

## Indicadores ambientais e desenvolvimento sustentado

Luzia Alice Ferreira de Moraes<sup>1\*</sup> e Edvard Elias de Souza Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PEA/Nupélia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. <sup>2</sup>Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil. \*Author for correspondence.

**RESUMO.** A análise e avaliação dos indicadores ambientais é essencial para a formulação de propostas de zoneamento. O desenvolvimento só poderá ser sustentado na capacidade de suporte do meio. O sistema ambiental é semelhante a um sistema vivo que necessita do ar, energia e matéria e ao mesmo tempo “excreta” matérias e tecnologias. O balanço desses *inputs* e *outputs*, entre o sistema natural e o antrópico, é que irá gerar os indicadores da qualidade do sistema ambiental como um todo, devendo-se levar sempre em consideração o “equilíbrio” dinâmico do ambiente com processos que se modificam a cada instante. Para a compreensão desse metabolismo complexo torna-se necessária a integração de dados, de conhecimentos, de técnicas, de pesquisadores, de setores e de órgãos. As pesquisas e técnicas sobre diferentes indicadores estão sendo elaboradas em vários órgãos, embora os dados estejam dispersos e centralizados.

**Palavras-chave:** sistema ambiental, metabolismo, indicadores, desenvolvimento.

**ABSTRACT. Environmental indicators and sustained development.** The analysis and evaluation of environmental indicators are essential for zoning formulations. Development may only be sustained on the environment's support capacity, since the environmental system is similar to a living system that needs air, energy and substance and, at the same time, excretes materials and technologies. The balance of these inputs and outputs, between the natural and anthropic systems, will determine the quality indicators of the environmental systems as a whole. The dynamic “balance” between the environment and the ever-changing processes must be taken into consideration. For the comprehension of this complex metabolism, the integration of data, knowledge, techniques, researches, sectors and organs is required. Research and techniques on the different indicators are being worked out in many institutions, although data are dispersed and centralized.

**Key words:** environmental system, metabolism, indicators, development.

As atividades antrópicas aceleradas e desordenadas, como extração, consumo e desperdício, causaram problemas de poluição, contaminação e acúmulo de lixo de todas as formas. A perspectiva futura, caso o atual modelo de expropriação da natureza continue como está, será o esgotamento dos recursos naturais. Hoje, temos a preocupação e o compromisso com a qualidade, que implica na preservação e conservação, buscando um desenvolvimento sustentável.

A qualidade de vida está diretamente vinculada à proteção do meio ambiente físico e biológico. Administrar o ambiente implica no gerenciamento da água, do solo, da biota e das atividades humanas, isto porque, na natureza, tudo está integrado e interligado. Não se pode mais admitir um crescimento sem a preservação, análise dos impactos,

recuperação e manutenção de quaisquer obras de engenharia.

Muitos países já enfrentam a escassez da água e conflitos pelo controle de fontes de água potável. A qualidade das águas postas à disposição da população para consumo, no Brasil, é muito precária (Antunes, 1993). A situação de alguns rios, lagoas, lagunas e praias brasileiras, em termos de poluição, contaminação e degradação tem atingido níveis críticos, dificultando os usos econômicos como irrigação, abastecimento urbano e industrial, pesca e lazer. Deste modo, faz-se necessária uma política de conservação dos recursos hídricos, para garantir a quantidade e a qualidade da água, visando ao bem-estar da população e dos organismos (animais e vegetais).

Além dos efeitos sobre a saúde, a poluição e a degradação causam efeitos sobre a produtividade (PNMA, 1995), contribuindo para incidência de doenças, riscos para a saúde e até mortes, acarretando custos para os municípios e perdas irreparáveis ao ambiente. Portanto, tornam-se necessárias ações promocionais, preventivas, curativas e reabilitadoras por meio de órgãos pertencentes ao sistema institucional formal, público ou privado (PNMA, 1995). A integração desses órgãos também é de vital importância para que essas ações possam ser efetivamente cumpridas.

A população dos países menos desenvolvidos, tanto quanto o estrato mais pobre da população de todos os países, tem acesso limitado aos recursos necessários para suprir as necessidades mais básicas, como água, comida e abrigo (Ferguson-Bisson, 1992). Entre essas, entretanto, a população sofre de um tipo de privação menos tangível, embora mais incidiadora; a falta de acesso à informação (Ferguson-Bisson *op cit.*). Isto porque a informação capacita as pessoas a ganharem controle sobre o seu meio ambiente, tanto social quanto físico, capacitando-as a tomar decisões.

A avaliação de um ambiente para fins de gestão ambiental dependerá da escala de abordagem no nível de macrosistema ou no de microsistema. Entretanto, tomar decisões complexas é uma tarefa difícil, pois elas devem atender a múltiplos objetivos e seus impactos, geralmente interligados. A valoração dos indicadores e alternativas, utilizando-se o auxílio multicritério à decisão (Gomes, 1976, 1991 e 1993; Moraes *et al.*, 1994b) e a aplicação do geoprocessamento de dados, obtidos via sensoriamento remoto, são ferramentas altamente utilizadas no processo de avaliação ambiental.

### Desenvolvimento sustentado

O conceito de desenvolvimento sustentado implica em que a exploração dos recursos naturais deve ser feita em condições tais, que as futuras gerações possam utilizar esses recursos e beneficiar-se de um processo contínuo e equilibrado, no qual a redução das desigualdades econômicas e sociais e a diminuição da pobreza sejam metas fundamentais. (Tundisi, 1997); isto é, esse conceito traz a promessa de conciliar equidade social, crescimento econômico, mercado e preservação do meio ambiente (Carvalho, 1991). Entretanto, a nossa capacidade tecnológica é limitada pelos recursos naturais e materiais da Terra.

A evolução cultural subordina os organismos e os sistemas de suporte da Terra aos processos que sustentam a tecnologia (Dias, 1994). Portanto, esse

desenvolvimento é sustentado nos recursos naturais, que são constantemente manipulados e alterados pelos fatores antrópicos, cujo processo metabólico demanda cada vez mais energia e mais matéria e produz mais resíduos sólidos e mais degradação.

Deste modo, avaliar a sustentabilidade ambiental significa avaliar os *inputs* e *outputs*, gerados no metabolismo do sistema, os quais irão determinar os níveis de qualidade ambiental e as potencialidades ecológicas, sociais e econômicas.

### Avaliação dos indicadores ambientais

Para a avaliação dos indicadores ambientais consideram-se os meios geofísico, biótico, socioeconômico e cultural (Tabela 1), sendo que esses três níveis distintos de existência - físico, biológico e social - se inter-relacionam e interagem (Figura 1). O homem é o agente que vai alterar o ambiente natural, e todas as ações que realizar, sejam benéficas ou adversa, irão reverter em prol de sua própria saúde e bem-estar, medidos em termos de qualidade ambiental.

**Tabela 1.** Alguns indicadores ambientais dos meios geofísico, biótico, socioeconômico-cultural

Indicadores ambientais		
Meio geofísico	Meio biótico (vegetais e animais)	Meio Socioeconômico e cultural
Clima	Biodiversidade	Unidades de conservação
Geologia	Tipo de cobertura vegetal	Estrutura Social
Geomorfologia	Espécies de interesse econômico	Populações indígenas
Hidrogeologia	Espécies de interesse medicinal	Atividades econômicas
Sismicidade	Espécies bioindicadoras	Infra-estrutura
Recursos minerais	Espécies ameaçadas de extinção	Saúde pública
Geotécnica	Extensão das populações	Educação
Uso do solo	Espécies nativas	Lazer e turismo
Qualidade das águas	Espécies endêmicas	Patrimônio social, histórico, paisagístico e arqueológico

### Indicadores de sensibilidade do sistema ambiental

**Na água.** Os indicadores da boa qualidade das águas são aqueles atribuídos pelo Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) - Resolução n.º. 20 de 18-06-1986, que estabelece normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais.

Os indicadores básicos de qualidade da água são: de estratificação, de eutrofização, de contaminação, microbiológicos, de conteúdo mineral, indicadores biológicos.

O estoque pesqueiro também é um determinante da eutrofização, porque a eutrofia ou hipertrofia dos ambientes aquáticos levam à mortandade do

pescado, por falta de oxigenação. Estudo realizado por Moraes et. al. (1993) no Complexo Lagunar da Barra da Tijuca, mostraram um decréscimo do pescado de 295 toneladas em 1982 para 4 toneladas em 1990, sendo as espécies filtradoras, como as savelhas, as mais sensíveis.

Alguns testes para medição de eutrofização são descritos por: Dillon e Rigler (1975); Vollenweider (1976); Salas e Martino (1990).

Alguns organismos são indicadores da qualidade da água, servindo como modelos para testes de toxicidade como bactérias e fungos (Codd, 1989), algas (Rocha, 1992; Fagundes, 1997; Niewegłowski et al. 1997a), protozoários; perifiton (Watanabe, 1990); microcústáceos e custáceos (Niewegłowski et al. 1997b); peixes (Niewegłowski et al. 1997c). Moraes e Andreato (1994a), em um estudo de análise dos aspectos tróficos de cinco espécies de peixes da Laguna de Jacarepaguá, RJ, incluiu a *Tilapia rendalli* como uma provável controladora da proliferação de algas *Microcystis aeruginosa*.

O índice de qualidade da água foi criado pela National Sanitation Foundation e baseou-se numa pesquisa de opinião feita junto a 142 profissionais de distintas especialidades. Dos 35 parâmetros escolhidos, foram utilizados nove: Oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Fecais, Temperatura da Amostra, pH, Nitrogênio Total, Fosfato Total, Sólidos Totais e Turbidez (Cetesb, 1986).

Para a avaliação da toxicidade da água é feito o cálculo do Índice de Toxicidade (IT) que leva em consideração algumas substâncias tóxicas potencialmente presentes em águas naturais, mas apenas algumas das mais representativas (Cetesb, 1986) como: mercúrio (Moraes et al., 1997a), cromo, chumbo, fenol, dentre outros.

**No solo.** O solo possui atributos e propriedades de caráter intrínseco e extrínseco que podem sofrer modificações pelo uso antrópico como: espessura e profundidade; textura; estrutura; capacidade de retenção; erodibilidade; drenabilidade.

Como indicadores da sensibilidade às atividades antrópicas no solo temos: agricultura e pecuária intensivas, queimadas, desmatamentos, aterros, mineração; causando erosão, degradação, desertificação, dentre outros problemas.

Segundo Dias (1994), para que a produção mundial de alimentos aumente em 60% para o ano de 2005- cifra necessária para manter os níveis atuais de nutrição de uma população de 8,5 bilhões de habitantes, será preciso que aumentem as áreas de cultivo ou as colheitas. Entretanto, Dias (*op cit*)

adverte que a maioria das regiões com potencial de expansão sofre de escassez de água ou de restrições, como solos suscetíveis à erosão ou mal drenados ou localizados em topografias desfavoráveis. Entretanto, para aumentar a produtividade agrícola, corre-se o risco de aumentar a utilização de contaminantes, na água e no solo.

**No clima/atmosfera.** Existem duas variáveis a serem estudadas em termos de sensibilidade. A primeira é a sensibilidade do componente físico do clima, isto é, como as atividades antrópicas podem alterar a circulação atmosférica e os balanços de energia e água da atmosfera, principalmente modificações desses balanços à superfície (PNMA, 1995). A segunda componente é a sensibilidade à qualidade do ar; sendo que as duas variáveis estão intimamente relacionadas (PNMA *op. Cit.*).

O fluxo de carbono bruto nos diferentes compartimentos da Terra é que resulta no balanço líquido deste na atmosfera. As crescentes ações antropogênicas, como poluição, destruição das florestas tropicais para produção intensiva e queimadas, vêm ocasionando um aumento dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera, influenciando as mudanças climáticas (Arrhenius, 1992). Um outro indicador do efeito integrado de poluentes liberados durante as queimadas é a concentração de ozônio na baixa troposfera (PNMA, 1995).

O efeito estufa é causado principalmente pelo metano e pelos clorofluorcarbonos. A queima de combustíveis fósseis, principalmente por fábricas, centrais termoelétricas e motores de veículos, provoca precipitações de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e ácido nítrico (HNO<sub>2</sub>), resultando em chuvas ácidas (Painton, 1990).

O mercúrio na atmosfera sofre um acréscimo pelas atividades de garimpo, ou processos naturais e/ou industriais. O mercúrio (Hg) existe no ambiente em diferentes formas químicas, sendo que o mercúrio na forma de vapor existente na atmosfera é devido à ação de bactérias resistentes ao mercúrio que convertem o Hg inorgânico e outras formas de mercúrio em formas em mercúrio na forma de vapor (Nelson, et al. 1973).

**Na ictiofauna.** Dentre as ações antrópicas que afetam, ameaçam ou reduzem a ictiofauna temos: a poluição e contaminação das águas, a destruição da vegetação marginal (mata ripariana), os represamentos, a introdução de novas espécies, a sobrepesca, a pesca criminosa, dentre outras.

Segundo dados do PNMA (1995), foram enumerados 28 indicadores de sensibilidade da

ictiofauna a ações antrópicas, dentre eles: destruição dos nichos marginais, destruição dos lares de criação, alimentação e reprodução das espécies, eutrofização, substâncias tóxicas nos peixes (Moraes *et al.* 1997 b), entraves às migrações, introdução de agentes patogênicos, dentre outros.

**Na flora.** A cobertura vegetal é de vital importância, tanto do ponto de vista do balanço de energia e matéria no sistema ambiental, como porque atua como uma reguladora do clima. Além disso constitui-se em beleza paisagística, nicho para crescimento e engorda de espécies, proteção marginal dos ecossistemas aquáticos, biodiversidade, importância econômica e farmacêutica, contenção natural de encostas, dentre outros resultados.

Sendo assim, a vegetação terrestre reflete a interação dos fatores bióticos e abióticos, naturais e antrópicos e pode refletir-se na potencialidade ou vulnerabilidade do ambiente. Para sua utilização a nível de gestão é necessário optar pela condução do trabalho a nível microrregional, regional ou local (PNMA, 1995)

As devastações e desmatamentos, o uso não sustentado do solo, queimadas, etc, vêm causando danos irreparáveis ao ambiente, levando-se em conta o sistema como um todo. Dentre esses impactos temos: perda da biodiversidade, perda da capacidade de armazenamento hídrico do solo, desertificação, erosão, avanço de pragas e doenças, contaminação de aquíferos, mudança do padrão fenológico, mudança na produtividade, concentração de O<sub>3</sub> na troposfera, etc.

O desmatamento é uma das principais causas da erosão do solo e da perda da diversidade biológica. A taxa de desmatamento tem aumentado em todo o planeta. O Rio de Janeiro tem se destacado entre os estados brasileiros como o maior devastador da Mata Atlântica, onde existem os últimos exemplares do mico-leão-dourado, cerca de oito exemplares. Hoje, está em discussão a proposta da mudança de Código Florestal em relação à Floresta Amazônica, a maior fonte de biodiversidade do mundo, a qual já possui 135 milhões de hectares degradados. Segundo Moraes (2000), 28,8% de florestas entre 1990 e 1996 foram perdidas em Mato Grosso do Sul. Segundo dados da WWF (Fundo Mundial para Natureza) sobre desmatamentos (Leon, 2000), o homem já destruiu 93% de Mata Atlântica, 50% do Cerrado e 15% da Amazônia.

### Impactos ambientais

Além do desmatamento e da agropecuária, dentre outras ações antrópicas, as obras de infra-estrutura como: estradas (Lima, 1991); barragens (Souza

Filho, 1999), marinas; emissários (McGlashan, 1993), podem causar impactos no ambiente e precisam ser avaliados detalhadamente em relação a todos os impactos que poderão causar ao ambiente antes de serem implementadas. Para isso, é feita uma avaliação dos impactos ou danos causados e dos riscos.

Para a avaliação de impactos ambientais são necessárias: 1- análise de risco; 2-análise preliminar de impacto ambiental- APIA; 3-estudo prévio de impacto ambiental -EPIA, e elaboração do relatório de impacto ambiental-RIMA; 4- participação e audiência pública; 5-análise de custo-benefício socioambiental; 6- avaliação de impactos ambientais e ordenamento territorial (Sáber *et al.*, 1995).

**Avaliação de riscos ambientais.** Os riscos ambientais incorporam sempre dois componentes: probabilidade de ocorrência e gravidade dos danos potenciais (Valle, 1995). Para avaliar um risco é necessário, portanto, estimar a probabilidade de que o evento venha a ocorrer e a extensão dos danos que o mesmo pode causar (Valle, *op cit*)

As situações de risco são classificadas em permanentes, freqüentes, esporádicas e raras, sendo que os efeitos podem variar de graves a quase nulos. A análise de riscos, embora complexa, é uma ferramenta essencial para identificar pontos mais vulneráveis de uma instalação e de um processo, permitindo adotar antecipadamente aquelas medidas preventivas que irão proteger o ambiente e o homem no caso de um acidente.

Os riscos ambientais também estão incluídos na preocupação atual dos empresários, já que, para competir em um mercado aberto e globalizado, necessitam se enquadrar nas normas de qualidade ISO 14.000 (Valle, 1995).

### Qualidade ambiental

Os níveis de qualidade ambiental são determinados pela capacidade de suporte do sistema natural às pressões antrópicas (socioeconômicas e culturais). A boa qualidade ambiental é aquela que atende aos requisitos das normas e padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais para os diferentes parâmetros ou indicadores de qualidade, e que ao mesmo tempo assegurem a estabilidade das relações de natureza física, química, biológica, social, econômica e tecnológica (Valle, 1995). No sistema ambiental o que existe é uma tendência a estabilidade ou equilíbrio, isto é, o sistema é dinâmico, mas capaz de se auto-regular e sustentar a matéria e energia necessárias a sua manutenção, mantendo o ciclo de vida em nível satisfatório.

Valle (1995) enumera quatro soluções para o problema dos resíduos industriais: utilização de tecnologias limpas; minimização de resíduos, valorização e reciclagem. Essas soluções visam a reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano; reduzir a geração de resíduos em uma instalação; reduzir os custos decorrentes da destinação desses resíduos, reduzir substancialmente o volume dos resíduos urbanos a serem dispostos e tratados; recuperar os valores contidos nos resíduos urbanos que, de outra forma, seriam perdidos; gerar menos poluição ambiental e agressão visual; contribuir para a melhoria da qualidade de vida local e global; poupar recursos naturais; dentre outros.

### Zoneamento

O zoneamento ecológico-econômico é a definição de áreas potenciais de uso rural, urbano, econômico ou ecológico. Por meio da avaliação de indicadores ambientais podem-se estabelecer zonas ou setores ambientais, com suas potencialidades e vulnerabilidade, medidas que irão subsidiar um conjunto de medidas e ações específicas para mitigar e controlar os impactos sobre o meio ambiente, visando à manutenção da qualidade ambiental. A Figura 2 mostra um fluxograma simplificado das etapas necessárias à avaliação de um sistema ambiental que vai desde o inventário, chegando ao zoneamento do sistema no nível de microsistema ou macrosistema, dependendo das escalas de abordagem.

Essas zonas poderão ser divididas segundo a escala de abordagem, com aptidões e restrições de uso. Podem-se definir zonas residenciais, zonas de mata nativa, zonas de agricultura (perene ou sazonal), zonas de atividade pecuária, ou, dependendo do enfoque, zona agropecuária, zonas de vida silvestre, áreas indígenas, zonas especiais de proteção, zonas de inundação, enfim, com base no inventário do local é que serão determinadas as zonas ou setores propostos para zoneamento. Cada zona é caracterizada, localizada e analisada segundo a sua situação local, isto é, tendências, conflitos de uso e vocações.

### Discussão

Atualmente, temos o desafio de conjugar a preservação do meio ambiente com o crescimento econômico e tecnológico e, portanto, não se pode mais falar na implementação de nenhum projeto ou empreendimento sem a avaliação do meio ambiente. O ambiente e, conseqüentemente, a saúde humana, estão cada vez mais prejudicados; e se não houver

um conjunto de medidas e ações efetivas e eficientes: políticas, sociais e econômicas, visando a controlar esses impactos, a vida no planeta estará em risco.

Segundo fontes da Unesco/Unep (1983) *in* Dias (1994), o metabolismo das cidades se dá por meio de “inputs” e “outputs”. Esse balanço entre os sistemas humanos (antrópicos) e os sistemas naturais é que vai determinar o equilíbrio ou desequilíbrio do sistema, sabendo-se que a continuidade do crescimento populacional desordenado é a maior fonte da instabilidade ambiental. dos diversos parâmetros envolvidos. O conceito de indicadores de modo geral

Na avaliação dos indicadores existe uma inter-relação dos diversos parâmetros envolvidos. O conceito de indicadores de modo geral é multidimensional, não podendo ser avaliado pela determinação de um ou dois parâmetros. Fala-se aqui novamente em integração de dados, de conhecimentos, de técnicas, de pesquisadores, de setores (econômicos, ambientais, políticos), de órgãos (públicos, privados, governamentais e não governamentais), para um bem comum.

O ambiente é um sistema que “respira” e que “excreta”. Esse sistema ambiental necessita do ar, da energia, da matéria, e ao mesmo tempo “excreta” matéria, energia, tecnologias. O metabolismo do sistema ambiental é tão complexo quanto o metabolismo do sistema humano, animal ou vegetal, embora toda essa vida complexa que forma a biota também seja parte ou subsistema do sistema como um todo. Entender o sistema ambiental não é tarefa para um, mas sim, de integração de todos.

Diagnosticar as “doenças” ambientais pode ser mais complexo do que diagnosticar as doenças humanas. Isto porque, devido ao “equilíbrio” dinâmico do ambiente, os processos se modificam a cada instante. E a elaboração de modelos para compreensão desses “estados” ambientais não corresponde ao que realmente houve no passado. Isto porque os parâmetros envolvidos nunca serão os mesmos, devido à relação intrínseca de fatos e ocorrências dinâmicas e interativas.

Por meio da avaliação dos indicadores ambientais pode-se tentar entender parte dos problemas e tentar avaliá-los com as ferramentas possíveis, aquelas de que dispomos. Entretanto, a melhor ferramenta, a mais moderna, atual, eficaz e eficiente, de nada valerá, se não houver o principal, o recurso humano. Jamais uma ferramenta ou uma tecnologia substituirá o conhecimento e a capacidade ilimitada do ser humano. Isto porque, por mais moderna,

eficaz e eficiente, a máquina é limitada, nos processos, nas ações, no período de vida...

Nos tempos contemporâneos é muito importante essa visão holística. Hoje, não podemos mais ver os problemas de forma setorial, unilateral, unidirecionada. A perspectiva hoje, é essa visão ampla, irrestrita, multilateral, multidirecionada, onde todos os processos fazem parte de um todo, único. A partir da visão holística se chega aos setores, e não ao contrário. A pesquisa básica é importantíssima, quando pode proporcionar subsídios para uma pesquisa aplicada e principalmente quando está integrada a outros estudos no mesmo sistema/subsistema.

Investir em tecnologia, portanto, é investir em pesquisa, em potencial humano, incentivar as buscas inerentes ao aprendizado, ao saber, ao refletir, de que somente o ser humano é capaz. A educação é o investimento primordial, pois somente a partir dela os seres se tornam capazes dessa reflexão, dessa participação, desse julgamento de valores.

Pesar um bem ambiental é muito complexo, pois consiste em analisar as relações de causa e efeito entre fatores naturais e antrópicos. É necessário que os pesos não reflitam a realidade de todos, mas sim, os interesses, concepções e escalas de abordagem dos

diferentes especialistas. Além disso, são necessários equipamentos para medição desses danos, elaboração de modelos matemáticos, avaliações em campo e, mesmo assim, o consenso, ainda é difícil. Isto devido às visões diferentes de cada ator envolvido, em relação ao grau de importância dos diversos indicadores de danos ambientais.

Apesar dessa dificuldade de consenso, as diferenças, de modo geral, são fundamentais. Se todos preferissem o verde o que seria do amarelo? Entretanto a junção do verde (matas...), amarelo (flores, peixes, seres...), azul (águas...), marrom (solos...), é que temos o branco: da paz.

É essa paz que buscamos; que nós, seres humanos, possamos viver em paz no nosso ambiente, com menos distúrbios, menos oscilações, menos problemas, buscando o desenvolvimento sustentado na capacidade do sistema como um todo, isto é, buscando uma nova ordem ecológica econômica e a justiça social.

E essa conscientização será alcançada, quando percebermos que sozinhos não somos nada, mas cada um de nós é peça fundamental desse metabolismo sistêmico, complexo e maravilhoso: A Vida.

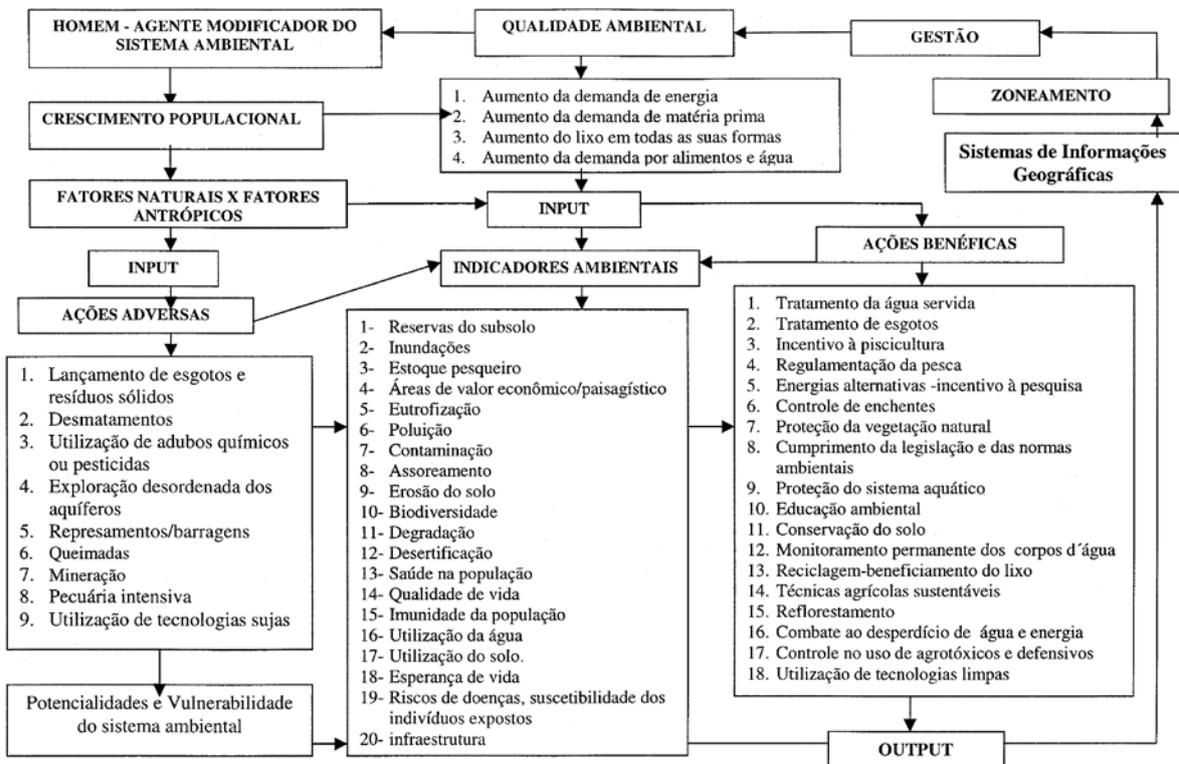
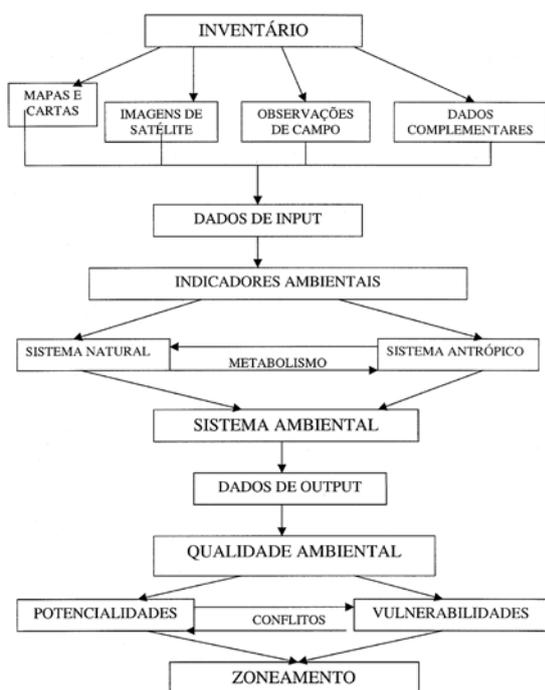


Figura 1. Fluxograma das interações entre o homem e o ambiente



**Figura 2.** Fluxograma das etapas de avaliação do sistema ambiental que permitam subsidiar propostas para zoneamento

## Referências bibliográficas

- Antunes, P.B. *Curso de Direito Ambiental*. 2. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 1993.
- Arrhenius, E. Population, development and environmental disruption—an issue on efficient natural-resource management. *Ambio*, 1:9-13, 1992.
- Cabral, B. *Direito administrativo: tema: água*. Brasília: Senado Federal, 1997.
- Carvalho, I. Os mitos do desenvolvimento sustentável. PG 75. 1991. p.17-21.
- Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo*. [São Paulo]: Cetesb, 1986. 134 p.
- Codd, G.A.; Bell, S.G.; Brooks, W.P. Cyanobacterial toxins in water. *Water Sci. Technol.*, 21:1-13, 1989.
- Dias, G. *Educação ambiental: princípios e prática*. 3.ed. São Paulo: Gaia, 1994.
- Dillon, P.J.; Rigler, F.H. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. *J. Fish. Res. Bd.*, 32:25-52, 1975.
- Fagundes, M.R.S. *Utilização de algas como bioindicadoras de toxicidade em ambiente aquático aquático semi-natural*. Maringá, 1997. (Master's Thesis in Chemistry) - Universidade Estadual de Maringá.
- Ferguson-Bisson, D. Rational land management in the face of demographic pressure: obstacles and opportunities for rural men and women. *Ambio*, 21(1):90-94, 1992.
- Gomes, L.F.A.M. *A multicriteria Decisionmaking framework for the evaluation of forest road investment projects*. California, 1976. (Doctoral Thesis in Engineering) - Institute of Transportation Studies, University of California, California.
- Gomes, L.F.A.M. As questões de atribuições de pesos e da escolha dos critérios nas análises de decisões com múltiplos critérios. *Rev. Transp. Tecnol.*, 6:35-45, 1991.
- Gomes, L.F.A.M. Auxílio multicritério à decisão e sua aplicação à avaliação de projetos com impactos ambientais. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1993. pt.1, p.3-36. (Curso de análise e avaliação ambiental).
- Leon, F. Cinco séculos de devastação do meio ambiente. *Jornal O Globo*, Rio de Janeiro, 18 abr. 2000. p.6.
- Lima, M.M.P.P. *Auxílio multicritério á decisão na avaliação econômica, social e ambiental da RJ-165, Paraty-Cunha*, Rio de Janeiro. 1991. (Master's Thesis in Engineering) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- McGlashan, J.E.; Macleod, D.C. The effect of sewage sludge to sea through pipelines previously discharging only settled effluent. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 1993, Natal. *Anais...* Natal: Abes, 1993.
- Moraes, L.A.F. *Análise dos impactos ambientais no complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá, utilizando-se o auxílio multicritério á decisão*. Rio de Janeiro, 1993. (Especialização em Análise e Avaliação Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Moraes, L.A.F.; Andreato, J.V. Relações tróficas entre as cinco espécies de peixes mais representativas nas margens da Laguna de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Zool.*, 11(4):789-800, 1994a.
- Moraes, L.A.F.; Ohayon, P.; Gomes, L.F.A.M. Auxílio multicritério à decisão aplicado à avaliação de impactos no complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá, RJ. *Rev. Unimar*, 16(3):127-143, 1994b.
- Moraes, L.A.F.; Lenzi, E.; Luchese, E.B. Mercury in two fish species from the Paraná River Floodplain, Paraná, Brazil. *Environm. Pollut.*, 98(1):123-127, 1997a
- Moraes, L.A.F.; Lenzi, E.; Luchese, E.B. Relação entre o mercúrio total e algumas variáveis ambientais em três sistemas da planície de inundação do Rio Paraná. *Arq. Biol. Tecnol.*, 40(3):536-547, 1997b.
- Moraes, L.A.F. *Subsídios para o gerenciamento dos recursos naturais da subbacia do Rio Paraná, em um trecho entre Porto São José e Jupia*. Maringá, 2000. (Doctoral Thesis in Environmental Science) - Depto. de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2000.
- Nelson, J.D.; Blair, W.; Brinckman, F.E.; Colwell, R.R.; Iverson, W.P. Bio degradation of phenylmercuric acetate by mercury-resistant bacteria. *Appl. Microbiol.* [S.l.] ,v.26, p.321-326, 1973.
- Nieweglowski, A.M.A.; Silva, E.M.F.M.; Bosa, M.T.N.; Knie, J. Teste de inibição do crescimento algal em água doce com *Scenedesmus subspicatus*, Chodat (Chlorophyta, Chlorophyceae). In: \_\_\_\_\_. *Manual de*

- métodos para avaliação de toxicidade*. Curitiba: Sema/IAP/PIAB, 1997a. p.33-44,
- Nieweglowski, A.M.A.; Silva, E.M.F.M.; Bosa, M.T.N.; Fabrício Filho, J.A.; Lemieszek, M.B.; Terra, N.R.; Bertola, V.M.; Lima, J.M.C; Knie, J. Teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna*, Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea). In: \_\_\_\_\_. *Manual de métodos para avaliação de toxicidade*. Curitiba: SEMA/IAP/PIAB, 1997b. p.17-32.
- Nieweglowski, A.M.A.; Silva, E.M.F.M.; Bosa, M.T.N.; Fabrício Filho, J.A.; Lemieszek, M.B.; Terra, N.R.; Bertola, V.M.; Lima, J.M.C; Knie, J. Teste de toxicidade aguda com *Brachydanio rerio* (Teleostei, Cyprinidae) (Hamilton-Buchanan). In: \_\_\_\_\_. *Manual de métodos para avaliação de toxicidade*. Curitiba: Sema/IAP/PIAB, 1997c. p.5-16.
- Painton, F. Darkness at noon. *Time*, 135(15):32-37, 1990.
- PNMA. Programa Nacional do Meio Ambiente. *Diretrizes de pesquisa aplicada ao planejamento e gestão ambiental*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. 101p.(Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes-Gestão Ambiental).
- Rocha, A.A. Algae as biological indicators of water pollution In: Marino, M.C. *et al.* (Ed.). *Algae and environment: a general approach*. [S.l.]: SBFic/Cetesb, 1992.
- Sáber, J.C.; Oliveira, N.M.; Dilger, R.; Feuerschette, R.C.; Queiroz, S.M.P.; Branco, S.M.; Marques, T.P. Normas para licenciamento com avaliação de impactos no Estado do Paraná. In: Juchem, P. A. *et al.* (Ed.). *Manual de avaliação de impactos ambientais*. Curitiba: Sema/IAP/GTZ, 1995.
- Salas, H.; Martino, P. Metodologias simplificadas para la evaluacion da eutroficação em lagos calidos tropicales. [S.l.]: Cepis/HPE/IOPS, 1990. 52p.
- Souza Filho, E.E. Grandes barragens e mudanças na dinâmica fluvial: o caso de Porto Primavera. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 8., 1999, Belo Horizonte. *Anais...*Belo Horizonte: UFMG, 1999. (no prelo).
- Tundizi, J. G. Bases ecológicas para o desenvolvimento sustentado. In: Castellano, Elisabete G. (Ed.) *Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias*. São Paulo: [s.n.], 1997. p.24-29.
- Valle, C.E. *Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente (como se preparar para as normas ISO 14.000)* São Paulo: Pioneira, 1995.
- Vollenweider, R.A. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Men Inst. Ital. Idrobiol.* 33:53-83, 1976.
- Watanabe, T. Perifiton: comparação de metodologias empregadas para caracterizar o nível de poluição das águas. *Acta Limnol. Brasil.* 3:593-615, 1990.

Received on July 03, 2000.

Accepted on November 22, 2000.