



VI-002 - POR QUÊ EMPREENDIMENTOS HIDROVIÁRIOS QUE ESTABELECEM CONEXÃO ENTRE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS DEVEM SER LICENCIADOS COM BASE EM ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL? O CASO DO CANAL DE NAVEGAÇÃO DE PEREIRA BARRETO NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ

Evandro Mateus Moretto⁽¹⁾

Biólogo pelo Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (IB/UNESP). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Ciências (Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais) pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professor Doutor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP) e coordenador do Grupo de Pesquisa em Planejamento, Gestão e Educação Ambiental da Universidade de São Paulo (PLANGEA/USP)

Odete Rocha

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Mestre em Ecologia pela Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Zoology pela University of London. Pós-Doutorado pela Universidade da Califórnia at San Diego. Professora Titular da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Endereço⁽¹⁾: Rua Arlindo Bétio, 1000 - Ermelino Matarazzo - São Paulo – SP - CEP: 03828-000 – Brasil - Tel: (11) 9272-1022 - e-mail: evandromm@usp.br

RESUMO

No Brasil, empreendimentos hidroviários que visam à abertura de canais de navegação de grande porte são considerados potencialmente causadores de significativa degradação ambiental e, portanto, passíveis de licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA no 237/1997. Ainda assim, emerge recorrentemente dos setores responsáveis pelo provimento da infra-estrutura e de parte da academia, a idéia de que estas não são intervenções efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental e que, portanto, não devem ser licenciadas com base em estudos de impacto ambiental. No âmbito da hidrovía Tietê-Paraná, em 1991, foi concluído o canal de navegação de Pereira Barreto, na região oeste do Estado de São Paulo, que estabeleceu uma conexão hidroviária entre os reservatórios de Ilha Solteira (rio Paraná) e de Três Irmãos (rio Tietê) a partir de sua integração com o rio São José dos Dourados. Após cerca de 10 anos do início de sua operação, foi comprovado o surgimento de uma nova rota de introdução de espécies aquáticas entre as bacias hidrográficas do rio Tietê e do rio Paraná, a partir da evidência da nova ocorrência da espécie de peixe *Geophagus proximus* no reservatório de Três Irmãos, cuja rápida ocupação identificada enseja a possibilidade de extinções locais de algumas espécies da ictiofauna a partir da sobreposição de nicho alimentar, como é o caso de *Geophagus brasiliensis*. Neste sentido, o presente trabalho estabelece uma análise que busca justificar como esta evidência empírica corrobora com a hipótese de que empreendimentos hidroviários de conexão de bacias hidrográficas devem ser objetos de licenciamento ambiental com base em estudo de impacto ambiental, pelo fato de serem potencialmente causadores de significativa degradação ambiental, haja vista a introdução de espécies alóctones é uma das principais causas de perda da biodiversidade em ecossistemas aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Impacto Ambiental, Licenciamento Ambiental, Ecossistema Aquático, Empreendimento Hidroviário, Espécie Invasora.

INTRODUÇÃO

A questão ambiental tornou-se um assunto central no cenário político brasileiro nas últimas três décadas, destacando-se o movimento de conscientização ecológica experimentado pelo país (VIOLA, 1987) e as condições estabelecidas pelos órgãos multilaterais para o financiamento de projetos de infra-estrutura em países em desenvolvimento, vinculando a necessidade da realização de avaliações de impacto ambiental, como foi o caso do estudo de impacto ambiental para a usina hidrelétrica de Tucuruí no Brasil na década de 1970 (SÁNCHEZ, 2006).



A partir de então, as premissas do desenvolvimento sustentável têm sido paulatinamente internalizadas nos processos de tomada de decisão dos setores públicos e privados do Estado brasileiro a partir do emprego de estratégias orientadas à conservação ambiental, como é o caso daquelas expressas na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal no 6.938/1981), ainda que não seja seguro afirmar que as tênues ações atuais de compatibilização entre crescimento econômico e conservação ambiental estejam de fato orientadas pelo ideário do desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2005).

No contexto dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Meio Ambiente, o licenciamento ambiental foi instituído com o objetivo de controlar atividades causadoras de degradação ambiental a partir do exercício regular do poder de polícia que o Estado possui, de forma a limitar o direito individual dos setores responsáveis por intervenções no meio ambiente em benefício da coletividade, com vistas à preservação ambiental e à prevenção e minoração da ocorrência de impactos ambientais negativos - garantia da inserção da dimensão ambiental nos diversos momentos de tomada de decisão sobre as possíveis alternativas do projeto e em atendimento à sua própria tutela administrativa preventiva (FINK *et al.*, 2004).

No caso de projetos com potencial de causar significativa degradação ambiental, é necessário que o licenciamento ambiental seja amparado técnico e cientificamente pelo processo metodológico da avaliação de impacto ambiental – outro instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, como garantia da inserção da dimensão ambiental nos diversos momentos de tomada de decisão sobre as possíveis alternativas do projeto e em atendimento à sua própria tutela administrativa preventiva.

Da integração dos referidos instrumentos de gestão ambiental resultam os estudos ambientais, como o estudo de impacto ambiental, que buscam avaliar as diversas alternativas tecnológicas e de localização de um projeto baseando-se na relação técnico-científica entre as características do empreendimento ou atividade e a vulnerabilidade ambiental do território onde está proposto (SANCHEZ, 2006).

Porém, ainda que esta base teórica e conceitual seja notória para a adequada análise da viabilidade ambiental de um determinado projeto, o seu emprego efetivo ainda não foi de fato alcançado e surgem, recorrentemente na sociedade, incitações sobre a dispensa de estudos de impacto ambiental para tipologias supostamente menos impactantes ou dotadas de relevante interesse social.

Neste sentido, Moretto (2008) discute acerca da visão dialética e conflituosa entre as dimensões de desenvolvimento e proteção ambiental presente no discurso de diversos setores públicos e privados brasileiros responsáveis pelo crescimento econômico, os quais argumentam rotineiramente que o licenciamento ambiental, amparado em processo de avaliação de impacto ambiental, tem representado um impeditivo ao desenvolvimento econômico do país, ainda que isto ocorra para o caso de projetos potencial ou efetivamente causadores de significativa degradação ambiental.

Dentro destes tipos de empreendimentos, estão aqueles destinados ao escoamento da produção e à dinamização da economia regional de espaços interiores do território brasileiro, como é o caso de atividades ou empreendimentos hidroviários relacionados a obras civis que visam à abertura de canais de navegação para o transporte hidroviário comercial de grande porte, as quais são passíveis de licenciamento ambiental de acordo com a atual legislação ambiental brasileira, e mais precisamente a partir da Resolução CONAMA nº 237/1997 (MEDAUAR, 2008), sendo capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

Embora reste clara esta exigência legal, setores relacionados ao provimento de infra-estrutura para o desenvolvimento econômico do país e, em especial, à academia, argumentam ainda que empreendimentos hidroviários não devem ser objeto de licenciamento ambiental, pelo fato do conceito de hidrovia ser abstrato como ocorre para aerovias (PRADO e CAMPOS, 2003), ensejando que não se constituem, a priori, como intervenções efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação ambiental. Este é um argumento parcial que requer cautela na sua generalização para todas as variantes de empreendimentos hidroviários, como é o caso de canais de navegação que necessitam de obras civis e que confluem para a conexão de ecossistemas aquáticos isolados naturalmente.

Ainda que a exigência de estudos de impacto ambiental, em alguns casos, seja definida por ato discricionário dos órgãos ambientais competentes pelo licenciamento ambiental, sua motivação deve estar devidamente amparada em bases técnico-científicas que assegurem a análise das possíveis alternativas tecnológicas e de localização do empreendimento, para a qual é essencial a análise da dinâmica da vulnerabilidade ambiental da



localidade alvo de intervenção a partir dos diversos cenários de implantação e operação do empreendimento ou da atividade.

Segundo Williams e Kaputka (2000), a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o potencial que um sistema ecológico possui para modular suas respostas frente a fatores estressores ao longo do tempo e do espaço, sendo determinada por características ecossistêmicas que podem incluir muitos níveis de organização, como o solo, a biorregião, uma espécie, um organismo. Trata-se, portanto, de uma estimativa da “inabilidade” que um ecossistema possui para tolerar uma determinada tipologia e magnitude de intervenção.

De acordo com Villa e McLeod (2002), a fragilidade dos ecossistemas ou a sua vulnerabilidade ambiental estão sendo alvo de profícuos debates que têm resultado no aumento do conhecimento das bases teóricas da ecologia moderna sobre as estruturas e as funções ecossistêmicas, ainda que tais debates não tenham gerado consensos sobre propriedades e sobre os indicadores mais apropriados para a estimativa da vulnerabilidade ambiental, estado de conservação e habilidade de recuperação. Tais atributos devem ser considerados como a essência dos processos de tomada de decisão em planejamento e gestão ambiental, como é o caso daqueles que ocorrem durante a avaliação da viabilidade ambiental durante o licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos.

Ainda assim, os processos de avaliação de impacto ambiental, em qualquer escala de abrangência, não podem restringir-se aos atributos da vulnerabilidade ambiental relacionados tão somente ao ambiente natural, sendo necessário o envolvimento das dimensões social e econômica do território alvo de uma determinada intervenção, expandindo-se o universo de análise ambiental (SÁNCHEZ, 2006).

Neste sentido, Turner *et al.* (2003) discutem que uma adequada avaliação da vulnerabilidade ambiental deve estar pautada no estudo do universo ambiental representado pela relação entre homem e ambiente. Segundo os autores, o estudo da vulnerabilidade ambiental deve preconizar as variações dos atributos ambientais que ocorrem nas escalas temporal e espacial, devendo preconizar como componentes: exposição (características dos fatores estressores), sensibilidade (condições ambientais e humanas) e resiliência (respostas aos impactos).

Pelo fato das áreas diretamente afetadas e sob influência direta de empreendimentos hidroviários compreender necessariamente frações consideráveis de ecossistemas aquáticos, a diversidade biológica das comunidades aquáticas torna-se um dos principais atributos ecológicos necessários à análise das alterações que estas tipologias de empreendimento imprimem na vulnerabilidade ambiental local, principalmente quando estes tipos de intervenções estabelecem canais que representam conexões permanentes entre bacias hidrográficas e, portanto, novas rotas para a transposição de espécies entre estas.

Reforça esta premissa o fato de que a diminuição da diversidade de peixes em sistemas aquáticos, de acordo com Agostinho *et al.* (2005), está principalmente relacionada à introdução de espécies alóctones, além de eutrofização, poluição, assoreamento, construção de barragens, controle de cheias e a própria pesca.

Este é o cenário existente na região oeste do Estado de São Paulo, mais propriamente nas bacias hidrográficas dos rios Tietê e Paraná, onde existe uma série de barramentos e reservatórios hídricos construídos até a década de 1990 com a finalidade de geração de energia elétrica.

A fragmentação artificial gerada pela construção dos barramentos nestas bacias alterou de maneira significativa a vulnerabilidade ambiental dos ecossistemas aquáticos até a década de 1980, levando-se especificamente em consideração as alterações na estrutura e dinâmica da comunidade de peixes. Posteriormente à construção das usinas hidrelétricas emergiu, no contexto econômico regional, a necessidade de obras civis que viabilizassem a navegação comercial de grande porte entre os rios Paraná e Tietê, as quais não estavam previstas inicialmente nos projetos dos barramentos.

Foi por este motivo que, em 1991, foram concluídas as obras de construção do canal de navegação de Pereira Barreto, com 23,2 km de extensão, que estabeleceu uma conexão hidroviária entre os reservatórios de Ilha Solteira (rio Paraná) e de Três Irmãos (rio Tietê) a partir de sua integração com o rio São José dos Dourados, ainda que o seu licenciamento ambiental não tenha sido adequadamente regularizado, dentre outros, em função de dúvidas sobre a competência federativa.

Após cerca de 10 anos do início da operação do canal de navegação de Pereira Barreto, Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008) constataram a nova ocorrência da espécie de peixe *Geophagus proximus* no reservatório de Três Irmãos, representando um indicativo claro do surgimento de uma nova rota de introdução de espécies aquáticas invasoras entre as bacias hidrográficas do rio Tietê e do rio Paraná.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo verificar a necessidade da elaboração de estudos de impacto ambiental para o licenciamento ambiental de empreendimentos hidroviários que estabelecem a conexão entre ecossistemas aquáticos, a partir da análise das consequências da transposição de espécies aquáticas na biodiversidade e na vulnerabilidade ambiental da localidade sob intervenção, bem como no potencial de degradação ambiental significativa do empreendimento.

Coloca-se, por fim, como hipótese de pesquisa do presente trabalho o exposto na própria determinação da Resolução CONAMA nº 237/1997, que vincula o seu licenciamento ambiental à elaboração de estudos de impacto ambiental, considerando que esta tipologia de empreendimentos hidroviários baseados em canais de navegação são potencialmente ou efetivamente causadores de significativa degradação ambiental. E o que agrega sentido à consideração desta determinação legal uma hipótese de pesquisa é o fato de emergirem recorrentemente na sociedade argumentações de que tais tipos de empreendimentos não sejam passíveis sequer de licenciamento ambiental, como discute Prado e Campos (2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho de pesquisa esteve orientado a verificar a necessidade da elaboração de estudos de impacto ambiental para canais de navegação, a partir da análise de vulnerabilidade ambiental do ecossistema aquático alvo da intervenção, para o caso do reservatório de Três Irmãos no trecho inferior da bacia hidrográfica do rio Tietê, no estado de São Paulo, o qual foi conectado diretamente ao rio Paraná por meio do rio São José dos Dourados (**Figura 1**).

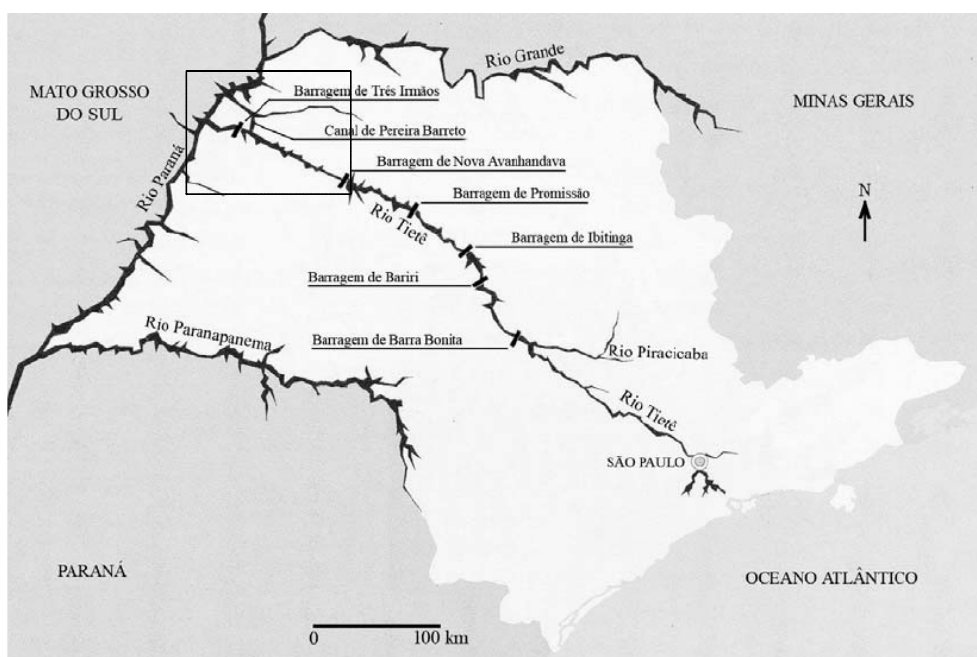


Figura 1. Localização dos barramentos que formam os seis reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê – SP, com destaque para a região do reservatório de Três Irmãos conectada pelo canal de navegação de Pereira Barreto ao rio Paraná (retângulo). Adaptado de CESP (1998).



A análise da vulnerabilidade ambiental necessária à verificação da necessidade de estudos de impacto ambiental para o licenciamento do empreendimento pautou-se na proposta de Turner *et al.* (2003), aplicada ao componente biótico relativo à ictiofauna do ecossistema aquático em questão, para o que foram estabelecidos os seguintes fatores de análise:

- Fatores de exposição: Fatores estressores decorrentes das ações humanas de intervenção, cuja presença aumenta a vulnerabilidade ambiental. Para o caso em questão, considerou-se como principal fator estressor decorrente da construção do canal de navegação de Pereira Barreto, a nova ocorrência da espécie alóctone *G. proximus* na bacia hidrográfica do rio Tietê;
- Fatores de sensibilidade: Características ambientais locais que são afetadas pelos fatores de exposição. Considerou-se aqui como fatores de sensibilidade à nova ocorrência da espécie alóctone *G. proximus* na bacia hidrográfica do rio Tietê, a competição por recursos tróficos pela espécie invasora sobre a ictiofauna que ocorre na bacia e o risco de extinção de espécies nativas de peixes;

Os fatores de resiliência que constam da proposta de Turner *et al.* (2003), como aqueles representativos da habilidade de recuperação do ambiente, não foram tratados na presente análise por se entender que estes são mais adequados ao planejamento de programas ambientais voltados a implantar medidas mitigadoras para os impactos negativos previamente identificados, como pode ser o caso de práticas de manejo junto à comunidade de peixes.

De acordo com Santos (2004), é apropriada a construção de cenários para a representação de diagnósticos e prognósticos da realidade ambiental de um determinado território em função das alternativas acerca do processo de planejamento e gestão ambiental. A partir deste pressuposto metodológico e considerando que a nova rota de transposição de espécies de peixes entre as bacias hidrográficas do rio Paraná e do rio Tietê proporcionada pela construção do canal de navegação de Pereira Barreto é aspecto fundamental na definição da significativa degradação ambiental efetiva ou potencial do empreendimento, foram construídos três cenários baseados nos fatores de vulnerabilidade ambiental e nas suas relações com as condições potencial ou efetiva de degradação ambiental, as quais permitem a verificação da necessidade de estudos de impacto ambiental como documento técnico-científico para a tomada de decisão em processo de licenciamento ambiental (SÁNCHEZ, 2006). Os três cenários analisados foram:

- Cenário 1: cenário passado, anterior a 1991, construído a partir dos fatores de vulnerabilidade ambiental e à condição de degradação ambiental do ecossistema aquático anteriores a implantação do canal de navegação de Pereira Barreto;
- Cenário 2: cenário atual construído a partir dos fatores de vulnerabilidade ambiental evidenciadas empiricamente em Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008) e à condição de degradação ambiental do ecossistema aquático, 13 anos após a implantação do canal de navegação, ou seja, em 2004;
- Cenário 3: cenário futuro tendencial construído a partir do comportamento esperado para os fatores de vulnerabilidade ambiental e para a condição de degradação ambiental do ecossistema aquático, considerando a operação do referido canal de navegação em médio e longo prazo sem a adoção de medidas mitigadoras, como práticas de manejo junto à comunidade de peixes do sistema aquático em questão;

No contexto do processo metodológico da avaliação de impacto ambiental, a construção dos três cenários representa uma simulação de parte das análises que deveriam ser realizadas durante a elaboração dos estudos de impacto ambiental para o referido empreendimento.

As análises realizadas partem da linha base de condições ambientais existente para o ecossistema aquático já considerando sua condição antropizada em função da construção das usinas hidrelétricas dos trechos médio e baixo do rio Tietê ao longo da segunda metade do século XX. Além disso, as análises de impacto realizadas são focadas apenas na comunidade de peixes do ecossistema aquático afetado pelo empreendimento, considerando que esta é uma abordagem estratégica para o emprego da abordagem ecossistêmica em avaliação ambiental, como também já vem ocorrendo para estudos sobre vazão ambiental (AGOSTINHO, 2009) e sobre ecorregiões aquáticas (PETRY, 2009).

É importante ressaltar que não se assume aqui a premissa hipotética de que a construção do canal resultaria em um impacto positivo para a diversidade da comunidade de peixes a partir do restabelecimento da conexão dos ambientes já fragmentados, por possibilitar novamente o fluxo gênico interrompido pelos barramentos. A justificativa para isto deve-se ao fato de que a premissa hipotética apresenta-se demasiadamente fraca e possivelmente falaciosa, uma vez que os empreendimentos hidrelétricos estabeleceram preteritamente não apenas a fragmentação dos ecossistemas, mas fundamentalmente a alteração definitiva do regime hídrico das bacias nestas regiões e das condições naturais para a migração de espécies de peixes, sendo perigoso inferir que o restabelecimento da conexão entre os ecossistemas estaria de alguma forma restaurando as condições ambientais àsquelas originais num cenário sem os barramentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

VULNERABILIDADE E VIABILIDADE AMBIENTAL

Inicialmente está apresentado arranjo conceitual proposto pelo presente trabalho para a verificação da necessidade de estudos de impacto ambiental para o empreendimento em questão.

Para isso, fez-se aqui um exercício teórico relacionando a vulnerabilidade ambiental do território alvo da intervenção e a viabilidade ambiental do empreendimento que causa a intervenção. A adoção destes dois eixos de análise atende a uma das mais importantes premissas do processo de avaliação de impacto ambiental que preconiza que o impacto ambiental é uma propriedade que emerge do relacionamento da tipologia de empreendimento com as sua localização no território (SOUZA, 2000).

Os fatores componentes da vulnerabilidade ambiental do ecossistema aquático foram aplicados comparativamente para três cenários com o objetivo de verificar as alterações temporais que surgem na ictiofauna em decorrência da implantação do canal de navegação de Pereira Barreto, entendendo que a ocorrência de uma nova espécie de peixes pode representar um aumento da pressão de competição de recursos tróficos com as espécies nativas, levando a um aumento do risco de extinção de espécies nativas e, por consequência, um aumento da vulnerabilidade ambiental, como ilustrado na **Figura 2**.

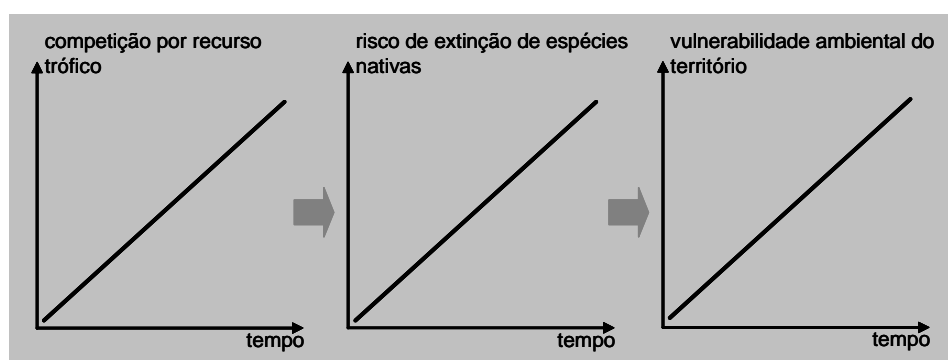


Figura 2. Relação entre os atributos ecossistêmicos afetados pela introdução de espécies invasoras de peixes e a vulnerabilidade ambiental do ecossistema aquático.

Assim, a análise da vulnerabilidade ambiental do território alvo de intervenção de uma ação humana foi aqui empregada entendendo-se que esta é uma abordagem conceitual adequada à geração de subsídios para a tomada de decisão em planejamento e gestão ambiental, como é o caso de licenciamento ambiental baseado em no processo metodológico da avaliação de impacto ambiental. Para isso, preconizou-se a relação direta entre vulnerabilidade ambiental e o potencial do empreendimento causar significativa degradação ambiental e, portanto, em relação à própria viabilidade ambiental do empreendimento, assim como apresentado na **Figura 3**.

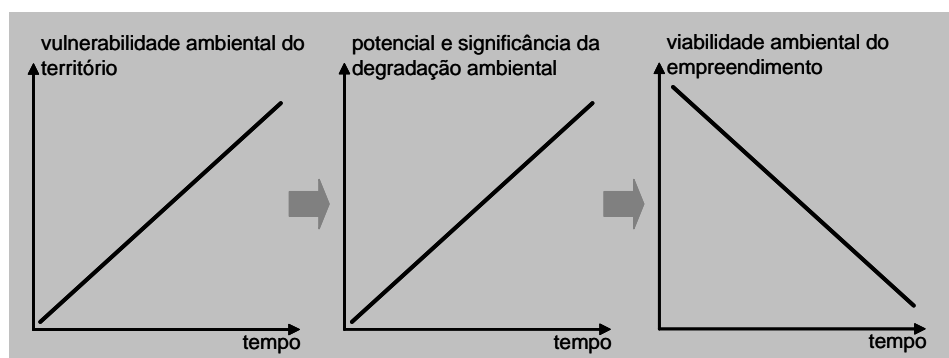


Figura 3. Relação entre a viabilidade ambiental de uma determinada ação humana e a vulnerabilidade ambiental do território alvo de sua intervenção.

Portanto, a baixa viabilidade ambiental do empreendimento hipotético apresentado na **Figura 3** decorre do seu crescente potencial de degradação ambiental, o que não significa necessariamente que tal empreendimento não possa sofrer melhorias tecnológicas que incrementem a sua viabilidade, como pode ser o caso de programas ambientais baseados em práticas de manejo voltadas à mitigação dos impactos ambientais negativos sobre a comunidade nativa de peixes.

A seguir estão apresentadas as evidências empíricas apresentadas em Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008) e as análises teóricas que buscam, a partir da análise comparativa entre cenários de vulnerabilidade ambiental, verificar a necessidade de estudos de impacto ambiental para o licenciamento ambiental de empreendimentos hidroviários do tipo canal de navegação.

CENÁRIOS DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

De acordo com as análises realizadas por Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008), a partir de 2003 foi constatada empiricamente a ocorrência da espécie de peixe *G. proximus* no reservatório de Três Irmãos, alóctone em relação à bacia hidrográfica do rio Tietê. Dada as condições efetivas de estabelecimento e integração verificadas pelos autores, concluiu-se que esta espécie teve a sua introdução viabilizada a partir de 1991 pela construção do canal de navegação de Pereira Barreto. Os autores constataram ainda que, em função da abundância encontrada para a espécie, esta se encontra efetivamente introduzida no reservatório de Três Irmãos, provavelmente competindo de forma significativa por recursos tróficos com espécies nativas de peixes, como é o caso *Geophagus brasiliensis*, que pode estar de fato ameaçada de extinção local.

Na **Tabela 1** estão apresentadas as análises comparativas entre os cenários passado, atual e futuro para a vulnerabilidade ambiental do trecho inferior da bacia hidrográfica do rio Tietê, levando-se em consideração a inexistência e a existência do canal de navegação de Pereira Barreto. A partir destas relações, estão apresentadas a seguir as análises de vulnerabilidade ambiental e de potencial e significância de degradação ambiental para os três cenários.

Tabela 1. Variação dos atributos ecológicos, da vulnerabilidade ambiental e da condição e significância da degradação ambiental para os cenários passado, atual e futuro tendencial do reservatório de Três Irmãos, no rio Tietê.

Indicadores de vulnerabilidade ambiental e degradação ambiental	Cenário 1 (passado)	Cenário 2 (atual)	Cenário 3 (futuro tendencial)
Pressão de competição por recursos tróficos	P_1	$P_2 > P_1$	$P_3 > P_2$
Risco de extinção de espécies nativas	R_1	$R_2 > R_1$	$R_3 > R_2$
Vulnerabilidade ambiental	VA_1	$VA_2 > VA_1$	$VA_3 > VA_2$
Condição da degradação ambiental	potencial	efetiva	potencial
Significância da degradação ambiental	-	-	significativa
Exigência de EIA-RIMA	-	-	exigível



- Cenário 1 - passado:

O cenário passado, quando não havia o empreendimento do canal de navegação de Pereira Barreto, é adotado aqui como a linha base das condições ambientais a partir da qual se realizam todas as demais análises comparativas. Nesta situação, não há ocorrência da espécie *G. proximus* e, portanto, a pressão de competição por recursos tróficos com espécies nativas, existente neste momento, é assumida inicialmente como P_1 , assim como o decorrente risco de extinção de espécies nativas é tido como R_1 .

Ainda que existam outros componentes relacionados, a vulnerabilidade ambiental (VA) aqui é considerada como uma função apenas destes dois atributos ecológicos no tempo (t), assumindo valor inicial de VA_1 (P_1, R_1, t). Assim, parte-se de uma condição de vulnerabilidade ambiental (VA_1) que agrega apenas a condição potencial para a degradação ambiental, haja vista que, inexistindo o referido canal de navegação, o ecossistema aquático já se encontra vulnerável à introdução de espécies por outras vias, que não aquela relacionada ao canal de navegação, como pode ser o caso da ação de pescadores locais.

- Cenário 2 - presente:

No cenário presente considera-se a existência do canal de navegação de Pereira Barreto funcionando por um período de 13 anos, ressaltando-se que os dados analisados por Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008) são referentes aos anos de 2002-2004. A partir das evidências descritas pelos mesmos autores, parte-se do pressuposto de que a espécie *G. proximus* encontra-se efetivamente estabelecida no trecho inferior da bacia hidrográfica do rio Tietê, oferecendo um incremento na pressão de competição por recursos tróficos com algumas espécies nativas de peixes, como é o caso de *G. brasiliensis*.

Dessa forma, a pressão de competição (P_2) neste cenário é maior do que a do cenário passado, o que oferece maior risco de extinção local de espécies que competem pelo mesmo nicho alimentar, como é o caso da nativa *G. brasiliensis*. A hipótese de que há um aumento no risco (R_2) de extinção local em relação ao cenário passado, parte da premissa de que a espécie invasora *G. proximus* apresenta maior eficiência na competição por recursos tróficos, como relatado por Moretto (2006) e Moretto *et al.* (2008). Portanto, em função do aumento do risco de extinção local, agrega-se um acréscimo na vulnerabilidade ambiental deste cenário (VA_2) em relação ao cenário anterior.

Ressalta-se, por fim, que a ocorrência de uma nova espécie alóctone no reservatório de Três Irmãos é a evidência empírica necessária para comprovar que o empreendimento na transposição de espécies entre as duas bacias hidrográficas em questão altera a condição de degradação ambiental potencial para efetiva, neste cenário. A análise da significância da degradação ambiental não está contemplada para este cenário pelo fato de compreender um exercício demasiadamente subjetivo nesta escala de tempo.

- Cenário 3 - futuro:

Com o aumento da abundância da espécie *G. proximus*, cuja presença imprime ainda maior aumento na competição por recursos tróficos (Moretto *et al.*, 2008), é possível considerar um aumento na pressão de competição por recursos tróficos num cenário a médio e longo prazos ($P_3 > P_2 > P_1$), com a possibilidade de depleção da abundância de espécies nativas, como para *G. brasiliensis*, e consequente potencial de extinção local desta e de outras espécies troficamente relacionadas, ainda maior do que nos cenários anteriores ($R_3 > R_2 > R_1$), o que resulta numa tendência de aumento da vulnerabilidade ambiental no tempo (VA_3)

Como consequência da prospecção dos atributos ecológicos, infere-se ainda que a condição de degradação ambiental será potencial em função da possibilidade da extinção local da espécie *G. brasiliensis* e, ainda, em função da transposição de outras espécies entre as bacias hidrográficas.

Por fim, e de acordo com Agostinho *et al.* (2005) e Rocha *et al.* (2006), como a perda da biodiversidade em ecossistemas aquáticos brasileiros está especialmente relacionada à introdução de espécies alóctones de peixes, assume-se a degradação ambiental gerada pelo canal de navegação como significativa.

A partir deste cenário, portanto, é possível concluir pela necessidade de estudos de impacto ambiental para o caso da construção do canal de navegação de Pereira Barreto, pelo fato deste empreendimento apresentar-se



como potencialmente causador de significativa degradação ambiental, o que pode ser extrapolado para o universo de empreendimentos hidroviários representativos da tipologia de canais de navegação.

CONCLUSÕES

O exercício realizado para a construção dos cenários a partir de evidências empíricas e análises teóricas, baseado no caso específico do canal de navegação de Pereira Barreto, como decorreria em um processo adequado de avaliação de impacto ambiental, permite concluir que a construção de empreendimentos hidroviários de conexão de bacias hidrográficas deve ser objeto de licenciamento ambiental com base em estudo de impacto ambiental de forma a internalizar no momento de projeção das alternativas tecnológicas e de localização o seu potencial de causar significativa degradação ambiental, uma vez que vulnerabilidade ambiental local estará aumentada em função do potencial de introdução de espécies alóctones, já que esta é uma das principais causas de perda de biodiversidade em ecossistemas aquáticos.

Em complemento, a nova rota de transposição de espécies alóctones por meio do canal de navegação representa um potencial de significativa degradação ambiental na escala regional por envolver um rio de caráter federal (o rio Paraná), o que corrobora ainda com a hipótese de que o licenciamento ambiental seja realizado no âmbito do órgão ambiental federal, em auxílio à solução do conflito de competência federativa já estabelecido para o caso do licenciamento ambiental do empreendimento em questão.

Por fim, é fundamental ressaltar que um estudo de impacto ambiental para a finalidade de estabelecimento de canais de navegação entre bacias hidrográficas, com vistas ao transporte hidroviário comercial de grande porte, deve ser realizado à luz de análises de cenários comparativos a partir de outras alternativas tecnológicas, além da construção de canais permanentes de navegação, como pode ser o caso de eclusas que estabelecem um regime de conexão transiente entre os ecossistemas aquáticos e, portanto, com possibilidades de menor interferência na vulnerabilidade ambiental local a partir da possibilidade de transposição de espécies alóctones de peixes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade, v. 1, n. 1, 2005.
2. AGOSTINHO, A. A. Impactos da regulação de vazão sobre a biota aquática. Comunicação pessoal apresentada na Oficina de Trabalho “Enfoque Ecosistêmico Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos”. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. 2009.
3. COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. Conservação e Manejo nos Reservatórios: Limnologia, Ictiologia e Pesca. São Paulo. Companhia Energética de São Paulo – Série Divulgação e Informação. 1998.
4. FINK, D.R.; ALONSO JR., H. e DAWALIBI, M. Aspectos jurídicos do licenciamento ambiental. São Paulo: Forense Universitária, 3ª ed., 2004.
5. MEDAUAR, 2008 MEDAUAR, O. Coletânea de Legislação Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais, 7ª ed., 2008.
6. MORETTO, E. M. A comunidade de peixes dos reservatórios dos trechos médio e baixo do rio Tietê, com ênfase nas espécies introduzidas *Plagioscion squamosissimus* e *Geophagus surinamensis*. São Carlos. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 2006.
7. MORETTO, E. M.; MARCIANO, F. T.; VELLUDO, M. R.; FENERICH-VERANI, N. ESPÍNDOLA, E. L. G; ROCHA, O. The recent occurrence, establishment and potential impact of *Geophagus proximus* (Cichlidae: Perciformes) in the Tietê River reservoirs: an Amazonian fish species introduced in the Paraná Basin (Brazil). Biodiversity and Conservation, v. 17, p. 3013-3025, 2008.
8. MORETTO, E. M. Análise da argumentação dialética que considera o Licenciamento Ambiental um impeditivo ao Desenvolvimento Econômico do país: premissas, interesses e possibilidades de superação. In: Anais do IV Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS). Brasília. 2008.
9. PETRY, P. Arcabouço Hierárquico de Conservação de Água Doce: Ecoregiões e Sistemas Ecológicos. Comunicação pessoal apresentada na Oficina de Trabalho “Enfoque Ecosistêmico Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos”. Brasília. Ministério do Meio Ambiente. 2009.



10. PRADO, F. C e CAMPOS, R. T. G. Hidrovias Interiores – Por que não devem ser ambientalmente licenciadas. Brasília. 2003. Monografia. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. 2003.
11. ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. O problema das invasões biológicas em águas doces. In: ROCHA, O.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; FENERICH-VERANI, N.; VERANI, J. R.; RIETZLER, A. C. Espécies invasoras em águas doces – estudos de caso e propostas de manejo. São Carlos. Editora Universidade Federal de São Carlos. 2005.
12. SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos. 2006.
13. SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.
14. SOUZA, M. P. Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática. Editora Riani Costa, 2000.
15. TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; MATSON, P. A.; MCCARTHY, J. J.; CORELLI, R. W.; CHRISTENSEN, L.; ECKLEY, N. KASPERSON, J. X.; LURSE, A.; MARTELLO, M. L.; POLSKY, C.; PULSIPHER, A.; SCHILLER, A. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. PNAS, vol. 100, n° 14, p. 8074–8079, 2003.
16. VEIGA, J. E. Desenvolvimento Sustentável. O desafio do Século XXI. Rio de Janeiro: Garamond. 2005.
17. VILLA, F. e McLEOD, H. Environmental Vulnerability Indicators for Environmental Planning and Decision-Making: Guidelines and Applications. Environmental Management, vol. 29, n° 3, p. 335–348. 2002.
18. VIOLA, E. J. O movimento ecológico no Brasil (1974-1986): do ambientalismo à ecopolítica. In: PADUA, J. A (Org.). Ecologia e Política no Brasil. 1987.
19. WILLIAMS, L. R. R., e L. A. KAPUTSKA. Ecosystem vulnerability: a complex interface with technical components. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 19, p. 1055–1058, 2000.

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto PROBIO (MMA, CNPq, BIRD, GEF), que aportou recursos financeiros à realização deste projeto de pesquisa por meio convênio 952/02, como produto do subprojeto “Monitoramento e Desenvolvimento de Tecnologias para o Manejo de Espécies Exóticas em Águas Doces.”