

Análise e proposição de um modelo de indicadores de sustentabilidade ambiental¹

Severino Soares Agra Filho*, Márcia Mara de Oliveira Marinho**, Felipe Pereira***
Rejane Santana****, Raul Mendes*****

Resumo

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental – ISA, são ferramentas essenciais para a avaliação da realidade ambiental e das suas tendências de mudança, bem como para a implementação e o monitoramento dos resultados de políticas públicas para o Desenvolvimento Sustentável. Existem, globalmente, diversas iniciativas utilizadas para a sistematização de tais indicadores, com diferentes abordagens teórico-metodológicas. Este estudo pretende apresentar uma avaliação dos principais modelos utilizados para essa sistematização e a proposição dos ISA. Para isso, realiza, a partir de uma revisão da literatura sobre o tema, uma análise das iniciativas existentes em nível internacional, que leva à proposição de um modelo teórico para orientar a sistematização de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental. O artigo chega a uma proposta mais desagregada para a proposição dos ISA, ao considerar a seqüência: Forças Motrizes – Pressão – Alteração do Estado – Impacto – Resposta. Essa proposta é um resultado parcial de uma pesquisa em andamento no Departamento de Engenharia Ambiental, em convênio com o Estado da Bahia.

Palavras-chave: Indicadores ambientais, indicadores de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

O reconhecimento internacional da interdependência da questão ambiental com o processo de desenvolvimento impôs, no âmbito governamental dos países, a necessidade de se avaliar as implicações ambientais no planejamento e a sua devida compa-

Abstract

Environmental Sustainability Indicators – ESI are essential tools to assess the state of the environment and its trends as well as to guide implementation of public policies towards sustainable development and to measure their results. This paper aims to undertake a critical analysis of the available initiatives and frameworks used to propose ESI. This analysis is based in a wide literature review and examination of documents produced by international initiatives on ESI. As a result, the study proposes a conceptual framework which adopts a more desegregated approach using the following sequence: Driving Forces – Pressure – Change on the State – Impact – Response. This is a partial result of a research carried out by the Department of Environmental Engineering of the University of Bahia.

Key words: Environmental indicators, sustainability indicators, sustainable development.

tibilização com os propósitos de um desenvolvimento socialmente justo e ecologicamente sadio, o desenvolvimento sustentável. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD-92, consagra essa percepção, ao fazer constar nos seus princípios que "o desenvolvimento deve ser promovido de forma a garantir as necessida-

¹ Os autores agradecem a Ana Maria Siqueira, MSc, revisora, e Danilo Sobrinho, Estudante de Eng. Sanitária e Ambiental, que contribuíram para a elaboração deste artigo.

* Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental – Escola Politécnica da UFBA, Doutor em Economia e Meio Ambiente – UNICAMP, severino@ufba.br

** Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental – Escola Politécnica da UFBA, PhD em Ciências Ambientais, University of East Anglia, Reino Unido. marma@ufba.br

*** Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFBA.

**** Técnica da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI.

***** Engenheiro Sanitarista e Ambiental – UFBA

des da *'present sustainable development'* e das futuras gerações" (Princípio Três da Declaração do RIO-92), ou seja, o *desenvolvimento sustentável*; da mesma forma que "a proteção ambiental deve ser considerada parte integrante do processo de desenvolvimento" (Princípio Quatro). A conjugação desses dois princípios exprime a perspectiva do conceito de Desenvolvimento Sustentável: enfatiza-se que a gestão dos recursos ambientais se insere como base de sustentação do processo de desenvolvimento, tornando-se uma questão fundamental no seu ordenamento.

No Brasil, a Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei 6.938/81, introduz essa nova abordagem de gestão ambiental no país, preconizando, entre os seus objetivos, a necessidade de compatibilizar o processo de desenvolvimento com os requisitos de uma sadia qualidade do ambiente. Reforçando essa perspectiva, foram estabelecidos alguns dispositivos na Constituição Federal, atribuindo ao poder público a responsabilidade pela gestão ambiental (art. 225) e definindo que a ordem econômica será regida, entre outros princípios, pelo da defesa da qualidade ambiental (art. 170).

O compromisso com a promoção da sustentabilidade ambiental impõe o conhecimento e o desenvolvimento de novos processos de apreensão da realidade, que permitem a percepção integrada dos diferentes fatores sociais, econômicos e ecológicos que determinam a qualidade ambiental.

A condução dessa perspectiva exige, entre outros mecanismos, a definição de indicadores que relacionem as condições de sustentabilidade ambiental com os diferentes setores da produção social. Essa demanda consta objetivamente da AGENDA 21, que determina que os países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação dos avanços, em relação ao desenvolvimento sustentável, através do uso de indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental.

Atualmente, diversos países e entidades multilaterais – como a Organização das Nações Unidas (ONU), através de suas organizações como a Comissão Econômica para América Latina e o Caribe (CEPAL) e a

Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), além da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – têm desenvolvido esforços no sentido de estabelecer indicadores ou propor metodologias para a escolha dos mesmos.

O propósito é que a utilização desses indicadores possa contribuir para a aferição e o monitoramento da trajetória das nações no caminho da sustentabilidade ambiental. Apesar de diversas iniciativas existentes, o processo de criação de indicadores ambientais, ou de sustentabilidade ambiental, ainda se encontra em pleno desenvolvimento, devido à complexidade que essa criação envolve, estabelecendo modelos metodológicos para a proposição desses indicadores e/ou a sua listagem.

De fato, essas definições tornam-se mais complexas uma vez que os níveis de desenvolvimento econômico e social, assim como os níveis de organização das instituições governamentais e as características do ambiente natural são bastante distintos entre as nações e dentro delas, entre as suas regiões e localidades.

Dessa forma, a determinação de tais indicadores para países, regiões, estados e localidades gera a necessidade não apenas da definição de uma abordagem teórico-metodológica coerente, mas, também, de adaptações às especificidades de cada nação e suas localidades.

Este estudo propõe-se a apresentar uma discussão conceitual sobre o papel dos Indicadores de Sustentabilidade Ambiental, com base numa revisão de literatura sobre o tema e uma análise crítica dos principais modelos utilizados para elaboração desses indicadores, chegando à escolha de um modelo teórico para orientar a sua elaboração.

Toda essa discussão é parte essencial de uma etapa de uma pesquisa em andamento para proposição de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para o Estado da Bahia, realizada pelo Departamento de Engenharia Ambiental, em convênio com a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Sustentabilidade ambiental: conceituação

A busca por um Desenvolvimento Sustentável resulta da percepção da íntima relação entre pobreza e degradação. Essa constatação, por sua vez, implica a necessidade de se superar a visão tradicional que opõe a melhoria da qualidade ambiental ao desenvolvimento. Consolida-se, então, uma nova visão, de que os problemas ambientais e sociais são resultantes ou manifestações da dinâmica e da estratégia de um determinado modelo de desenvolvimento, ou melhor, de um modelo de crescimento econômico que não promove o desenvolvimento social e se revela nefasto na apropriação do patrimônio natural. Preconiza-se, assim, a necessidade de se adotar novas estratégias de condução do processo de desenvolvimento que privilegiem a qualidade do crescimento e valorizem os recursos ambientais como dimensão e base fundamental de sua sustentação.

A condução do desenvolvimento sustentável abrange as dimensões sociais, econômicas e ecológicas simultaneamente e tem como características fundamentais: a equidade na distribuição dos bens econômicos e ecológicos, o consenso social dos seus propósitos econômicos e a prudência na apropriação dos recursos ambientais (CMMAD, 1988; ACSELRAD, 1993; SACHS, 1993).

Nesse sentido, para o atendimento das necessidades básicas das atuais e das futuras gerações, os processos de intervenção e/ou de apropriação dos recursos ambientais devem ser priorizados e regidos pelo enfoque da sustentabilidade.

Contudo, a sustentabilidade como parte integrante do desenvolvimento torna-se um desafio na lógica de formulação e implementação das intervenções públicas, que consiste, essencialmente, em identificar alternativas sustentáveis de produção social, ou seja, que compatibilizem as demandas so-

ciais com as potencialidades e restrições ambientais.

A incorporação da sustentabilidade representa, sobretudo, uma mudança de conduta dos agentes econômicos e governamentais e, conforme anterior-

mente discutido, requer a busca de ferramentas para a sua avaliação.

Nesse sentido, a seguir será abordado o papel dos indicadores no processo de busca da sustentabilidade ambiental.

O papel dos indicadores de sustentabilidade ambiental

Os indicadores cumprem o objetivo social de melhorar a

comunicação entre os decisores políticos e a sociedade, na discussão de temas complexos sobre os quais há necessidade de um consenso social acerca da estratégia de sua abordagem, como a política ambiental. Para tanto, um indicador deve tornar perceptível um fenômeno não detectável em termos imediatos, tendo um significado maior que o fornecido pela observação direta, expresso por gráficos ou formas estatísticas. Ressalte-se que os indicadores são distintos das estatísticas e dos dados primários (ADRIANSEE, 1993, *apud* TEIXEIRA, 1998).

Os indicadores ambientais começaram a atrair as atenções no final dos anos 70, embora se possa dizer que desde meados de 1800 há registros de indicadores, utilizando dados de qualidade do ar e temperatura (GROVER, 2003). Em 1968, como consequência dos anos do pós-guerra, do crescimento da população e dos eventos de poluição ambiental, os EUA aprovaram uma lei que tornava obrigatória a publicação de estatísticas sobre a qualidade ambiental. Foi criado o Índice de Qualidade Ambiental, pela Fundação para a Vida Selvagem (WWF), publicado pela primeira vez em 1969. Inicialmente, o mesmo avaliava sete recursos naturais – água, ar, solo, flora, fauna silvestre, minerais e habitat. Atualmente, a WWF tem trabalhado com seis indicadores relacionados com os recursos ambientais, cinco deles de consumo, de grãos, peixes, produtos florestais e água potável, e um relativo às emissões de CO₂.

Um indicador ambiental pode ser entendido como a representação de um conjunto de dados, informações e conhecimentos, acerca de determinado fenômeno urbano / ambiental, capaz de expressar e comunicar, de maneira simples e objetiva, as características essenciais (como ocorrência, magnitude e evolução, entre outros aspectos) e o significado (como os efeitos e a importância socioambiental associados) desse fenômeno aos tomadores de decisão e à sociedade em geral. Sua adoção envolve a perspectiva de ser utilizado no acompanhamento de cada fenômeno urbano / ambiental ao longo do tempo, no sentido de avaliar o progresso ou retrocesso em relação ao meio ambiente (SÃO PAULO..., 2004). Já a CEPAL define indicadores ambientais como sendo aqueles que refletem uma relação significativa entre algum aspecto do desenvolvimento econômico e social e um fator ou processo ambiental (CARRIZOSA, 1982).

Os indicadores ambientais estão estreitamente associados aos métodos de produção e de consumo e refletem, freqüentemente, intensidades de emissões ou de utilização dos recursos, e suas tendências e evoluções, dentro de um determinado período. Podem servir, também, para evidenciar os progressos realizados visando a dissociar as atividades econômicas das pressões ambientais correspondentes (KRAEMER, 2004). Nesse sentido, os indicadores ambientais são importantes e indispensáveis para fundamentar as decisões referentes aos mais diversos níveis e nas mais diversas áreas. Uma parte deles são os chamados indicadores de desempenho ambiental, utilizados para sintetizar informações quantitativas e qualitativas que permitam a determinação da eficiência e efetividade de um sistema produtivo, do ponto de vista da utilização dos recursos disponíveis. São usados, por exemplo, por empresas, para orientar, gerir e comunicar, às partes interessadas, o seu desempenho ambiental, permitindo a comparação de informações dentro das organizações (KRAEMER, 2004).

No Quadro 1, observa-se que os indicadores ambientais podem ajudar em análises em diversas áreas.

Os indicadores quantitativos, segundo o entendimento de Veleza e Ellembecker (2001) *apud* Cardoso (2001), devem identificar 4 parâmetros-chave: a) a unidade de

Quadro 1
Áreas de atuação dos indicadores

1. Avaliação do desempenho	Os indicadores ajudam a avaliar o desempenho ou concretização, se uma base de comparação estiver claramente identificada..
2. Limiares	Os limiares constituem uma base importante para a avaliação. Em geral, a ultrapassagem de um limiar de sustentabilidade bem definido deverá enviar uma mensagem óbvia aos políticos e à sociedade em geral.
3. Interligações causais	Os indicadores são importantes para apoiar a investigação das causas, como as interligações entre as pressões e as condições ambientais.
4. Construção de Modelos e Cenários	Os indicadores fornecem dados reais e ajudam os testes de campo de modelos e possíveis cenários futuros.

Fonte: LIVESTOK, 2004

medida, b) o tipo de medida (absoluta ou relativa, c) o período da medida e d) a abrangência da medida. No entanto, os indicadores qualitativos também são comuns em áreas sociais e culturais, exigindo, nesse caso, um referencial mais subjetivo, porém com critérios que permitam avaliá-los, para a sua definição.

Os indicadores e índices podem ser utilizados para um conjunto de diversas aplicações, consoante os objetivos em causa. A OCDE possui quatro grandes grupos de aplicações de indicadores:

- Avaliação do funcionamento dos sistemas ambientais;
- Integração das preocupações ambientais nas políticas setoriais;
- Contabilidade ambiental;
- Avaliação do estado do ambiente.

Existem critérios importantes que devem ser considerados na definição e utilização dos indicadores ambientais: sem um bom conjunto de dados, baseados na monitorização, não é possível desenvolvê-los. De acordo, por exemplo, com aqueles definidos em OCDE, (2002), quais sejam:

- Medições do desempenho implicam a necessidade de estabelecer objetivos;
- Os indicadores devem considerar particularidades relativas às características locais, culturas e instituições;
- Os conjuntos de indicadores evoluem no tempo;
- Os conjuntos de indicadores são completos raramente, se é que o são alguma vez;
- A medição dos indicadores tende a reduzir a incerteza, mas não a elimina.

Barrera-Roldan e Saldívar-Valdez (2002) selecionaram alguns critérios para a definição de um núcleo central de indicadores ambientais, com foco no desenvolvimento sustentável. São eles: a) disponibilidade e confiabilidade das fontes de informação; b) existência de dados estatísticos; c) representação das componentes social, econômica e natural, bem como de importância regional e local; d) abordagem holística, que integre e inclua aspectos qualitativos e quantitativos.

Quiroga (2001) em um trabalho para a CEPAL, apresenta um quadro comparativo das diversas iniciativas existentes no mundo para proposição de indicadores ambientais e indicadores de sustentabilidade ambiental, dentre as quais estão a da OCDE, uma das pioneiras a integrar as preocupações ambientais com o progresso social e econômico. Também a iniciativa da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, da ONU, iniciada em 1995, propõe uma lista de 134 Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, incluindo indicadores ligados aos aspectos: equidade, saúde, educação, seguridade, habitação, população, atmosfera, terra, biodiversidade, oceanos, mares e zonas costeiras, água potável e estrutura econômica.

Diversas outras iniciativas utilizam indicadores de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável para fins de orientação de políticas públicas.

Outros, como o Global Reporting Initiative (2005), propõem indicadores de sustentabilidade para Relatórios de Sustentabilidade das Empresas. Herzi e Hasan (2004) apresentam uma listagem de 29 IDS, divididos em: Ambientais, Recursos Naturais, Econômicos e Sociais.

Diversos países possuem um grupo de indicadores de desenvolvimento sustentável. No Reino Unido, o governo possui uma listagem de 68 indicadores (cf. <www.sustainable-development.gov.uk>) e, a Finlândia, 76 indicadores de desenvolvimento sustentável. Para efeito deste trabalho, Indicadores de Desenvolvimento Sustentável é um termo similar a Indica-

res de Sustentabilidade Ambiental – escolhido para este estudo.

A disponibilidade dos indicadores de sustentabilidade ambiental tem sido priorizada como um referencial fundamental para balizar as ações estratégicas governamentais e empresariais, nas definições de suas políticas e medidas de gestão ambiental, bem como na aplicação dos instrumentos das mesmas – entre os quais se incluem os Estudos de Impactos Ambientais, o Licenciamento Ambiental e a adoção de tecnologias limpas no setor produtivo.

Assim, a caracterização e disponibilidade desses indicadores possuem uma demanda concreta, indispensável para se prover a orientação de políticas públicas coerentes com

os princípios do desenvolvimento sustentável.

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável ou de Sustentabilidade Ambiental são ferramentas essenciais para guiar uma ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável (IBGE, 2002).

Nesse propósito, os indicadores de sustentabilidade ambiental devem prover os tomadores de decisões governamentais de informações satisfatórias, que propiciem a avaliação da realidade ambiental e das suas tendências de mudança. Devem, também, favorecer a promoção de medidas indutoras, comprometidas com a sustentabilidade, tanto em relação à implantação de políticas públicas para o Desenvolvimento Sustentável, quanto à verificação dos resultados dessas políticas.

Na medida em que todos os indicadores se propõem a representar um modelo empírico da realidade, os indicadores de sustentabilidade ambiental buscam representar a realidade integrando a qualidade do ambiente natural com a realidade socioeconômica, o que, por sua vez, leva a uma melhor avaliação das políticas públicas e a uma maior compreensão de suas conseqüências. Nesse contexto, um aspecto relevante para o estabelecimento dos indica-

dores é a decisão sobre o universo de atuação em que serão aplicados.

No universo do planejamento, eles devem ser relacionados a uma abordagem prospectiva; em um universo de descrição e acompanhamento de uma determinada política, os indicadores devem propiciar a identificação de um quadro retrospectivo que reflita o progresso ocorrido. Diversas iniciativas no mundo discutem metodologias para o estabelecimento de indicadores. Uma análise das diferentes abordagens é apresentada a seguir.

O modelo PER baseia-se na lógica de que as pressões correspondem às atividades humanas que interferem no ambiente, afetando a sua qualidade, e de que a sociedade responde a essas mudanças adotando políticas ambientais, econômicas e setoriais.

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS

MODELOS PARA SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A busca por indicadores de sustentabilidade ambiental, nos processos de desenvolvimento, tem motivado a construção de iniciativas distintas, visando à sua formulação e sistematização. Nesse sentido, diversos modelos lógicos ou mentais foram desenvolvidos, destacando-se, entre outros:

- modelos com base na economia (modelo contábil) – visam a uma vinculação com as contas nacionais. Esse modelo aplica os conceitos e procedimentos de valoração ambiental da economia e requer uma base significativa de informações sobre o inventário dos recursos naturais (OCDE, 2002)
- modelos de vinculação com o bem-estar ambiental e humano (modelo pirâmide) – visam expressar, a partir da cadeia de indicadores locais, indicadores setoriais de recursos e de saída, os indicadores-síntese de uma imagem geral do atual caminho, em direção à sustentabilidade (OCDE, 2002)
- modelos sistêmicos ou de integração de causa e efeito – visam a expressar as relações entre a qualidade ambiental (estado) e os seus fatores causais (de pressão), bem como as iniciativas geradas ou induzidas, em resposta às constatações propiciadas por esses indicadores (OCDE, 2002).

Considerando que a perspectiva sistêmica se impõe na abordagem da questão ambiental, e tendo em vista o propósito de estabelecer indicadores de sustentabilidade, sugere-se, como preferencial, o modelo que

expresse a cadeia de relações causa-efeito. Esse modelo tem sido o predominante nas principais experiências internacionais, sendo, inclusive, a concepção adotada pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável – CDS, da ONU. Por essa razão, esse modelo será a base conceitual que se adotará para a proposição de indicadores que se pretende formular para o estado da Bahia.

A concepção da cadeia causal pressupõe que a inserção dos critérios de sustentabilidade implica a interação entre fatores econômicos, sociais e ambientais. Para tanto, as informações ambientais devem ser sistematizadas a partir de uma cadeia causal das interações entre a sociedade e o ambiente.

Essa sistematização deve ser orientada pelas seguintes questões: *O que está acontecendo ao estado do ambiente? Por que está acontecendo? O que se está fazendo a respeito?* (HAMMOND *et al.*, 1995, *apud* TEIXEIRA, 1998). Desse modo, definir indicadores ambientais requer um satisfatório conhecimento e domínio dessas interações. A estrutura lógica dessa sistematização tem considerado como modelo básico a concepção conhecida como *pressão – estado – resposta*. A identificação das limitações desse modelo tem levado à sua evolução e à conformação de outros resultantes de derivações dessa concepção, tais como:

- Pressão – Estado – Resposta (PER);
- Força Motriz – Situação – Resposta (FMSR) ou (DSR);
- Força Motriz – Pressão – Situação – Impacto – Resposta (FMPSIR) ou (DPSIR);
- Pressão – Estado – Impacto – Resposta (PEIR);
- Pressão – Estado – Resposta – Efeitos (PERE).

As principais características desses modelos serão abordadas em seguida.

a) O modelo Pressão – Estado – Resposta (PER)

O modelo PER (Figura 1) foi desenvolvido e adotado originalmente pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (ORGANIZAÇÃO..., 2002) e, atualmente, é utilizado por diversas agências

Figura 1
Estrutura conceitual do modelo PER ou PSR da OCDE



Fonte: Direção Geral do Meio Ambiente, 2000

internacionais, como o Serviço de Estatística das Comunidades Europeias (Eurostat) entre outras.

O modelo PER baseia-se na lógica de que as pressões correspondem às atividades humanas que interferem no ambiente, afetando a sua qualidade, e de que a sociedade responde a essas mudanças adotando políticas ambientais, econômicas e setoriais. De acordo com esse modelo, as informações devem ser estruturadas em três eixos de organização dos indicadores:

- Os indicadores de pressões – expressam as intervenções sofridas pelo ambiente e que resultam das atividades humanas nos diferentes setores da economia, das atividades humanas etc. Como 'pressões' são considerados os fatores que atuam direta ou indiretamente sobre os sistemas ambientais, tais como o crescimento populacional, as emissões de poluentes e a taxa de consumo de recursos ambientais, entre outras. Numa perspectiva política, as pressões sobre o meio ambiente constituem um ponto de partida para o questionamento das questões ambientais. Tomadas como um indicador (quando disponíveis), servem para que se faça a análise dos dados de origem socioeconômicas, ambientais e outros, obtidos por monitorização.
- Os indicadores de 'estado' – expressam a situação ou estado do ambiente físico-natural decorrente das pressões antrópicas. A situação do ambiente refere-se às condições existentes resultantes das pres-

sões, como níveis de poluição do ar, degradação da terra ou desmatamento. Ela afeta a saúde e o bem-estar humano e, também, o aspecto socioeconômico da sociedade em foco. É de suma importância entender tanto a situação do ambiente quanto os efeitos indiretos. Os indicadores de estado refletem a qualidade do ambiente num dado horizonte espaço/ tempo, respondendo às pressões e, ao mesmo tempo, facilitando as ações corretivas.

Os indicadores de 'respostas' – expressam as ações ou respostas preventivas e mitigadoras desenvolvidas pelos cidadãos, pelas empresas e pelo governo. Avaliam as ações desenvolvidas pela sociedade, de forma individual ou coletiva, que

procuram minimizar ou prevenir os impactos ambientais negativos, para corrigir os danos existentes, ou conservar os recursos ou sistemas naturais. Essas respostas podem incluir ações reguladoras, despesas ambientais ou para investigação, opinião pública e preferência dos consumidores, mudanças nas estratégias de gestão e informação ambiental. As respostas devem ser elaboradas para atuarem sobre as pressões, visando a modificar os indicadores de situação.

Entre as vantagens do modelo PER estão a simplicidade e facilidade de sua aplicação, bem como a possibilidade de evidenciar os elos causais entre o meio físico-natural e o meio social, e de, assim, fazer os tomadores de decisão e o público perceberem a interdependência entre as questões ambientais e as outras.

Outra relevância dessa concepção está na possibilidade de propiciar o mecanismo de retro-alimentação a partir da avaliação dos indicadores de resposta. Por outro lado, ao considerar a concepção das cadeias causais, o sistema PER impõe uma lógica linear e a necessidade de simplificação de questões complexas. Para minimizar essa lógica, torna-se fundamental que o processo de análise não deixe de considerar que as interações econômico-ambientais e as relações ecossistêmicas são mais complexas do que o efetivamente demonstrado.

O equacionamento entre a simplificação dos indicadores e a complexidade da caracterização das

cadeias causais requer, preliminarmente, de acordo com Adriansee (1993), a identificação de problemas-chave, que constituem a razão de ser da política ambiental. A abordagem integrada dos temas ambientais conduz, portanto, à identificação dos setores de atividade econômica que estão relacionados aos problemas, os setores-alvo.

Complementando a visão dos problemas-chave por meio dos setores-alvo, a regionalização da abordagem permite uma melhor tradução das interações das questões ambientais com as demais, por tornar possível um enfoque nas funções ambientais essenciais de cada região e, conseqüentemente, de cada conjunto da sociedade.

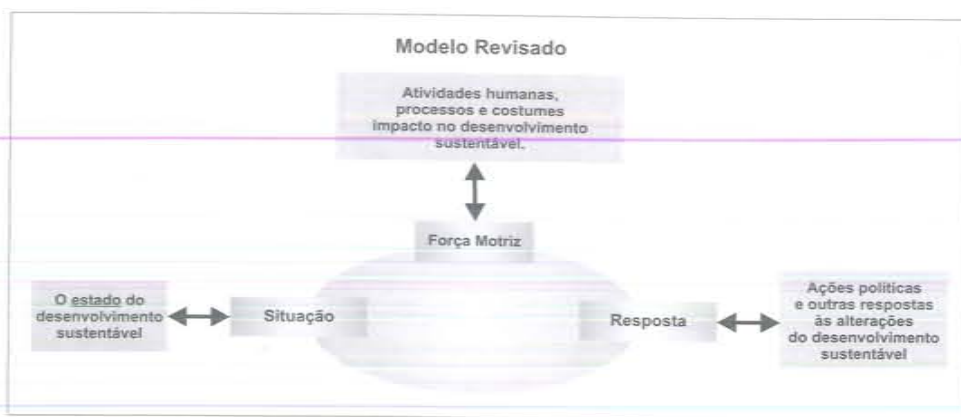
As dificuldades de se estabelecerem essas cadeias causais têm motivado inúmeros ajustes no modelo PER. Um dos principais tem sido diferenciar indicadores de pressão e de estado e a necessidade de expansão da estrutura para lidar de forma mais específica com as necessidades de descrever o desenvolvimento sustentável.¹

b) Força Motriz – Situação – Resposta (FMSR) ou (DSR)

A estrutura FMSR (Figura 2) considera Força Motriz as atividades humanas, processos e hábitos com impacto no desenvolvimento sustentável, o 'estado' do desenvolvimento sustentável a 'situação' e as opções políticas e outras respostas às mudanças do desenvolvimento sustentável ('Resposta').

Nesse modelo evidenciam-se as atividades humanas e os processos que causam impactos, que exercem as pressões (alterações) no ambiente. Assim, o termo 'pressão' foi substituído por 'força motriz', visando a explicitar as demandas e os usos sociais sobre os sistemas e recursos ambientais e a acomodar com mais

Figura 2
Modelo FMSR



Fonte: Adaptação do Modelo da OCDE, 1996

precisão a adição dos indicadores sociais, econômicos e institucionais.

Dessa forma, o uso do termo Força Motriz permite que o impacto no desenvolvimento sustentável possa ser, ao mesmo tempo, positivo e negativo. Esse modelo é uma matriz que incorpora três tipos de indicadores em diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável, nomeadamente a dimensão social, econômica ambiental e institucional.

Os indicadores ambientais, na estrutura FMSR, podem ser utilizados para levar os conhecimentos científicos de campo e de laboratório ao público em geral e aos tomadores de decisões. Para serem eficazes, devem possuir um público alvo explícito, no país ou região em causa.

Ao unir esses três componentes, o modelo FMSR permite ligações de informação entre as forças motrizes e as respostas, entre a situação e as forças motrizes, e da situação para a resposta. Esses mecanismos de feedback dão-nos a chance de melhor compreender as conseqüências das intervenções políticas e tecnológicas (DIREÇÃO GERAL DO MEIO AMBIENTE, 2000).

c) Estrutura Força Motriz – Pressão – Situação – Impacto – Resposta (FMPSIR) ou (DPSIR)

Esse modelo considera que as atividades humanas Força Motriz, tais como a indústria e os transportes, geram processos, ações ou pressões (Pressão) de alterações no ambiente, tais como emissões de poluentes, erosões etc., que vão degradar o estado do ambiente (Situação), o que, por sua vez, poderá originar impactos (Impacto) na saúde humana e nos

ecossistemas, fazendo com que a sociedade emita respostas (Resposta), através de medidas políticas, tais como normas legais, taxas e produção de informação, as quais podem ser direcionadas a qualquer compartimento do sistema (DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE, 2000; ORGANIZAÇÃO, 2002). A explicitação da categoria de 'Impacto' torna-se a principal mudança em relação ao modelo anterior. Pressupõe-se, com esta explicitação, a possibilidade de identificar e analisar, com ênfase maior que nos modelos anteriores, a maneira

através da qual uma dada situação ambiental (Estado) influencia no meio em estudo (Impactos) e a relação entre as respostas da sociedade (Resposta) frente a esses impactos. Essas análises acrescentam, ao modelo em questão, um conjunto de informações pertinentes, tanto na avaliação das ações, quanto no acompanhamento do progresso alcançado rumo aos objetivos estabelecidos.

Esse modelo conceitual (Figura 3) é proposto pela Agência Europeia do Ambiente / *European Environment Agency* (AEA/EEA) e tem como meta analisar os problemas ambientais, buscando explicitar toda a cadeia causal, seja pela desagregação dos fatores causais (força motriz e pressões diretas), seja pela desagregação das conseqüências no ambiente (impactos).

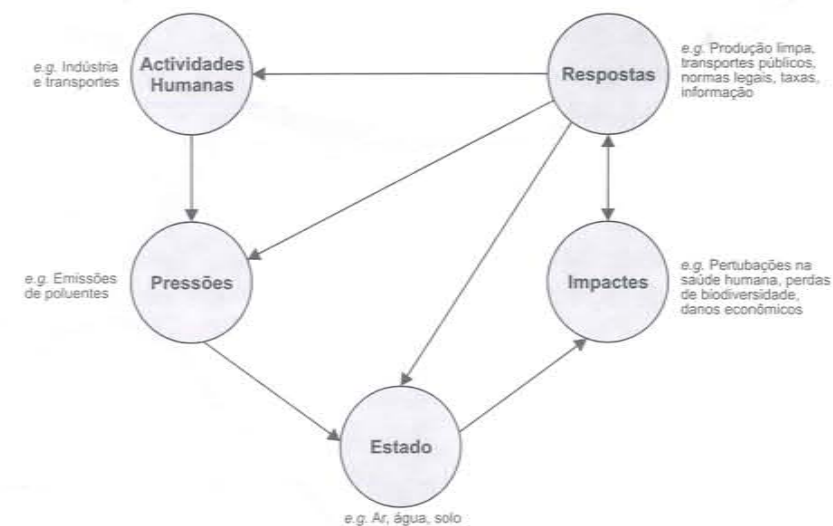
d) Pressão – Estado – Impacto – Resposta (PEIR)

Nesse modelo, a 'Pressão' sobre o meio ambiente relaciona-se às atividades humanas e à sua dinâmica (ou seja, origem dos problemas ambientais), enquanto o 'Estado' diz respeito às condições do ambiente que resultam dessas atividades.

O 'Impacto' refere-se aos efeitos adversos à qualidade de vida, aos ecossistemas e à socioeconomia local.

Por fim, a 'Resposta' revela as ações da sociedade, no sentido de melhorar o estado do meio am-

Figura 3
Estrutura conceitual do modelo FMPSIR proposto pela AEA



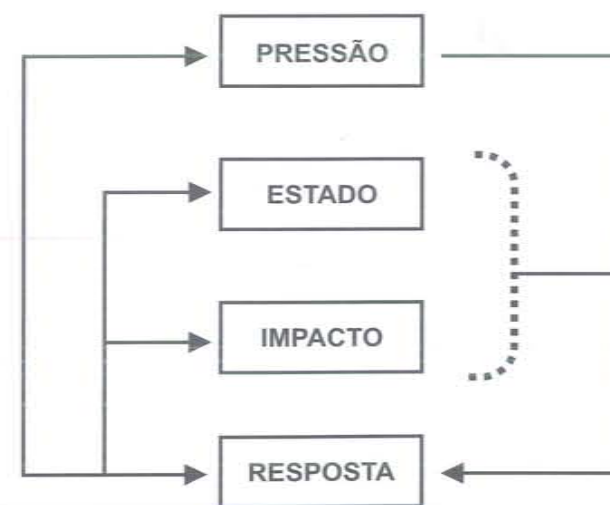
Fonte: DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE, 2000

biente, bem como prevenir, reduzir e corrigir os impactos ambientais negativos, decorrentes daquelas atividades (atuando, assim, diretamente, tanto nos impactos quanto nas pressões e no estado do meio ambiente).

O modelo PEIR (Figura 4) foi desenvolvido originalmente pelo governo canadense, aplicado e divulgado pela OCDE.

Esse modelo já foi aplicado no Brasil, em algumas cidades (Rio de Janeiro, Manaus e São Paulo),

Figura 4
Ciclo do modelo de abordagem PEIR



Fonte: PNUMA, 2002

pelo Projeto GEO Cidades, e permite uma melhor compreensão dos problemas e fenômenos urbanos ambientais, por meio da identificação e caracterização de indicadores ambientais e suas relações com os diferentes recursos envolvidos (ar, água, solo, biodiversidade e ambiente construído), configurando, então, a chamada matriz PEIR.

Esse modelo retoma a estrutura do PER, agregando as pressões diretas e indiretas. E, tal como no modelo anterior (FMPSIR), enfatiza, essencialmente, a desagregação das conseqüências ambientais na qualidade (estado), explicitando os impactos decorrentes das pressões e processos que causam esses impactos.

e) Pressão – Estado – Resposta – Efeitos (PERE)

Denominado por PERE (Figura 5), esse modelo difere do modelo proposto pela OCDE em alguns aspectos fundamentais, principalmente na inclusão de um novo componente denominado 'Efeitos'.

Esse componente está diretamente relacionado com a utilização de indicadores para avaliar as relações existentes entre as variáveis de pressão, estado e resposta. Esse tipo de informação auxiliará a criar critérios para decidir no estabelecimento de objetivos/metodologias de política ambiental.

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O ESTADO DA BAHIA

A aplicação da perspectiva sistêmica como lógica de sistematização dos indicadores ambientais pressupõe a adoção de modelo estrutural, capaz de refletir a cadeia causal das intervenções no ambiente. A representação da cadeia causal consiste, essencialmente, em estruturar os indicadores que propiciem as correlações entre os fatores causais – identifica-

do-se, quando possível, seus principais componentes – e os fatores ambientais de impacto e as conseqüências sofridas, como, também, relacionar os resultados gerados com as medidas de gestão ambiental desenvolvidas.

Os modelos caracterizados anteriormente sugerem que o principal desafio dessa sistematização é estabelecer indicadores que permitam correlações objetivas ao longo da cadeia de relações de causa e efeito, integrando as distintas fases do processo de intervenção. As iniciativas adotadas em diversos países sugerem o modelo PER como uma concepção de referência teórica básica, uma vez que ele permite ajustes e derivações comparativas entre nações, re-

Figura 5
Estrutura conceitual do modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeitos, proposto pela USEPA



Fonte: DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE, 2000.

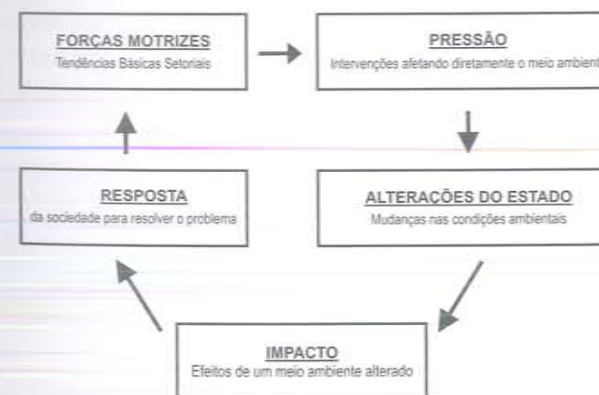
ções, localidades e setores. No entanto, a análise comparativa dos diversos modelos torna possível concluir que um modelo satisfatório deve considerar, com a maior desagregação possível, as diversas fases do ciclo da cadeia causal. Desse modo, chega-se a uma proposta de desagregação adaptada de Bell e Morse (2005) para a elaboração de indicadores de sustentabilidade ambiental. Vale observar que essa alternativa impõe uma sofisticada e substancial base de informações, o que necessariamente nos leva a uma adaptação do modelo em função da disponibilidade de dados e da possibilidade de sistematização dos dados existentes.

CONCLUSÃO

O advento do desenvolvimento sustentável tem motivado a adoção de indicadores que relacionem as condições de sustentabilidade ambiental com os diferentes setores da produção social: os indicadores de sustentabilidade ambiental. No entanto, a definição desses indicadores requer uma abordagem teórico-metodológica, que permita uma apreensão capaz de refletir a cadeia causal em cada realidade em questão, incluindo os processos de intervenção ambiental nessa realidade.

Os modelos de sistematização dos indicadores disponíveis adotam, em geral, a concepção sistêmica que busca relacionar a cadeia causal, a partir da concepção pressão-estado-resposta (PER) ou de concepções derivadas desta. A análise desses modelos, desenvolvida neste texto, ressalta a complexidade exigida na construção objetiva dessas relações causais e aponta a preferência pela abordagem mais desagregada, representada pelo modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) (Figura 6), como a mais indicada para iniciar e atingir uma apreensão satisfatória da realidade ambiental. Contudo, cabe observar que a adoção do referido modelo deve considerar tanto a pertinência com a cadeia causal, quanto às circunstâncias da logística disponível na sistematização das informações requeridas.

Figura 6
Modelo Força motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta (FPEIR), para indicadores de desenvolvimento sustentável



Fonte: Adaptado de BELL e MORSE (2005)

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. Desenvolvimento sustentável: a luta por um conceito. *Revista Proposta*, Rio de Janeiro: FASE, v. 17, n.56, p. 3-8, 1993.
- ADRIANSE, A. Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators environment. Koninginnegrach, Holanda, 175 p. Cap. 5, 1993. apud TEIXEIRA (1998).
- BARRERA-ROLDAN, A.; SALDÍVAR-VALDÉS, A. Proposal and Application of a Sustainable Development Index. *Ecological Indicators*, v. 2, p. 251-256, 2002.
- BELL, S.; MORSE, S. Delivering sustainability therapy in sustainable development projects. *Journal of Environmental Management*, n. 2, 2005.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL – Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 setembro de 1981.
- CARRIZOZA, J. Planificación del Medio Ambiente. *Cuadernos del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA)*, Madrid, n. 27, 1982.
- CARDOSO, L. M. F. *Indicadores de produção limpa: uma proposta para relatórios ambientais de empresas*. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo – MEPLIM) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.
- DIREÇÃO GERAL DO AMBIENTE. *Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS)*. Portugal, 2000. 228 p
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Disponível em: <www.globalreporting.org>. Acesso em: 09 maio 2005.
- GROVER, I. V. Índices ambientais: uma visão geral. *Revista Iswa Times*, Ed. 03, p. 4, 2003.
- HERZI, A. A. and HASAN, M. D. Management framework for sustainable development indicators in the State of Selangor, Malaysia. *Ecological Indicators*, Volume 4, Issue 4, December 2004, Pages 287-304..
- IBGE. *Indicadores de desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, n. 2, 2002.
- KRAEMER, M. E. P.; TINOCO, J. E. P. *Contabilidade e gestão ambiental*. São Paulo: Atlas, 2004.
- LIVESTOCK AND ENVIRONMENT TOOLBOX. *Avaliação do impacto dos sistemas de gestão da produção animal sobre o ambiente*. Disponível em: <lead.virtualcenter.org/pt/dec/toolbox/start.htm>. Roma. Acesso em: 10 ago. 2004.

NOSSO FUTURO COMUM. *Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. OCDE, 2002. *Rumo a um desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais*. Tradução. Ana Maria S. F. Teles. Salvador: CRA, 2002. 224 p. (Série cadernos de referência, 9).

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. *Projeto GEO Cidades – Relatório Ambiental Urbano Integrado: Informe GEO*. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002. 193 p.

_____. *Projeto GEO Cidades – Relatório Ambiental Urbano Integrado: Informe GEO*. Manaus. Manaus: Consórcio Parceria 21, 2002. 188 p.

QUIROGA, R. *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Santiago de Chile: CEPAL, 2001. (Serie Manuales, 16).

SACHS, I. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. Trad. Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993. (Cidade Aberta).

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal. *Informe GEO: cidade de São Paulo 2004 – Versão Preliminar*. São Paulo, 2004.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Disponível em: <www.sustainable-development.gov.uk/performance/indicatoors-home.htm>. Acesso em: 04 abr. 2004.

TEIXEIRA, I. M. V. *Indicadores ambientais para o monitoramento de florestas tropicais*. 210 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.

UNITED KINGDOOM GOVERNMENT. *Sustainable Development. The Government's approach – delivering UK sustainable development together*. Disponível em: <www.sustainable-development.gov.uk/performance/indicatoors-home.htm>. Acesso em: 04 abr. 2004.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. Indicators of Sustainable Production: Framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, n. 9, p. 519-549, 2001. Disponível em: <www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 12 maio 2005.