

# GESTÃO AMBIENTAL: UMA VISÃO SISTÊMICA<sup>1</sup>

James Jackson Griffith<sup>2</sup>

A problemática ambiental é consequência de uma ruptura na relação homem/natureza, causada, em grande parte, pela capacidade do ser humano para transcender, por meio da manipulação de símbolos organizados em linguagem, as reações instintivas e outros comportamentos espontâneos dos seres não humanos, o que lhe permite manipular, também, a natureza.

A gestão ambiental é a arte de se alinhar ações humanas às forças e resistências potenciais ou existentes (incluindo seus poderes de autodepuração e recuperação) da própria natureza, convertendo as *ameaças* ambientais em *riscos* gerenciáveis. Dessa forma, consegue-se levar, por meio de intervenções sistêmicas, a relação homem/natureza a uma nova estabilidade benéfica, embora longe, possivelmente, do equilíbrio original. Na maioria dos casos, a gestão ambiental não objetiva a restauração perfeita dos ecossistemas ou sua manutenção num estado de preservação permanente (sem contribuir às atividades extrativistas). A gestão ambiental preconiza, primordialmente, a intervenção do ser humano na natureza.

Talvez um conceito mais completo – porque inclui aspectos positivos da questão ambiental (novos mercados, melhorias em eficiência e outros) – seja o seguinte definição: O Sistema de Gestão Ambiental (SGA), como parte da administração geral, é a estrutura que orienta, segundo a visão institucional, o empenho ambiental da organização e que incentiva respostas sinérgicas para as oportunidades e os riscos apresentados pela globalização atual da vida.

Na Teoria da Complexidade, sugerida por Capra (1996) e outros como o novo paradigma ambiental, “levar o sistema a uma nova estabilidade” é de suprema importância. Como fazer isso? Atualmente, muitos consideram que a melhor maneira de abordar a questão da estabilidade é o caminho do desenvolvimento sustentável (que não deve ser confundido com “desenvolvimento sustentado”). Muitos apóiam essa solução porque acreditam que o crescimento econômico – rápido, de preferência – resulte na melhoria de qualidade de vida para a população da região atingida. Outros, porém, questionam tais teorias de “gotejamento econômico”.

Existem ainda outras críticas. Hoffman (1997) nos alerta que existe o perigo de que o setor empresarial esteja impondo, atualmente, os seus valores sobre o que constitui conceitualmente o desenvolvimento sustentável. Na opinião desse autor, há necessidade de uma participação mais completa dos diversos membros do campo organizacional na definição de “desenvolvimento sustentável”.

---

<sup>1</sup> Citação bibliográfica: GRIFFITH, J. J. **Gestão Ambiental: Uma Visão Sistêmica**. Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 2005. (Apostila das disciplinas ENF388 e ENF686).

<sup>2</sup> Professor Titular, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Apesar dessas objeções, é possível reformular e melhorar a visão atual do desenvolvimento sustentável? Uma possível melhora seria cortar a palavra “desenvolvimento”. Segundo Purser (1997), em torno do conceito mais amplo da “sustentabilidade” estão reunidos diversos grupos sociais, que buscam uma visão alternativa não limitada ao manejo dos ecossistemas biofísicos, mas inclui uma rede de interações entre a consciência humana, os sistemas sociais e o meio natural.

Outra abordagem (Diagrama 1) promissora seria considerar como o meio ambiente interage com mais três componentes da saúde humana, o conjunto sendo: 1) meio ambiente, 2) estilo de vida, 3) biologia humana e 4) sistema de organização do cuidado da saúde. Lembramos que a gestão ambiental recomendada hoje é uma fusão entre os programas anteriores, de saneamento ambiental, segurança no trabalho e saúde ocupacional. Sob essa ótica, mais importante que remediar curando ou eliminando males que causam doenças humanas, é procurar dar crescentes condições e graus de bem-estar (ELENS, 1986).

Ampliando essa ótica, o Diagrama 2 mostra que existem dois modelos aplicáveis tanto aos ecossistemas “doentes” (degradados) como aos seres humanos enfermos: 1) O Modelo de Tratamento e 2) o Modelo de Bem-Estar. Do ponto de vista religioso, segundo Ellens (1986, p.17), “[...] saúde deve ser definida como o estado ou condição em que a pessoa está conquistando, ou terá conquistado, qualidade de vida que nasce da completa atualização/realização das possibilidades físicas, espirituais, psicológicas e mentais, como as quais Deus dotou as pessoas e a humanidade”.

Para fins da gestão ambiental, recomenda-se que aqui em diante priorizemos o Modelo de Bem-Estar, uma visão bem mais nobre que “converter ameaças ambientais em riscos gerenciáveis”. O Diagrama 3 representa como os recursos naturais (hoje chamados mais corretamente “recursos ambientais”), o equilíbrio ecológico e o meio ambiente se inter-relacionam com o bem-estar humano.

## **A DEBATE SOBRE A EQUAÇÃO DA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

Desde a década de 60, há muito debate quanto a melhor maneira de gerenciar os problemas e as oportunidades ambientais. Ehrlich (1968), Hardin (1968) e outros neo-maltusianos enfatizaram as conseqüências negativas do aumento da população mundial. Por outro lado, Commoner (1971) ressaltou o papel da tecnologia, criticando a priorização da questão demográfica-populacional pelos maltusianos.

Apesar das diferenças quanto aos enfoques, as duas escolas concordaram que a seguinte equação representa a “problemática ambiental” moderna:

$$I = P \cdot A \cdot T$$

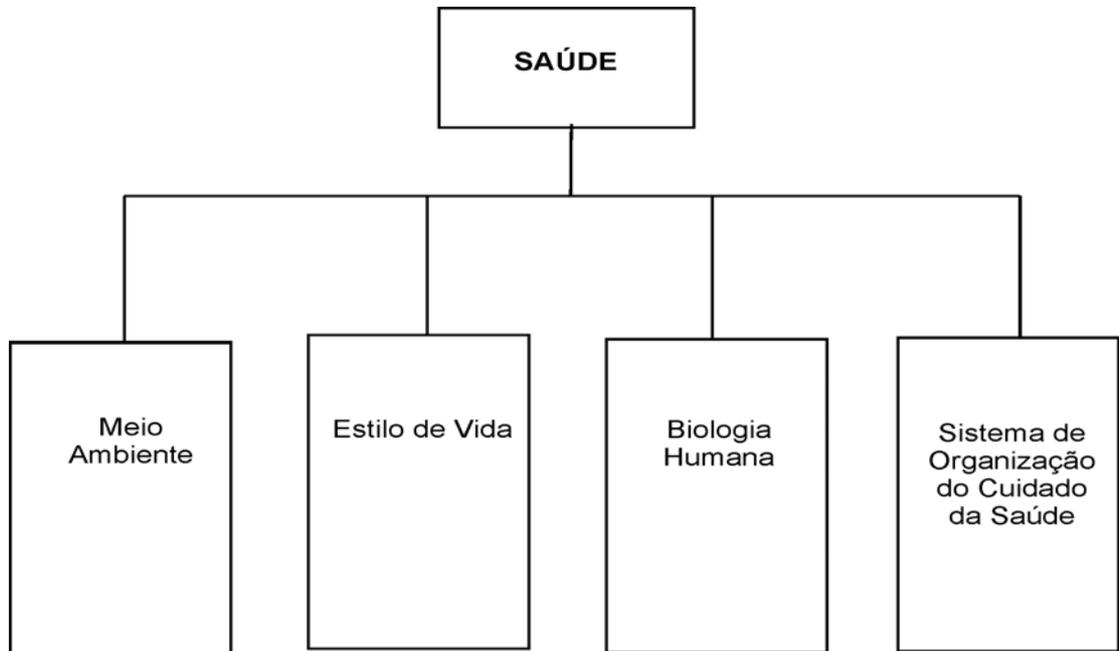
em que:

I = Impacto ambiental;

P = População;

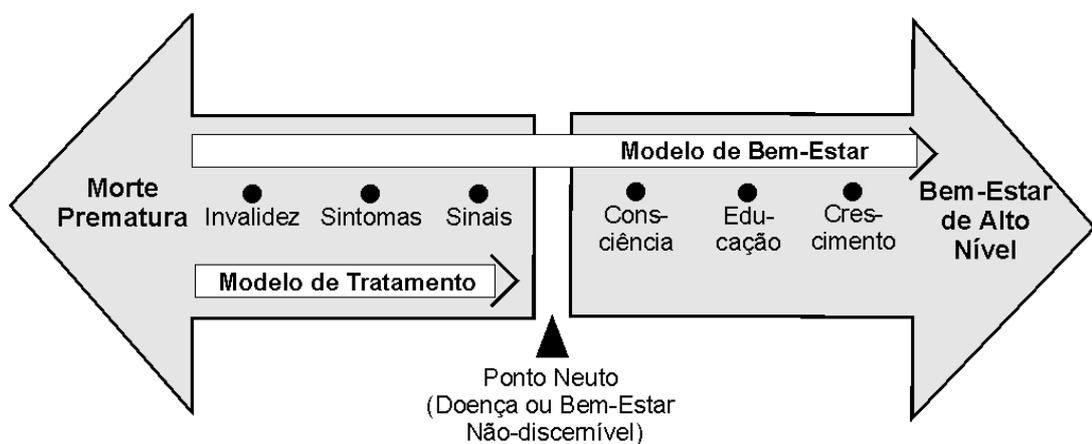
A = Afluência (abundância de dinheiro, ou de bens materiais; riqueza)

T = Tecnologia.



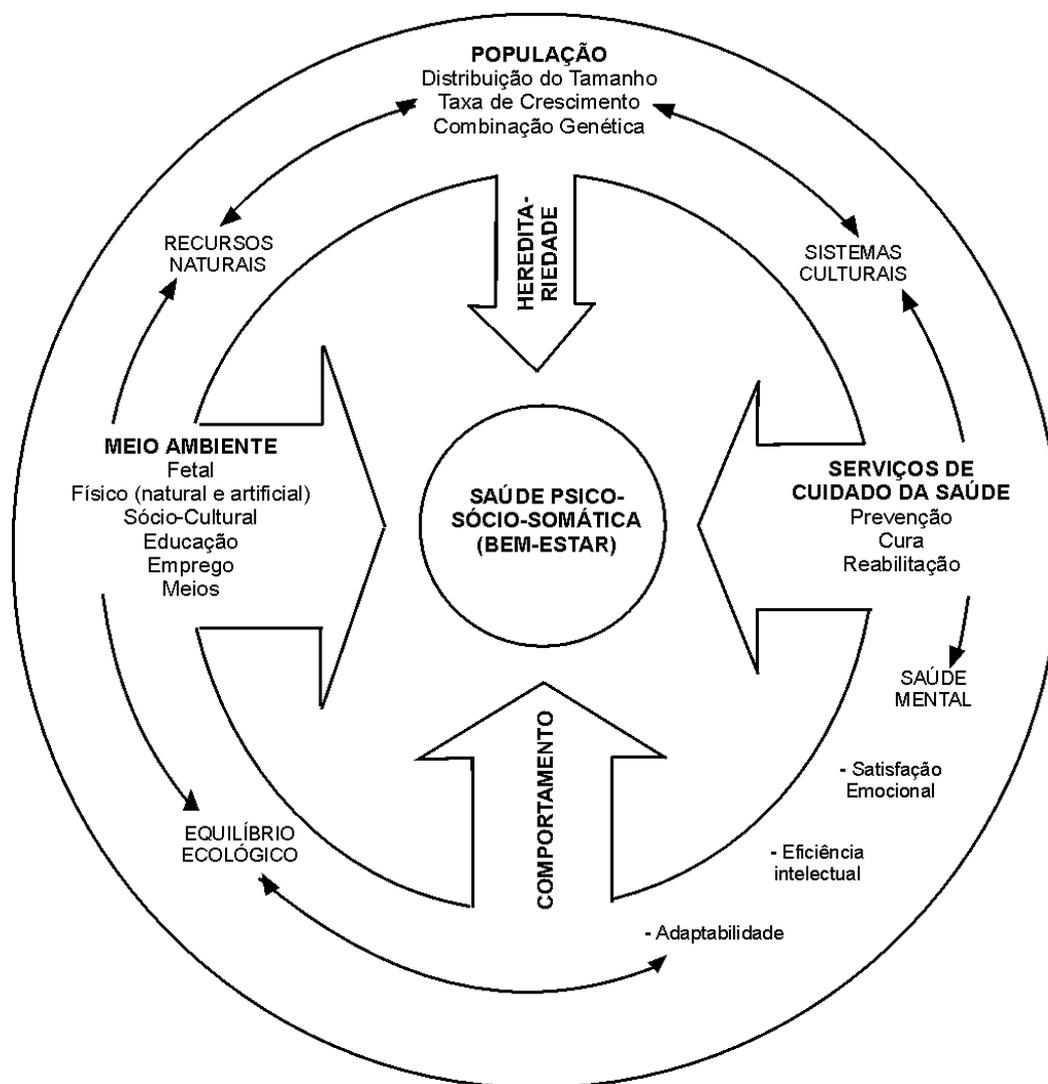
**Diagrama 1 – Conceito de campo de saúde**

Fonte: M. Lalonde, 1974



**Diagrama 2 – Contínuo doença - bem estar**

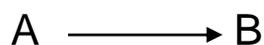
Fonte: Ryan e Travis, 1981



**Diagrama 3 – Modelo de saúde ambiental**

Fonte: H. L. Blum, 1974

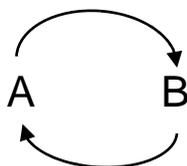
Commoner ainda levantou dúvidas que tais equações funcionalistas ou positivistas não expressam adequadamente as qualidades humana envolvidas na problemática ambiental (EGAN, 2002). Em geral, a equação funcionalista tradicional coloca a relação causa efeito entre variáveis (“A” e “B”) como sendo uma seqüência linear:



Várias cientistas sociais – especialmente aqueles sensibilizados pelo efeito da retroalimentação em sistemas – acham simplórias as explicações dessa natureza. Myrdal (1957, p.31), por exemplo, declarou: “É inútil procurar apenas um fator dominante, algum ‘fator básico’ tal como ‘o fator econômico’... porque todo é causa para todo demais, de maneira circular e interligado”.

Mais correto, segundo os especialistas em retroalimentação (RICHARDSON, 1991), seria reconhecer que as relações sociais são muitas vezes caracterizadas por “causalidade dupla” e são mais bem representadas de maneira circular. Nesse sentido, Stinchcombe (1968, p. 80) definiu “explanação funcional” como aquela em que “[...] as conseqüências de algum comportamento ou ajuste social são os elementos essenciais das causas desse comportamento”.

Na sua forma mais simples, este conceito de “causalidade dupla” pode ser ilustrado da seguinte maneira:



A dinâmica da relação homem/natureza tem muito que haver com tais circuitos de retroalimentação. Define-se retroalimentação como “algo” que percorre um circuito (conceito da linha cibernética de retroalimentação), ou “algo” que consiste na própria estrutura dinâmica da parte interna do sistema (conceito da linha “servomecanismo”), retornando como movimento ao ponto de origem. Esse processo “retroalimenta” o início do percurso e resulta no reforço, na diminuição ou no controle geral da saída do circuito e no próprio comportamento geral do sistema.

É possível especular que foi sob essa ótica – da importância da retroalimentação em causalidade – que Commoner se sentiu incômodo com a equação funcionalista “I = PAT”. Na busca de uma visão ambiental mais ampla, ele formulou quatro leis da ecologia que contêm, explícita ou implicitamente, elementos de retroalimentação, apresentadas a seguir.

## AS QUATRO LEIS DA ECOLOGIA DO BARRY COMMONER

Fonte: Citação direta de Pedro Lacaz Amaral  
<http://www.parede.net/4leis.htm> (captada em 09/01/2003)

*Barry Commoner, um grande biólogo, apresentou quatro Leis da Ecologia. A Primeira Lei da Ecologia: "**Tudo está conectado a tudo**", nos mostra que fazemos parte de um grande sistema, como uma teia de aranha, onde todos os elementos estão conectados uns com os outros, seja de forma direta ou indireta. Quando uma destas conexões se rompe, ou um dos elementos desaparece, todas as demais partes da teia irão sofrer. Olhe atentamente para uma flor, e veja tudo o que ela é: o calor do sol, a chuva fria e molhada, os vários nutrientes do solo, o ar que todas as criaturas vivas produzem e consomem, o resto do universo ao qual o sol está conectado... resumindo: a existência desta flor depende da existência de tudo. Todos nós fazemos parte da Teia da Vida.*

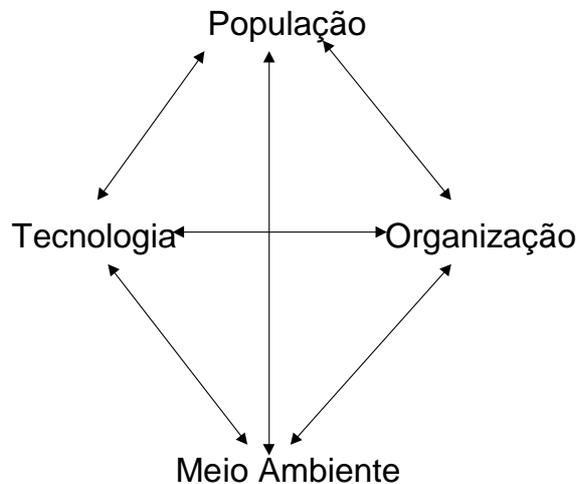
*Os ecossistemas se mantêm estáveis através da interação. A relação presa-predador, o grande ciclo que transforma materiais orgânicos em inorgânicos e em orgânicos de novo, o ciclo que transforma matéria-prima em resíduo e em matéria-prima de novo: tudo é parte de uma complexa teia de interatividade.*

*A Segunda Lei da Ecologia: "**Tudo vai para algum lugar**". A estabilidade dos ecossistemas é possível uma vez que os resíduos gerados por uma parte do ciclo são utilizados por outra parte. Porém, nós geralmente interferimos no ciclo natural das coisas, seja destruindo, seja gerando lixo em excesso, fazendo com que os ecossistemas se desestabilizem. E como todos os ecossistemas estão conectados, problemas em um irão refletir em problemas nos demais.*

*A Terceira Lei da Ecologia: "**A Natureza sabe o que é melhor**". Uma vez que a natureza criou os ecossistemas há bilhões de anos, é óbvio que o homem, que se julga muito esperto, está interferindo no equilíbrio destes sistemas. Ou seja, o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Natureza é muito melhor que o nosso! (Nota do Griffith: Obviamente Commoner está se expressando nesse caso de forma metafórica, porque atribuir sabedoria à Natureza corre o risco de ser uma expressão teleológica).*

*A Quarta Lei da Ecologia: "**Nada é de graça**". Tudo tem seu preço. Não é possível extrair combustível fóssil para queimar, liberando Dióxido de Carbono (CO<sup>2</sup>), Monóxido de Carbono (CO), e material particulado, sem que um preço esteja sendo pago, em algum lugar. Um ecossistema é desestabilizado quando sofre mudanças ambientais. Existem chances de que a Natureza consiga se recuperar do que temos feito, mas o preço pode ser maior do que podemos ou estamos dispostos a pagar. Quando ameaçamos e colocamos em perigo outras formas de vida, estamos nos ameaçando e nos colocando em perigo. O que nos traz de volta à Primeira Lei da Ecologia: "**Tudo está conectado a tudo**".*

## AS QUATRO VARIÁVEIS DO ECOSISTEMA HUMANO



Segundo Duncan e Schnore (1959), as quatro variáveis do ecossistema humano são: 1) população, 2) tecnologia, 3) meio ambiente e 4) organização. Ao nosso ver, a abordagem desse modelo é semelhante, porém mais completa, que a equação I = PAT de Commoner e os outros pioneiros do ambientalismo. Aqui em diante será usado na apostila.

Entre as quatro variáveis do ecossistema humano, as de “população” e “tecnologia” são mais facilmente compreendidas. Mais difícil para descrever claramente são as variáveis “meio ambiente” e, especialmente difícil, “organização”.

**POPULAÇÃO** – Para fins do modelo em discussão, essa variável se refere apenas à população humana (Ou seja, não inclui a população de fauna silvestre, da botânica etc.). A seguinte equação, desenvolvida no século XIX, por P. F. Verhulst (1838) (apud RICHARDSON, 1991, p.32-34), demonstra que a dinâmica populacional é bastante complexa:

$$\frac{dP}{dt} = aP - bP^2,$$

em que:

P = população.

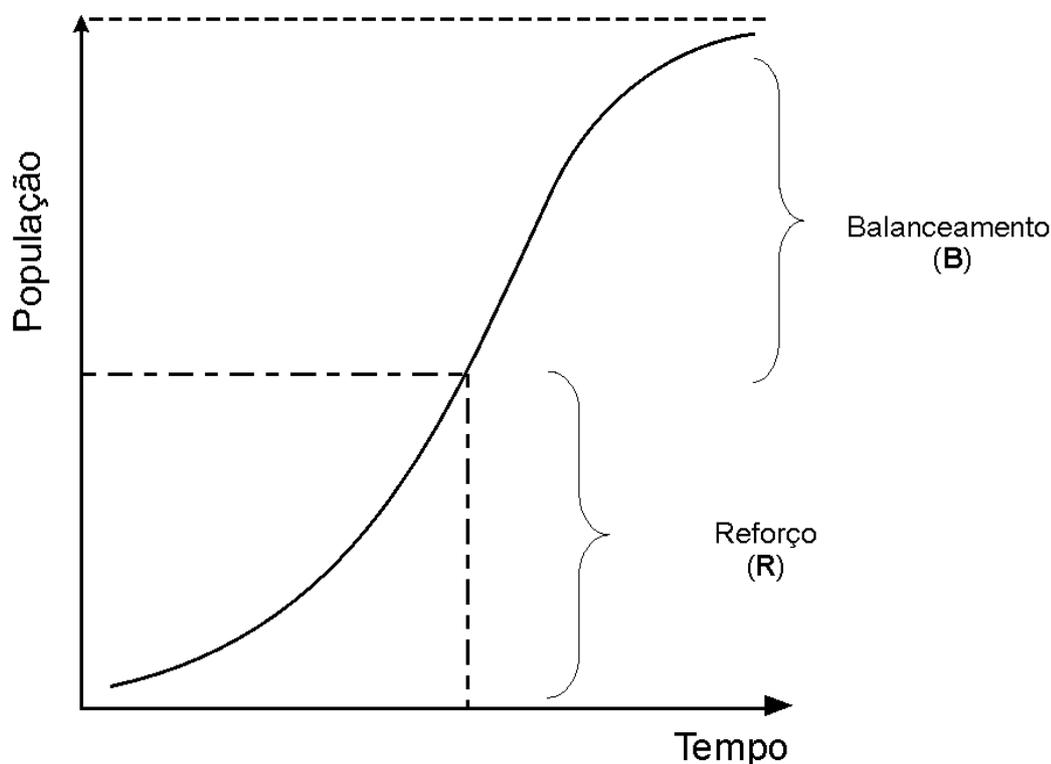
t = tempo.

a, b = constantes da equação.

O termo  $aP$  representa a tendência da população a crescer numa taxa exponencialmente proporcional ao seu tamanho. Mas esse crescimento no tempo enfrentará dificuldades. Verhulst reconheceu que um aumento no número de pessoas resulta em maiores contatos e conflitos entre elas. Hoje, um exemplo disso é a alta taxa mundial de sinistros rodoviários. Esse estresse

no sistema pode chegar a tal magnitude que contrapõe o acréscimo populacional oriundo dos novos nascimentos. Verhulst conjecturou que esse balanceamento causado pelo estresse de contacto poderia ser representado por  $P^2$ , o quadrado da população. Quando grafada, a equação de Verhulst exhibe uma curva sigmóide (Diagrama 4). Veremos essa curva mais adiante para explicar o conceito de capacidade de suporte.

O interessante, do ponto de vista da dinâmica da retroalimentação, é o jogo das duas forças opostas refletidas na curva sigmóide: o balanceamento do estresse de conflito de contacto ( $bP^2$ ) versus o reforço do crescimento da população ( $aP$ ). No decorrer do tempo, no meio do trajeto, quando a população alcança a metade de



**Diagrama 4 – Comportamento da equação de Verhulst para crescimento populacional, representando o efeito de mudança em dominância (reforço => balanceamento)**

Fonte: adaptado de Richardson (1991, p. 34)

seu tamanho máximo, ocorre uma mudança em dominância de efeito. Essa mudança no trajeto da curva acontece sem nenhuma interferência de algum evento externo – ou seja, não é necessário que, digamos, um asteróide caia encima da população para que esta diminua. É uma dinâmica inteiramente interna e conseqüência da própria estrutura do sistema.

Observa-se, como exemplo da relação perversa entre população e congestionamento, a previsão do aumento dos traumatismos rodoviários para 2020, em comparação com 1990, ilustrada pelo Quadro 1.

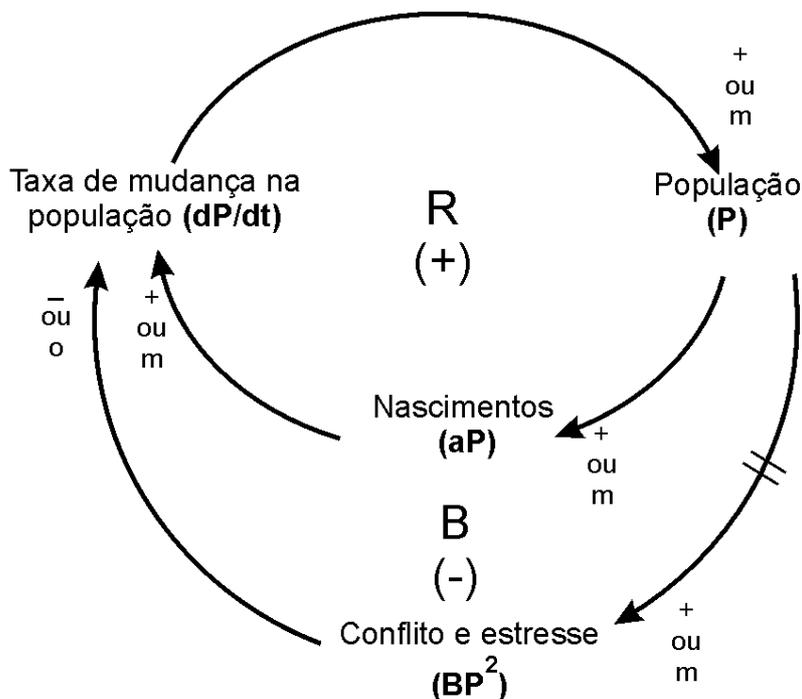
**Quadro 1 – As dez principais causas de doença a nível mundial\***

1990		2020	
Doença ou traumatismo		Doença ou traumatismo	
1 <sup>o</sup>	Infecções do sistema respiratório	1 <sup>o</sup>	Doença isquêmica do coração
2 <sup>o</sup>	Doenças diarreicas	2 <sup>o</sup>	Depressão unipolar major
3 <sup>o</sup>	Problemas perinatais	3 <sup>o</sup>	<b>Traumatismos rodoviários</b>
4 <sup>o</sup>	Depressão unipolar major	4 <sup>o</sup>	Doença cerebrovascular
5 <sup>o</sup>	Doença isquêmica do coração	5 <sup>o</sup>	Doença pulmonar obstrutiva crônica
6 <sup>o</sup>	Doença cerebrovascular	6 <sup>o</sup>	Infecções do sistema respiratório
7 <sup>o</sup>	Tuberculose	7 <sup>o</sup>	Tuberculose
8 <sup>o</sup>	Rubéola	8 <sup>o</sup>	Guerra
9 <sup>o</sup>	<b>Traumatismos rodoviários</b>	9 <sup>o</sup>	Doenças diarreicas
10 <sup>o</sup>	Anomalias congênitas	10 <sup>o</sup>	AIDS

\*Os epidemiologistas usam como medida DALYs (*disability-adjusted life years*), anos perdidos em função da incapacidade.

Fonte: Murray, C.J.L.; Lopez, A.D. eds. **The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020.** Boston: Harvard University Press, 1996.

A dinâmica dessa estrutura interna pode ser modelada por um tipo de diagrama chamado “círculo de causalidade” ou “diagrama de influência” (Diagrama 5). Tais diagramas constituem a principal ferramenta do pensamento sistêmico. As interpretações da dinâmica da dupla causalidade indicadas por esses diagramas são mais úteis que os modelos estáticos ou lineares.



**Diagrama 5 – Interpretação da equação de Verhulst por meio de círculo de causalidade**

Fonte: Richardson, 1991, p. 33.

**TECNOLOGIA** – É a aplicação de conhecimento teórico na prática. A capacidade do ser humano representar a natureza em símbolos e recombiná-los lhe dota com imenso poder de aprendizagem e manipulação do mundo. Na teoria ideal, as engenharias almejam o benefício da humanidade por alteração do ambiente; os engenheiros desenvolvem meios para a utilização econômica dos materiais e das forças da natureza por meio da aplicação criteriosa do conhecimento das ciências naturais, obtido pelo estudo, pela pesquisa e pela experiência adquirida.

Infelizmente, na prática, nem toda aplicação do conhecimento à gestão ambiental acontece de forma apropriada e o resultado pode ser maléfico. Isso porque acreditamos, muitas vezes, na infalibilidade da tecnologia e do método científico. Essa crença pode-nos enrolar nos seguintes extremos do representacionismo, (chamado também objetivismo) (MATURANA e VARELA, 2001):

- a sensação de certeza;
- a crença que podemos dominar tudo; e
- a tendência de fragmentar o mundo por meio da classificação

Dois estudos de casos encontrados em reportagens jornalísticas recentes ilustram essas faces opostas (benéfica e maléfica) da tecnologia: 1 - *Esbelto e Limpinho – Criado em Granjas, o Porco Brasileiro está Magro e Saudável como Nunca* (ESBELTO..., 2001) e 2 - *Vaca Louca ou Tecnologia Louca* (GRAZIANO NETO, 1996).

**MEIO AMBIENTE** – Uma definição simples de “ambiente” é dizer que se refere às circunstâncias físicas e culturais nas quais vive o homem. O “meio ambiente” (termo redundante, porém já consagrado pelo uso comum) pode ser natural, construído ou uma combinação do natural e do construído. Cita-se como exemplo desse último ambiente híbrido uma praça urbana porque pode ser constituída em parte pelo natural – árvores de sombreamento –, e outra parte pelo construído – um coreto e a pavimentação dos passeios.

Segundo Ivakhiv (2002), as pessoas criam seus próprios ambientes no sentido que ambiente é a corporificação de atividade passada. Assim sendo, o ambiente é formado, dentro dos mundos vividos, pelos processos de apropriação e negociação desses habitantes.

*People create their environments “in the sense that the environment is the embodiment of past activity, shaped by the ways it has been appropriated and negotiated within the life-worlds of its inhabitants”* (IVAKHIV, 2002, p. 398).

**ORGANIZAÇÃO** – Lembramos que um dos componentes do Campo da Saúde representado pelo Diagrama 1 é o “Sistema de Organização do Cuidado da Saúde”. O homem tende a organizar o ambiente ao seu redor para seus próprios fins de ordem e controle – é aqui que entra a variável “organização” no ecossistema humano. O ser humano impõe sistemas físicos e culturais que interferem na natureza, estruturando seus componentes físicos e biogeográficos. Muitas vezes considerado um sinônimo de organização, a

estrutura de um sistema é a incorporação física de seu padrão de organização (CAPRA, 1996). Mas uma organização de reforços e balanceamentos operando internamente dentro de um sistema também pode ser considerada uma estrutura.

Segundo Weinstein (1967), todas as sociedades humanas precisam preencher os seguintes pré-requisitos funcionais, formas de organização que possibilitam as adaptações “homem ao ambiente” e “homem ao homem”:

1. A distribuição de poder – a organização de autoridade e poder para tomada de decisões;
2. A socialização – a adaptação do indivíduo à cultura incluindo a educação formal e informal;
3. A integração de valores – legitimação de ações por meio de religião ou formas de controle social;
4. O atendimento de necessidades biológicas – organização da economia;
5. A reprodução – há que ter, no mínimo, um sistema informal de família.

Pode existir entre países grande diferença em organização. No Quadro 2 há uma comparação internacional quanto ao grau de burocracia. Às vezes, a organização imposta por poder político ou assumida voluntariamente pelo homem acaba causando prejuízos para alguns e, em alguns casos, para todos. Como exemplo, cabe lembrar que a distribuição da afluência, uma das variáveis que compõe a equação  $I = PAT$ , pode ser organizada de uma maneira justa ou injusta dentro de uma sociedade. A incidência da poluição pode ser também organizada de maneira injusta entre vítimas. Toda essa questão de igualdade é chamada “justiça ambiental”.

#### Quadro 2 – Comparação entre países do grau de burocracia

	Brasil	Rússia	*Países de renda alta
<b>Dias para iniciar um negócio</b>	152	36	25
Número de procedimentos para indicar um negócio	17	9	6
Média de custo para demitir (em semanas de salários)	165	17	42
Dias para fazer valer um contrato	566	330	280
Dias para registrar propriedade	42	37	50
Número de procedimentos para registrar propriedade	14	6	4
Anos em um processo de insolvência	10	1,5	2

\*Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Cingapura, Hong Kong e Taiwan (China), Coréia do Sul, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Kuwait, Nova Zelândia, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça.

Fonte: Folha de São Paulo, 27/11/2004, B-2.

Além da ordem imposta mais diretamente para atender nossas demandas biossociais imediatas, outras formas de organização são mais abstratas, tais como as instituições humanas. Essas consistem de padrões formais de organização social que também potencializam a satisfação de necessidades e desejos humanos.

Nem todos os tipos de organização são iguais e muitas formas de organização são malélicas. Da mesma forma que podemos levar, erroneamente, o componente “tecnologia” ao extremo objetivista, podemos errar na gestão do componente “organização” pelo extremo solipsista (MATURANA e VARELA, 2001). É uma pergunta filosófica se o objetivo da conservação deve ser o sistema de organização *homem/natureza* que enxergamos ou se deve ser o mundo material “real”, a massa não definida que existe além dos filtros da nossa percepção. Se nos organizamos internamente sem vínculos ao mundo real por meio da ciência objetiva, corremos os seguintes riscos do solipsismo:

- a caos da total arbitrariedade, sem comprovação material;
- pode-se imaginar qualquer coisa, e
- a superstição.

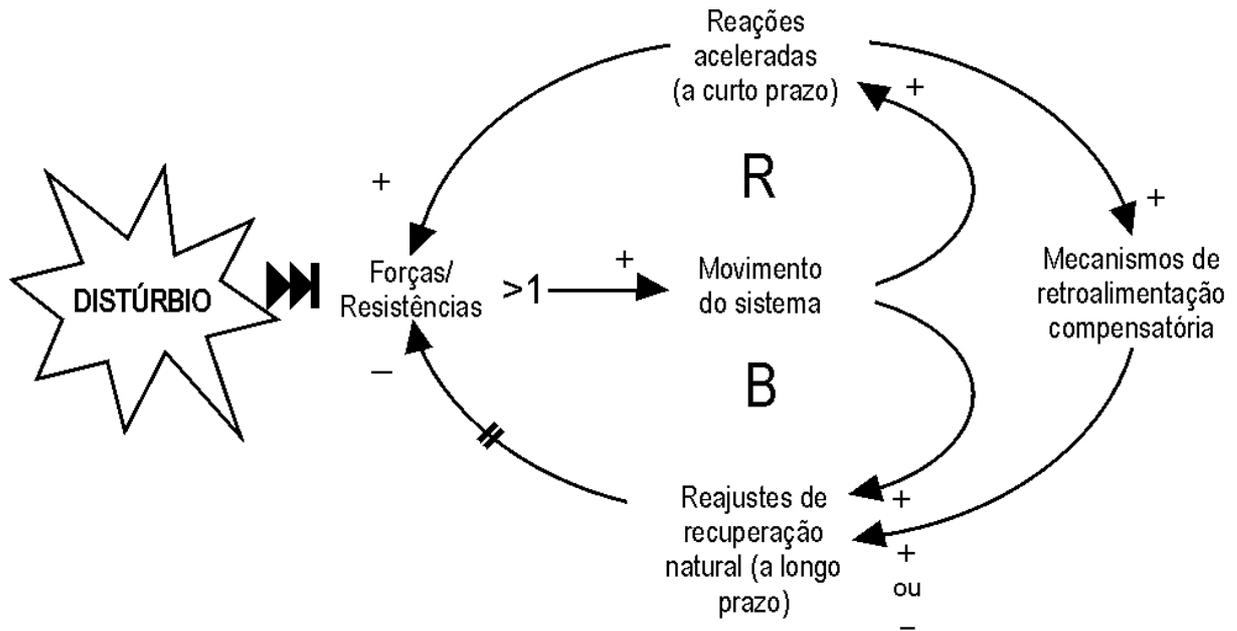
Em resumo, a organização consiste de componentes arranjados numa disposição de rede com interligações sistêmicas, tendo a qualidade de interação. O termo “gestão ambiental” pressupõe a condução de atividades benéficas de maneira ordenada (organizada), interdependente e, portanto, sistêmica.

### **MODELAGEM DO ECOSISTEMA HUMANO E DA GESTÃO AMBIENTAL**

As quatro variáveis do ecossistema humano – população, meio ambiente, tecnologia e organização – são as “alavancas” principais do gestor ambiental. Este, provavelmente desenvolverá, no percurso da sua carreira, conhecimentos e ferramentas especializadas para gerenciar uma ou outra das quatro, mas terá que lidar, também, com as outras.

O inter-relacionamento entre essas quatro variáveis são processos passíveis de modelagem pelo pensamento sistêmico. Ademais, estão prestes a serem entendidos como estruturas sistêmicas de retroalimentação. Como já assinalado, o pensamento sistêmico é uma maneira de modelar as situações complexas e dinâmicas em que operam essas variáveis. Ou são voltas caracterizadas por movimentos de balanceamento (representado pelo símbolo *B*) ou de reforço (representado pelo símbolo *R*).

Como norteador de modelagem e para melhor entender a maioria dos estudos de caso apresentados daqui a diante nesta apostila, propõe-se o Diagrama Básico de Síntese (DBS) ilustrado no Diagrama 6.



**Diagrama 6 – A unidade básica de síntese para diagnosticar a dinâmica de sistemas**

Esse diagrama apresenta as seguintes vantagens:

- Segue as tradições teóricas já consagradas da engenharia: Incorpora tanto o modelo *cibernético* (desencadeamento por eventos externos discretos e estocásticos – o acidente ecológico, por exemplo) como o do *servomecanismo* (organização interna de balanceamentos e reforços – o padrão dinâmico da sucessão ecológica, por exemplo).
- Abrange diversos horizontes de tempo – incorpora nos seus circuitos reações a curto prazo, respostas demoradas, porém duradouras, e, ainda, mecanismos compensatórios a médio prazo.
- Representa um sistema aberto e não fechado; dinâmico e não estático. Mesmo sendo dinâmico, o modelo ainda pode complementar, perfeitamente, os modelos estáticos. Conduz ao pensamento circular e não linear – assim sendo, adequa-se melhor aos processos naturais e sociais que queremos estudar e gerenciar.
- A sua dinâmica é compatível com as teorias autopoieticas da sustentação dinâmica de vida (MATURANA e VARELA, 2001) – algo pode perturbar a relação entre as forças e resistências da natureza ou do sistema social envolvido. Mas dado tempo suficiente e contando com a intervenção criteriosa do gestor humano que faz parte, o sistema em questão tem grande probabilidade de retornar a uma nova estabilidade saudável.

- É possível extrapolar e adaptar o conteúdo deste pensamento sistêmico para modelos mais poderosos de simulação (de estoques e fluxos); são modelos compatíveis e complementares.

## CONCLUSÃO

Os conceitos e modelos brevemente apresentados nesta introdução são detalhados nas disciplinas ENF388 e ENF686 da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com a seguinte seqüência de tópicos:

- A problemática da situação ambiental atual.
- A evolução do ambientalismo.
- Caracterização das principais soluções para a problemática ambiental.
- O modelo predominante atual – desenvolvimento sustentável.
- Aspectos macro e microambientais da gestão ambiental.
- Política ambiental nacional e internacional.
- Opções de instrumentos de gestão ambiental: do setor público e do setor privado.
- Outros modelos para solucionar a problemática ambiental.
- Monitoramento ambiental.

## REFERÊNCIAS CITADAS

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. 6ª ed. São Paulo: Cultrix, 2001. 256p.

DUNCAN, O.D.; SCHNORE, L.F. Cultural, behavioral, and ecological perspectives in the study of social organization. **American Journal of Sociology**, n.65, p. 132-146, 1959.

EGAN, M. The social significance of the environmental crisis: Barry Commoner's *The Closing Circle*. **Organization & Environment**, Thousand Oaks, v.15, n.4, p. 443-457, 2002.

ELLENS, J.H. **Psicoteologia**: aspectos básicos. São Leopoldo, RS: Sinodal, 1986. 48p.

EHRlich, P. R. **The population bomb**. New York: Ballantine. 1968.

ESBELTO e limpinho. **Veja**, São Paulo, 18 abril 2001.

GRAZIANO NETO, F. Vaca louca ou tecnologia maluca? **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 14 abril 1996. 1, p.3.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**, 162, p.1243-1248. 1968.

HOFFMAN, A.J. **From heresy to dogma**: an institutional history of corporate environmentalism. San Francisco: New Lexington, 1997. 253p.

IVAKHIV, A. Toward a multicultural ecology. **Organization & Environment**, v.15, n.4, p.389-409, 2002.

MATURANA, H.R.; VARELA, F.J. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Athena, 2001. 283p.

MYRDAL, G. **Rich lands and poor**. New York: Harper. 1957.

PURSER, R.E. From global management to global appreciation: a transformative epistemology for a perspectival worlds. **Organization & Environment**, v.10, n.4, p. 361-383, 1997.

RICHARDSON, G.P. **Feedback thought in social science and systems theory**. Waltham: Pegasus Communications, 1991. 374p.

STINCHCOMBE, A. L. **Constructing social theories**. New York: Harcourt, Brace and World. 1968.

WEINSTEIN, Eugene. **Sociology 260**, Department of Sociology, Nashville: Vanderbilt University, Fall 1967. (Class Notes).