

# Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais

Monica Porto  
Carlos E.M. Tucci

**RESUMO:** A gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente apresenta diversos pontos de conexão nos seus instrumentos de ação. Os processos de avaliação ambiental e os planos de recursos hídricos são alguns desses pontos. É clara a necessidade do desenvolvimento desses instrumentos de forma integrada, mas deve-se reconhecer que seus objetivos são distintos, assim como os arranjos institucionais com competências para seu desenvolvimento também o são. Este trabalho analisa as características distintas dos processos de Avaliação Ambiental Estratégica e Integrada e dos Planos de Recursos Hídricos, com vistas à discussão das formas possíveis de integração.

**PALAVRAS CHAVE:** planos de recursos hídricos, avaliação ambiental, instrumentos.

**ABSTRACT:** Water resources management and the environment assessment have many connections in its actions instruments. The processes in the environment assessment and the Water Resources Plans are some of these aspects. It is clear the need of instruments of integrate development, but it should understand that the objectives are not the same. In the same way the institutional aspects have different. This paper presents an analysis and differences of the characteristics of the Strategic Environment Assessment, Integrated Environment Assessment and Water Resources Plans in the way of finding theirs interface and integration.

**KEY WORDS:** water resource plans/environment assessment/instruments.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável envolve o equilíbrio entre o crescimento econômico-social e a capacidade de suporte do meio ambiente. Este equilíbrio depende de uma estrutura de gestão institucional adequada, com metas bem definidas e com o aporte de mecanismos efetivos que permita alcançar e manter a sustentabilidade.

A gestão do meio ambiente e de recursos hídricos deve buscar o equilíbrio possível entre uma visão de caráter preservacionista e outra com ênfase mais utilitária (Porto e Lobato, 2004). Há um contínuo entre um extremo e outro, cabendo a cada sociedade encontrar o seu ponto de equilíbrio. As políticas de gestão dos recursos hídricos devem identificar quais os valores das comunidades locais, assim como as grandes diretrizes estabelecidas para a bacia hidrográfica, refletindo e explicitando, de um lado, o caráter antropocêntrico de decisões pautadas pela busca do crescimento econômico e, no outro extremo, preocupações relativas à restauração e/ou preservação da integridade dos ecossistemas (Perry e Vanderklein, 1996).

Nas últimas décadas, as sociedades têm mostrado disposição para encontrar um caminho que atenda parcialmente as perspectivas mencionadas, buscando e segundo suas formas peculiares de valoração, as faixas de maior benefício social líquido.

A preocupação de se encontrar formas de manter a sustentabilidade ambiental foi reafirmada nos Objetivos do Milênio (objetivo n.7), a qual determina que se deve **Garantir a Sustentabilidade Ambiental** (UN, 2000). A concretização deste objetivo está definida através de três metas:

- Meta n.9: Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverte a perda de recursos ambientais;
- Meta n. 10: Reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura;
- Meta n.11: Até 2020, ter alcançado uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados.

Estas metas se baseiam numa avaliação global e integrada para das políticas, planos e programas que envolvam o uso ou ameaças aos recursos naturais disponíveis no planeta. Estas formas de avaliação ambiental buscam promover estratégias melhores para a avaliação ambiental, de modo a se garantir abordagens estratégicas de longo prazo, que requerem a visão integrada do homem e do ambiente.

A água é um dos recursos ambientais mais importantes para o homem. Faz parte não só da sua sobrevivência e atividades básicas de manutenção da vida, mas também tem importância fundamental para os processos produtivos e o desenvolvimento econômico.

A Política Nacional de Recursos Hídricos reconhece esta importância no (Brasil, 1997): artigo 2, onde traça os objetivos da política em: “(i) - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; (ii) a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e (iii) a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais”.

Este artigo nos itens seguintes analisa como os **Planos de Recursos Hídricos** de recursos hídricos como instrumento da Política de Recursos, integra a abordagem sócio-ambiental no conjunto da bacia hidrográfica.

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

A gestão dos bens ambientais é realizada através de instrumentos legais e de instituições fortes e independentes, capazes de implantar de forma eficaz o conjunto dos mecanismos necessários para sua concretização. O principal instrumento utilizado no setor ambiental que contempla os aspectos de sustentabilidade dos projetos é o EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e respectivo RIMA (Relatório de Impacto Ambiental). São documentos preparados pelo interessado nos empreendimentos e avaliados pelas instituições de Estado responsáveis por zelar pelo bem de uso comum que é o meio ambiente. Esse tipo de estudo avalia pontualmente os impactos econômicos, sociais e ambientais de um empreendimento e apresenta diretrizes para a sua mitigação.

A avaliação de um projeto através de um EIA (CONAMA, 1986) é um processo que analisa as decisões tomadas pelo empreendedor sobre projetos

individualizados. Observa-se que este instrumento não faz uma análise integrada no espaço, setorial ou intersetorial de interesse da sociedade de forma estratégica. Torna-se cada vez mais difícil dar respostas a questões de grande complexidade através de análises muito focadas em um único propósito como são os Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos específicos.

A avaliação ambiental estratégica (AAE) trata da avaliação antecipada e integrada das políticas, planos e programas que afetam o meio ambiente (Figura 1). Como instrumento de política ambiental, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, o conjunto dos decisores de políticas, planos e programas sobre a identificação, avaliação e minimização dos efeitos positivos e adversos que suas decisões possam ter sobre o ambiente e sobre o processo de sustentabilidade (Partidário, 2003).

Assim, o conceito de AAE geralmente está associado com (Partidário, 1995 apud Suzuki, 2004):

- *A natureza estratégica das decisões:* intenção, orientação, direção, regulamentação; estratégias podem ser revistas ou substituídas, mas não são construídas ou removidas;
- *O processo contínuo de tomada de decisão como oposto ao processo discreto de tomada de decisão:* a AAE lida com o processo de desenvolver políticas, planos e programas, que são contínuos em sua natureza, e não com estes instrumentos *per se*. Uma política, plano ou programa pode ser criado, revisado ou substituído, o que faz parte da natureza contínua do processo de tomada de decisão neste nível estratégico;
- *O valor comparativo,* referindo-se às várias alternativas das questões múltiplas envolvidas no processo estratégico, tais como quais são as opções possíveis para lidar com um problema específico ou uma necessidade particular, ou quais podem ser as consequências ambientais dessas opções, e quais podem ser escolhidas como a melhor opção ambiental, ao invés do tradicional *isso é o que será feito – quais são seus impactos ambientais?*

No Quadro 1, Goodland (2005) apresenta uma síntese do consenso existente na literatura sobre a definição da AAE, destacando sete elementos principais que compõem a base da sua estrutura. Partidário (2003) distingue a diferença entre AAE e EIA, reproduzido na Tabela 1. Deveria existir uma

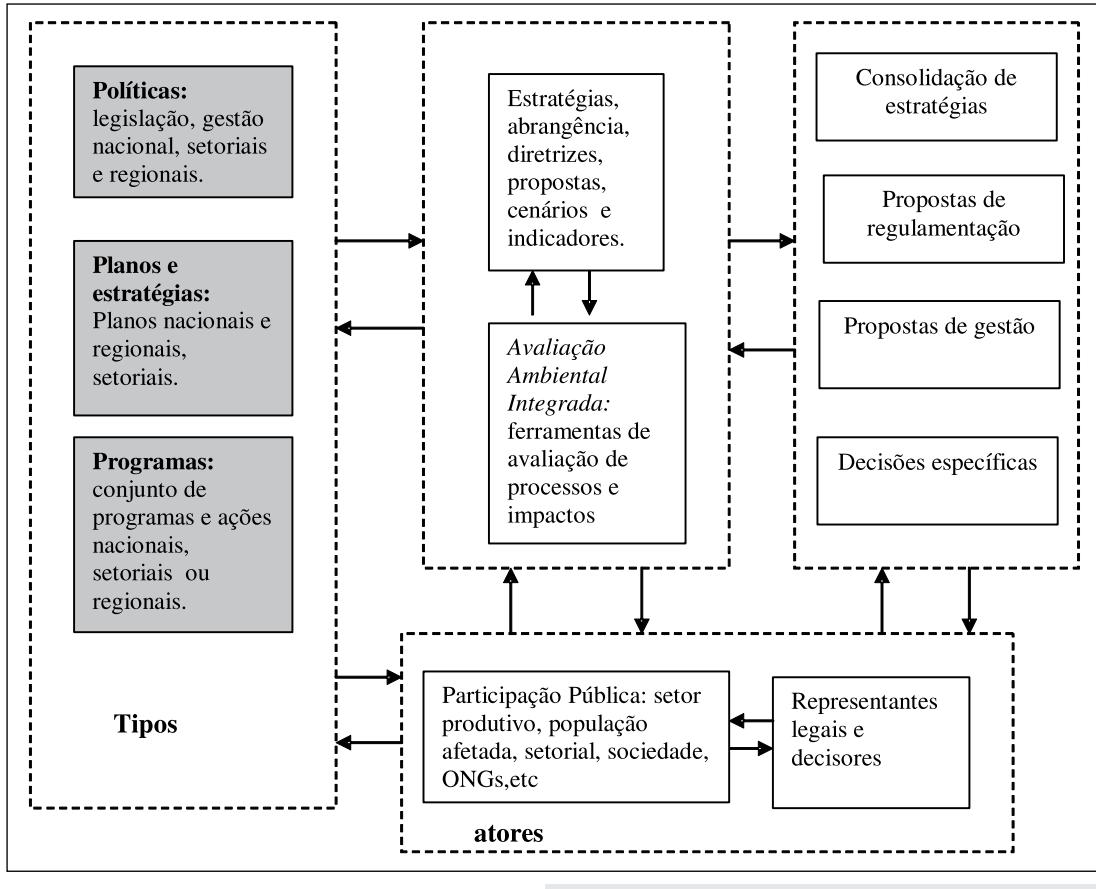


FIGURA 1. Avaliação Ambiental Estratégica (Tucci, 2006)

**QUADRO 1**  
**Principais elementos que definem a AAE, adaptado de Goodland (2005)**

A avaliação ambiental estratégica (AAE ou SEA em inglês) tem os seguintes elementos que a definem:

1. AAE é um processo pró-ativo, ou seja, desenvolvido com antecipação e resulta num documento definido de acordo com o caso e não estabelece uma formalidade de aprovação;
2. AAE tem como foco três classes principais de trabalho: (a) política: legislação e outras regras governamentais; (b) planos e estratégias: planos regionais, setoriais de bacia etc; (c) programas, ou um conjunto de projetos coordenados, já que projetos específicos não são produtos do AAE.
3. AAE deve ser preparada com antecedência, quando são planejadas as políticas, planos e programas, e antes que projetos individuais sejam identificados.
4. AAE é um instrumento para identificar, prever, descrever, prevenir, compensar ou mitigar as implicações sociais, saúde e ambientais das políticas, planos e programas avaliados.
5. AAE é uma ferramenta de tomada de decisão projetada para melhorar os projetos, adiar projetos questionáveis, e ajudar a cancelar projetos ruins. Uma AAE efetiva apresenta as alternativas dentro dos setores considerando os impactos ambientais e sociais.
6. AAE deve ser totalmente transparente e participativa.

**TABELA 1**  
**Principais diferenças entre AAE e EIA (reproduzido de Partidário, 2003)**

	AAE	EIA
Natureza da ação	Estratégia, visões e conceitos	Obras/operações
Nível de decisão	Política, planejamento, programa	Projeto
Relação com a decisão	Facilitador	Avaliador
Soluções alternativas	Localização, tecnologia, medidas fiscais, estratégias econômicas, sociais ou físicas	Localização específica, desenho, construção, exploração
Escalas dos impactos	Macroscópico, nacional, regional	Microscópico, essencialmente local
Âmbito dos impactos	Questões de sustentabilidade, questões sociais e econômicas, mais tangíveis que as questões físicas e ecológicas	Ambiental, questões físicas e ecológicas, e também questões sociais e econômicas
Prazo	Longo, médio	Médio, curto
Fontes de informação	Instrumentos de política e planejamento, dados estatísticos, indicadores de estado do ambiente	Trabalho de campo, análise de amostras, dados estatísticos, instrumentos de política e planejamento
Dados	Essencialmente descritivos, completados com dados quantitativos	Essencialmente quantitativos
Rigor de análise (incerteza)	Menos rigor/ mais incerteza	Mais rigor/ menos incerteza
“Benchmarks”	Sustentabilidade (critérios e objetivos), políticas e padrões de qualidade	Restrições legais, padrões de qualidade e boas práticas
Resultados	Genéricos	Detalhados
Percepção pública do impacto	Vaga/ maior distanciamento	Reativa / NIMBY ( Not in my backyard / longe de mim)
Pós-avaliação e fases seguintes	Outras ações estratégicas ou desenvolvimento de projetos	Evidências observáveis, construção e operação

hierarquia básica, no qual o AAE precede o EIA, identificando os projetos adequados dentro do setor, região ou bacia analisada.

Três tipos de ações podem ser submetidas a uma AAE:

- Políticas, Planos e Programas setoriais: energia, transporte, entre outros;
- Políticas, Planos e Programas com base territorial: planos regionais, planos de bacia, entre outros;
- Ações ou políticas que não se expressam por projetos, mas que têm significativos impactos ambientais.

Foi mostrado na Figura 1 a abrangência da AAE e suas inter-relações com os produtos a serem derivados e o necessário caráter participativo.

### **AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA**

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) tem como objetivo geral de avaliar a globalmente a situação sócio-ambiental numa escala espacial e temporal adequada à análise específica de uma determinada política ou estratégia. Devem ser considerados os efeitos cumulativos e sinérgicos dos projetos específicos previstos na estratégia em questão sobre os recursos naturais e as populações humanas, assim como os usos atuais e potenciais dos recursos naturais no horizonte atual e futuro de planejamento. Deve ser levado em conta também a necessidade de compatibilizar os diversos usos do recurso natural que está sendo utilizado com a conservação da biodiversidade, a manutenção dos fluxos gênicos, a diversidade social

e o desenvolvimento econômico previsto da área, à luz da legislação ambiental. A partir de indicadores sócio-ambientais, que considerem o desenvolvimento sustentável da região, deverão ser traçadas diretrizes com vistas à redução dos riscos e incertezas inerentes a implantação do conjunto dos empreendimentos propostos.

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) é uma ferramenta que pode ser utilizada pela Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para a identificação dos impactos e na avaliação dos cenários propostos em suas políticas, planos e programas.

Especificamente na área de recursos hídricos, a AAI na bacia hidrográfica trata de estudar os impactos ambientais previstos nas Políticas, Planos e Programas previstos para o seu desenvolvimento e avaliados no AAE. O que distingue uma avaliação da outra é que a AAI é a análise ambiental de cenários e impactos na bacia dentro das políticas existentes ou planejadas, enquanto que a AAE envolve, além da avaliação integrada, a compatibilização das políticas, planos e programas de gestão dos usos e da conservação dos recursos naturais de um território.

## POLÍTICAS E PLANOS EM RECURSOS HÍDRICOS

A lei de recursos hídricos estabelece que os Planos de Recursos Hídricos sejam de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos.

O conteúdo mínimo para o Plano (art 7º), sem distinguir o tipo de Plano, são os seguintes: (a) diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; (b) análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e a de modificação dos padrões de ocupação do solo; (c) balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, *com identificação de conflitos potenciais*; (d) metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e *melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis*; (e) medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; (f) prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; (g) propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Entende-se que os Planos Nacionais e Estaduais devem ter um escopo, dentro dos conteúdos mencionados, de articulação e metas globais nacionais e regionais, deixando para o Plano de Bacia as especificidades dos efeitos integrados da bacia hidrográfica. Tais especificidades referem-se, por exemplo, à quantidade de água (oferta x demanda), preservação e conservação ambiental, eventos extremos resultante de situação hidrológica ou de condicionantes sócio-econômicos para a bacia hidrográfica. Este último tem um caráter mais operacional sobre o território, enquanto que os primeiros são mais programáticos.

Fica claro que, na relação entre meio ambiente e gestão de recursos hídricos, os Planos Nacional e Estadual se aproximam da AAE - Avaliação Ambiental Estratégica, enquanto que os Planos de Bacia se aproximam da AAI – Avaliação Ambiental Integrada.

*Quanto à Política Nacional de Recursos Hídricos*, há um envolvimento com vistas à integração entre as legislações de recursos hídricos e a de meio ambiente, assim como na gestão destes componentes. Um ponto a ser considerado é que, apesar dos recursos hídricos constituírem-se em recursos naturais e, como tal, requererem uma abordagem de sustentabilidade ambiental, sua utilização, obrigatoriamente, deve contemplar, com muita ênfase, a importância para o desenvolvimento sócio – econômico do país.

*Quanto aos Planos Nacionais e Regionais*, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA,2006) estabelece alguns programas e ações a serem desenvolvidos de integração das políticas de recursos hídricos e ambientais. Neste nível, deve-se procurar ter uma visão mais global das políticas, Planos e Programas no contexto da Nação ou do Estado, num contexto mais amplo que a bacia hidrográfica.

*Quanto ao Plano de Bacia*, a bacia hidrográfica é o espaço definido de planejamento dos recursos hídricos. Esta definição é decorrência do efeito integrado que a estrutura hidrográfica promove, de montante para jusante, impondo a ligação entre o efeito físico direto e a meta espacial, levando à necessidade estratégica de integração. O Plano de Bacia é o instrumento previsto na legislação para o desenvolvimento da gestão local dos recursos hídricos. A Avaliação Ambiental Integrada prevê a utilização da bacia como o recorte integrador de gestão ambiental, visto que permite contemplar os objetivos de desenvolvimento econômico e social com os usos e controle ambiental dos recursos hídricos.

Com relação aos aspectos ambientais, o Plano de Bacia deve procurar a proteção dos recursos hídricos nos seus aspectos de quantidade e de qualidade da água. O Plano de Bacia permite que os impactos sobre o regime hidrológico sejam avaliados com um recorte territorial que fornece informações integradas sobre as consequências das diversas ações antrópicas previstas. Alterações sobre o uso e ocupação do solo, particularmente quando implicam em aumento de áreas impermeabilizadas, levam a mudanças significativas no regime de vazão. Outras alterações como a construção de barragem, ou outras alterações importantes de caráter hidráulico, também trazem mudanças significativas no regime de vazão. Estes aspectos precisam ser avaliados de forma integrada, inclusive para direcionar a aplicação de instrumentos de gestão como a outorga de direito de usos de água. A totalidade dos usos e usuários pode, e deve, ser considerada quando a bacia é avaliada no seu contexto integral.

Com relação aos aspectos de qualidade da água, o Plano de Bacia direciona o enquadramento dos rios em classes de uso, conforme determina a Lei 9.433/97. O enquadramento é uma meta de qualidade da água que visa garantir as condições do rio adequadas para os usos e indique as necessidades de controle dos impactos do desenvolvimento previsto sobre o meio ambiente aquático. Portanto, combinam os usos da água que se desejam e o nível de qualidade adequado para sua sustentação. Este mecanismo forma a base da regulação do controle dos impactos e permite que medidas específicas para correção de problemas ou para a prevenção de danos sejam planejadas e implantadas.

Uma das maiores vantagens em se utilizar objetivos de qualidade da água como instrumentos de gestão está em se colocar o foco da gestão da qualidade da água sobre os problemas específicos a serem resolvidos na bacia, tanto no que se refere aos impactos causados pela poluição, como nos usos futuros que possam vir a serem planejados. Este enfoque é correto inclusive por estabelecer uma visão de conjunto dos problemas da bacia e não uma visão individualizada que leve a soluções apenas locais, poluidor a poluidor, com pouca significância sobre o todo.

A escolha dos objetivos e a seleção das estratégias a serem utilizadas para seu atendimento envolvem, necessariamente, uma análise que englobe os aspectos técnicos, econômicos e sociais do problema. Os aspectos técnicos do problema indicam a viabilidade de implantação dos tipos de controle dos impactos que

tenham eficiência comprovada e que, no conjunto, resultem num padrão de qualidade ambiental para o corpo de água de acordo com o objetivo escolhido. Do ponto de vista econômico, as soluções de controle podem requerer tal nível de investimento que não haja capacidade local para sustentá-la. O horizonte de tempo em que se deseja que os objetivos sejam atingidos também é influenciado pelos mesmos fatores. A expectativa da comunidade local é um aspecto social de muita importância e a sua participação na definição dará legitimidade a todo o restante do processo de gestão.

A Figura 2 ilustra as etapas gerais do Plano de Bacia e a inserção dos aspectos ambientais estratégicos nesta estrutura básica.

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA NA BACIA HIDROGRÁFICA

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) na bacia hidrográfica tem também um caráter estratégico como a AAE, porém seu escopo é mais limitado. Usualmente utiliza-se a AAI para a avaliação de empreendimentos cuja análise conjunta permite ganhos de informação ambiental, principalmente no que se refere aos efeitos sinérgicos e cumulativos. No caso da AAI em bacias hidrográficas, esta tem sido a metodologia utilizada pelo setor elétrico para a análise do aproveitamento hidroelétrico de toda a bacia, com vistas à otimização do potencial de geração e a minimização dos efeitos ambientais.

As ações antrópicas causam impactos e os seus efeitos se dão sobre os usos da água, sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. Apesar de comumente estes impactos serem descritos e estudados nas suas formas individualizadas, nas bacias hidrográficas estes impactos não ocorrem isoladamente, mas são resultados da integração de diferentes efeitos. Em uma determinada seção do rio, os impactos sobre a quantidade e qualidade da água resultam do efeito integrado das alterações da bacia de drenagem. Cada bacia apresenta distintos comportamentos para estes efeitos. Os impactos que ocorrerão sobre a quantidade e a qualidade da água na forma de variação no tempo da vazão e nos indicadores de qualidade da água, com a consequente alteração fauna e flora destes locais, certamente se darão com diferentes níveis de importância ou gravidade. O denominado “efeito sinérgico” ou “integrado” é resultante dos diferentes usos e impactos na bacia sobre uma ou mais seções da

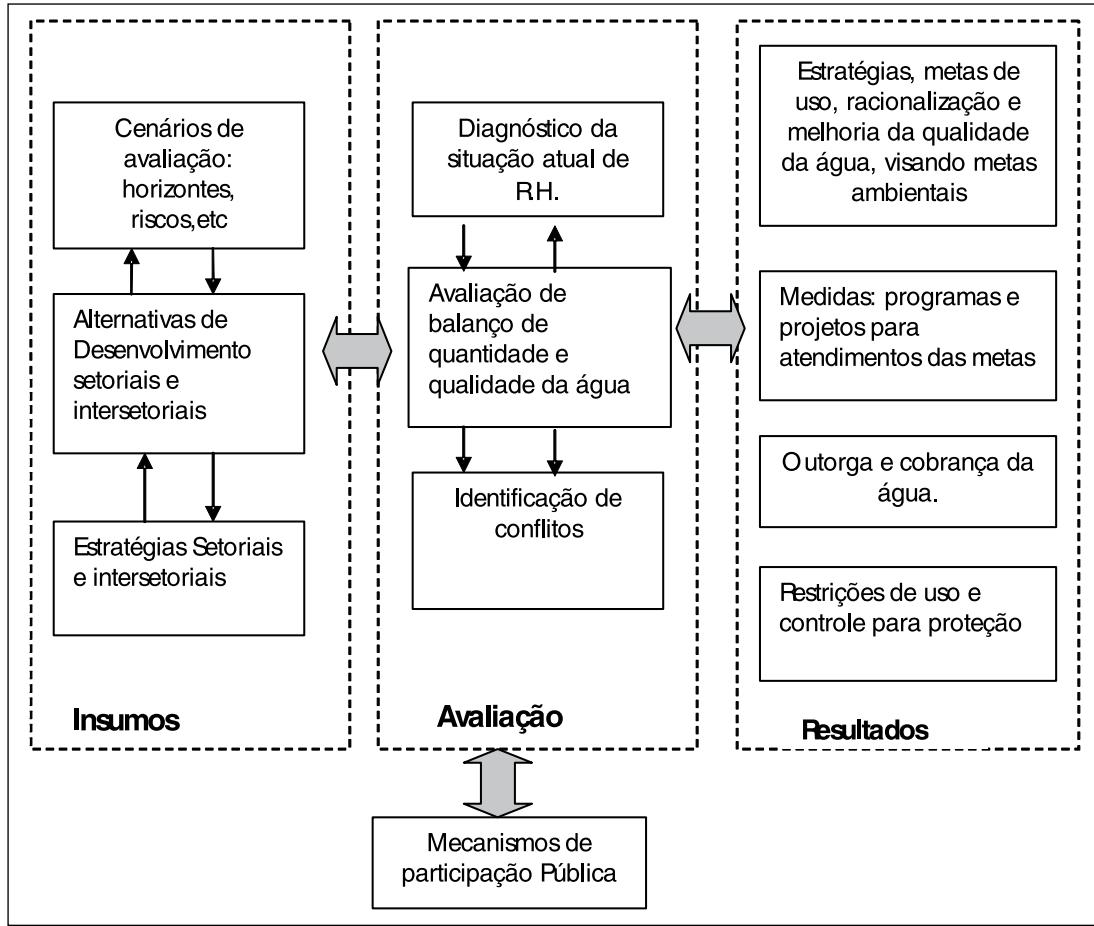


FIGURA 2. Conteúdo do Plano de Recursos Hídricos (Tucci, 2006).

mesma, produzindo efeitos mais ou menos críticos, talvez indesejáveis no meio ambiente e na sociedade.

A metodologia de desenvolvimento da Avaliação Ambiental Integrada pode ser definida pela estrutura apresentada na Figura 3, na qual mostra-se a subdivisão do problema em: caracterização da bacia hidrográfica quanto aos principais ecossistemas, avaliação ambiental distribuída (tratada no capítulo anterior), conflitos existentes na bacia hidrográfica, avaliação ambiental integrada e resultados esperados. A participação pública é um componente de acompanhamento do desenvolvimento dos estudos, visando a transparência e a efetiva consulta pública

sobre os aspectos ambientais, conflitos e decisões associadas. A caracterização identifica os principais elementos da bacia, que serve de base para analisar espacialmente os impactos na bacia, identificando os principais conflitos. A etapa seguinte é avaliar a cadeia de impactos na bacia através da avaliação integrada setorial, intersetorial e espacial dos impactos ambientais, buscando atuar sobre as fontes causais dos impactos.

A configuração da AAI apresentada na Figura 3 deve ser vista como uma estrutura básica que pode ser alterada de acordo com as características associada à bacia hidrográfica. Cada bacia deve possuir um con-

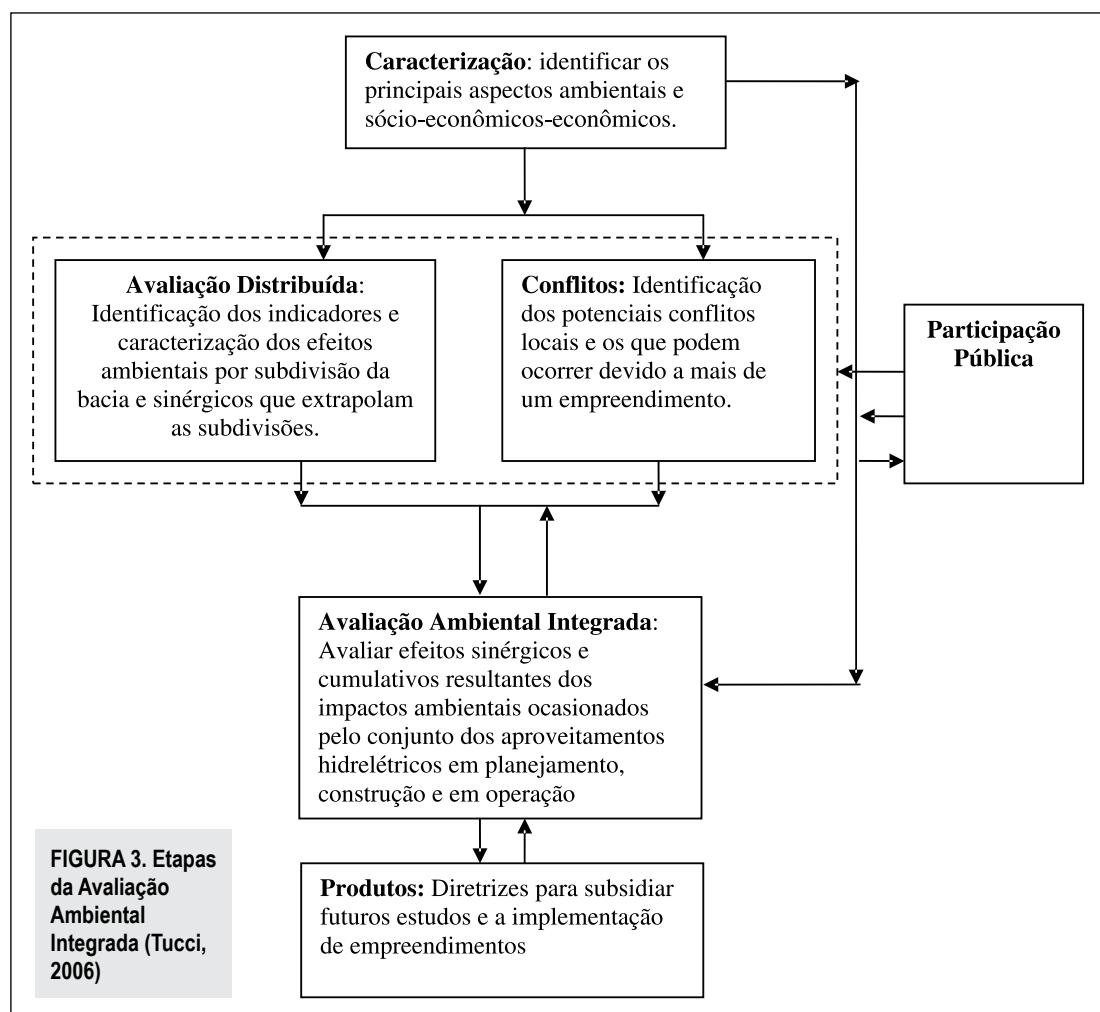
junto de aspectos ambientais e de recursos hídricos marcantes que caracterizam seu desenvolvimento.

A fase preliminar de identificação de problemas deve ser um exercício conjunto de profissionais das diferentes áreas e realizado em função do conhecimento individualizado e integrado no grupo, visto como uma primeira percepção, previamente ao uso de indicadores, e que permite identificar quais os principais indicadores. Nesta caracterização inicial pode-se destacar: (a) potenciais problemas distribuídos; (b) condicionantes críticos na informação ou condicionantes básicos, como (i) efeito da variabilidade climática; (ii) dados insuficientes sobre caracterização podem inviabilizar o diagnóstico; (iii) condições físicas limitantes: solo, geologia e outros

que condicionam os impactos; e (c) efeitos potenciais integrados identificados previamente.

A **Caracterização** é entendida como a identificação no espaço e no tempo dos principais aspectos sócio-ambientais que permitem uma visão abrangente dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos aproveitamentos hidrelétricos e dos principais usos de recursos hídricos e do solo na bacia. Essa caracterização visa obter um panorama geral da bacia, de modo a permitir a identificação e espacialização dos elementos que mais se destacam na situação atual, bem como suas tendências evolutivas, tais como:

 *As potencialidades da bacia: a base de recursos naturais; as principais atividades sócio-econô-*



micas associadas; as tendências de desenvolvimento dos setores produtivos; os usos dos recursos hídricos e do solo; aspectos cênicos e turísticos (cachoeiras, *canyons*, corredeiras, cavidades naturais e outros aspectos relevantes da paisagem); e os principais conflitos entre os usos;

 *As necessidades de proteção ambiental:* as áreas mais preservadas com vegetação original; as áreas frágeis; as áreas degradadas; e as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, identificadas em função da presença de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção etc; as áreas com restrições e condicionantes de uso, como por exemplo, Unidades de Conservação e Terras Indígenas.

A **Avaliação Distribuída** procura identificar no território aqueles aspectos ambientais e sociais importantes, os quais serão alterados, tanto de forma positiva como de forma negativa, com o desenvolvimento pretendido. Estes aspectos são geralmente identificados pela combinação de efeitos distribuídos na bacia. Por exemplo, as áreas degradadas por erosão numa bacia hidrográfica podem ser identificadas por uso do solo, relevo e tipo de solo. As consequências desta erosão poderão se refletir a jusante pelo aumento de sedimentos, redução de seções de escoamento e assoreamento de reservatórios. Neste exemplo, a avaliação distribuída envolve a identificação das áreas degradadas e a avaliação integrada o efeito a jusante do resultado desta área degradada.

Os potenciais **Conflitos** devem ser entendidos como os problemas que de alguma forma se agravariam e/ou surgiriam com a introdução dos empreendimentos, e estão relacionados com os aspectos sócio-econômicos e com os ecossistemas terrestres e aquáticos.

A partir das etapas anteriores do estudo, deve ser desenvolvida a análise integrada das informações geradas, subsidiando a compreensão da dinâmica sócio-econômica da bacia, dos padrões culturais e antropológicos e dos processos de intervenção antrópica sobre os ecossistemas. Desta forma, poderão ser explicitadas situações críticas potenciais e existentes, suas relações de causa e efeito e os requisitos básicos para sustentabilidade dos recursos naturais.

A análise integrada, sempre numa perspectiva de sustentabilidade, deverá considerar os usos da água e empreendimentos em planejamento, construção e em operação na bacia, as áreas mais frágeis em relação aos

impactos mais significativos decorrentes dos mesmos, os cenários alternativos de desenvolvimento da bacia em relação aos recursos hídricos, a biodiversidade e ao uso do solo, devidamente inseridos na dinâmica de desenvolvimento inter-regional e nacional.

O termo “integrado” da expressão AAI refere-se à interação dos efeitos dos diferentes empreendimentos, desenvolvimento econômico e social na bacia e à interação entre os diferentes processos, representado pelas variáveis que caracterizam os impactos ambientais, no tempo e no espaço. Por exemplo, a qualidade da água numa seção de um rio é resultado da precipitação sobre a bacia que escoa sobre as superfícies urbanas e rurais transportando matéria orgânica, metais, pesticidas, entre outros. Este escoamento se integra aos efluentes das cidades (tratados e não tratados) despejados nos rios e aquíferos, e está sujeito à alteração também devido à construção de barragens, ao desmatamento, a retirada da mata ciliar, entre outros. A variação no tempo é o resultado combinado de todos estes elementos. A retirada de água e despejos de poluentes em toda a bacia hidrográfica podem produzir cenários críticos em qualquer seção ao longo do trajeto do escoamento (espaço) em períodos diferentes (tempo).

A avaliação integrada dos aproveitamentos da bacia quanto aos aspectos ambientais nos diferentes cenários envolve, preferencialmente, a representação dos indicadores (parâmetros ou variáveis) em modelo espacial e/ou por modelagem matemática das variáveis que possam representar os principais aspectos ambientais, na área de abrangência que é a bacia hidrográfica.

A Figura 4 mostra as etapas do desenvolvimento da AAI em uma bacia hidrográfica. São elas:

a) *Principais aspectos ambientais:* com base nos resultados das etapas anteriores são definidos os temas prioritários relacionados com os ecossistemas e suas interações que podem ser abordados na avaliação integrada. Por exemplo, inundações em diferentes seções dos rios, entrada e saída de vazão dos rios (balanço hídrico), qualidade da água de rios e reservatórios, erosão e sedimentação, nutrientes, produção pesqueira, navegação energia. Os modelos integradores devem ser capazes de representar o comportamento destes processos, apresentando os indicadores que caracterizem os resultados e indicando resultados positivos e negativos em função das ações nos diferentes ecossistemas;

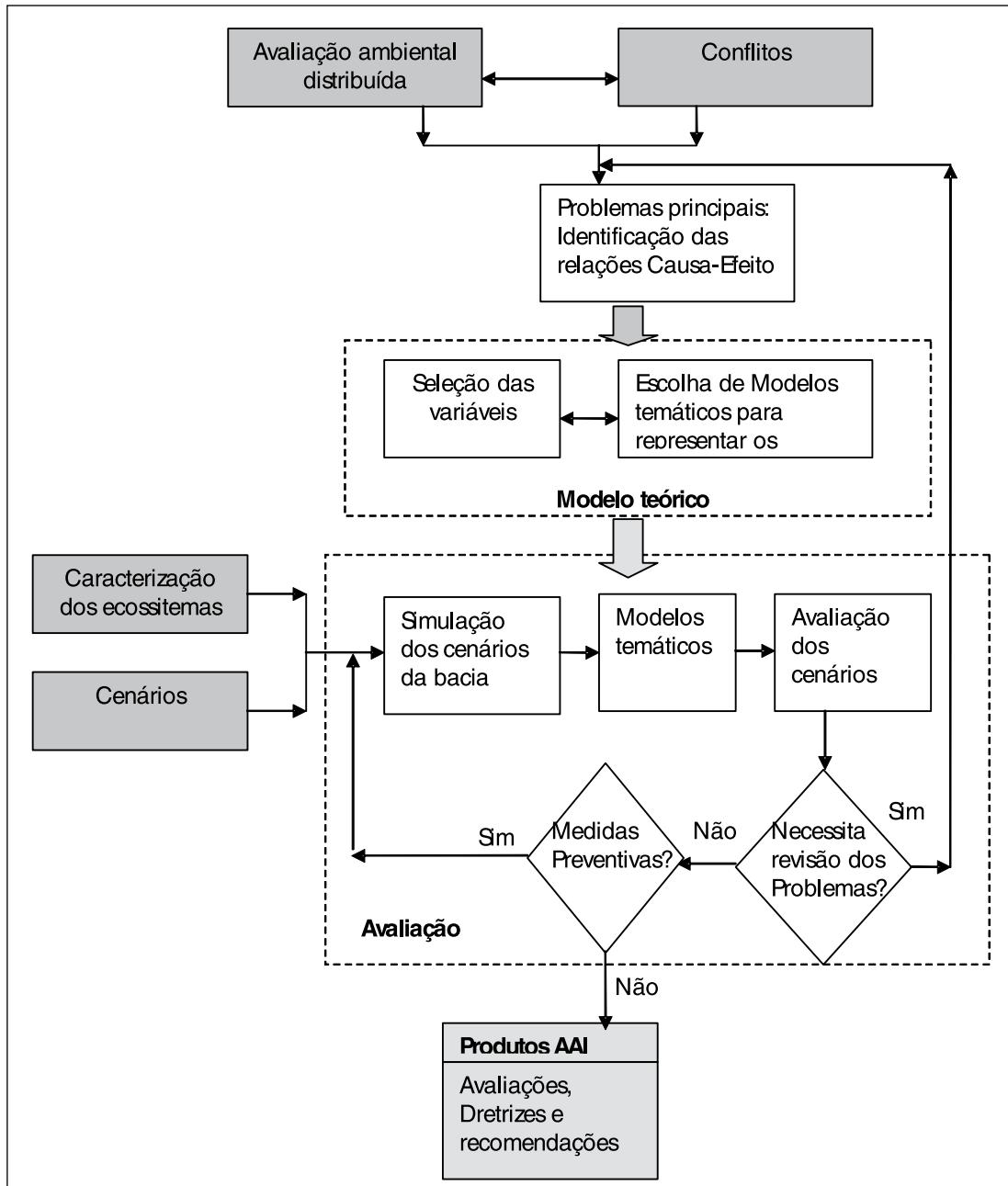


FIGURA 4. Avaliação Ambiental Integrada (Tucci, 2006)

b) *Seleção das variáveis, indicadores e os modelos:* estabelecer as variáveis representativas e os indicadores, que caracterizem os processos e permitam avaliar os impactos sinérgicos e cumulativos. A seleção das variáveis representativas está relacionada diretamente à identificação dos principais efeitos na etapa anterior do estudo. Por exemplo, se for identificado que existirão problemas de eutrofização, será necessário representar a produção e transporte de fósforo e do nitrogênio na bacia. Os processos que retratam o comportamento dos ecossistemas, representados pelas variáveis e indicadores, devem ser modelados de forma qualitativa e quantitativa, considerando toda a área de abrangência do estudo, de acordo com o melhor conhecimento científico e tecnológico apropriado à precisão esperada neste tipo de estudo;

c) *Simulação dos cenários:* com base na caracterização dos ecossistemas e nos modelos teóricos, são simulados os cenários especificados para avaliar as condições ambientais e atuais na bacia hidrográfica. As variáveis e indicadores ambientais obtidos da simulação para os cenários estudados permitirão identificar as condições ambientais críticas e as condições necessárias para a sua sustentabilidade. Estas variáveis e indicadores permitirão analisar os impactos sinérgicos dos cenários. Os cenários são situações para as quais a bacia está ou poderá estar sujeita, referindo-se tanto ao desenvolvimento econômico e social, como à variação climática e hidrológica. O desenvolvimento econômico pode gerar pressão significativa sobre o uso dos recursos naturais, resultando em pressões antrópicas diretas sobre a bacia. Os cenários de desenvolvimento econômico e social são definidos pelo crescimento da população e sua mobilidade, desenvolvimento rural, implementação da infra-estrutura urbana em geral, por exemplo, de energia, transporte e recreação. Estes condicionantes de pressão sobre o ambiente devem estar definidos no tempo (horizontes de planejamento) e no espaço (desenvolvimento no espaço da bacia). Geralmente são definidos os cenários: (a) atual: envolve a ocupação, usos existentes e o conhecido comportamento hidrológico; (b) curto prazo: em até cinco anos, onde são estimados os crescimentos e as mudanças de uso e tipo de solo na bacia em função de cenários econômicos; (c) médio prazo: representam horizontes de 10 a 15 anos; e (d) cenários de longo prazo, da ordem de 30 anos. O planejamento dos diversos setores utiliza distintos horizontes de tempo e distintos cenários econômicos.

d) *Avaliação dos cenários e dos aspectos ambientais de forma integrada:* os resultados obtidos nas simulações devem ser analisados, verificando se os mesmos produzem efeitos adicionais aos previstos nas fases anteriores. Nessa situação, deve-se retornar à etapa “aspectos ambientais principais” e verificar se todos os processos necessários estão ali representados, através da identificação dos aspectos que não tenham sido caracterizados *a priori* para então, com base nos indicadores e sua variação espacial e entre cenários, serem identificadas as principais fragilidades do sistema quanto aos empreendimentos;

e) *Medidas Preventivas:* a avaliação dos impactos nos diferentes cenários deve incluir os aspectos ambientais e sociais, com a definição de medidas mitigadoras preventivas, principalmente na forma de políticas e programas institucionais que poderão fazer parte de diretrizes para a gestão da bacia. São medidas mitigadoras, por exemplo, zoneamento de áreas de inundação, programas de conservação do solo, regulamentação sobre os efluentes urbanos, entre outras. Considerando estas medidas preventivas os cenários devem ser reavaliados para a verificação da sua efetividade. Estes resultados permitirão definir as diretrizes ambientais e sociais para a bacia dentro da gestão de recursos hídricos.

f) *Diretrizes:* com base nas variáveis e indicadores ambientais e nos resultados dos diferentes cenários, deve-se analisar quais as medidas preventivas necessárias para a bacia com o objetivo de minimizar os efeitos sinérgicos. Esta metodologia deverá subsidiar: (i) o estabelecimento das diretrizes gerais ambientais para a implantação de futuros projetos de recursos hídricos na área de abrangência do estudo; e (ii) a prevenção dos efeitos potenciais cumulativos e sinérgicos sobre os recursos hídricos e o uso do solo.

A participação pública não aparece no fluxograma, mas é essencial desenvolvê-la, pois representa a garantia de sustentabilidade do resultado final no longo prazo. É necessário o envolvimento público ao longo do desenvolvimento do estudo, com participação e retorno dos resultados às partes interessadas, de maneira que possam ser ouvidos os principais segmentos sociais da região em estudo, como forma de coletar subsídios e informações para o desenvolvimento dos trabalhos.

Os resultados consistem na consolidação das análises realizadas, apresentando medidas preventivas como diretrizes e recomendações para estudos complementares e elementos fundamentais para os EIAs. O resultado final do estudo poderá apresentar:

- Avaliação espacial e temporal dos efeitos integrados dos projetos previstos nos diferentes cenários;
- Diretrizes gerais para a implantação de novos projetos, considerando o resultado dos estudos de bacia realizados, as áreas de fragilidades, o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento regional;
- Diretrizes técnicas gerais a serem incorporadas nos futuros estudos ambientais dos projetos setoriais, de forma que subsidiem o processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos em planejamento/projeto na área de abrangência dos estudos, quando do seu licenciamento pelos órgãos ambientais competentes;
- Base de dados gerada pelo projeto em SIG, contendo todas as informações produzidas e obtidas ao longo do estudo para incorporação ao banco de dados georreferenciado.
- O estudo também poderá apresentar recomendações para:
  - As avaliações que apresentarem grandes incertezas quanto aos dados disponíveis e quanto à profundidade dos estudos, devem ser apresentadas recomendações quanto ao seu detalhamento e coleta de dados, para realização de futuros estudos ambientais de usos da água;
  - As atividades integradoras na bacia para os empreendimentos existentes e planejados que visem redução dos impactos;
  - Os estudos de viabilidade dos futuros empreendimentos quanto ao uso da água;
  - Diretrizes de um plano de inserção regional dos empreendimentos previstos para a bacia, com vistas a potencializar os impactos positivos e minimizar os negativos, contemplando a definição de um arranjo institucional;
  - Proposição de medidas de gestão, preferencialmente institucionais, para evitar conflitos e problemas futuros, orientando o licenciamento de projetos específicos. Deverão ser contemplados, entre outros: programas de prevenção de risco para redução da vulnerabilidade social e do meio ambiente na bacia; programa de monitoramento de informação, fiscalização de recursos naturais e do meio ambiente ao longo da bacia; programas sustentáveis de educação, pesquisa, e orientação distribuídos

nos diferentes setores e propostas de ação para mitigação quanto aos impactos ambientais.

## INDICADORES DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Indicadores de avaliação ambiental são utilizados para se mensurar os impactos relativos às diferentes atividades que serão modificadas pelos Planos, Programas ou Projetos. Cabe destacar que existe uma enorme diversidade de indicadores ambientais e sua escolha é altamente dependente do objeto da avaliação, das características regionais, da temporalidade sobre a qual a avaliação será feita, entre outros.

Um indicador é uma estatística ou medição que se relaciona com uma condição, mudança de qualidade ou mudança no estado de algo que se pretende avaliar, fornecendo informação e descrevendo o estado de um determinado fenômeno.

Os indicadores devem permitir uma avaliação objetiva do resultado e devem ser capazes de serem reproduzidos no tempo, de forma que as modificações podem ser gradativamente avaliadas à medida que ocorram.

Em linhas gerais, podem ser escolhidos indicadores que tenham a capacidade de descrever:

- Situações de base (ou “baseline indicators”): indicam situação anterior à modificação e devem ser selecionados de forma que possam continuar a medir o estado natural do sistema;
- Indicadores de performance: são os indicadores que permitem avaliar as alterações do estado do sistema conforme o Plano, Programa ou Projeto sejam implementados, desde suas fases iniciais até a fase de operação; devem permitir medir o sucesso/ fracasso dos Programa, Plano ou Projeto;
- Indicadores de impacto: são indicadores que permitem medir diretamente os impactos que derivam da implementação de um Programa, Plano ou Projeto.

Como ponto de partida para a criação de um sistema de indicadores, estabelece-se um conjunto de critérios objetivos e verificáveis no espaço, que permitem efetuar a seleção dos Indicadores a utilizar. Os critérios de seleção de indicadores estabelecidos são os seguintes: existência de dados representativos de base sólida, possibilidade de construção de modelos de simulação e cálculo dedicados à sua quantificação, exequibilidade do estabelecimento de metas e valores de referência, possibilidade de manter a informação

atualizada, possibilidade de dispor de critérios e meios de comparação; relevância do significado do próprio indicador; facilidade de interpretação; necessidade de não tornar excessivo o número total de indicadores considerados e objetividade (Tucci, 2006).

Estabelece-se ainda que esses indicadores devem permitir identificar na unidade territorial em estudo, estados ou pressões sobre o ambiente, os quais exijam intervenção; e também comparar de forma objetiva Planos, Propostas e outras medidas alternativas. Devem permitir monitorar a implementação dos planos e a evolução dos parâmetros críticos, de forma a identificar a necessidade de correções.

Na classificação apresentada pelo modelo P.E.R. da O.C.D.E. (1993) *op cit.* Bredich *et al.*, (1997), os indicadores podem ser sistematizados em Pressão - Estado – Resposta (PER ou em inglês PSR, Pressure, State, Response), adotados em diversos estudos ambientais integrados.

Neste modelo, os Indicadores de Pressão caracterizam as pressões e os potenciais danos que podem ocorrer sobre sistemas ambientais. Os Indicadores de Estado expressam o estado do sistema ambiental, refletem a qualidade ambiental num dado espaço/tempo e os Indicadores de Resposta permitem avaliar as respostas do meio às alterações, assim como a adesão a programas e/ou à implementação de medidas de melhoria ambiental.

A estrutura PER é atualmente bastante utilizada, mas ainda continua em evolução. Um dos principais problemas encontrados tem sido tentar distinguir entre indicadores de pressão e de situação e a necessidade de expandir a estrutura para lidar de forma mais específica com a dificuldade de se descrever o desenvolvimento sustentável (FAO, 2006).

A escolha de indicadores é altamente influenciada pela especificidade de cada Programa, Plano ou Projeto. Por exemplo, o Objetivo do Milênio n. 7, citado na introdução deste artigo utiliza os seguintes indicadores para acompanhar o atendimento às metas:

- (1) Meta n.9: Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais.

*Indicadores:* alteração na área coberta por florestas; área protegida com objetivo de manutenção de biodiversidade; PNB por unidade de energia utilizada; emissões de dióxido de carbono

- (2) Meta n. 10: Reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura

*Indicador:* porcentagem de população com acesso a abastecimento seguro de água

- (3) Meta n.11: Até 2020, ter alcançado uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados

*Indicadores:* porcentagem de pessoas com acesso a sistemas de esgotamento sanitário; porcentagem de pessoas em habitações seguras.

Deste exemplo podem ser retiradas algumas conclusões interessantes:

mesmo para medir metas muito genéricas, é importante encontrar indicadores que produzam resultados objetivos, facilmente mensuráveis e comparáveis;

um número pequeno de indicadores permite uma avaliação conjunta de forma rápida, o que é enormemente dificultado se o número de indicadores para o acompanhamento das metas for muito grande

Existem na literatura indicadores específicos para o desempenho econômico dos diversos setores atingidos pelos Programa, Plano ou Projeto, assim como podem ser facilmente encontrados indicadores de caráter mais específico, como aqueles que medem o estado de variáveis ambientais referentes à água, ar e solo. A diversidade de indicadores sociais também é muito grande.

Podem ser desenvolvidos indicadores mais compactos que resumam diversas informações sob um único índice. Por exemplo, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), muito utilizado atualmente, foi criado para medir o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (expectativa de vida ao nascer) e renda (PIB per capita).

## CONCLUSÕES

Um dos maiores desafios atuais da gestão de sistemas ambientais é conseguir trabalhar, de forma simultânea e integrada, com a grande multiplicidade de aspectos que devem ser considerados.

A gestão de recursos hídricos e a gestão ambiental precisam encontrar uma melhor definição de suas fronteiras e avançar no desenvolvimento

de instrumentos de gestão que permitam trabalhar suas especificidades de forma adequada e dentro das respectivas competências legais e administrativas.

O desenvolvimento dos sistemas de Avaliação Ambiental Estratégica e de Avaliação Ambiental Integrada deve encontrar caminhos comuns de construção do processo com os Planos de Recursos Hídricos. É evidente que são instrumentos distintos, com diferentes objetivos e que são desenvolvidos dentro de arranjos institucionais de competências diversas, mas que devem guardar enorme proximidade.

Se, infelizmente, na prática, dificilmente o desenvolvimento de ambos os instrumentos se dá ao mes-

mo tempo, como fazer sua integração? Em primeiro lugar, sem querer transformá-los no mesmo produto. É preciso saber identificar áreas prioritárias em que estes instrumentos, cada um com sua especificidade possam ser desenvolvidos e aplicados.

O país precisa fazer um esforço sério para avançar no processo de Avaliação Ambiental Estratégica. São muitos os setores para os quais a avaliação ambiental estratégica traria mais objetividade e rapidez à implantação de seus programas e projetos de desenvolvimento e, principalmente, poderia abreviar o processo decisório nas instâncias dos sistemas de gestão de recursos hídricos e do sistema ambiental.

## Referências

- BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de Janeiro de 1997. Institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF.
- BREDICH, M.; BILHARZ, S. & MATRAVERS, R. 1997. *Sustainability Indicators – Report of a project indicator of Sustainable development*. John Wiley, England.
- CONAMA, 1986. Resolução CONAMA 001 de 23.1.86. Conselho Nacional de Meio Ambiente.
- FAO. 2006. *Livestock and Environment Toolbox*. <http://lead.virtualcenter.org/>.
- GOODLAND, R. 2005 Strategic Environmental Assessment and World Bank Group. International Journal of Sustainable Development & World Ecology 12 (2005) 1-11.
- MMA. 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos Ministério de Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos Agência Nacional de Água.
- PARTIDÁRIO, M.R., 2003. Curso de formação em Avaliação Ambiental Estratégica - prática existente, procura futura e necessidade de capacitação. Lisboa Portugal.
- PERRY, J.A.; VANDERKLEIN, E. 1996. Water Quality: Management of a Natural Resource. Cambridge: Blackwell Science.
- PORTO, M. F. A.; LOBATO, F. 2004. Mechanisms of Water Management: Command & Control and Social Mechanisms. Parte 1. Revista de Gestão da Água na América Latina – REGA. GWP. Vol. 1, nº 2, p. 113-129.
- TUCCI, C.E.M. 2006. Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia. MMA 320p.
- PARTIDÁRIO, M. R. 1995. Strategic Environmental Assessment: Key issues emerging from recent practice. Discussion paper apresentado para a 15<sup>a</sup> conferência anual da International Association for Impact Assessment, em Durban, África do Sul, jun.
- UN. 2000. United Nations Millenium Declaration. General Assembly. A/Res/55/2.
- SUZUKI, J.A.N. 2004. *Avaliação Ambiental Estratégica no Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico*. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. PUC/PR. Curitiba.

**Monica Porto** Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. mporto@usp.br

**Carlos E.M. Tucci** Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. tucci@iph.ufrgs.br