo continua ocorrendo, fundamentalmente, por escassez de legislação adequada e de fiscalização.

O expressivo desmatamento na Amazônia decorre, basicamente, da entrada de grandes projetos econômicos na região, que buscam elevados lucros, quer com atividade produtiva, quer com aquisição das terras para fins especulativos. Os projetos, quando implementados, empregam técnicas agronômicas utilizadas nas Regiões Sul e Sudeste que, além de serem totalmente inadequadas para a região, expulsam parcelas significativas das populações locais.<sup>2</sup>

A Tabela 1, mostra que, em termos de uso não-energético, o aproveitamento comercial das matas, a pecuária, os grandes projetos e as monoculturas participam com o expressivo montante de 53% do desmatamento. Isto já indica que um adequado uso da Floresta deve, além de evitar o desmatamento, trazer um retorno econômico mais apropriado para as populações da região.

Vários autores, entre eles Ianni (1979); Caulfield (1985); Hecht (1988) e Ayres (1989), concordam ser a pecuária a pior alternativa para a Amazônia, devido às altas perdas para o ecossistema, os baixos lucros provenientes dessa atividade, e sua baixa absorção de mão-de-obra. Esse tipo de atividades tem apresentado resultados econômicos lucrativos, fundamentalmente, devido aos incentivos fiscais e à possibilidade de especulação com as terras.<sup>3</sup>

---

(2) A própria definição de agricultura sustentável indica que há necessidade de uma participação efetiva das populações locais, na produção e na comercialização dos produtos. A conscientização e a participação das comunidades locais no processo de produção e de obtenção da renda, advinda dos produtos típicos da Amazônia, é o que viabilizará a manutenção da floresta.

(3) Em trabalhos anteriores, Reydon & Herbers (1990); Reydon (1992); Reydon (1993); Reydon & Romeiro, coord. (1994), mostrou-se como a especulação com terras assume um papel importante no processo de ocupação predatória da região. Romeiro (1995), por outro lado, demonstra que o desmatamento associado à atividade da pecuária decorre em grande medida da busca de ganhos através da especulação com terras.

Tabela 1  
Distribuição das responsabilidades  
pelo desmatamento da Amazônia no ano de 1985

Responsáveis pelo desmatamento	Distribuição (%)
Total geral	100,0
- Uso não-energético	57,5
- Aproveitamento comercial	10,7
Madeiras nobres para construção	0,9
Serrarias	3,1
Ind. de papel e celulose	6,7
- Perdas por desmatamento e queimada	46,7
Pecuária extensiva	27,9
Monoculturas	11,0
Grandes empreend. em infra-estrut.	3,5
Roças e pequenas lavouras	4,3
- Uso Energético	42,6
- Total do desmatamento para lenha	26,8
Consumo doméstico	14,8
Olarias	0,8
Prod. alimentares	7,8
Ind. de papel e celulose	3,3
- Total de desmat. para carvão vegetal	15,8
Consumo doméstico	5,6
Serviços de alimentação	1,1
Siderurgias, cimentares, metais primários	9,1

Fonte: Bermann (1992).

Além dos estudiosos que apontam para o fato de que o desmatamento não gera resultados econômicos importantes, esta problemática também preocupa diversos grupos de pessoas no mundo todo, principalmente em função das perdas de biodiversidade dela resultantes que são, na maioria das vezes, irreversíveis. Essas perdas incluem substâncias farmacêuticas (copaíba, andiroba), aromáticos (cumaru), alimentar (castanha-do-pará, palmito), etc., inclusive algumas substâncias até agora desconhecidas para o homem. Este fato é atestado por Caufield (1984:74), no seguinte parágrafo:

“Os botanistas que estudaram uma Região da Floresta tropical perto de Manaus encontraram 1.652 espécies de árvores e plantas, incluindo 100 totalmente novas para a ciência.”

Mais recentemente, os economistas do Meio Ambiente passaram a utilizar a técnica da análise de custo-benefício para tratar desta

problemática. Nesta, procura-se ter em vista todos os benefícios advindos de um dado projeto, contrapondo-os a todos os seus custos. Como mostra Romeiro(1995:14), para o caso da Amazônia, deve-se incluir nos custos, as perdas da biodiversidade decorrente do desmatamento. O autor, com base neste estudo afirma: “ a criação extensiva de gado bovino representa o que há de pior como estratégia de desenvolvimento sustentável, tanto do ponto de vista socioeconômico quanto ambiental”. Mais à frente, conclui que: “A especificidade ambiental da Região Amazônica exige uma estratégia de desenvolvimento particular. Esta estratégia deve ter como meta geral preservar a maior área possível com a cobertura natural original”.

## **2 O potencial econômico de produtos extrativos da Amazônia**

Com base na conclusão de Romeiro (1995) que a melhor estratégia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia requer a preservação da maior área possível com cobertura natural original –, faz-se aqui uma breve análise do potencial de alguns produtos que poderiam gerar renda e empregos nestas áreas preservadas.

Vários estudos agroecológicos recentes indicam que o uso adequado dos recursos naturais da Floresta e sua comercialização traz, de uma forma genérica, maior retorno econômico que a formação de pastos ou a venda de madeira. Segundo Ayres (1989), a rentabilidade econômica dos produtos naturais da Floresta hoje conhecidos, tais como a castanha, o guaraná, a pimenta-do-reino e o urucum apresenta retorno econômico muito mais elevado do que a produção da pecuária de corte ou da agricultura baseada em culturas do Sul, tal como o café.

Além dos produtos conhecidos da Floresta, estimam-se em 60.000 as espécies de plantas superiores, na Amazônia. São plantas produtoras de madeiras, fibras, celulose e papel, medicinais, aromáticas ou contendo óleos e gorduras. As espécies oleaginosas são cerca de 120, metade das quais são palmeiras (*Palmae*). Muitas destas têm sido usadas na região como fontes alternativas de óleos comestíveis, ou ainda como matéria-prima para a fabricação de sabões, porém sua potencialidade

econômica é desconhecida. Outrossim, faltam informações sobre a composição química das plantas oleaginosas e aromáticas, e informações para outros usos alternativos, como em cosméticos, embora a população amazônica as use para este fim.

Em termos gerais, os cosméticos e produtos de *toilette* pertencem a um mercado extremamente competitivo. Este mercado movimenta, nos Estados Unidos, vendas de US\$20 bilhões, que crescem a taxas muito baixas (2% a.a.). Os produtos naturais representam 25% deste mercado e, nesta área, o crescimento pode chegar a 50% a.a..

O momento para o desenvolvimento de novos produtos da Floresta tropical é muito oportuno. O público consumidor internacional, tanto o europeu quanto o americano, está consciente da importância da Floresta tropical e disposto a pagar mais caro por produtos originários da *rainforest*.

Schwartzman (1990), em um trabalho sobre os potenciais produtos extrativos da Região Amazônica, mostrou que apesar de alguns produtos, tais como a andiroba e a ucuuba terem praticamente, desaparecido, devido à utilização predatória da Floresta, há outros produtos, como a castanha, copaíba, cumaru, etc., que ainda são bastante importantes na composição da renda e trabalho da população local e na composição das exportações brasileiras.

O estudo realizado por Schwartzman visa identificar oportunidades para expansão dos mercados internacionais e nacionais de produtos extrativos, que não danifiquem a Floresta, objetivando uma produção sustentada e que consiga elevar as rendas das comunidades da Floresta, melhorando as condições de vida na região. Baseado neste trabalho, serão feitos comentários para alguns produtos, entre outros, que deverão ser mais profundamente estudados no futuro.

## 2.1 Óleo de andiroba

A andirobeira, que vem sendo derrubada para fins de utilização de sua madeira, tem na extração do óleo de seus frutos um produto com

um potencial econômico bastante interessante e que hoje é pouco aproveitado.

O óleo de andiroba está entre os principais produtos naturais comercializados da Amazônia, mas com mercado restrito e preços reduzidos. Uma expansão do mercado de óleo de andiroba, através do crescimento da sua utilização pelas indústrias farmacêuticas nacionais e estrangeiras, diminuirá muito a sua utilização enquanto madeira *in natura*. As serrarias que utilizam a Andiroba de forma predatória, obtendo preços reduzidos para a mesma, já desmataram os arredores de Belém, no Pará, e das cidades maiores, na Amazônia. Este tipo de uso da Andiroba, além de destruir a Floresta, não gera renda e riqueza para a região.

O óleo de andiroba tem várias propriedades: é antiinflamatório e antiinseto, sendo especialmente bom para aplacar picadas de insetos. Inclusive os índios o utilizam como insetífugo contra piolhos. Também é utilizado em fricções contra reumatismo.

Na Amazônia, o óleo é usado, principalmente, para a fabricação de sabões comuns, mas também é usado para sabões medicinais com propriedades dermatológicas.

Apesar do mercado bastante restrito, o óleo de andiroba continua tendo importância significativa para fins medicinais, principalmente no estado do Pará. Segundo Schwartzman (1990), apenas neste estado são consumidos entre 14 e 20 toneladas de andiroba por ano, enquanto a produção total atingiu, no ano de 1985, o montante de 363 toneladas. Mais recentemente nos anos 90, algumas empresas do ramo cosmético estão utilizando o óleo de andiroba em seus produtos, dadas as suas propriedades medicinais e dermatológicas.

## **2.2 Óleo de copaíba (*Copaifera spp*)**

A extração do óleo de copaíba também poderia ser uma importante forma de gerar renda adicional aos habitantes da Floresta,

preservando a mesma. Sua extração pode ser feita sem danificar a árvore da copaíba.

O óleo de copaíba é usado como medicamento, em indústrias de perfumes e vernizes. Na Amazônia, é usada no tratamento de gripes, tosses, inflamações em geral e lesões. É vendida por toda Amazônia, em mercados e farmácias, e também vendida em farmácias no sul do Brasil. A maior parte da produção vem dos rios Madeira e Purus, no estado do Amazonas.

O mercado de copaíba tem absorvido uma produção aproximada de 100 t de óleo a um preço médio de US\$1,3 o kg. O preço de venda no mercado de diferentes cidades do Brasil varia de US\$5,00 a US\$24,50/kg, atestando a elevada rentabilidade possível, se o mercado for adequadamente desenvolvido. Além disso, esta extração, ao poder ser feita mantendo a Floresta, é possível de ser implementada nas regiões de preservação, gerando inclusive renda e empregos.

### **2.3 Castanha-do-pará**

A castanha-do-pará é o quinto produto básico em termos de valor, na pauta de exportações do estado do Pará, perdendo apenas para os minérios e para a pimenta-do-reino.

Seu mercado é basicamente internacional, concentrando-se nos Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Alemanha, sendo a demanda interna composta de apenas 10% da produção. O Brasil, por ser quase monopolista neste mercado, e o Pará, ao deter aproximadamente 70% do mercado brasileiro, teriam condições de ter um importante poder neste mercado. As exportações da castanha-do-pará, que têm sido da ordem de 15 mil t/ano, têm gerado, anualmente, divisas da ordem de US\$20 milhões. O preço médio das exportações, de aproximadamente US\$1,3 o kg, é extremamente reduzido, decorrendo basicamente da falta de organização dos produtores e pelo fato de o produto ser vendido *in natura*.

Neste sentido, o desenvolvimento de formas alternativas de consumo do produto, assim como de subprodutos da castanha, representaria um mercado potencial extremamente importante para a região e para os produtores, fundamentalmente porque esta exploração tem sido pouco rentável, nesta forma.

Segundo o I Simpósio de Castanha-do-pará (SUDAM, Belém), o baixo retorno da exploração, associado à devastação dos castanhais nativos, às queimadas e à atração dos castanheiros para outras atividades assalariadas, tem sido a principal razão para o declínio da produção.

O simples processamento da castanha adicionaria considerável valor ao produto, o que por sua vez viabilizaria o reflorestamento e a recuperação de um mercado de trabalho para os castanheiros. Portanto, o processamento da castanha seria uma forma adequada para o desenvolvimento sustentado da região, em todos os sentidos: econômico, social e ambiental.

### **3 Proposta de Agenda de Pesquisa em desenvolvimento sustentável na Amazônia**

O avanço, no sentido de se encontrar caminhos sólidos para o desenvolvimento sustentável da Região Amazônica, principalmente aquele voltado para as áreas preservadas, requer estudos e ações nas mais diferentes áreas. No âmbito tecnológico, as necessidades são imensas e o potencial bastante amplo. No âmbito econômico, o desenvolvimento sustentável requer estudos e pesquisas que abranjam os seguintes temas e subtemas:

- A agricultura sustentável
  - avaliar as experiências internacionais da utilização de agricultura sustentável, procurando compará-la à agricultura convencional;
  - estudar as experiências brasileiras de agricultura sustentável, tanto as desenvolvidas de forma experimental em centros de pesquisa, quanto as levadas a cabo nas Reservas Extrativas;
  - verificar as condições gerais da aplicação de agricultura sustentável no caso da Amazônia.

- Identificação e aprofundamento nos conhecimentos dos produtos que podem participar, na forma de agricultura sustentável, do desenvolvimento da Amazônia, principalmente nas áreas preservadas:
  - estudar, com base em bibliografia especializada, as características produtivas e os tipos de produtos que garantem o desenvolvimento da agricultura sustentável desta região;
  - identificar outros produtos da Floresta que apresentem potencial de retorno econômico, garantindo o desenvolvimento da agricultura sustentada da região;
- Estudos de mercado
  - levantamento da evolução da produção e dos preços dos produtos, procurando estabelecer uma regionalização e verificar se há sazonalidade diferenciada, por regiões;
  - verificar os possíveis usos industriais dos produtos e subprodutos;
  - a partir do estudo dos usos dos produtos, analisar a demanda das empresas que atuam no setor, visando ao seu mercado potencial tanto interno quanto externo.

### **Conclusões**

O presente comentário pretende apenas enfatizar que o desmatamento na Floresta Amazônica decorre, fundamentalmente, da forma predatória da produção agrícola levada a cabo na região. O desenvolvimento sustentável e, portanto, o fim do desmatamento desenfreado, apenas poderá ocorrer com o desenvolvimento de mercados para produtos tradicionais ou que, efetivamente, se adaptem à Floresta. E este desenvolvimento apenas será possível com a efetiva participação das populações locais integradas à Floresta, na escala que a mesma permite.

Há uma infinidade de potenciais produtos da Floresta Amazônica que precisam ser conhecidos e desenvolvidos. Aqui, apresentaram-se três produtos que já tiveram ou tem mercado e que podem ser mais profundamente explorados. Para finalizar, cabe apenas reafirmar a necessidade de criar mecanismos que estimulem a exploração deste tipo

de produtos, de forma conjunta com as populações locais, através de empresas privadas que contem com o apoio do Estado.

### Referências bibliográficas

- AYRES, J.M. Debt-for-equidity swaps and the conservation of tropical rain forests. *TREE*, v. 4, n. 11, p.331-2, nov. 1989.
- BERMANN, C. Energia, meio ambiente e miséria: os paradigmas da nova ordem. *São Paulo em Perspectiva*, v.6, n. 1-2, jan./jun. 1992.
- CARDOSO, F. H.; MULLER, G. *Amazônia: expansão do capitalismo*. São Paulo: Brasiliense/CEBRAP, 1977.
- CAUFIELD, C. *A destruição das florestas - uma ameaça para o mundo*. Portugal: Publicações Europa - América, 1984.
- FEARNSIDE, P. Processos predatórios na Floresta úmida da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 3, n. 5, 1989.
- GODT; SACHS, W. *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon region*. s.l. UNESCO, 1995. (Man and the Biosphere Series, v. 15)
- HECHT, S. B. Environmental development and politics: capital accumulation and livestock sector. *Eastern Amazonia*, World Development, Los Angeles, v.13, n. 6 p. 663-84, 1985.
- \_\_\_\_\_ et al. The economics of cattle ranching in eastern Amazonia. *Interciência*, v. 13, n. 5, set./out. 1988.
- IANNI, O. *Ditadura e agricultura - o desenvolvimento do capitalismo na Amazônia - 1964-78*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.
- KITAMURA, P. *A Amazônia e o desenvolvimento sustentável*. Brasília: EMBRAPA, 1994.
- ROMEIRO, A. R. *Meio ambiente e produção agropecuária na Amazônia*. Campinas: UNICAMP.IE. 1995. mimeo.
- \_\_\_\_\_ ; REYDON, B.P., coord. *O mercado de terras*. Brasília: IPEA, 1994. 204 p. (Série Estudos de Política Agrícola. Relatórios de Pesquisas, n. 13).
- SCHWATZMAN, S. *Marketing of extractive products in Brazilian Amazon*. Environmental Defense Fund, oct. 1990.

# **Desenvolvimento sustentável: o caso da Zona da Mata de Pernambuco**

*Wilame Torres Jansen  
Rivaldo Chagas Mafra*

## **Introdução**

No Nordeste, e particularmente em Pernambuco, tenta-se no presente, resgatar o planejamento como instrumento de gestão pública. Há, porém, de ser considerado o planejamento para o desenvolvimento com outra forma, até porque, quando esse instrumental teórico foi utilizado para o desenvolvimento do Nordeste, a sua aplicação aprofundou ainda mais as distorções da Região.

## **Desenvolvimento endógeno e desenvolvimento sustentável: conceitos-base do planejamento para o desenvolvimento de Pernambuco**

Em Pernambuco, discute-se no presente a construção de uma estratégia de desenvolvimento baseada em dois conceitos: o de desenvolvimento endógeno e o de desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento endógeno não é um convite ao fechamento de usar somente as próprias pernas para as soluções locais, ao contrário, precisa e deseja cooperação, mas é um esforço endógeno para o desenvolvimento. É Pernambuco pensado a partir dos pernambucanos, sendo nordestinos e brasileiros. Evita-se, dessa forma, que o ponto de partida seja o de uma visão externa, incompleta e distorcida, quase sempre estereotipada.

Há aspectos próprios de cada estado que nem sempre a visão externa se dá conta. Por exemplo: uma das marcas da economia pernambucana é a diversidade. Enquanto os estados da Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte concentram em 2 ou 3 segmentos mais de 70% do seu produto industrial, os 5 subsetores industriais de maior expressão em

Pernambuco não atingem mais de 50% do produto industrial do estado. Essa diversidade, que haverá de ser explorada como vantagem locacional, verifica-se também por todo o estado. Há inúmeras iniciativas locais, pequenas e médias, que surgiram e se mantêm em crescimento, explorando as vocações e a base econômica local, e que se impõem por si mesmas, independente da globalização. Nessas comunidades, há um forte inconformismo da população com a ausência do poder público, pela sua pequena capacidade de perceber a distância existente entre as potencialidades do local e os programas governamentais que lhe são impostos.

O conceito de desenvolvimento sustentável encontra intensa aceitação em Pernambuco, mesmo com opiniões divergentes que privilegiam uma ou outra dimensão – econômica, ambiental, social, política ou cultural. Discutem-se, inclusive, outras sustentabilidades: desigualdades regionais e sub-regionais, por exemplo. Não se trata, porém, de ampliar o conceito de sustentabilidade, mas de não considerá-lo acabado e procurar adequá-lo à realidade pernambucana.

Assim a estratégia de desenvolvimento para Pernambuco está também sendo construída “com base no conceito de desenvolvimento sustentável, segundo o qual o social é o grande norte de um processo de mudança, o meio ambiente é utilizado pelas gerações presentes com os olhos voltados para o futuro, sendo sua conservação compatibilizada com as necessidades da sociedade, e o crescimento econômico é tido como um instrumento de criação de novas oportunidades sociais”.

Além disso, o conceito pressupõe “o fortalecimento da cidadania e o reforço à democracia, com ênfase na participação dos mais diversos segmentos da sociedade nas escolhas e nos processos decisórios, relativos ao futuro do estado, como forma de “sustentação político-institucional”.

Esse é o referencial que se utiliza para sugerir uma proposta de intervenção na Zona da Mata de Pernambuco, objeto deste trabalho. Essa proposta pública resulta de seminário realizado com os técnicos da Secretaria de Agricultura (administração direta e indireta), a partir das sugestões oferecidas pelo IPA, ampliada para absorver as demandas dos

Seminários de Desenvolvimento Regional, em consonância com as diretrizes gerais e setoriais do Governo do estado.

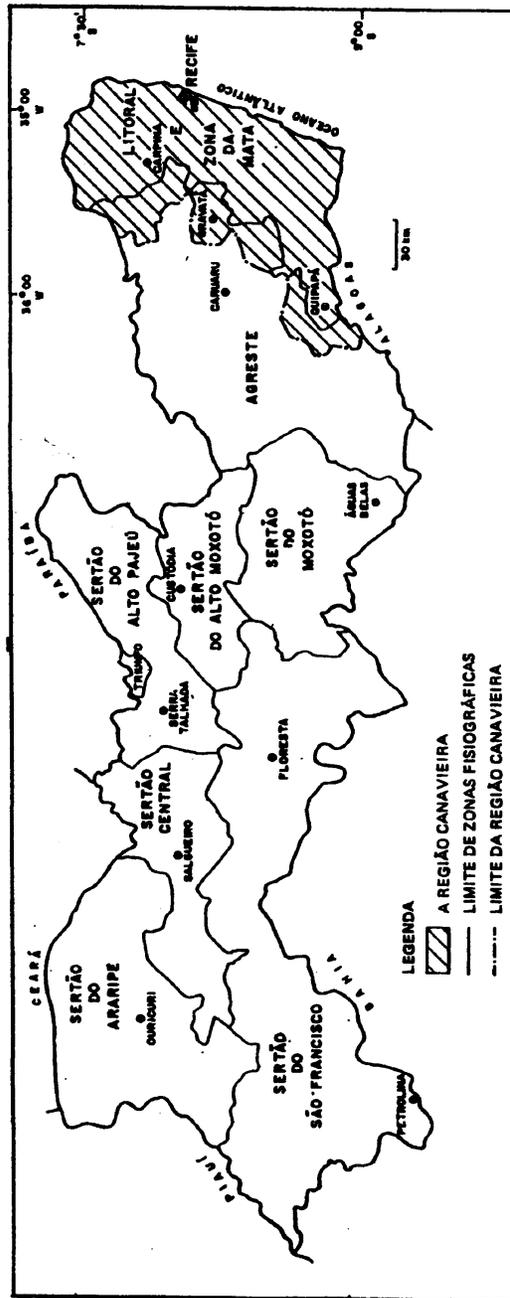
## **1 A região**

### **1.1 Raízes históricas da problemática**

A Zona da Mata de Pernambuco é composta por 41 municípios, ocupando uma área de 8.738 km<sup>2</sup>, correspondente a 8,9% do território estadual e estando situada entre os meridianos de 34°80' e 30°20' Oeste de Greenwich e os paralelos 8°20' e 9°00' Sul (Figura 1). Grande parte desta região é considerada como “região canavieira”. É uma das Regiões de maior potencial econômico do Nordeste, pelos recursos naturais disponíveis (água, solo, etc.), pelas vantagens locacionais (em torno da Região Metropolitana do Recife), com razoável infra-estrutura econômica (estradas, principalmente) e abundante contingente de mão-de-obra. No último censo demográfico, a sua população era de 1.132.544 habitantes, equivalendo a 15,9% da população do estado, dos quais 62% se encontravam na zona urbana. Nessa Região concentra-se a monocultura canavieira, que, em uma área de aproximadamente 450 mil hectares, chegou a empregar em épocas de safra, mais de 200 mil pessoas.

O Setor Canavieiro de Pernambuco, no entanto, não conseguiu estabelecer um processo de desenvolvimento dinâmico como, por exemplo, o ocorrido em São Paulo. Por razões históricas de sua formação, com raízes coloniais que remontam ao Século XVI, continuou nas mãos da oligarquia latifundiária, que usa a terra como base de poder. O monopólio da terra garantiu a monocultura canavieira e inibiu o surgimento de outras atividades econômicas, gerando problemas estruturais, tais como: desemprego (estrutural e sazonal) e subemprego, déficits sociais elevados e a degradação do meio natural.

Figura 1  
Localização da Zona da Mata e limites da denominada Zona Canavieira em Pernambuco.



Com a implantação do PROALCOOL, do Governo Federal, na década de 70, ampliou-se a plantação de cana em áreas de solos e relevo não adequados à cultura, agravando as dificuldades crônicas de baixa produtividade agrícola (por atraso tecnológico). Com efeito, a baixa produtividade média de 47 t/ha (contra 70 t/ha em São Paulo) pode ser explicada pela defasagem de vários componentes tecnológicos, que vão desde a utilização de certas variedades de baixo potencial produtivo, em mais da metade da área plantada, até a ausência de certas tecnologias biológico-químicas, passando pela não utilização da mecanização em cerca de 85% da área.

Outro efeito negativo do PROALCOOL foi a drástica redução das pequenas áreas exploradas com culturas alimentares (mandioca, inhame, batata-doce, feijão e milho), e algumas espécies frutíferas. Só mais recentemente, diante do agravamento das dificuldades do setor canavieiro, é que se observa uma tendência para a retomada dessas iniciativas de diversificação das atividades agrícolas. Na orla litorânea, em áreas não atingidas pela especulação imobiliária, é encontrado o coqueiro gigante em formações espontâneas ou lavouras comerciais .

Também, as práticas gerenciais e tecnológicas, em utilização pela grande maioria das unidades de fabricação, permanecem em níveis incompatíveis com as de seus concorrentes localizados no Centro-Sul do país. Após a introdução do engenho a vapor no processo de fabricação do açúcar no final do século XIX, somente na década de 70 voltaram a ocorrer investimentos significativos na modernização da indústria canavieira, orientados, principalmente, para a produção de álcool. Após esse período, apenas uma ou outra empresa isoladamente investiu fortemente em suas unidades de fabricação.

Há, porém, um consenso entre os estudiosos da questão açucareira de Pernambuco de que as políticas paternalistas adotadas a partir da década de 30, contribuíram para a defasagem tecnológica ocorrida no Nordeste ante os seus competidores paulistas, principalmente.

Em síntese, a Zona da Mata de Pernambuco herda do seu passado um elenco de problemas estruturais nas dimensões econômica, social, ambiental, política e cultural, que podem ser resumidos da forma a seguir:

- estrutura fundiária exageradamente distorcida: de um lado, grandes latifúndios, produtivos ou não, explorando a monocultura da cana-de-açúcar e, de outro, convivendo com as unidades familiares produtivas (fornecedores de cana, etc.), os minifúndios incapazes de absorver a mão-de-obra de uma família, tentando explorar culturas alimentares diversificadas;
- defasagem tecnológica do setor sucro-alcooleiro (agrícola e industrial) em relação aos seus competidores do Centro-Sul do país;
- elevado índice de inadimplência do setor sucro-alcooleiro (débitos bancários, tributários e previdenciários);
- meio natural degradado com raros vestígios dos ecossistemas, terras erodidas, rios poluídos e ameaçados de desperenização pelo assoreamento;
- elevados índices de desemprego (estrutural e sazonal) e subemprego, principal fonte que explica a existência do “exército de excluídos” das periferias das cidades da Região e da área metropolitana do Recife;
- infra-estrutura social deficiente (saúde, educação, habitação, saneamento...), contribuindo para explicar os péssimos índices de qualidade de vida da população e a existência da maior concentração de bolsões de pobreza do estado;
- baixo índice de educação formal e de participação política;
- uma cultura sedimentada na crença de que a cana de açúcar é a única vocação agrícola da Região. Dessa crença compartilham trabalhadores, fornecedores de cana, empresários, políticos e grande parte dos técnicos e instituições públicas.

## **1.2 A crise atual**

A fragilidade, acentuada nas últimas décadas, do setor sucro-alcooleiro da Zona da Mata de Pernambuco somente tem ganho evidência em momentos (cíclicos) de aguda inadimplência financeira. Geralmente, a reação dos trabalhadores rurais, em demonstrações públicas, contra a demissão em massa e a falta de pagamento de débitos trabalhistas, é o primeiro sinal visível, ao grande público, desses momentos caracterizados como crises. E em clima de crise, a pressão política dos usineiros atua de

forma a acobertar os débitos bancários, tributários e previdenciários sob o manto protetor do Estado. Na verdade, o poder público, através do IAA – Instituto do Açúcar e do Alcool, sempre protegeu de forma permanente o setor canavieiro, via equalização de custos (mecanismo de compensação pela menor produtividade agrícola da cana do NE) e administrando preços, quotas de produção e reserva de mercados.

Com a extinção do IAA, acaba o subsídio de equalização de custos, mas concede-se um sobrepreço de 25% no álcool produzido no Norte e no Nordeste e isenta-se de IPI o açúcar dessas regiões (18% no Centro-Sul).

A partir da safra 1990/91, o Nordeste perdeu a exclusividade do mercado externo (exclusividade que camuflava a ineficiência para competir), no momento em que a demanda e os preços internacionais de açúcar se elevaram substancialmente – principalmente pela queda da participação de Cuba e o aumento de consumo da China. O estado de São Paulo, que até então contentava-se em abastecer o mercado interno, entra agressivamente no mercado internacional (baixando os preços, inclusive), saindo de 84 mil toneladas exportadas em 1990 para 1,6 milhões de toneladas em 1991 e, com a frustração de safra de Pernambuco em 94/95, alcança 2,5 milhões de toneladas de açúcar exportadas.

Como se vê, a crise atual da economia canavieira de Pernambuco agrega novas dificuldades, alcança maior dimensão e diferencia-se das anteriores (fundamentalmente) por acontecer no momento em que o Estado brasileiro redefine as suas funções – para adequar-se à “nova ordem” imposta pela globalização – e, por isso, não está disposto a assumir o ônus das dificuldades do setor. Com efeito, a crise perde a característica de “coisa temporal” e aponta para a perspectiva de fim de um modelo de exploração monocultural.

Como esse entendimento ainda não é consensual entre os usineiros e os fornecedores de cana, há uma certa perplexidade dessas categorias com a “insensibilidade” do governo federal. Na verdade, alimentam a esperança de que o seu poder político – ainda, sem dúvida, muito forte – consiga saídas para a crise, na base de políticas compensatórias e de proteção ao setor. Todavia, os empresários mais

modernos e, principalmente, os dirigentes das entidades que os representam (sindicatos e associações) possuem o diagnóstico correto da situação e buscam alternativas que se adaptem aos “novos tempos”. O fato de terem atendido ao chamamento do governador do estado de Pernambuco, para sentarem à mesa com a representação dos trabalhadores rurais (FETAPE), sinaliza para a possibilidade de um entendimento dos agentes diretamente envolvidos com a economia canavieira, na construção de um projeto alternativo para a Zona da Mata.

### **1.3 Ambientes naturais: potencialidades, limitações e uso atual do solo**

A denominada Zona da Mata corresponde, do ponto de vista do meio natural, a zona fisiográfica Litoral-Mata de Pernambuco que se apresenta como um complexo bioedafoclimático de elevada diversidade. De clima úmido e com vegetação natural do tipo floresta tropical chuvosa, não mais existente, essa Zona apresenta duas porções distintas: uma Meridional mais chuvosa, e outra Setentrional menos úmida, com estação seca mais pronunciada.

Em traços largos, três grandes ambientes naturais distintos podem ser identificados:

- a Planície Quaternária da orla costeira, interrompida em algumas situações por estuários formados por manguezais lamacentos;
- os Interflúvios Largos e Planos, sob a forma de baixos platôs tabulares, separando as várzeas dos rios na porção norte do estado e que, quando situados sobre substrato sedimentar, nas proximidades do litoral, recebem o nome de “tabuleiros” e quando situados no interior, sobre substrato cristalino, têm o nome de “chãs”;
- e uma Faixa Cristalina de Relevo Movimentado, situada ao sul do estado, entre os paralelos do Recife e de Barreiros, e ao norte a retaguarda dos “Tabuleiros”. A porção sul da Faixa Cristalina é formada por colinas de topo arredondado, enquanto a norte é caracterizada por relevos fortes ondulados e montanhosos de colinas com encostas íngremes.

Junta-se, a esses três grandes ambientes, a Planície Aluvial (Várzeas) dos cursos baixos dos rios que entrecortam as porções meridional e setentrional de zona Litoral-Mata.

Nessa Zona Fisiográfica, o clima quente e úmido, caracterizado, principalmente na porção meridional, pela razoável quantidade e distribuição das chuvas e a boa capacidade de armazenamento de água da maioria de grande parte dos solos, não limita a oferta de água para as plantas dos diferentes agroecossistemas. Entretanto, a pobreza em nutrientes para as plantas, associada à suscetibilidade, à erosão e ao relevo acidentado da maioria dos solos, além do adensamento natural daqueles predominantes nos “Tabuleiros” e a má drenagem das várzeas, restringe a expressão do potencial produtivo das espécies vegetais componentes dos diversos agroecossistemas. Desta forma, são as características e propriedades dos solos e o relevo acidentado de forte expressão e não, em geral, a oferta de água para as plantas, animais e homem, que condicionam o desempenho dos agroecossistemas.

A ocupação agrícola desses diferentes ambientes, muito embora revele maior ou menor ajustamento aos recursos naturais, expressa, de certo modo, as raízes socioeconômicas e histórico-culturais da colonização do Nordeste, com a predominância da lavoura canavieira.

Nos solos arenosos da Planície Quaternária da orla litorânea, apesar da forte especulação imobiliária, se faz presente em formações espontâneas ou em lavouras comerciais, tanto na porção norte quanto na sul, o coqueiro gigante ou coco da praia, o que de certo modo revela o hábitat predileto dessa planta. Por outro lado, nas áreas de manguezais de solos salinos, desenvolve-se uma pesca artesanal, em via de total desaparecimento, o cultivo semi-intensivo de peixes, os tradicionais “viveiros”, e também a captura de alguns tipos de crustáceos e moluscos.

Nos interflúvios, principalmente, nos “Tabuleiros” de solos, em geral, arenosos, de baixa-fertilidade e ocorrência de adensamento natural, a ocupação até certa época era pouco expressiva. A cobertura vegetal do tipo “Cerrado” predominava nesses solos, enquanto em áreas de solos menos pobres a vegetação mais exuberante convivia com a presença de sítios (pequenos pomares de fruteiras e cultivos de subsistência) e de

pequenas áreas, exploradas por foreiros, com culturas (mandioca, inhame, batata-doce, feijão, milho etc.) de autoconsumo. “A expansão da cultura da cana-de-açúcar, principalmente após a implantação do PROALCOOL, ocupou “Tabuleiros” e “Chãs”. Mesmo assim, nas “Chãs”, de solos ácidos, da porção norte de Pernambuco, constata-se o surgimento de atividades como: avicultura, suinocultura e os cultivos do inhame, abacaxi, coco-anão e, ultimamente, da acerola, entre outros.

Na área denominada de Faixa Cristalina, há, pelo menos, quanto ao clima, duas condições ambientais bem distintas. Na porção meridional de Pernambuco, o clima bastante úmido possibilitou, principalmente após a implantação das usinas de açúcar, a expressão máxima da cana-de-açúcar, que ocupa não só algumas áreas de solos aluviais (hidromórficos) das várzeas dos rios, mas também as encostas e topos das colinas. Nas várzeas, os solos são ricos em elementos nutritivos para as plantas, muito embora a presença elevada do lençol freático, em grande parte do ano, restrinja a disponibilidade de oxigênio para um grande número de espécies cultivadas. Nas colinas, a baixa fertilidade natural dos solos é marcante, sendo agravada pela suscetibilidade à erosão, principalmente quando situados nas encostas. É, desse modo, pequena a ocorrência de outras formas e uso da terra, que não o cultivo da cana-de-açúcar, e também bastante concentrada a posse da terra.

No presente, podem ser encontrados outros tipos de atividades agrícolas como: a cultura da banana-anã ou nanicão, com áreas concentradas em poucos municípios e, mais recentemente, o cultivo da seringueira e do cacau, além do surgimento das explorações de gado bovino (corte e leiteiro), de bubalinos e de pequena criação de peixes e camarões.

Na porção norte do estado, as condições climáticas mais restritivas, quanto à pluviosidade, e o relevo mais acidentado da Faixa Cristalina, muito embora com ocorrência de solos de elevada fertilidade natural, confinaram a cana-de-açúcar às largas várzeas do médio e baixo curso dos principais rios e às partes baixas das encostas, determinando o que se denominou de “Zona de Várzeas Canavieiras”. Mais recentemente, os incentivos governamentais à expansão canavieira fizeram com que a

cultura ocupasse “Tabuleiros” e “Chãs”, adentrando-se também em áreas mais declivosas. Estes componentes do meio natural podem ser apontados, em grande parte, como responsáveis pelo menor número de usinas de açúcar e pela presença de propriedades de tamanhos pequeno e médio (donos de engenhos de antigamente e posteriormente os fornecedores de cana). Essas áreas, no passado, representavam o domínio da pecuária, que abastecia o *plantation* canavieiro de carne e animais de tração, ao lado de pequenas lavouras de subsistência, das culturas do algodão, herbáceo e de café.

As condições ambientais restritivas para a cultura da cana-de-açúcar e as crises do mercado de açúcar fizeram com que senhores de engenhos e fornecedores de cana desmembrassem suas terras e/ou procurassem outras alternativas para o uso do solo, o que, de certo modo, conduziu a diversificação dos agroecossistemas existentes. Assim, em função da topografia do terreno e da maior ou menor disponibilidade de água, ecossistemas agrícolas constituídos pela cultura da bananeira, da uva preta – esta em alguns municípios –, além da pecuária de corte, são encontrados ocupando a grande maioria das encostas. Há, também, a ocorrência de outros tipos de exploração vegetal, como as da cultura do inhame da Costa, batata-doce, mandioca, além daqueles constituídos por algumas espécies frutíferas e uma expressiva atividade avícola.

A ocorrência de vários agroecossistemas vegetais e/ou animais, promovendo, de certa forma, a diversificação atual das atividades, tanto na porção meridional, quanto na setentrional da Zona Litoral-Mata, resulta também do débil programa de reforma agrária, responsável pelo assentamento de certo número de famílias.

## 2 Propostas

Embora elaboradas com a visão global da realidade da Zona da Mata, as propostas limitam-se às intervenções governamentais na agricultura. Para efeito de apresentação, foram agrupadas em grandes linhas de ação:

- aumento da produtividade e da competitividade da agroindústria canavieira;
- diversificação agrícola;
- ações para a reforma agrária;
- monitoramento, preservação e melhoria de qualidade ambiental; e
- educação agrícola não-formal.

### **2.1 Aumento da produtividade e a competitividade da agroindústria canavieira**

- Estimular a modernização do parque industrial sucro-alcooleiro, buscando reduzir a defasagem tecnológica em relação aos seus competidores do Centro-Sul do país;
- Promover a elevação dos padrões, tecnológicos de manejo da lavoura, pelo uso de insumos biológicos e químicos, incluindo a avaliação contínua de novas variedades, e divulgação desses materiais geneticamente superiores. Participar, ainda, junto com outros organismos nacionais e internacionais, públicos e privados, do esforço de melhoramento biotecnológico genético da cultura;
- Incentivar o plantio da cana-de-açúcar apenas nas áreas indicadas pelo zoneamento agroecológico, que ao lado de um manejo adequado, permita elevar e manter os níveis de produção, estabelecendo-se como referencial a produtividade mínima de 70 t de açúcar/ha;
- Estimular o retorno do plantio em várzeas, através de sua drenagem e recuperação de solos;
- Articular os agentes econômicos envolvidos na atividade sucro-alcooleira (trabalhadores, fornecedores e usineiros), com a finalidade de discutir todos os assuntos inerentes ao setor.

### **2.2 Diversificação agrícola**

- Promover a diversificação dos atuais sistemas agrícolas, com base na proposta de uso do solo (Anexo A), apresentada pelo IPA (oriunda das pesquisas já realizadas na região) e que foi de forma tentativa,

sistematizada pela distribuição das atividades de produção vegetal e/ou animal nos grandes ambientes naturais da região (Anexo B). A melhoria da atual estratificação de formas de uso da terra será atingida após a conclusão do levantamento agroecológico iniciado;

- Incentivar o aproveitamento integral da cana-de-açúcar, tanto no campo, agregando a produção pecuária, como na indústria, através da obtenção de derivados de alto valor econômico, mudança de perfil da matriz energética e aproveitamento integral dos subprodutos;
- Implementar um programa de aquicultura estuarina e de águas interiores e de pesca, através da pesquisa e difusão de novas tecnologias de cultivo e captura de peixes, moluscos e crustáceos, suporte à conservação e beneficiamento dos produtos;
- Incentivar a implantação de agroindústrias em consonância com as culturas recomendadas, em especial as processadoras de frutas, madeireiras e indústrias de derivados da produção animal;
- Fortalecer os organismos da Secretaria da Agricultura – IPA, EMATER e CEAGEPE –, ampliando a sua base técnico-científica para oferecer respostas às novas exigências do desenvolvimento sustentável e procurando adequá-los às necessidades da integração governo/sociedade, face às dificuldades de ordem cultural que a diversificação agrícola promoverá.

### **2.3 Ações para a Reforma Agrária**

- Organizar os assentamentos existentes, elaborando projetos (FUNTEPE/EMATER) para aprovação na Comissão do PROCERA e no Banco do Nordeste. Para os assentamentos irregulares por insuficiência de área, negociar com o INCRA a aquisição de novas áreas nas proximidades, a fim de credenciá-los a receber incentivos do FNE/PROCERA via Projetos de Assentamentos (PA);
- Negociar com o governo federal a prioridade para a promoção de assentamentos na Zona da Mata quer pela demanda por terras, historicamente existente na região, quer pela oportunidade de consolidar a agricultura familiar, através da diversificação agrícola;

- Negociar com a Comissão do PROCERA a ampliação dos projetos de assentamentos às áreas vizinhas, cujos pequenos agricultores estejam organizados em associações ou cooperativas;
- Negociar com o INCRA a possibilidade de operações triangulares envolvendo débitos fiscais, creditícios e previdenciários em troca de terras para a reforma agrária, através de Títulos da Dívida Agrária (TDA's);
- Aprofundar a discussão com os trabalhadores sobre a sua Pauta de Reivindicações ao governo federal (O Grito da Terra) em busca de soluções para o problema da miséria no campo.

#### **2.4 Monitoramento, preservação e melhoria da qualidade ambiental**

- Promover o fortalecimento institucional dos órgãos estaduais de gestão do meio ambiente, assim como a integração com a sociedade civil;
- Operacionalizar o Grupo de Trabalho indicado no Acordo IBAMA/Governo do Estado, visando à implementação de meios legais e educativos para a conservação e recuperação da qualidade do meio e recursos naturais (solo, água e bioma);
- Participar do programa de monitoramento intensivo e permanente da qualidade ambiental, através do estabelecimento de padrões, intensificação da amostragem e ampliação das determinações laboratoriais e da apuração da eficácia das medidas adotadas;
- Induzir adaptações e mudanças no sistema produtivo implantado e a ser incentivado, de modo a reduzir os impactos ambientais e os efeitos antrópicos sobre o meio ambiente. Compatibilizar os programas e projetos setoriais com as orientações básicas de sustentabilidade ambiental;
- Promover ações para a conservação da biodiversidade, tais como o controle e manejo de áreas de preservação para pesquisa.

#### **2.5 Educação agrícola não-formal**

Com base no enfoque metodológico sugerido (Anexo B) para capacitação/educação agrícola, propõem-se as seguintes estratégias:

- desenvolver uma consciência crítica na população de forma a permitir a participação efetiva das comunidades nos programas do setor público que vem interferir em seu hábitat e aspirações;
- criar oficinas de capacitação e formação de coordenadores e supervisores circulantes para atuar nos programas de desenvolvimento, com base local;
- estabelecer intercâmbio técnico-científico e metodológico entre organizações governamentais e organizações não-governamentais, para o fortalecimento da gestão participativa da pequena produção rural e contribuir para a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais. Para essa estratégia, deverão constar os programas de:
  - valorização da mulher rural (gênero);
  - saúde, higiene e habitação;
  - valorização da produção artístico-cultural para geração de trabalho e renda;
  - produção de medicina alternativa e alimentar.

### **Conclusão**

À guisa de conclusão, pode ser dito que consciente da contradição existente entre os princípios econômicos e físicos do modelo do capitalismo industrial e a sustentabilidade em todas as suas dimensões, (econômica, social, ambiental, política e cultural), a proposta de desenvolvimento sustentável para a Zona da Mata deve privilegiar, ao lado das demais ações, a educação agrícola não-formal. Isto implica um esforço para dar corpo a uma redefinição política na qual a democracia na acepção do significado – forma de assegurar a “vontade geral” em uma prática política – possa ser praticada, com a população participando de forma efetiva nas propostas dos setores público e privado que afetarão seu hábitat, costumes, valores e aspirações.

### **Referências bibliográficas**

ANDRADE, M.C. *A terra e o homem no Nordeste*. 4.ed. São Paulo: Livraria Ed.Ciências Humanas, 1980. 278p.

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO. Recife: CONDEPE, 1992. 271p
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- ACP/FAEP/FIEPE/MEPPE. *Agenda Pró-Pernambuco*: versão preliminar. Recife: TGI, 1994. 60p
- BUARQUE, S.C. *Desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Pernambuco*. Recife: SEPLAN/IICA, 1994. 69p. (Relatório Técnico-versão final)
- CAVALCANTI, C., org. *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco/Ed. Cortez, 1994. 429p.
- GOMES, G.M.; SOUZA, H.R.; MAGALHÃES, A.R., org. *Desenvolvimento sustentável no Nordeste*. Brasília: IPEA, 1995. 377p.
- GUANZIROLI, C.H., coord. . *Diretrizes de Política Agrária e Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: FAO/INCRA, 1995. 24p. (Resumo do Relatório Final do Projeto UTF/BRA/036-segunda versão).
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE PERNAMBUCO. *Pernambuco 2010: estratégia de desenvolvimento sustentável*. Uma proposta para discussão (versão resumida). Recife: CONDEPE, 1995. 51p.
- KOFFLER, N.F. et al.. *Caracterização edafo climática das Regiões Canavieiras do Brasil*: Pernambuco. Piracicaba: Ministério da Indústria e do Comércio/ Instituto do Açúcar e do Alcool/ PLANASUCAR, 1986. 78p.
- LOMBARDI, M.L.A. A sociedade global e a questão ambiental. In: CAVALCANTI, C., org. *Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco/Ed. Cortez, 1994. 429p.
- PROJETOS ÁRIDAS. *Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1995. 231p.
- REGIÃO canavieira do Nordeste limitações e potencialidades. *Agroanálise*, Recife, edição 0020, 12p. s.d.
- REIS, A.C.S. O Nordeste: diversificação da lavoura canavieira na Zona da Mata de Pernambuco. In: ENCONTRO REGIONAL DE TROPICOLOGIA, 5, Recife, 1990. *Anais...* Recife: FUNDAJ/Ed. Massangana, 1990. 111p. (Cursos e Conferências, 42).
- RESENDE, M.; LANI, J.L.; CERQUEIRA, A.L.; RESENDE, M.M. *Bacia do rio Itapemirim: aspectos ecológicos*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos/UFV/EMCAPA, 1993. 46p. (Série Homem e Ambiente, b1).

- SEPLAN-PR/IICA. *Desenvolvimento sustentável para a Zona da Mata de Pernambuco: a dimensão tecnológica*/Abraham Benzaquem Sicsú; Lucia Carvalho Pinto de Melo, consult. Recife: 1993. 27p.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Projeto de Desenvolvimento Sustentável da Zona da Mata de Pernambuco*. Recife: SEPLAN/PE, 1994. 35p. (Carta consulta à COFIEEX).
- SABOURIN, E. *Região da Mata do Estado de Pernambuco: Relatório de Missão*. Petrolina: CIRAD/Representação no Brasil, 1995. 23p.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA DO ESTADO DE PERNAMBUCO. *Proposta da Secretaria de Agricultura para o Desenvolvimento Sustentável da Zona da Mata de Pernambuco*/Wilame T. Jasen, coord. Recife: SAG/PE, 1995. 46p.

## Anexo A

### Proposta de uso do solo da Zona da Mata de Pernambuco

Uso	Porcentagem	Hectares	Investimentos R\$ 1.000,00
Reserva natural e recomposição da Mata Atlântica	27	380.000	50.000
Cana-de-açúcar	20	280.000	465.000
Silvicultura	18	250.000	175.000
Pecuária	10	140.000	42.000
Seringueira	5	70.000	49.000
Fruteiras diversas	4	56.000	42.000
Palmeiras, inclusive coqueiro	3	42.000	42.000
Culturas temporárias	3	42.000	35.000
Áreas não-agrícolas	10	140.000	--
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>1.400.000</b>	<b>900.000</b>

### Proposta preliminar de atividades agrosilvopastoris a serem incentivadas na Zona da Mata

	Planície Quaternária		Interflúvios de tabuleiros		Faixa cristalina		Várzeas	
	Estuário/mangue	Faixa arenosa	Tabuleiros	Chãs	Colinas íngremes	Topo redondo	Estreitas	Largas
Z O N A  N O R T E	Aqüicultura Pesca (Peixes, moluscos, crustáceos)	Coco Cajú Mangaba	Cana Inhame Mandioca Amoreira Fruteiras (graviola, acerola, citrus, abacaxi) Apicultura Avicultura	Cana Inhame Mandioca Batata-doce Fruteiras (abacaxi, maracujá, acerola, mamão, coco) Avicultura	Silvicultura preservação	Fruteiras irrigadas (banana, graviola, acerola, maracujá, mamão, goiaba, melão, citrus) Floricult.	Piscicultura	Cana
Z O N A  S U L	Aqüicultura Pesca (Peixes, moluscos, crustáceos)	Coco Cajú Mangaba	Cana	Cana	Silvicultura Seringueira Pecuária	Cana Fruteiras (goiaba, acerola, pupunha, banana, citrus) Amoreira Cacau	Aqüicultura	Cana Bubalinos Açai

## Anexo B

### ***Educação agrícola não-formal: proposta metodológica***

O desenvolvimento sustentável, além das preocupações científicas e tecnológicas, pressupõe relações de construção de partilha coletiva entre os vários atores sociais que se manifestam concretamente, em um processo permanente de equilíbrio, confronto e conciliação nos diversos estratos sociais, políticos e econômicos. Essa ação coletiva para construção/reconstrução da realidade deve abrir espaços para provocar a ruptura dos modelos tradicionais de desenvolvimento socioeconômicos.

Dentro desta perspectiva de planejamento da sustentabilidade para o desenvolvimento, devem se inserir similarmente as questões científicas tecnológicas e econômicas, as propostas metodológicas conceituais e abordagens epistemológicas não-tradicionais para a implantação de programas de educação agrícola/capacitação para o Nordeste. Tais propostas passam pelas questões de cidadania, articuladas com as demais áreas de conhecimento e saber. Diante disso, essa articulação deve ser entendida sob dois enfoques principais: em primeiro lugar, esse referencial, a educação agrícola/capacitação, ante a sua instância político/pedagógica, deve ser entendida como uma preparação consciente e crítica de autogestão dos diversos atores sociais, para participação crescente, individual e coletiva, na vida social, política e econômica das propostas de desenvolvimento do estado. Nessa perspectiva, é imprescindível que os postulados conceituais e epistemológicos sirvam de base aos conhecimentos culturalmente descobertos e acumulados pela humanidade. Esses, devem ser contextualizados com a realidade das diversas texturas da sociedade, e da maioria dos seus agrupamentos sociais, beneficiários dos programas de

desenvolvimento e consubstanciados com programas integrados de educação agrícola.

Em segundo, os problemas básicos de educação, particularmente na Zona da Mata em Pernambuco, não foram resolvidos. É baixíssimo o nível de conhecimento e preparo da mão-de-obra engajada no setor produtivo da economia nas diversas instâncias da estrutura organizacional do estado, e alto o índice de analfabetismo (41%) nas populações rurais e urbanas da Zona da Mata (56%). Nesse contexto, ambas as situações tornam-se agudizadas mediante constantes transformações científicas e tecnológicas utilizadas na conquista de novas fronteiras do conhecimento, que excluem a possibilidade de esses atores e agrupamentos sociais engajarem-se no perfil político, social e econômico das sociedades mais modernas.

# ***Manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em microbacias hidrográficas: análise da experiência paranaense***

*Vanessa Fleischfresser*

## **Introdução**

Este trabalho foi elaborado com a preocupação de apresentar e discutir alguns aspectos da experiência paranaense de planejamento e execução de ações conservacionistas, através do manejo das águas e conservação do solo, em microbacias hidrográficas. Essa experiência foi realizada no estado do Paraná, a partir de um Programa implementado com esses objetivos. Para tanto, apresentam-se em um primeiro item, as principais características do Programa – conforme previsto em seu desenho ou planejamento – que foi viabilizado através do acordo de empréstimo firmado entre o governo do estado do Paraná e o Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD.

O segundo item contém informações sobre a avaliação da estratégia técnica e operacional do Programa. A intenção aqui é de discutir os limites e o alcance dessa intervenção estatal que, em princípio, objetiva alterar a forma de produzir no meio rural, visando evitar a degradação dos solos e a poluição das águas.

Nesse sentido, é importante destacar que um dos objetivos deste trabalho é discutir, não apenas os reflexos do Programa sob a ótica de seus objetivos ambientais diretos – conservação do solo e das águas –, mas, igualmente, seus possíveis impactos sobre o âmbito econômico e social. Isso porque, acredita-se, a intervenção direta sobre a base técnica da produção acarreta conseqüências indiretas sobre a esfera econômica e social do meio rural.

No item final, realizam-se algumas reflexões – com base nas informações anteriormente apresentadas e em inferências da realidade – com o objetivo de levantar alguns aspectos que se consideram pertinentes, no caso de uma efetiva determinação estatal em promover alterações progressivas no rumo de um padrão sustentável no setor agropecuário.

## **1 Principais características do Programa**

O governo do estado do Paraná, em fevereiro de 1989, firmou um contrato de empréstimo (n.3018-BR) com o BIRD para implementar o Subprograma de Manejo e Conservação do Solo no estado. Consta desse contrato de empréstimo, que cabe ao BIRD, um aporte em moeda estrangeira no valor total de US\$ 63 milhões e ao governo do estado, uma contrapartida no valor de US\$ 86.134.600,00. Esse montante de recursos está sendo aplicado, parceladamente por um período de sete anos, tempo previsto para duração do Subprograma. O acordo prevê que o estado pagará esse empréstimo durante um período de 10 anos, a partir dos cinco anos de carência (Paraná, 1989b:6).<sup>1</sup>

A responsabilidade pela execução do Programa cabe à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB e às empresas a ela vinculadas, como a empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER-PR, o Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR e o Instituto Ambiental do Paraná – IAP. Da implementação do Programa participam ainda outras instituições, federais e municipais, à medida que determinadas ações estão afetas às suas funções ou atribuições. Além dessas instituições públicas, foi prevista também a participação da iniciativa privada, através das empresas de planejamento agrícola e assistência técnica e das cooperativas.

---

(1) Cabe explicar que o termo Subprograma se deve ao fato de que o governo do estado pretendia, naquele momento, negociar em paralelo um outro subprograma com o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, designado de Apoio ao Produtor Rural. Assim, esses dois subprogramas comporiam um grande Programa de Desenvolvimento Rural – Paraná Rural. Contudo, as negociações com o BID não se concretizaram, ficando, portanto, apenas o Programa de Manejo e Conservação do Solo, ao qual foi agregado o objetivo de Controle da Poluição.

Certos aspectos, da estratégia técnica e operacional do Programa, merecem particular atenção. Por exemplo, o fato de prever em sua estrutura operacional a participação de instituições federais, estaduais e municipais, bem como cooperativas e a iniciativa privada, além da Secretaria recebedora do empréstimo, significa a possibilidade de conjugar esforços e descentralizar as ações, antes restritas ao poder público estadual. Indiretamente, esta é também uma forma de introduzir e difundir uma mentalidade conservacionista entre todas as instâncias envolvidas, públicas e privadas.

A esse respeito, é oportuno considerar que, em geral, após a implementação de programas de grande porte, executados com recursos externos, verifica-se um redirecionamento de ações por parte da instituição executora, o que compromete a continuidade e, portanto, a eficácia das ações executadas.

Sendo assim, a iniciativa de congregar outras instâncias do poder público, cooperativas e iniciativa privada pode se revelar uma oportunidade de envolvê-las com objetivos de conservação ambiental. Dito de outro modo, é uma experiência que pode revelar os caminhos para uma nova forma, no Brasil, de planejamento e gestão dos recursos naturais em microbacias hidrográficas.<sup>2</sup>

Nesse aspecto reside outra especificidade da estratégia dessa intervenção governamental, tendo em vista que toma como unidade de planejamento e ação uma área geográfica particularmente adequada para o manejo das águas pluviais, como o são as microbacias hidrográficas (MH), envolvendo os vários agentes sociais da comunidade nelas localizados.

Conforme previsto no desenho do Programa,<sup>3</sup> as instituições envolvidas devem repartir o trabalho junto aos produtores rurais, após a EMATER definir as ações de planejamento das MH, de acordo com a

---

(2) Há que se alertar que, as primeiras iniciativas, no Brasil, de trabalhar em microbacias hidrográficas partiu do âmbito federal. Em 5 de março de 1987, o governo brasileiro instituiu, através do Decreto n. 94.076, o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas – PNMH. Sendo assim, o Programa que aqui se trata parte da concepção original do PNMH. Ver, a propósito, Brasil (1987).

(3) As informações que se seguem foram extraídas de: Paraná (1989a).

seguinte divisão de trabalho: atendimento, por parte das empresas privadas, aos produtores médios e grandes; às cooperativas cabe atender seus associados; e a assistência técnica oficial deve atender os demais produtores, localizados na área de abrangência do módulo de trabalho. Esse módulo corresponde à área geográfica de uma MH, como espaço de ação contínua modulado entre 2.000 a 3.000 ha, compreendendo as propriedades agrícolas contidas na área, os respectivos agricultores e suas famílias, bem como os equipamentos de infra-estrutura econômica e social.

Para as atividades de coordenação dos trabalhos a serem realizados nas MH, foi prevista a criação de comissões, em nível municipal, regional e estadual, com as seguintes atribuições:

- *Comissão Municipal de Solos* – representa o Programa nos municípios e deve formular e coordenar o plano anual de ação, definir as MH a serem trabalhadas nesse período, bem como as demais atividades relativas ao Programa.
- *Câmara Técnica* – é constituída pela Comissão Municipal de Solos e deve funcionar como uma assessoria em todos os aspectos técnicos.

Destas duas instâncias participam como membros: representantes da SEAB, EMATER-PR, prefeituras, cooperativas, sindicatos, associações e outras entidades representativas dos produtores e de empresas privadas de planejamento e assistência técnica.

- *Comissão Regional* – composta por representantes do poder público e entidades representativas dos produtores rurais, é estruturada no âmbito de atuação dos Núcleos Regionais da SEAB e tem como função básica articular as ações das diversas instituições executoras.
- *Comissão Estadual* – instância constituída por ato formal do Governador do estado e Secretário da SEAB, sendo integrada por órgãos representativos dos agricultores, das instituições de pesquisa e extensão, com a coordenação da SEAB. A mesma tem por objetivo analisar, acompanhar, supervisionar e avaliar os planos regionais.

Em princípio, essa estrutura organizacional e operacional deve contar com a participação ativa de todas as entidades envolvidas no Programa e com os objetos diretos da intervenção – os produtores rurais. Dessa forma, é possível considerar que, no desenho do Programa, existe o pressuposto de uma gestão amplamente participativa, desde o âmbito dos municípios até o âmbito do governo estadual, contando com a participação da iniciativa privada, cooperativas e representantes dos produtores rurais.

Quanto à distribuição do montante de recursos destinados ao Programa, tanto nacionais como do BIRD, sua alocação por componentes revela as ações consideradas como prioritárias e o volume exigido pelas mesmas. O custo consolidado, previsto por componente, para o período de sete anos de duração do projeto, revela que a adequação das estradas rurais deve absorver cerca de 18,1%; contingências físicas 17,7%; extensão rural 15,5%; pesquisa agrícola 13,7%; fundo de conservação do solo 13,4%; desenvolvimento florestal 8,7%; terminais ferroviários de distribuição de calcário 3,6%; monitoramento e fiscalização do uso do solo 3,5%; treinamento 3,1%; administração e avaliação 2,4% (Paraná, 1989a:10, quadro 2).

Em relação aos recursos alocados por componentes, deve-se ressaltar que apenas chegam diretamente ao produtor, na forma de financiamento, 13,4%, que são os custos previstos para o Fundo de Manejo e Conservação do Solo e Controle da Poluição. Os recursos desse Fundo visam estimular a adoção de tecnologias e viabilizar a realização de obras de interesse coletivo e/ou individual, indispensáveis à viabilização da estratégia técnica do Programa. Nesse sentido, foi considerado que determinadas práticas ou obras implicam investimento para o produtor; porém, na maioria das vezes, apresentam retorno econômico apenas no médio ou longo prazos ou, até mesmo, não apresentam tal retorno para o produtor. Sendo assim, o Fundo possui três modalidades de aplicação.

- *Tecnologia de interesse coletivo, mas sem retorno econômico direto.* Enquadram-se nessa modalidade as tecnologias que apresentam resultados positivos em termos ambientais, beneficiando toda a

comunidade, interna e externa à MH, porém, não apresentam respostas econômicas diretas ao produtor, além de exigirem altos investimentos. Destacam-se os abastecedores comunitários e a adequação de estradas internas à propriedade, entre outras.

- *Tecnologias de interesse individual e coletivo sem retorno econômico direto.* Essa modalidade dirige-se para aquelas propriedades agrícolas que apresentam problemas como voçorocas, estradas e carreadores internos mal localizados, erosão em cotas altas e fundos de vales que requerem um tratamento especial no planejamento, como forma de não comprometer o resultado conjunto dos trabalhos na MH.
- *Tecnologias de interesse individual e coletivo com retorno econômico de longo prazo.* Enquadram-se nessa modalidade as tecnologias que são imprescindíveis ao alcance dos objetivos do Programa, todavia, são pouco difundidas no estado e apresentam retorno econômico no longo prazo. Cabe citar os elevadores de água, máquinas e equipamentos e a prática de adubação verde que, apesar de serem tecnologias de caráter produtivo, trazem também benefícios à comunidade por contribuírem significativamente para a redução da erosão do solo, principalmente em relação à formação de voçorocas, responsáveis pelo assoreamento dos mananciais.

A aplicação do Fundo destina-se, em princípio, a todo o estado, obedecendo, contudo, às prioridades estabelecidas segundo alguns parâmetros, tais como: erosividade da chuva; uso do solo versus falta de cobertura em períodos críticos; nível de degradação atual; grau de mecanização; concentração de pequenas propriedades; número de municípios; nível de conscientização ao PMISA.<sup>4</sup> Assim, para efeito de racionalização das aplicações do Fundo, as 24 microrregiões homogêneas, que compõem o estado do Paraná, foram agrupadas em sete mesorregiões, segundo uma escala de prioridades que vai de 1 a 7.

---

(4) O Programa de Manejo Integrado de Solos e Águas é um programa anterior ao aqui analisado e foi executado por iniciativa do governo federal em conjunto com o estadual. O mesmo possuía características similares ao Programa aqui analisado; contudo, sua ênfase incidiu apenas sobre as práticas mecânicas. Nesse sentido, o Programa que ora se analisa, representa um avanço em relação aos programas anteriores – PNMH e PMISA – que tiveram as MH como unidade de planejamento e ação.

Ainda em relação ao Fundo de Manejo, que pretende apoiar e induzir os produtores ao uso de práticas de conservação dos solos e controle da poluição, deve-se observar que dispõe de outros critérios, além dos indicados anteriormente.

Em primeiro lugar, os beneficiários do Fundo devem ter sua propriedade localizada na área de abrangência de uma MH selecionada e já planejada. Essa seleção é realizada pela Comissão Municipal de Solos, através de critérios semelhantes aos empregados para a priorização das mesorregiões, agregando mais alguns: área em que os cursos d'água tenham importância para o abastecimento rural e urbano; desenvolvimento de projetos de irrigação comunitária, explorados por pequenos agricultores; significativa produção de alimentos; localidades onde haja interesse e disposição por parte dos produtores em investir recursos e esforços no Programa; e regiões que disponham de recursos humanos e materiais para a implementação dos projetos.

Assim, após a seleção da MH, são selecionados os produtores (pequenos, médios e grandes) através de critérios que consideram o tamanho da propriedade, a renda bruta anual da propriedade, a fonte de renda oriunda das atividades agropecuárias e o nível tecnológico de manejo. Esses critérios são empregados tanto para definir os beneficiários individuais quanto os coletivos; nesse último caso, os grupos com maior número de pequenos produtores recebem um percentual maior sobre o total dos investimentos a serem realizados, verificando-se o mesmo em relação ao tipo de produtor, ou seja, o apoio do Fundo decresce para os maiores. Os critérios e limites amparados pelo Fundo variam também em função do tipo de prática ou empreendimento, a exemplo das formas de modalidade do Fundo.<sup>5</sup>

Esses procedimentos, previstos no desenho da estratégia operacional do Programa, têm o objetivo de dar suporte à sua estratégia técnica, a qual está embasada no diagnóstico efetuado pelo governo para

---

(5) É oportuno mencionar que o BIRD se posicionava contra empréstimos/crédito aos produtores, particularmente no caso de serem subsidiados. Por esse motivo, foi criado o "Fundo", o qual serviu para contornar essa posição do BIRD e, em paralelo, incentivar os produtores à adoção de práticas indispensáveis ao desenvolvimento do Programa.

efeito da negociação entre o governo do estado e o BIRD. Esse diagnóstico<sup>6</sup> considera que, no Paraná, a erosão hídrica é o principal problema de degradação dos solos do estado, dado que esse tipo de erosão leva à perda de solos, redução da produção e da produtividade, provoca enchentes e poluição dos mananciais, elevando o custo do tratamento da água para o consumo doméstico.

Em geral, o processo erosivo tem início pela desagregação da estrutura do solo, devido ao impacto da gota de chuva, com posterior transporte e sedimentação, o que provoca não apenas a perda de solos, mas também o assoreamento e a poluição dos mananciais. Essa poluição ocorre porque os sedimentos erodidos das áreas agrícolas estão impregnados de insumos químicos, como os fertilizantes e agrotóxicos, usados na produção agropecuária. Agregue-se a isso a poluição direta com esses produtos, quando os equipamentos são lavados nos cursos de água e os vasilhames são neles jogados ou em outros locais que os contaminam.

Quando ocorre na natureza, a erosão já é um fenômeno complexo, todavia, a partir da ação antrópica o mesmo se agrava. O que se verifica, na maioria das vezes, é que o homem retira a cobertura arbórea do solo – florestas, bosques ou até mesmo culturas perenes – e o explora de forma inadequada, provocando sua compactação e dando início ou acelerando o fenômeno erosivo e a queda da produtividade. Queda esta que realimenta o processo erosivo.

Em outros termos, quando o homem provoca um processo de degradação dos solos, ele desencadeia uma série de ocorrências sobre o mesmo, tais como: redução na capacidade de infiltração e condução da água, queda dos níveis de matéria orgânica e baixa atividade biológica, perda da capacidade de retenção de água, desequilíbrio nutricional, queda da capacidade de troca catiônica e diminuição da fertilidade.<sup>7</sup> O resultado final é a queda da produtividade, a qual, por sua vez, realimenta tais ocorrências.

---

(6) As observações que se seguem foram extraídas de: Paraná (1994).

(7) Ver, a propósito, Bertoni & Lombardi Neto (1990).

Assim, percebe-se que existe uma circularidade – marcada por retiradas excessivas sem as devidas reposições – que, ao longo do tempo, afeta a produção da biomassa e completa um ciclo extremamente prejudicial à preservação ambiental e à produção. Além disso, o fato de os produtores realizarem um número excessivo de operações com máquinas pesadas – tratores e colheitadeiras – acelera e agrava os problemas acima destacados, por provocar a compactação dos solos.

As estradas mal planejadas, do mesmo modo que a divisão fundiária das propriedades na forma de “espinhas de peixe”, por sua vez, ao desconsiderarem o comportamento hídrico e as estruturas protetoras laterais, passam a ser agentes de erosão.

Tendo por base tais fenômenos, a estratégia técnica (Paraná, 1989a:7) do Programa está centrada nos fatores que provocam a erosão hídrica. Para tanto, pretende redirecionar a base técnica da produção agropecuária através do estímulo ao uso de técnicas que incidem sobre três pontos. Primeiro, o aumento da cobertura vegetal do solo, visando reduzir o impacto das gotas de chuva contra a superfície, com conseqüente redução da desagregação da estrutura do solo. Segundo, aumento da infiltração de água no perfil do solo, de modo a reduzir o escoamento superficial e promover maior disponibilidade de água para as culturas, com conseqüente redução dos riscos e aumento da produção vegetal. Terceiro, controle do escoamento superficial, com o objetivo de reduzir os danos da erosão por transporte, regular o regime hídrico na microbacia hidrográfica (MH) evitando, por essa via, a sedimentação e a poluição dos mananciais.

Tal estratégia deve concretizar-se a partir de um planejamento e de ações para cada MH, dado que se constituem em uma unidade das mais adequadas aos propósitos dessa estratégia porque configuram uma área geográfica compreendida entre um fundo de vale (rio, riacho, sanga, várzeas) e os espigões (divisores de água). Assim, essa área delimita os pontos a partir dos quais toda a água das chuvas concorre para o fundo do vale.

Estando definida essa estratégia, foi previsto um receituário agrônômico baseado em práticas e ações a serem efetivadas dentro e fora

das unidades localizadas nas MH a serem trabalhadas, as quais estão descritas abaixo:

- práticas de manejo e conservação do solo:
  - cordão vegetado;
  - cordão de pedra;
  - cultivo mínimo;
  - incorporação de resíduos;
  - manejo de pastagens;
  - plantio direto;
  - plantio na palha;
  - plantio em nível;
  - terraceamento mecânico;
  - terraceamento integrado.
- práticas complementares de melhoramento do solo:
  - adubação verde;
  - calagem;
  - escarificação.
- práticas de controle da poluição das águas:
  - controle biológico de pragas e doenças;
  - manejo de pragas;
  - proteção de mananciais;
  - reflorestamento conservacionista;
  - uso de esterqueira.

Finaliza-se, assim, esse resumo do desenho do Programa. Porém, antes de passar para a avaliação de suas concretizações, cabem alguns esclarecimentos sobre as prioridades estabelecidas pelo Programa e as particularidades estaduais, no tocante à diversidade das características de seus solos, das suas condições de uso e da base técnica de produção empregada pelos produtores rurais.

Os parâmetros de regionalização estabelecidos pelo Programa convergem para a priorização das áreas agrícolas mais dinâmicas do estado, que são as da grande região Norte e Extremo-Oeste do Paraná. Nessas regiões, que receberam prioridade 1, desenvolveu-se uma agropecuária modernizada, segundo o padrão tecnológico intensivo em capital, com culturas de exportação. As classes de solos predominantes

derivam do basalto – latossolo roxo e/ou terra roxa estruturada – e, em geral, possuem alta fertilidade natural para lavouras, além de a maior parte de seu relevo ser plano ou com pouca declividade, permitindo a mecanização das atividades de produção.

Por outro lado, são solos que apresentam certa suscetibilidade à erosão, o que, conjugado com a intensa movimentação de máquinas pesadas – devido ao predomínio das lavouras de soja, milho e trigo com elevados níveis tecnológicos –, tem provocado processos erosivos mais significativos. Fato que se verifica com mais intensidade nas áreas de soja, em que os solos ficam sem cobertura vegetal – após a colheita e antes do plantio seguinte –, na fase que coincide com os períodos de chuvas mais fortes no Paraná.

Tais regiões, enquadradas na prioridade 1, foram ocupadas em períodos mais recentes, através da colonização dirigida pelo governo e realizada em parcelas menores na forma de “espinha de peixe”.<sup>8</sup> Este formato de propriedade, conforme mencionado, está mais sujeito a processos erosivos quando o solo é trabalhado com máquinas pesadas e/ou de forma inadequada ou, ainda, quando a pecuária igualmente não é manejada de modo a evitar que o pisotear dos animais de grande porte provoque sulcos no pasto.

Essas circunstâncias, aliadas aos critérios estabelecidos para definir as regiões prioritárias, fizeram com que na prioridade 1 encontrem-se as microrregiões do Extremo-Oeste e do Norte como Campo Mourão, Maringá, Londrina, Assaí e Jacarezinho, uma vez que nessas microrregiões a expansão produtiva, decorrente da incorporação do padrão técnico intensivo em capital, mostrou-se notável e, não por acaso, são as que apresentam os maiores problemas de degradação ambiental do estado.

---

(8) Os principais aspectos geradores de problemas de erosão, nesse tipo de divisão fundiária, são: propriedades muito estreitas, o que dificulta e até impede a operacionalização eficiente das atividades agrícolas em nível; linhas divisórias, que desconsideram as questões hídricas, o que fatalmente acarreta influência de uma propriedade sobre a outra; estradas internas no sentido do declive. Conforme Paraná (1989a:17).

Na prioridade 2, encontra-se a microrregião do Sudoeste, onde esses processos foram menos intensos, restringidos pelo relevo mais acidentado.

A relação entre as pontuações mais altas na escala de prioridades do Programa, a base técnica intensiva em capital e o dinamismo da agropecuária podem ser demonstrados através de alguns dados. Por exemplo, as regiões com prioridade 1 e 2 foram responsáveis, em 1985 (ano que antecede a implementação do Programa), por aproximadamente 63% do valor bruto da produção comercializada e detinham 65% dos tratores, 59% das lavouras temporárias, 37% das pastagens plantadas, 40% dos bovinos, 60% das aves e apenas 36% da área dos estabelecimentos agrícolas (IPARDES, 1990:55, tabela 2).

Esses dados demonstram que, efetivamente, a expansão produtiva dessas regiões – liderada pelas culturas temporárias e com o uso de tecnologias intensivas – tem provocado impactos ambientais. Tanto assim, que mereceram as mais altas prioridades do Programa.

Tais impactos decorrem, por um lado, das próprias técnicas e, de outro, do uso inadequado de determinadas práticas. Por exemplo, na fase de preparação do solo para o plantio, são utilizados tratores, em geral, de grande potência, e empregadas técnicas nocivas de aração e de gradeação. Na fase de colheita, colheitadeiras de grande porte. Esse quadro se agrava porque, na fase dos tratos culturais, são também utilizadas máquinas para a aplicação de fungicidas, inseticidas e herbicidas.

Assim, o intenso tráfego de máquinas, ao longo do tempo, provoca a compactação e a degradação física dos solos. Estes, assim alterados, ao ficarem expostos às gotas de chuva, nos períodos em que estão sem cobertura vegetal, estão sujeitos à formação de sulcos e voçorocas e, por fim, a erosão ocorre em grandes áreas.

Ademais, conforme se viu, a água da chuva não consegue penetrar em solos compactados e, ao ocorrerem enxurradas, carrega as partículas desagregadas dos solos e provoca o assoreamento dos corpos de água e, conseqüentemente, compromete a água potável, quando os solos carregados estão impregnados com os produtos químicos empregados nos tratos culturais.

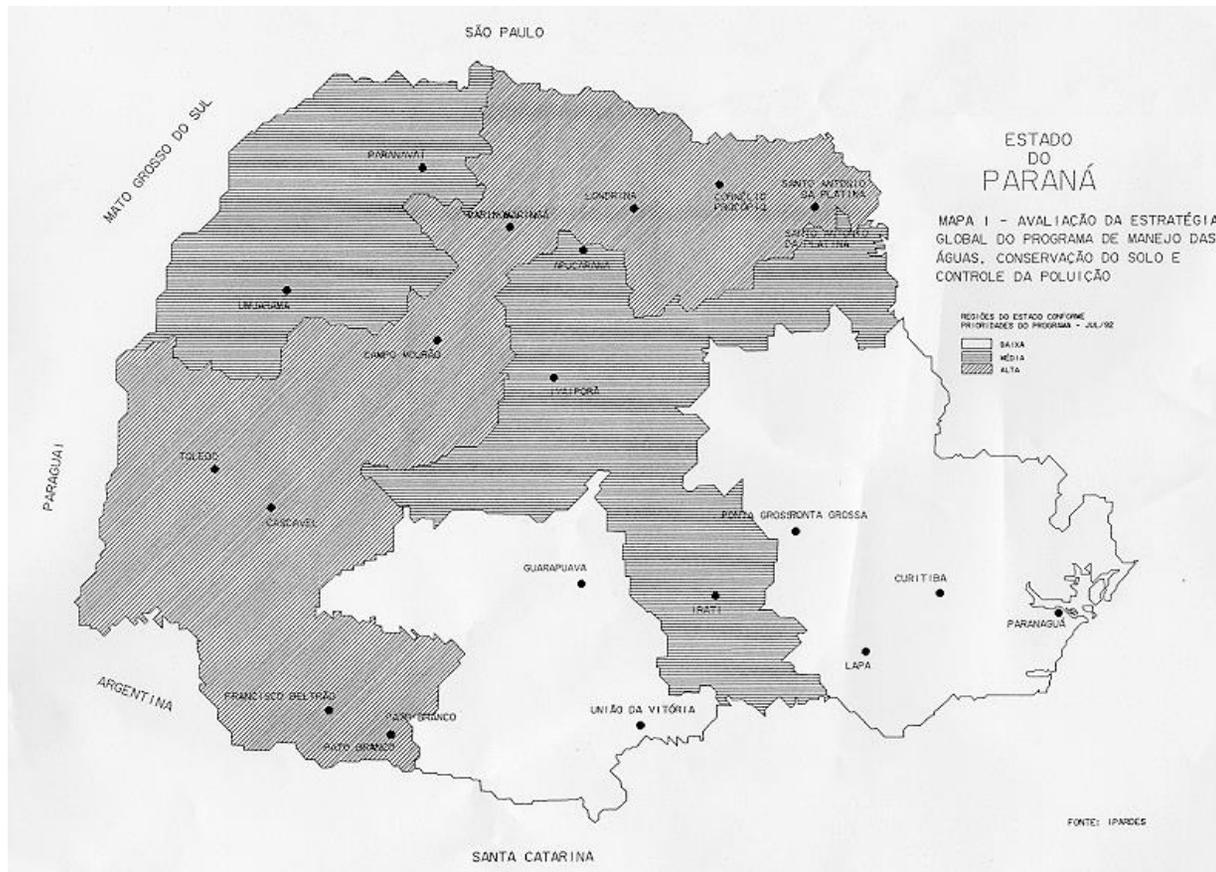
Esse quadro de deterioração dos solos, águas e do meio ambiente, nas regiões mais produtivas e rentáveis do estado, é que o Programa pretende reverter. Nesse sentido, as prioridades são pertinentes, já que decrescem nas regiões menos modernizadas, onde, em grande parte, as características físicas das classes de solo são mais restritivas à mecanização intensiva, bem como são mais resistentes aos processos de erosão hídrica.

Por outro lado, devido a intervenções estatais anteriores e mesmo a atual, é nestas regiões de alta prioridade (1 e 2) que se encontram mais difundidas as práticas de manejo das águas e conservação do solo, conforme se verá na seqüência (Mapa 1).

Nas regiões enquadradas na escala de média prioridade (3 e 4), predominam solos podzólicos e latossolos, verificando-se a ocorrência de solos derivados do Arenito Caiuá em sua parte noroeste. Os solos podzólicos são mais suscetíveis à erosão e apresentam baixa retenção de umidade e baixos teores de matéria orgânica.

Os derivados do Arenito Caiuá, localizados em relevo plano ou suave ondulado, não apresentam grandes riscos de erosão e, com o uso de práticas de correção da fertilidade, seu potencial produtivo pode ser elevado, embora isso encareça o custo da produção nessa região, comparativamente à anterior.

Tais dificuldades, oriundas das características físicas do solo e de seu manejo, refletem-se sobre as atividades agropecuárias, observando-se o predomínio das lavouras permanentes, basicamente a de café. Vale mencionar que tal predomínio tem contribuído para impedir a ocorrência de fenômenos erosivos. Isso, porque tanto as lavouras permanentes como as pastagens mantêm o solo coberto ao longo do ano e não implicam uso de maquinaria. Os municípios incluídos entre essas prioridades contribuíram, em 1985, com cerca de 25% do valor bruto da produção comercializada pelo setor primário do estado; detêm aproximadamente 50% da área das lavouras permanentes; 52% das pastagens plantadas; 47% do número de bovinos; 20% do número de tratores e 33% da área dos estabelecimentos.



As regiões de baixa prioridade (5, 6 e 7) são mais diversificadas em termos de solos, verificando-se a ocorrência de diversas classes, desde latossolos e podzólicos até camisolas e litólicos. Embora apresentem diferentes classes de solos, essas apresentam menor aptidão natural para a produção de lavouras, com exceção de algumas manchas. Ademais, o relevo, geralmente, é mais acidentado e o desmatamento não foi tão acentuado, bem como a modernização da base técnica de produção ocorreu após os anos 70 e de forma mais lenta. Entre os municípios incluídos nessa prioridade, encontram-se os da Ribeira, do Litoral e da Região Metropolitana de Curitiba.

Essas características refletem-se sobre as atividades do setor primário, pois a região como um todo, em 1985, contribuiu com apenas 11% do valor bruto da produção primária comercializada no estado, detendo cerca de 32% da área dos estabelecimentos e 77% das florestas plantadas.

Por último, mas não menos importante, merece ser destacado que a modernização tecnológica das regiões mais dinâmicas, enquadradas na prioridade 1, não provocou apenas problemas ambientais. Ela igualmente foi acompanhada de graves problemas sociais, os quais se manifestaram através do grande êxodo rural verificado na Paraná na década de 70.

Atribui-se à modernização tecnológica a causa maior do êxodo do estado, porque se percebe, entre o comportamento das diversas microrregiões, uma relação inequívoca entre o ritmo das transformações tecnológicas na base técnica de produção agropecuária, da concentração fundiária e da redução da população rural. A conjugação desses fenômenos, no Paraná da década de 70, concentrou-se na grande região Norte e no Extremo-Oeste, acirrando o processo de diferenciação social entre os produtores nelas localizados e, conseqüentemente, provocando intenso êxodo da população rural. É importante ressaltar que tais regiões, nesta década, concentravam o maior estoque de população rural do estado.

Tanto assim, que essas duas regiões, em conjunto, foram responsáveis pela redução de aproximadamente 1.300 mil pessoas residentes no meio rural do estado, entre 1970 e 1980, segundo dados dos

Censos Demográficos (Fleischfresser, 1988:68-9). Para se ter uma idéia do que esse montante de pessoas representa, basta ressaltar que, nesse mesmo período, a redução da população rural total no estado foi de cerca de 1.200 mil pessoas (p.40, tab.18).

Confirma-se com esses dados que efetivamente a incorporação acelerada e discriminada ou seletiva de inovações técnicas provocou tanto problemas ambientais quanto sociais no estado do Paraná.

## **2 Avaliação da estratégia técnica e operacional do Programa**

Todas as informações constantes deste item fazem parte de uma pesquisa realizada pelo IPARDES (1993),<sup>9</sup> cujo principal objetivo foi avaliar a necessidade de redirecionar a estratégia global do Programa. Essa pesquisa foi realizada em outubro de 1992; portanto, 3 anos e 8 meses após o início do Programa, tempo que permite verificar o andamento do mesmo, bem como alguns de seus reflexos de curto prazo.

A utilização de informações dessa pesquisa, tem por objetivo verificar determinados aspectos ligados ao andamento do Programa e às reações dos produtores frente ao receituário de ações e práticas, mais ou menos conservacionistas, recomendadas pelo mesmo. As informações permitem igualmente observar a percepção que os técnicos envolvidos com a assistência técnica e extensão rural oficial têm sobre esses aspectos.

Para o embasamento dos procedimentos metodológicos dessa pesquisa, foi utilizado um quadro de referência que definiu a estratégia global do Programa como uma intervenção governamental que consiste na aplicação dos meios operacionais e técnicos disponíveis, visando a concretização das condições que concorrem para o manejo das águas e solos em microbacias hidrográficas (MH).

Por meios técnicos foram entendidos os trabalhos de execução de obras e práticas agronômicas que concorrem para o manejo das águas

---

(9) Esse estudo foi coordenado pela autora.

pluviais e dos solos, quando da realização das atividades agropecuárias. Os meios operacionais agregam as condições concentradas nas instâncias governamentais, tais como as condições de infra-estrutura institucional, consubstanciadas entre os vários componentes do Programa, que contribuem para a execução dos trabalhos nas MH.

Os produtores rurais, para efeito da avaliação, foram considerados por se constituírem no próprio objeto da intervenção estatal, a qual pretende alterar suas formas de produzir, através da incorporação do receituário técnico proposto pelo Programa.

Este receituário, como se viu, parte do pressuposto de que os produtores, ao realizarem suas tarefas de produção, devem adotar determinadas ações e empregar práticas agronômicas que previnem e combatem as principais fases do processo de erosão hídrica, considerada o mais grave problema ambiental do setor agropecuário do Paraná.

Para tanto, o governo planejou o desenho do Programa, resumido no item anterior, de modo a serem realizadas determinadas obras, algumas pelo próprio governo, como a adequação das estradas vicinais e carreadores, e outras pelos produtores rurais, via adoção da proposta técnica.

Foi considerado ainda, no referencial que embasou a pesquisa, que não basta os produtores adotarem as práticas recomendadas individualmente em suas unidades produtivas, pois, como indicam as próprias linhas tecnológicas propostas pelo Programa, algumas práticas controlam o escoamento superficial das águas da chuva, outras reforçam a cobertura vegetal e outras controlam a poluição dos rios e mananciais. Ou seja, cada uma tem um objetivo específico e, portanto, devem ser adotadas integradas em uma mesma unidade produtiva e entre as unidades localizadas em uma mesma MH.

Assim, ficou definido como objetivo da avaliação verificar as condições institucionais vigentes para a viabilização da estratégia técnica e operacional do Programa, procurando captar a origem das dificuldades em sua implementação, por parte das instituições envolvidas, públicas e privadas. Da parte dos produtores, foi definido que a pesquisa deveria

captar suas dificuldades em adotar o receituário técnico proposto pelo Programa.

As informações para essa avaliação foram coletadas, através de questionários respondidos pelos Secretários Executivos das Comissões Municipais de Solos (em número de 101) e pelos técnicos responsáveis pelas MH selecionadas (107) e de formulários aplicados entre os produtores (645).

Os procedimentos para seleção das MH a serem pesquisadas foram orientados de modo a dirigi-la para os casos representativos dos diversos estágios de evolução dos trabalhos de manejo das águas e solos. Segundo esse critério, foi considerado que a alocação de recursos – financeiros e humanos – se reflete diretamente sobre o andamento desses trabalhos; portanto, ficou estabelecido tomar como parâmetro de seleção a escala de prioridades do próprio Programa, que subdividiu inicialmente as 24 microrregiões homogêneas do estado em sete mesorregiões (segundo critérios mencionados no item anterior).

Sendo assim, essa escala de prioridade forneceu o primeiro elemento para a montagem do universo amostral de seleção das MH. Em seguida, foram redefinidos três níveis de prioridades – alta, média e baixa – através do reagrupamento do universo amostral (ver Mapa 1):

- Alta Prioridade, englobando as regiões com escala de prioridade 1 e 2;
- Média Prioridade, as regiões com escala 3 e 4;
- Baixa Prioridade, as regiões com escala 5, 6 e 7.

Na seqüência, com o objetivo de destacar as MH onde efetivamente se concentram os investimentos e as ações do Programa, foi convenionado que representariam 50% do total da amostra as MH enquadradas como de Alta Prioridade, 35% as de Média e 15% as de Baixa Prioridade. Além desses critérios, foi considerado que deveriam ser selecionadas MH trabalhadas há mais de 24 meses, período mínimo para que a evolução dos trabalhos pudesse ser avaliada.

Quanto ao número de MH a ser pesquisado, foi decidido garantir que a Baixa Prioridade, por ser a região com menor participação na amostra (15%), deveria ter um mínimo de 6 casos por estágio de desenvolvimento dos trabalhos. Assim, foi ajustado o número das demais prioridades, conforme convencionado: na Alta Prioridade foram pesquisadas 54 MH, na Média 36 MH e na Baixa 18 MH, o que totalizou 108 MH pesquisadas.

Para a seleção do número de produtores pesquisados, foi definido que seriam seguidos os mesmos critérios de proporcionalidade adotados para a seleção das MH. Assim, foram pesquisados 645 produtores, o que representa uma média de 6 produtores por MH pesquisada. Considerando que a média de produtores é de 93 por MH, tem-se que, em média, foram pesquisados 6% dos produtores por MH pesquisada.

A seguir, serão analisadas as informações coletadas, segundo cada grupo de informantes, privilegiando-se aqui aquelas relacionadas com os elementos que favorecem ou dificultam a incorporação do receituário técnico.<sup>10</sup>

## **2.1 Secretários executivos das Comissões Municipais de Solos**

Os Secretários Executivos das Comissões Municipais de Solos, pela posição que ocupam na implementação do Programa – de intermediação entre as instâncias de decisão/planejamento e de execução efetiva no campo –, conhecem as dificuldades operacionais e técnicas de desenvolvimento dos trabalhos e ações em manejo das águas e solos.

---

(10) Alerta-se que, no trabalho do IPARDES, as informações, por categoria de informantes, foram apresentadas na forma de tabelas, quadros e gráficos. Contudo, neste trabalho optou-se, com algumas exceções, por apresentá-las no texto. Esta opção levou em consideração a forma mais ágil para um estudo como o que ora se apresenta. No caso de os leitores desejarem uma cópia completa do trabalho do IPARDES, devem solicitá-lo ao: Setor de Documentação do IPARDES (sedoc@ipardes.gov.br. ou Fax (041) 254-4240).

A evolução de algumas práticas foi analisada, tendo como referência o planejamento das MH. Segundo esta referência, em nível do estado como um todo, os casos de práticas cuja evolução mais se distancia do planejado foram: reflorestamento, em que 84% dos Secretários indicaram que sua evolução não está caminhando de acordo com o planejado; adubação verde, 77%; adequação das estradas rurais, 74%. Os casos com melhor evolução foram o terraceamento mecânico, em que apenas 48% dos Secretários indicaram evolução aquém do planejado, e calagem, 55%.

A maior evolução das práticas de terraceamento mecânico e calagem deve-se ao fato de sua difusão datar dos anos 70 e estar acoplada à produção de soja nas regiões mais dinâmicas, enquadradas nas Alta Prioridade. Além disso, o terraceamento mecânico vem sendo estimulado no estado também desde os anos 70, através da intervenção do estado efetivada pelo Programa Integrado de Conservação do Solo – PROICS, Projeto Noroeste e Programa de Manejo Integrado de Solos e Águas – PMISA.

A despeito disso, as dificuldades para a maior difusão do terraceamento, segundo os Secretários, deve-se à inadequação do apoio financeiro do Fundo, no caso dos produtores sem recursos próprios e sem máquinas, e ao fato de alguns produtores justificarem a não-realização de terraceamento mecânico por dificultar as tarefas de produção e ocasionar perda no terreno utilizado para plantio. No caso da calagem, sua baixa adoção deve-se à falta de recursos devido, em grande parte, ao custo do frete ou à insuficiência na oferta de calcário na época correta.

Quanto às dificuldades de incorporação da prática de adubação verde, segundo os Secretários pesquisados, decorrem principalmente da falta de agilidade das instituições para entregar as sementes na quantidade e no tempo adequado; da parte dos produtores, as dificuldades estão associadas as restrições de custo e retorno econômico (Quadro 1).

Quadro 1  
 Demonstrativo das principais dificuldades para a maior difusão da prática de **adubação verde** nas microbacias, por origem das dificuldades, segundo frequência indicada pelos secretários executivos pesquisados, no Paraná - 1992

Frequência Nº	Origem das dificuldades
	Meios Operacionais e Técnicos
47	Atraso na entrega das sementes
39	Insuficiência na quantidade de sementes
22	Desconhecimento dos benefícios da prática por parte dos produtores
9	Inadequação das espécies à realidade local
Subtotal 117	
	Condição dos Produtores
17	A prática de adubação verde não apresenta retorno econômico imediato, além de implicar custos de produção
14	Os produtores são imediatistas/acomodados
13	Os produtores privilegiam o binômio soja/trigo
9	Há dificuldades no manejo para produção de sementes; falta equipamento adequado para manejo
3	Os produtores realizam atividades ou práticas no período que corresponderia à produção de adubo verde
Subtotal 56	

Fonte: IPARDES, EMATER-PR, Pesquisa de Campo, out. 1992 (Questionário do Secretário Executivo da Comissão Municipal de Solos)

No caso do reflorestamento, as informações do Quadro 2 revelam que, da parte dos produtores, foram apontados problemas referentes às precárias condições financeiras dos mesmos para investirem nessa atividade e ao fato de que preferem ocupar suas terras com atividades mais rentáveis no curto prazo. Em particular, foi apontado pelos Secretários que, o reflorestamento restringe a autonomia do produtor tanto em relação à disponibilidade de área física (terra) quanto em relação à sua exploração futura do reflorestamento, dado que para disporem do mesmo, necessitam de autorização do estado.

Quadro 2  
 Demonstrativo das principais dificuldades ao pleno desenvolvimento das atividades de reflorestamento nas microbacias, por origem das dificuldades, segundo a frequência indicada pelos secretários executivos pesquisados, no Paraná - 1992

Frequência Nº	Origem das dificuldades
	<b>Meios Operacionais e Técnicos</b>
33	Falta de trabalho de base com o objetivo de motivar e capacitar os produtores
28	Inadequação entre o período de distribuição das mudas e o plantio
18	Problemas no transporte e distribuição das mudas
17	Incompatibilidade do custo das mudas com a realidade dos produtores
15	Insuficiência na qualificação do quadro técnico para atuar em reflorestamento
9	Burocracia para aquisição das mudas
7	Inadequação da época de distribuição das mudas devido à indisponibilidade de mão-de-obra.
7	Não aplicação da legislação florestal e de fiscalização dessa legislação
Subtotal 134	
	<b>Condição dos Produtores</b>
33	Terras ribeirinhas férteis e mecanizáveis, ocupadas com atividades mais rentáveis; não há retorno econômico com o reflorestamento; reflorestar torna a terra indisponível para futura exploração agrícola devido à legislação florestal
31	Não há tradição em reflorestamento; o produtor não possui consciência ambiental e/ou é mediatista
Subtotal 64	
	<b>Outras</b>
7	Prefeituras e particulares ofertam mudas com menor (ou sem) custo
5	Existência de reservas florestais nativas

Fonte: IPARDES, EMATER-PR, Pesquisa de Campo, out. 1992 (Questionário do Secretário Executivo da Comissão Municipal de Solos)

Os Secretários apontam, também, a falta de consciência ambiental e o imediatismo dos produtores, como elementos que dificultam as práticas de adubação verde e de reflorestamento. Esses fenômenos são conhecidos. Contudo, entre os produtores menores, a mencionada falta de consciência ambiental e o imediatismo podem estar relacionados com suas precárias condições materiais e, conseqüentemente, com a necessidade de explorar toda a terra de que dispõem, premidos pela necessidade de manter suas famílias e reproduzir seus processos produtivos.

A menção às dificuldades financeiras dos produtores em adotar práticas conservacionista e/ou produtivas remete à avaliação dos Secretários em relação ao Fundo de Manejo, Conservação do Solo e Controle da Poluição. Esse Fundo, como se apresentou no desenho do

Programa, deve auxiliar financeiramente os produtores na adoção das práticas recomendadas para as suas unidades produtivas e necessárias à viabilização dos trabalhos nas MH.

Inicialmente, é preciso lembrar que, para fins de acesso ao Fundo, o produtor deve ser classificado, segundo critérios previamente estabelecidos (citados no item 1) em pequeno, médio e grande, os quais definem a participação do Fundo no custo total da prática ou obra; os limites variam também em função do componente.

Os Secretários, quando perguntados sobre a adequação desses critérios do Fundo em relação ao enquadramento dos produtores, deram respostas diferenciadas em relação às três escalas de Prioridades regionais do Programa. Na Alta Prioridade, região onde predomina uma agricultura mercantil e mais capitalizada do que nas demais, apenas 18% consideraram os critérios inadequados.

Na Média Prioridade, região com menor aptidão agrícola, comparativamente à de Alta Prioridade – onde não se verificou a entrada generalizada da soja como é o caso da anterior, predominando as lavouras permanentes e a pecuária extensiva – , 42% dos Secretários consideraram os critérios do Fundo inadequados. Situação mais acentuada na Baixa Prioridade, onde a aptidão agrícola é mais reduzida, pois 76% consideraram inadequados os critérios do Fundo.

As avaliações diferenciadas dos Secretários são pertinentes, já que refletem a diversidade de condições edafo-climáticas bem como as socioeconômicas existentes no estado do Paraná. Isso porque as unidades agrícolas da Média e, particularmente, da Baixa Prioridade apresentam menor área aproveitável dentro das unidades produtivas; portanto, os produtores nelas localizados necessitam de uma área média proporcionalmente maior do que na Alta, para desenvolverem suas atividades produtivas. Essas circunstâncias foram desconsideradas no planejamento do Programa e, desse modo, foram estabelecidos critérios similares para regiões e produtores diferenciados.

Sobre isso, são representativas da realidade as observações, de grande parte dos Secretários da Baixa Prioridade, de que: encontram-se com bastante frequência na região produtores com área superior a 50

hectares, mas com renda bruta e condições de vida que deveriam enquadrá-lo como pequeno, devido principalmente às características naturais da região. Esse fato limita-os de receber benefícios como pequeno e impossibilita-os de se enquadrar como médios; ou seja, esses produtores não têm acesso aos benefícios do Fundo.

Da ótica da infra-estrutura operacional, as respostas dos Secretários revelam que as prioridades regionais, estabelecidas pelo desenho do Programa, repercutem sobre a alocação dos recursos humanos relacionados com a assistência técnica oficial. Entre as regiões de Alta Prioridade há uma concentração de técnicos mais qualificados. Nessa, 54% do quadro profissional da EMATER-PR que atua nos trabalhos das MH é de engenheiros agrônomos. Esse percentual cai para 40% na Média e 31% na Baixa Prioridade, enquanto, proporcionalmente, cresce a participação dos técnicos agropecuários (sem curso superior).

Em relação à participação prevista das demais entidades, como prefeituras, cooperativas e empresas de planejamento, ela é mais significativa na Alta Prioridade, em que os profissionais da EMATER-PR representam menos da metade (45%) do total de profissionais que participam dos trabalhos conservacionistas nas MH, as empresas de planejamento representam 24%, as prefeituras 14% e as cooperativas 11%. Na Média Prioridade a participação dessas entidades cai e a da assistência técnica oficial sobe para 74%, atingindo 81% na Baixa.

## **2.2 Técnicos responsáveis pelos trabalhos nas microbacias hidrográficas**

As informações fornecidas pelos técnicos da EMATER/PR, responsáveis pelos trabalhos nas MH, confirmam a opinião dos Secretários de que esperavam maior participação das demais entidades ligadas à assistência técnica não-oficial nos trabalhos. Aqui é preciso sublinhar que não se trata do fato de não atuarem em assistência técnica, mas sim de não atuarem de forma integrada com a assistência técnica oficial e, portanto, com o que os técnicos designam de “filosofia do Programa”.

Segundo esses técnicos, não ocorre maior integração entre a assistência técnica oficial e as demais entidades previstas para atuarem no Programa, dado que estas entidades – cooperativas e empresas privadas de planejamento e assistência técnica – direcionam seu atendimento para a produção de culturas comerciais, preocupadas com o retorno econômico imediato dos investimentos. Sendo assim, ficam em segundo plano as preocupações conservacionistas, em particular aquelas que trazem retorno econômico apenas no médio e longo prazos.

Ainda no tocante aos aspectos relacionados com o planejamento do Programa, os técnicos responsáveis pelo andamento dos trabalhos revelaram que, em alguns municípios, a Comissão Municipal de Solos não atua como o esperado. Quando esse fato ocorre, prejudica o andamento dos trabalhos, contribui para a menor integração das entidades e, ao mesmo tempo, fragiliza as Comissões frente às diversas pressões políticas que podem interferir no planejamento e definição das ações previstas no planejamento das MH e das unidades produtivas.

A alta rotatividade entre os técnicos da EMATER-PR, devido aos baixos salários, tem contribuído para reduzir a eficiência e a atuação da assistência técnica oficial, no tocante ao atendimento dos produtores rurais e à integração com os demais agentes sociais da comunidade, o que compromete o conjunto dos trabalhos nas MH.

Deve-se destacar que esse conjunto de fatores ocorre de forma mais acentuada na Baixa Prioridade e, de forma menos acentuada, na Média; já na Alta Prioridade eles se apresentam mais tênues. Isso se confirma pelo grau de andamento na adoção das práticas propostas pelo Programa, as quais estão bastante avançadas e tendem a se consolidar na Alta Prioridade. Dentre essas práticas, encontram-se, em particular, aquelas voltadas para a conservação dos solos, tais como a construção de estruturas que objetivam quebrar a velocidade do escoamento das águas – terraceamento e adequação das estradas rurais –, facilitando, ao mesmo tempo, sua infiltração. Por outro lado, as práticas de cobertura do solo ainda estão pouco difundidas mesmo na Alta Prioridade.

De maneira geral, pode-se considerar que a incorporação das práticas pelos produtores rurais no Paraná, está bastante avançada, pois

em 58% das microbacias trabalhadas cerca de 59% de produtores estão “efetivamente realizando trabalhos adequados de manejo integrado de águas e solos”, segundo informações dos técnicos pesquisados.

### **2.3 Produtores rurais**

Antes de analisar as informações coletadas junto aos produtores rurais, deve-se alertar para as possibilidades e os limites de suas extrapolações, uma vez que os procedimentos para seleção dos produtores foi orientado pelos objetivos da pesquisa: avaliar o andamento do Programa e as dificuldades enfrentadas pelos produtores para incorporar as técnicas recomendadas. Portanto, as informações coletadas junto aos produtores rurais podem ser consideradas representativas apenas das condições – favoráveis ou desfavoráveis – de adoção das práticas conservacionistas dentre as várias regiões do estado.

Do total de produtores pesquisados (645), 71% são pequenos (estratos de 0 a 50 ha), 15% são médios (50 a 100 ha) e 14% são grandes (100 ha e mais) – essa tipificação segue os critérios de enquadramento do Programa. A distribuição por estratos de área entre as Prioridades é diferenciada, com uma presença mais acentuada de grandes produtores na Média (19%) e Alta (13%) Prioridades.

Considerando a área média total de cada Prioridade, tem-se que esta, nas Prioridades Alta, Média e Baixa é de, respectivamente, 118 ha, 318 ha e 47 ha.

Nas três Prioridades, a maioria dos produtores combina o uso de tração animal com mecânica. Entretanto, enquanto na Alta Prioridade essa combinação é mais acentuada nos menores estratos, na Média e Baixa ela adquire maior importância nos estratos médios e grandes. Já na Alta Prioridade, é bem mais acentuada a proporção de produtores que recorrem, exclusivamente, à mecanização, principalmente nos maiores estratos de área. Por outro lado, na Baixa Prioridade, mais da metade dos produtores pesquisados dispõe somente da tração animal e manual.

Essas informações confirmam as diversidades regionais e as socioeconômicas entre as categorias de produtores do estado. Todavia, no caso dos produtores pesquisados, há que se alertar que a amostra foi, em certa medida, influenciada pelo tipo de produtores atendidos pela assistência técnica oficial, que não está voltada para pequenos produtores de subsistência nem para empresários; seu público preferencial é composto por produtores que podem ser considerados médios, mercantis e razoavelmente tecnificados. Dito de outro modo, são aqueles que dispõem em seus estabelecimentos de áreas aproveitáveis de tamanho pequeno ou médio e com elevada aptidão natural para a produção de lavouras, além de disporem de condições materiais para arcar com os custos de produção; porém, muitas vezes não dispõem de condições monetárias para arcar com o custo da assistência técnica particular (deve-se lembrar que a assistência técnica é particularmente importante durante as fases de plantio e tratos culturais, as quais concentram os custos maiores de produção).

Esse tipo de produtor predomina em número na Alta Prioridade – região que concentra grande parte da amostra –, onde as características de solo permitem a utilização de toda a área do imóvel com lavouras, bem como porque foi ocupada, em grande parte na época da colonização dirigida – pequenos lotes –, mas tem seu peso proporcionalmente reduzido na Média e Baixa. Nessas últimas, que têm peso menor no total da amostra de produtores, predominam as propriedades com áreas médias maiores, tanto pela época e tipo de ocupação fundiária – sesmarias – como porque as áreas aproveitáveis para lavouras dentro dos imóveis são menores devido às características de seus solos.

Nas áreas de agricultura mais dinâmica, localizadas na Alta Prioridade, é bastante elevada a proporção dos produtores pesquisados associados a cooperativas e a sindicatos, patronais e de trabalhadores. Observam-se níveis menores de produtores associados a essas entidades na Média Prioridade, porém, também nessa são as formas de associação mais comuns. Já na Baixa Prioridade, a principal forma de associativismo é com sindicatos, 21% no de trabalhadores e 31% no patronal.

Entre as três Prioridades, a quase totalidade dos produtores pesquisados indicou ocupar suas terras com lavouras. Todavia, quanto à participação da área com lavouras na área total da unidade produtiva, esta é bem mais significativa na Alta Propriedade, onde 70% das terras é ocupada com essa modalidade de atividade, confirmando que nessa região os solos apresentam maior aptidão natural para essa modalidade de atividade agrícola. Na Média e Baixa Prioridades, esse percentual cai para, respectivamente, 34% e 38%.

Proporcionalmente a cada estrato, a área ocupada com lavoura é maior quanto menor o estrato, entre as três Prioridades, demonstrando a importância dessa atividade para os produtores menores. Apesar dessa similaridade, mantêm-se as diferenças acima mencionadas entre as três Prioridades.

As atividades pecuárias também confirmam as particularidades regionais, pois a importância das áreas com pastagens é maior na Média Prioridade, ocupando 56% da área total das unidades pesquisadas. Do mesmo modo, as áreas ocupadas com reflorestamento e com matas são mais importantes na Baixa Prioridade.

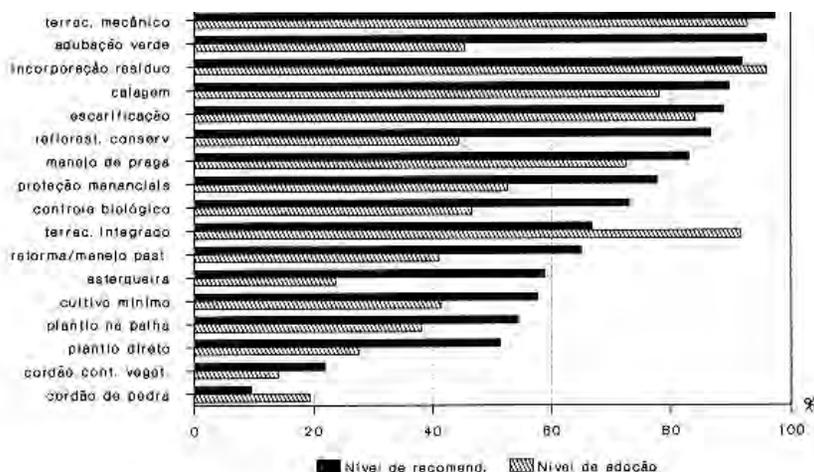
As informações sobre a adoção das práticas recomendadas pelo receituário técnico do Programa, entre os produtores pesquisados, são analisadas em relação ao nível com que foram recomendadas pelos técnicos da assistência técnica oficial. Para efeito da Avaliação, foram consideradas as 18 principais práticas recomendadas que contribuem para o manejo das águas e conservação do solo, práticas complementares de melhoramento e cobertura do solo, e também as de controle da poluição das águas (listadas no item anterior).

Com base nas informações dos formulários aplicados entre os produtores, foi possível elaborar dois índices: nível de recomendação (pergunta respondida pelo técnico da EMATER-PR que entrevistou o produtor) e nível de adoção das práticas (informação prestada pelo produtor). Os percentuais obtidos são apresentados nos Gráficos 1, 2 e 3. Sobre estes, cabe esclarecer que a leitura dos dois níveis deve ser independente: a linha negritada indica a percentagem de produtores para os quais a prática foi recomendada pelos técnicos e a linha hachurada indica a percentagem de produtores que adotaram a prática, por Prioridade e total pesquisado.

Nos Gráficos, a ordenação das práticas foi feita no sentido decrescente, a partir do maior nível de recomendação para o menor. Essas informações, no relatório de Avaliação do Programa, foram relacionadas ainda com a data em que os produtores informaram ter iniciado cada prática, com o objetivo de dividir tais datas em três períodos de adoção: antes de 1982; de 1983 a 1988, período em que foram implementados o PROICS, o PRONOROESTE e o PMISA; e de 1989 até a data da pesquisa, 1992, período de implementação do Programa de Manejo das Águas e Conservação dos Solos e Controle da Poluição, ora avaliado.

Esses procedimentos permitiram verificar que, em geral, as práticas que apresentam elevado nível de adoção, entre os produtores pesquisados, tiveram seu período de adoção anterior ao Programa, são elas: plantio em nível, terraceamento mecânico e incorporação de resíduos. Essas informações demonstram a influência dos programas anteriores, bem como revelam que é necessário um período de tempo longo para que a incorporação das práticas se consolide.

Gráfico 1  
Nível de recomendação e de adoção das práticas de manejo, conservação do solo e controle da poluição – Alta prioridade, no Paraná, 1992

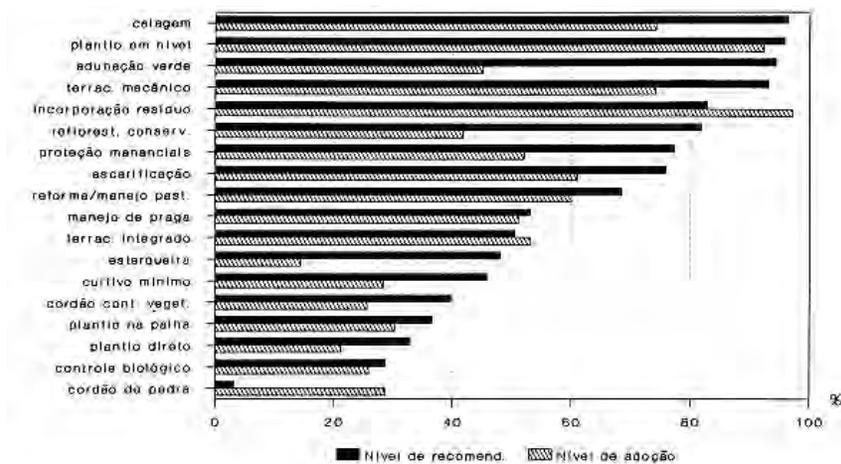


Fonte: IPARDES, EMATER-PR. Pesquisa de Campo, out. 1992. (Formulário do produtor).

Em relação às diferenças regionais, percebe-se que na Alta Prioridade as práticas mais recomendadas, para cerca de 80% dos produtores pesquisados, são: plantio em nível, terraceamento mecânico, adubação verde, incorporação de resíduos, escarificação, reflorestamento conservacionista e manejo de pragas. Deste conjunto de práticas, apenas a adubação verde e o reflorestamento são adotados em menos de 50% do recomendado, as demais são adotadas em mais de 50% dos casos em que são recomendadas. Cabe destacar, ainda, que a adubação verde é a prática com mais elevado percentual de adoção no período de vigência do Programa. Contudo, o nível de sua adoção está significativamente abaixo do recomendado.

Na Média Prioridade, destacam-se como práticas mais recomendadas a calagem, plantio em nível, adubação verde, incorporação de resíduos e reflorestamento conservacionista. Nessa, verifica-se o já constatado na Alta Prioridade: as práticas de adubação verde e reflorestamento conservacionista apresentam nível de adoção significativamente abaixo do recomendado.

Gráfico 2  
Nível de recomendação e de adoção das práticas de manejo, conservação do solo e controle da poluição – Média prioridade, no Paraná, 1992

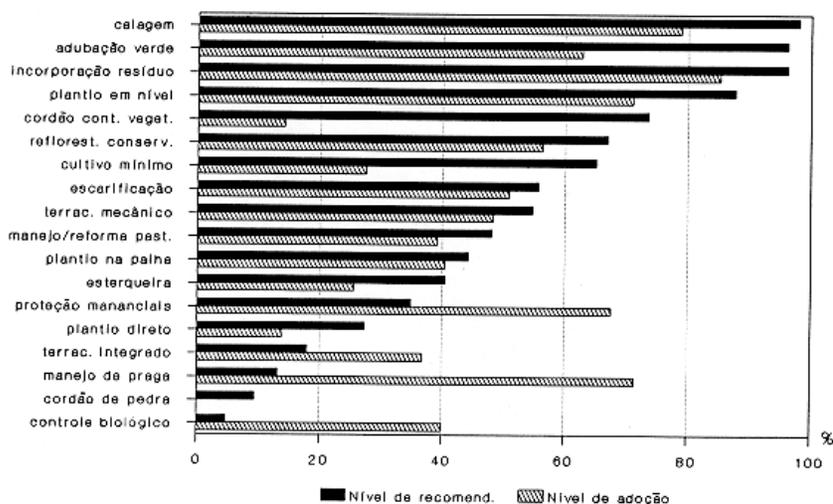


Fonte: IPARDES, EMATER-PR. Pesquisa de Campo, out. 1992. (Formulário do produtor).

Em virtude das características das classes de solo da região de Média Prioridade, em sua parte noroeste – derivados do Arenito Caiuá – os problemas de erosão são mais evidentes e mais antigos no estado; nessas o nível de adoção das práticas de controle da erosão é razoável, a medida que são adotadas em mais de 50% dos casos em que são recomendadas.

Na Baixa Prioridade, as práticas que visam ao melhoramento do solo e ao aumento da produtividade física das lavouras são as mais recomendadas e as mais adotadas. A adoção dessas práticas, nas áreas abrangidas por essa Prioridade, justificam-se na medida que seus solos são, em geral, naturalmente menos férteis e seu relevo mais acidentado.

Gráfico 3  
Nível de recomendação e de adoção das práticas de manejo, conservação do solo e controle da poluição – Baixa prioridade, no Paraná, 1992



Fonte: IPARDES, EMATER-PR. Pesquisa de Campo, out. 1992. (Formulário do produtor).

Considerando-se o total de produtores pesquisados (645), as práticas com maior incidência de recomendação foram: plantio em nível, adubação verde, calagem, incorporação de resíduos, terraceamento mecânico, reflorestamento conservacionista e escarificação. Deste

conjunto de práticas, nos casos em que houve recomendação, a maioria das adoções ultrapassa os 50%.

Já o reflorestamento conservacionista, recomendado para 528 produtores, é adotado em apenas 45% dos casos e tem sua data de adoção distribuída eqüitativamente ao longo dos três períodos considerados como cortes temporais. Sendo assim, pode-se considerar que é uma técnica conservacionista recomendada há mais tempo, porém, os produtores têm sido pouco receptivos a ela.

De outro lado, práticas recomendadas há menos tempo, durante a vigência do Programa – 1989 a 1992 –, tais como a adubação verde e o controle biológico de pragas, apresentam índices satisfatórios de adoção, cerca de 60%, entre os produtores pesquisados.

Considerado de maneira geral, o rol de práticas recomendadas pelo Programa tem índices satisfatórios de adoção, uma vez que em sua maioria ultrapassam 50%, mas deve-se sublinhar também que essa adoção data do período de 1983 a 1988, o que evidencia a viabilidade das mesmas através de intervenções governamentais de médio e longo prazos.

Quanto à adoção das práticas e de tecnologias entre produtores pequenos, médios e grandes, segundo a classificação dos mesmos, para efeito de acesso ao Fundo, foi usada a análise fatorial para verificar em que estratos de área e em que Prioridade se encontram os produtores mais tecnificados e com o mais relevante índice de adoção das práticas recomendadas pelo Programa.

Conforme esperado, é na Alta Prioridade e entre os estratos de produtores 10 a 50 hectares que se registra a carga fatorial mais elevada, indicando os maiores índices de tecnificação e de adoção do conjunto de práticas mais ou menos conservacionistas; seguidos pelos produtores com unidades de 50 a 100 e 100 a 200 ha; abaixo, mas próximos desses, situam-se os de 0 a 10 e os de 200 a 500 ha; os que mais se afastam da carga fatorial mais elevada dessa Prioridade são os produtores maiores, com unidades acima de 500 hectares.

Esses dados demonstram também a forte presença da pequena e média produção tecnificada nas regiões mais dinâmicas e aptas à

produção agrícola do estado. Ao mesmo tempo, revela que nestas as práticas conservacionistas estão sendo incorporadas pelos produtores rurais de forma proporcionalmente mais acentuada do que nas demais regiões do estado.

Isso porque a carga fatorial apresenta-se mais baixa na região de Média Prioridade, no total e em todos os estratos, indicando menores índices de tecnificação e de adoção das práticas conservacionistas. Essa carga se reduz mais ainda na Baixa Prioridade, atingindo sinal negativo entre os produtores com unidades produtivas situadas no estrato de 0 a 10 hectares, confirmando suas precárias condições de produção e de adoção das práticas recomendadas. Além disso, pode-se deduzir que esses produtores não são beneficiados pelo Fundo, já que, além de se localizarem na última prioridade, não se enquadram nos critérios previamente estabelecidos para fins de acesso ao Fundo, conforme as observações dos técnicos pesquisados.

Quanto ao papel desses técnicos, encarregados da assistência técnica oficial, eles são os maiores responsáveis pela difusão das inovações técnicas entre os produtores rurais, em todas as regiões do estado e entre os vários segmentos de produtores, segundo a resposta dos próprios produtores. As demais entidades, apesar da previsão do Programa, têm participação pouco expressiva, mais localizada e entre segmentos específicos de produtores, conforme se revela a seguir.

A atuação das cooperativas é mais destacada nas Prioridades Alta e Média, em práticas como a calagem, controle biológico, plantio direto, plantio na palha e cultivo mínimo. Essa atuação é esperada nessas regiões, tendo em vista que nelas estão localizadas as maiores e principais cooperativas de produção do estado. Igualmente, não surpreende que as mesmas recomendem práticas que reduzem os custos e elevam a produtividade, dado que desempenham o papel de orientadoras empresariais do conjunto de seus associados.

Na Baixa Prioridade destaca-se, após a assistência técnica oficial, a participação das agroindústrias integradas na orientação técnica dos produtores em práticas como uso de calagem, adubação verde, reflorestamento, cordão de contorno vegetado e uso de esterqueira. A

adoção dessas práticas, entre os produtores aí localizados, é pertinente devido às características da região e ao interesse das empresas integradoras, pois essas práticas elevam a produtividade e reduzem os custos de produção, se não imediatos pelo menos no curto prazo.

Por último, em relação às informações coletadas junto aos produtores pesquisados, resta considerar os motivos alegados para a não adoção das práticas recomendadas. Em primeiro lugar, é importante considerar que, apesar das diversidades regionais, os motivos alegados com mais frequência para a não-adoção das práticas são similares entre as três Prioridades. Dentre o elenco de motivos apresentados, verifica-se maior frequência naqueles relacionados com as dificuldades financeiras para realizar as práticas, uma vez que implicam custo: para a aquisição dos insumos, sejam sementes, mudas ou outros; para a construção das obras requeridas, como a esterqueira e o terraceamento. Constata-se, ainda, o caso de indisponibilidade de máquinas e equipamentos para adotar as práticas, tanto nas atividades de plantio quanto nos tratamentos culturais das lavouras, dentre esses o cultivo mínimo, na palha, a distribuição do adubo orgânico, no terraceamento e outras.

Essas dificuldades mostram-se mais relevantes do que aquelas relacionadas com o desconhecimento do benefício das práticas pelos produtores rurais, conforme os dados permitem considerar.

Nesse sentido, destaca-se apenas o reflorestamento conservacionista que, em razão das suas características, os produtores pesquisados declararam não ser de seu interesse (36%), ou porque possuem mata nativa em local e quantidade adequados (33%). Além disso, os produtores consideram que no caso de reflorestarem, conforme já foi observado, perdem a autonomia sobre seu uso posterior, visto que necessitam de autorização para dispor do mesmo.

Encerram-se aqui as informações retiradas do relatório do IPARDES, realizado com o objetivo de avaliar a estratégia global do Programa. Inferências sobre as mesmas serão apresentadas no item seguinte. Contudo, aproveita-se a oportunidade para apresentar outras informações sobre os impactos do Programa, retiradas de um documento elaborado pelo governo do estado do Paraná com o objetivo de negociar,

com o BIRD, novo acordo de empréstimo para o meio rural (Paraná, 1995).

Conforme já se observou, o manejo adequado das águas pluviais e dos solos traz conseqüências benéficas, para evitar tanto os processos erosivos, transporte e deposição dos solos, como a poluição das águas. Uma forma de medir os efeitos desse manejo é através dos indicadores de sedimentação e turbidez dos rios, já que a maior parte dos solos erodidos é carregada para os corpos de água.

Quando as águas estão poluídas, são necessários tratamentos químicos para torná-las adequadas ao consumo doméstico. Todavia, o custo desse tratamento varia muito, mas sempre está intimamente relacionado com o manejo dos solos que é realizado em cada uma das microbacias. Sendo assim, uma forma de verificar os impactos da adoção de práticas conservacionistas é medir os dados de turbidez e os custos de tratamento da água.

Com o objetivo de medir esses impactos indiretos do Programa, foram comparados os índices de turbidez em período anterior e posterior à sua implementação. Os resultados dessa comparação permitiram constatar que “o índice de turbidez médio anual dos 16 mananciais foi reduzido em 98,28%, o que reflete a redução das perdas de solo pela erosão” (Paraná, 1995:60).

A explicação para essa expressiva redução – quase de 100%, no índice de turbidez médio anual –, segundo o documento, está relacionada com a adoção das práticas conservacionistas e, conseqüentemente, com o Programa, segundo o documento consultado, porque:

“O aumento da cobertura do solo leva a uma maior proteção contra a desagregação das partículas, reduzindo o processo erosivo e contribuindo para aumentar a infiltração da água no solo. As práticas de recuperação das qualidades físicas do solo, tais como a descompactação da camada adensada, o preparo correto do solo, a adubação verde e orgânica, associadas às estruturas de infiltração forçada da água no solo, representada pelos terraços e caixas de retenção, levam a uma maior taxa de infiltração da água no solo e menor escoamento superficial, o que também contribui para a regularização das vazões médias dos mananciais. A adequação de estradas e sua integração ao sistema de conservação de solos praticamente elimina o

escoamento da água pelas estradas, o que além de diminuir a contaminação e assoreamento dos mananciais, faz com que se reduza a um mínimo a necessidade de manutenção das estradas, com evidentes benefícios sociais e econômicos. Todas essas ações, associadas aos depósitos de lixo tóxico e ao manejo integrado e biológico de pragas e invasoras, reduzem as formas e possibilidades de contaminação dos mananciais por agroquímicos” (Paraná, 1995:58).

A adoção de determinadas práticas contribui também para alterar as características químicas dos solos, elevando sua fertilidade. Medir o aumento da fertilidade foi o objetivo de um acompanhamento realizado pela EMATER-PR no município de Tupãssi, localizado na região de Alta Prioridade. Para tanto, neste município, que teve os trabalhos de manejo e conservação do solo iniciados em 1988, foi feita uma amostragem (100 unidades) por classes de solos, em 1987 e 1993. Segundo essa pesquisa, os resultados comparativos indicam que houve um acréscimo médio, nesse período, de 0,11ml/100 gr de Potássio, 0,12% de Carbono e 0,62 p.p.m. de Fósforo nos solos do município, o que contribuiu para o aumento da produtividade das culturas do município, por exemplo, a produtividade média/ha de milho aumentou 52%, ou seja, houve um incremento de 1.739 kg/ha em relação ao rendimento inicial (Paraná, 1995:62).

Do documento consta ainda uma avaliação<sup>11</sup> dos “impactos socioambientais e sobre o bem-estar do produtor”, para a qual foi utilizado um estudo de caso na região de Pato Branco, situada no Sudoeste do Paraná, abrangendo os municípios de Mariópolis, Coronel Vivida, São João, Sulina e Itapejara D’Oeste. Para esse estudo, foi utilizada uma amostra de 477 propriedades rurais localizadas nas microbacias cadastradas nos municípios mencionados. O levantamento de dados deu-se no ano agrícola 89/90 “Marco Zero” e 93/94 “Marco Um”.

Os resultados dessa pesquisa, segundo consta do documento (Paraná, 1995:65-6), permitiram constatar:

---

(11) Não foi possível identificar, no documento, quem realizou a pesquisa; acredita-se que tenha sido a EMATER-PR.

- um aumento de 58,2% na área construída no período. A implantação de aviários e pocilgas foram os maiores responsáveis por esse acréscimo;
- 14% dos proprietários pesquisados aumentaram a área média de suas propriedades, passando de 26,84 para 29,32 ha;
- a adoção e implantação do correto sistema de terraceamento passou de 18,3% para 71,4% das propriedades. A área média conservada, de 11,2 ha, passou para 18 ha por propriedade, representando um incremento de 60%;
- um incremento de 18,14% no número de tratores, 10,21% de distribuidores de calcário, 14,29% no número de distribuidores de esterco;
- a quantidade de animais de tração aumentou 3,8%. As matrizes bovinas passaram de 5 cabeças, em média, por propriedade para 7 cabeças. O rebanho de suínos aumentou de 3,6 para 6,3 matrizes por propriedade;
- a renda bruta da mão-de-obra familiar disponível, que era de R\$ 3.440,36 por equivalente-homem/ano, passou a ser de R\$5.475,04, no período. Observaram-se um aumento de renda e uma redução na mão-de-obra disponível que era de 3,26 equivalente-homem para 3,08, por propriedade;
- um aumento no tamanho médio das casas de 92,43 m<sup>2</sup> para 97,11m<sup>2</sup>, no período;
- um aumento de congeladores em 5,5% e fogões a gás em 9,7%.

### **3 Considerações sobre uma experiência de intervenção estatal conservacionista**

A experiência paranaense de planejamento e ação governamental em manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em MH confirma que intervenções estatais, de médio e longo prazos, podem induzir a mudanças na base técnica de produção no setor agropecuário da economia. Não obstante, essa não é uma constatação original; ela apenas confirma o conhecimento teórico e empírico dos estudiosos do tema.

Assim, se é que existe alguma especificidade, ela reside no fato de se tratar de uma experiência brasileira sobre a qual se dispõe de algumas informações avaliativas.<sup>12</sup> Ademais, tais informações podem contribuir para enriquecer o atual debate sobre problemas ambientais, ao possibilitarem algumas reflexões e indicações de estratégias para sua solução.

Parte importante desse debate – hoje legitimado pelo avanço no conhecimento científico das causas e conseqüências da degradação ambiental – diz respeito aos problemas provocados pelo manejo inadequado dos recursos naturais e pelo padrão técnico de produção em vigor.

Em paralelo, e até mesmo relacionado a estes problemas, permanecem outros mais antigos, ligados às questões socioeconômicas decorrentes das desigualdades sociais no meio rural e da necessidade de manter a produção agropecuária economicamente produtiva.

Na tentativa de conciliar esse conjunto de preocupações é que emergem as propostas de alterações no atual padrão técnico de produção agropecuária. Tais propostas, norteadas pela noção de sustentabilidade, pretendem reduzir os conflitos oriundos da necessidade de explorar os recursos naturais sem comprometer a reprodução dos ecossistemas e sem concentrar socialmente os benefícios dessa exploração.

Nesse sentido, o que se pretende aqui é tomar a experiência realizada no Paraná como ponto de partida para refletir sobre quais elementos, dentre os observados no caso paranaense, podem indicar os procedimentos a serem adotados e a serem evitados no caso de uma

---

(12) A título de esclarecimento, vale sublinhar que, metodologicamente, esta não pode ser considerada como uma avaliação do impacto do Programa. Contudo, a mesma foi prevista. Isso porque o BIRD, no contrato de empréstimo realizado com o governo do Estado do Paraná, para a implementação do Programa aqui analisado, colocou como exigência contratual um processo de avaliação que inclui a da estratégia global do Programa, aqui apresentada, e a de Impacto. Essa última deve se realizar em duas fases: a primeira, que consiste no levantamento de uma série de informações sobre as condições materiais e técnicas de produção entre os produtores rurais do Estado, antes da implementação do Programa; e a segunda, que deve ocorrer após o término do Programa, quando as mesmas informações são coletadas. Assim, a avaliação de impacto completa-se através da uma análise comparativa dos dados levantados nos dois momentos. No caso do Paraná, a primeira fase de coleta de dados já foi realizada pelo IPARDES, em 1989, e a segunda está prevista para 1996.

determinação efetiva, por parte do poder público, em efetuar alterações na base técnica de produção que conduzam a um padrão sustentável de produção agropecuária.

Antes disso, é importante salientar que se tem plena consciência que o receituário técnico proposto pelo Programa configura-se apenas como um ajuste no uso de técnicas ou práticas, de forma a torná-las menos degradantes ou poluidoras e, nesse sentido, mais conservacionistas. Portanto, o mesmo não significa um rompimento com o padrão tecnológico atual e nem pressupõe a promoção da sustentabilidade no meio rural.

Sendo assim, com base nas informações disponíveis, aqui se pretende apenas realizar um exercício de reflexão com a intenção de levantar alguns procedimentos que possam orientar estratégias de intervenções que, progressivamente, caminhem no rumo da sustentabilidade.

Isso posto, um dos primeiros aspectos a considerar está relacionado com as diversas características edafo-climáticas e socioeconômicas que um espaço territorial ou estado apresenta. Levanta-se tal aspecto, apesar de óbvio, porque muitas vezes ele é mencionado; contudo, o planejamento das intervenções privilegia o todo ou o dominante e não as diversidades. Desse modo, não se pode mais pensar (e nunca se deveria ter pensado) em um “pacote tecnológico”, por mais que, em seu cerne, possa ser considerado como adequado ou correto ambientalmente. Ao contrário, toda intervenção deve considerar as diversidades das microbacias, em particular no que diz respeito aos solos, e à heterogeneidade entre os produtores rurais, principalmente no que diz respeito às condições materiais de produção.

Aliás, nesse sentido, estes são alguns dos elementos centrais no questionamento do padrão técnico de produção atual, à medida que o mesmo parece considerar que a produção agropecuária se dá em espaços homogêneos. Fato que remete de imediato a um dos grandes paradoxos a serem enfrentados.

Tomando como exemplo a experiência paranaense, sem questionar a validade do receituário proposto pelo Programa analisado<sup>13</sup>, constata-se que foi correta a priorização das regiões com maiores problemas e probabilidades de erosão dos solos, em consequência da relação entre erosão hídrica, uso do solo e técnicas de produção. Sendo assim, nestas houve uma concentração de recursos financeiros e humanos que, conjugada a intervenções anteriores, induziram os produtores, aí localizados, a adotar técnicas conservacionistas e/ou produtivas. O que configura um resultado positivo, da ótica econômica e ambiental.

Não obstante, essa forma de intervenção estatal apresenta um lado negativo, porque tende a acentuar as disparidades preexistentes – tanto em nível regional quanto social –, uma vez que essas regiões são as mais dinâmicas do estado e, conseqüentemente, já concentram recursos, infraestrutura e capital, dentre outros. Assim procedendo, essa forma de intervenção não só não atende aos princípios da equidade como vai contra o mesmo, ao acentuar as disparidades e a pobreza no meio rural, por mais que atenda aos princípios da produtividade e da conservação.

Em relação a esse aspecto da intervenção, é oportuno mencionar que não deixa de apresentar certa similaridade com o que se verificou, na década de 70, quando da introdução acelerada do padrão técnico atual. Os fenômenos negativos desse período, bastante conhecidos, revelam que essa introdução, além de acentuar as disparidades regionais, igualmente acentuou as disparidades preexistentes entre os segmentos sociais. Em consequência, acirrou o processo de diferenciação social, ao excluir os segmentos de produtores com precárias condições materiais de produção, concentrou a estrutura de posse da terra e agravou o movimento de êxodo rural, dentre outros não menos importantes.

Tais fenômenos remetem ao segundo aspecto que se pode tomar como objeto de reflexões. Trata-se, justamente, de evitar a repetição desses fenômenos negativos da ótica social. Para tanto, em princípio, deve-se dedicar atenção particular aos segmentos de produtores mais frágeis, quando de uma intervenção estatal. Tanto em termos de

---

(13) O questionamento dos aspectos relativos ao campo específico do conhecimento agrônômico foge ao escopo deste trabalho.

condições diferenciadas de apoio financeiro quanto de outras formas de estímulo e mesmo de assistência técnica, ou seja, devem ser atendidos por políticas públicas determinadas e específicas.

Esta recomendação está baseada na conseqüência das falhas ocasionadas pelos critérios adotados pelo Programa e, principalmente, no conhecimento acumulado, pois ambos demonstram que a cada inovação introduzida, os segmentos que não têm acesso a ela perdem, sucessivamente, condições de competitividade frente aos que têm acesso. Quando esse fenômeno se verifica, os produtores atingidos são excluídos do mercado e, quase inevitavelmente, condenados à marginalidade rural ou urbana, como se sabe.

Assim, uma estratégia de intervenção, que não considere e enfrente tais situações, não promove a sustentabilidade por não atender ao princípio da equidade. Este é um fenômeno que merece atenção, porque tende a acentuar-se no contexto do MERCOSUL. Há que se alertar, contudo, que não se trata de abolir a competição, muito pelo contrário, trata-se de garantir as condições de competitividade através da atuação do estado,<sup>14</sup> para que os segmentos que não possuem condições de investir ou de aguardar o retorno de médio ou longo prazos, possam adotar as inovações ou até mesmo, se o caso exigir, proceder a uma reconversão produtiva.

As implicações, de todas estas circunstâncias, levam a que se repute tais aspectos como um dos mais importantes destas reflexões, pois dizem respeito tanto ao princípio da equidade quanto ao da produção – por se tratar da incorporação produtiva dos pobres rurais – e até mesmo do de conservação. A relação com estes dois princípios, além do da equidade, faz sentido quando se leva em conta que o acesso às técnicas adequadas possibilita aos produtores mais carentes a chance de se tornarem produtivos e de colaborarem com a preservação ambiental.

Quanto ao princípio da produtividade, a experiência paranaense demonstra que ele não é incompatível com os cuidados ambientais,

---

(14) Sobre a atuação do Estado, na “moldagem da atual estrutura social do capitalismo agrário das nações centrais”, ver Abramovay (1992:175)

mesmo considerando que determinadas práticas requerem um período mais longo para apresentarem resultados econômicos. Devido a esse lapso de tempo – entre o custo de implantação das práticas, sejam elas de controle da erosão e/ou da poluição das águas e seu retorno econômico –, é imprescindível que políticas públicas estimulem a adoção das técnicas pelos produtores rurais, em particular, entre os segmentos com precárias condições materiais, conforme foi mencionado.

Entre os segmentos capitalizados e/ou empresariais, cabe o recurso à legislação pertinente (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei do Uso do Solo Agrícola do Estado e o Código Florestal, entre outras), a qual estabelece como prerrogativa do poder público uma série de sanções que impedem o uso inadequado dos recursos naturais e das técnicas de produção; seja no caso em que provocam danos a propriedades, seja quando repercutem sobre a de terceiros ou, ainda, quando prejudicam o meio ambiente em geral.

O recurso a outros instrumentos de políticas públicas, como a de incentivos fiscais, pode se revelar eficiente na motivação – de todos os segmentos de produtores – à adoção de práticas que se constituem em um custo individual para o produtor, mas que se traduzem em um benefício coletivo. Dentre essas, podem-se tomar como exemplo o reflorestamento conservacionista em áreas próximas aos mananciais, matas ciliares, readequação de estradas e construção de canais dentro ou fora das unidades produtivas, ou outras cujo benefício reverte para a comunidade.

Sobre esse aspecto, de conservação versus retorno econômico, é interessante a constatação de que a incorporação das práticas é mais acentuada entre as regiões onde a produção agrícola pode ser considerada como das mais capitalizadas no estado do Paraná. Essa constatação pode ser tomada como um exemplo, se não de difusão de uma mentalidade conservacionista – entre os agentes sociais das regiões mais modernizadas e dinâmicas –, pelo menos de que a adoção de práticas adequadas não ameaça a taxa de lucro dos investimentos agropecuários. Ao contrário, esta adoção revela-se como um fator de aumento na produção e na elevação da produtividade do solo e do trabalho. Em relação a isso, vale ainda ressaltar que, nestas regiões, os produtores com áreas pequenas e

médias apresentam-se como os que mais adotam as práticas, quando recomendadas. Portanto, as práticas conservacionistas igualmente são compatíveis com unidades menores.

A menção à indução e consolidação de uma mentalidade conservacionista – ou consciência ecológica – tem na experiência paranaense um exemplo de como proceder para caminhar nesse rumo. Trata-se de estimular o envolvimento de vários agentes sociais no planejamento e gestão das ações delimitadas no espaço físico de uma microbacia hidrográfica.

Essa forma de atuação e intervenção estatal, quando efetiva e de médio e longo prazos, representa uma alternativa institucional no processo de formulação de políticas públicas e pode proporcionar vantagens técnicas e operacionais. Ampliando, proporcionalmente, os ganhos de escala e o número de beneficiários por recursos investidos.

O envolvimento de vários agentes sociais, por sua vez, pode estimular formas de cooperação através da realização de um trabalho conjunto e, pode-se até supor, de respeito entre os produtores, uma vez que coloca como condição, para a plena execução dos trabalhos, a integração das práticas entre as unidades produtivas localizadas no âmbito da MH, o que implica, em certos casos, até a retirada das cercas entre as propriedades.

O planejamento e a realização dos trabalhos em nível das MH revela ainda, da ótica tecnológica, extrema adequação e uma possibilidade de eficiência e eficácia, ao implicar e até impor a introdução integrada de práticas conservacionistas e produtivas. Por integração entende-se que não é suficiente que os produtores incorporem algumas práticas isoladamente, ao contrário, devem ocorrer vários níveis de integração, destacando-se o manejo das diversas técnicas em cada unidade e entre as unidades localizadas em uma mesma MH, pois, como indicam as próprias orientações agronômicas, certas práticas previnem o impacto das gotas de chuva no solo, outras controlam o escoamento superficial das águas, outras favorecem sua infiltração e outras impedem a poluição dos rios e mananciais.

Da ótica de operacionalização das políticas públicas, o trabalho em MH, ao envolver todos os agentes sociais nela localizados, pode induzir também a uma forte articulação entre instituições do setor público – em nível federal, estadual e municipal – com a iniciativa privada, através das empresas de planejamento e assistência técnica agropecuária, e com a comunidade em geral, através das cooperativas e organizações de classe, como sindicatos, associações de produtores e outras.

Dessa forma, pode-se dar início a uma participação mais efetiva e democrática dos diversos interessados, provocando sua organização e participação em um processo coletivo de tomada de decisão. Essa forma de planejamento, em certa medida, circunscreve-se ao âmbito das discussões também atuais sobre as *policy network*<sup>15</sup> (políticas em rede), cujo conceito enfatiza que o processo de formulação de políticas e ações não precisa se estruturar exclusivamente através de acordos institucionais formais.

Não bastasse todos estes aspectos positivos, do envolvimento de vários agentes sociais em torno de um objetivo comum, a divulgação ampliada do conhecimento, que esse procedimento permite e até pressupõe, pode fomentar a formação de uma mentalidade conservacionista.

Entretanto, para que tais objetivos se concretizem a contento, são necessários certos cuidados, destacando-se alguns que foram percebidos quando da avaliação do andamento do Programa e outros relacionados com as questões aqui tratadas:

- determinar critérios diferenciados de priorização regional e de apoio a segmentos específicos de produtores;
- considerar que a estrutura fundiária influi sobre a base técnica da produção, tanto no sentido da divisão e da dimensão das unidades produtivas, mas igualmente, das questões hídricas, de modo a torná-las favoráveis aos trabalhos de manejo adequado das águas e conservação dos solos;

---

(15) Ver, a propósito, Macedo (1994).

- evitar o excesso de centralização nas tomadas de decisão, de modo a não prejudicar a integração e a participação das entidades envolvidas, além de estimular a aproximação da assistência técnica oficial com os produtores, entidades privadas, cooperativas e outras que possam congregam os agentes sociais ligados à produção agropecuária;
- considerar que, uma integração não permeada por hierarquias permite melhores adequações técnicas e operacionais, possibilitando ganhos administrativos e tecnológicos, incorporando a contribuição e as demandas das várias entidades e dos representantes dos produtores;
- estimular o funcionamento de fato de Comissões Municipais, motivando seus membros a efetivamente participarem das atividades. Isso significa direcionar maior atenção à composição dos membros dessas Comissões, envolvendo-os em atividades que os informem da abrangência e importância dos trabalhos a serem realizados, destacando tanto o papel de cada um quanto o da própria Comissão;
- estimular a organização dos produtores e a participação de seus representantes nos trabalhos e na Comissão, bem como dos representantes da iniciativa privada, das cooperativas e da comunidade em geral;
- fortalecer as Comissões, para que possam afastar ou conter as interferências ou pressões de diversas ordens no planejamento e na condução dos trabalhos e, principalmente, na alocação dos recursos;
- capacitar a assistência técnica oficial, de modo a orientá-la segundo os princípios e os objetivos a serem atingidos, bem como adotar uma política salarial que estimule os técnicos a permanecerem na instituição e no município, o que evita sua rotatividade e favorece um relacionamento mais próximo com os produtores.

Estas são algumas das condições prévias para se chegar a uma forma nova de organização do espaço territorial rural, a qual se apresenta particularmente adequada ao manejo dos recursos naturais e a transformações na base técnica de produção em microbacias hidrográficas, com repercussões positivas sobre a preservação dos ecossistemas, sobre a produção e a produtividade agropecuária.

Ademais, caso se concretizarem tais situações e perdurarem por certo tempo, pode-se até supor que provoquem uma mudança de mentalidade, no sentido de valorização dos princípios de um padrão de agricultura sustentável, porque somente através de um trabalho sistemático de médio e longo prazos é possível convencer e induzir os agentes envolvidos a adotarem técnicas de produção que proporcionem a combinação da produtividade agrícola com a conservação ambiental e a equidade social.

Não obstante, esse é um processo progressivo e, conseqüentemente, requer ações contínuas no tempo. Fato que não se verifica no Brasil, em nível federal, estadual e municipal, pois as orientações das intervenções estatais são, em geral, descontínuas por mudarem a cada novo governo que assume o poder.

#### Referências bibliográficas

- ABRAMOVAY, R. *Paradigmas do capitalismo agrário em questão*. São Paulo: Hucitec, 1992. 275p.
- BERTONI, J.; LOMDARDI NETO, F. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 1990. 335p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Comissão Nacional de Coordenação do PNMH. Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas *Manual Operativo*. Brasília: Ministério da Agricultura, 1987. 60p.
- FLEISCHFRESSER, V. *Modernização tecnológica da agricultura: contrastes regionais e diferenciação social no Paraná da década de 70*. Curitiba: Livraria do Chain/CONCITEC/ IPARDES, 1988. 154p.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. *Avaliação de impacto do Paraná rural: Subprograma de Manejo e Conservação do Solo – 1ª fase*. Curitiba: IPARDES, 1990. 115 p.
- \_\_\_\_\_. *Avaliação da estratégia global do Paraná-rural: Programa de Manejo e Conservação do Solo em Microbacias Hidrográficas*. Curitiba: IPARDES, 1993. 115 p.
- MACEDO, M. M. *Experiências de planejamento em contextos de integração econômica*. Campinas: UNICAMP.IE, 1994. 165p. (Tese de Doutorado).

- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Programa de Desenvolvimento Rural do Paraná. *Paraná rural*: manual operativo do Fundo de Manejo e Conservação do Solo e Controle da Poluição. Curitiba: 1989a.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Programa de Desenvolvimento Rural do Paraná. *Paraná rural*: Subprograma de Manejo e Conservação do Solo – Empréstimo BIRD-PR; relatório 3º trimestre de 1989. Curitiba: 1989b.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. *Manual técnico do Subprograma de Manejo e Conservação do Solo*. 2.ed. Curitiba: 1994. 372p.
- PARANÁ. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. Centro de Coordenação de Programas do Governo. *Aspectos gerais do Programa Paraná-rural e seu papel frente à pequena propriedade rural*. Curitiba: 1995. 97 p. (Documento parte dos diagnósticos para preparação do Projeto Paraná 12 Meses).