

PISCICULTURA E A INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE PEIXES NÃO-NATIVAS NO RS

RISCOS AMBIENTAIS

Fernando G. Becker (biólogo e ictiólogo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais)
Karin M. Grosser (bióloga e ictióloga, Especialista em Ecologia)
Museu de Ciências Naturais - Laboratório de Ictiologia
Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul

Agosto de 2003

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Comentários sobre terminologia.....	1
2. A introdução de espécies não-nativas como problema ambiental internacionalmente reconhecido	2
3. A proliferação de espécies não-nativas invasoras como um problema ambiental presente no Rio Grande do Sul	3
4. Impactos causados pela introdução de peixes não-nativos	3
4.1 Exemplos de impactos causados pela introdução de peixes não-nativos	5
4.2 Tilápias.....	8
5. Channel catfish - <i>Ictalurus punctatus</i> – impactos conhecidos e potenciais	8
5.1. O Channel catfish - <i>Ictalurus punctatus</i> – legislações de restrição ou proibição.....	10
5.2 Manifestações de pesquisadores e profissionais sobre a introdução de <i>I. punctatus</i>	11
6. Outras considerações	11
7. Conclusões e Recomendações	12
8. Referências Bibliográficas	13
 ANEXO I. Exemplos de diretrizes, instrumentos legais e convenções internacionais relacionados à questão de introdução de espécies exóticas e espécies invasoras.	21
 ANEXO II - Bibliografia selecionada, incluindo artigos científicos, estudos de caso e referências de políticas públicas e internacionais sobre introdução de espécies não-nativas e sobre espécies invasoras.....	23
 ANEXO III - Manifestações de pesquisadores e profissionais sobre a introdução de <i>Ictalurus punctatus</i>	29

PISCICULTURA E A INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE PEIXES NÃO-NATIVAS NO RS RISCOS AMBIENTAIS

1. INTRODUÇÃO

A proposta de introdução do *channel-catfish* (*Ictalurus punctatus*) no RS, através de um projeto de aquicultura, trouxe ao âmbito regional algumas preocupações levantadas já há algum tempo pela comunidade científica mundial e por instituições responsáveis pela conservação e manejo da biodiversidade e recursos naturais.

É grande a quantidade de estudos que abordam os vários aspectos relacionados à introdução de espécies não-nativas em ambientes naturais. É também grande a quantidade de países que se preocupam explicitamente com a questão, a ponto de serem criados órgãos nacionais e internacionais, além de convenções e legislações tratando do problema da introdução de espécies exóticas, especialmente as que reconhecidamente já demonstraram ser problemáticas ou invasoras.

As introduções de espécies não-nativas vêm sendo consideradas atualmente como *poluição biológica* e já são consideradas o segundo maior fator de perda de biodiversidade e causando também volumosos prejuízos econômicos e sociais. No Brasil, as razões alegadas para introduções de peixes (produção de alimento, recreação, benefícios econômicos) são legítimas, mas a história dessa prática no país revela que raramente seus objetivos foram atingidos e que sempre houve custo ecológico ou ambiental (Agostinho & Júlio Jr., 1996).

O Estado do Rio Grande do Sul já vive problemas graves com espécies exóticas invasoras (entre outras, capimannoni, mexilhão-dourado, javali) e portanto deve preocupar-se com o tema com o grau de atenção que outros países já vem demonstrando, observando as experiências destes, tomando como referência para suas ações e decisões os protocolos e diretrizes internacionalmente estabelecidos, e respeitando as convenções internacionais das quais o Brasil é signatário.

No presente documento, a questão da introdução de espécies de peixes não-nativos para aquicultura é abordada não só do ponto de vista do problema específico (a autorização para introdução e cultivo do channel catfish, *Ictalurus punctatus*, e de tilápias), mas também caracterizando o contexto sob uma perspectiva de preocupação internacional, científica, legal e politicamente estabelecida sobre o assunto. Apresenta-se o problema de forma a alertar para as potenciais consequências ambientais da autorização do cultivo de espécies de peixes não-nativos no Estado do Rio Grande do Sul.

1.1 Comentários sobre terminologia

Entende-se por espécie introduzida qualquer espécie transportada e liberada pelo homem, intencional ou acidentalmente, em ambiente fora de sua área de distribuição original (conforme a *European Inland Fisheries Advisory Commission* – EIFAC).

Ao longo do texto, a utilização da expressão “introdução de espécies” inclui em seu significado tanto a transferência de espécies de peixe de um país para outro, como também a translocação de espécies entre bacias hidrográficas diferentes dentro de um mesmo país.

2. A INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NÃO-NATIVAS COMO PROBLEMA AMBIENTAL INTERNACIONALMENTE RECONHECIDO

O estabelecimento de espécies não-nativas como um problema de ordem internacional é amplamente reconhecido devido à inegável quantidade de experiências desastrosas causadas pela introdução accidental ou intencional de espécies não-nativas em diferentes partes do mundo. Estas experiências levaram diversos países, como África do Sul, Alemanha, Nova Zelândia e mesmo o Brasil, a adotar legislações específicas para tratar do assunto. Alguns exemplos de legislações específicas pode ser vistos no Quadro 1. Foram também criadas agências e programas de ação para lidar especificamente com a prevenção, erradicação, monitoramento e controle de espécies exóticas tanto em nível estadual (e.g., Florida e Washington, EUA; Queensland, Austrália) quanto nacional (Quadro 2). Em nível internacional, uma das iniciativas mais importantes foi a criação do GISP – Global Invasive Species Program, com participação da IUCN, GEF, UNEP, UNESCO e outros parceiros internacionais). Estas iniciativas atestam inequivocamente a gravidade com que deve ser tratada a questão das introduções de espécies, especialmente aquelas com potencial invasor.

A percepção de que as introduções de espécies não-nativas são um problema de caráter internacional levou à inclusão deste tema em mais de 45 convenções e instrumentos legais internacionais (Naylor et al, 2001; Anexo I). Dentre elas, a Convenção da Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário. Esta convenção recomenda em seu artigo 8(h): **“Evitar a introdução de, controlar a introdução de, ou erradicar espécies exóticas que ameacem, ecossistemas, habitats ou espécies”**. Existem ainda vários códigos de conduta e diretrizes, tais como aqueles elaborados pela IUCN (2000, Diretrizes para prevenção da perda de biodiversidade por espécies invasoras) FAO, CITES e ICES (Anexo I), os quais tem objetivo de orientar os países sobre os procedimentos a serem adotados ao analisar a possibilidade de introduções de organismos não-nativos.

Da mesma forma, a atenção dada pela comunidade científica ao problema gerou inúmeras publicações tratando do tema, incluindo a criação de revistas científicas internacionais (*Biological Invasions, Diversity and Distributions - Journal of Biological Invasions and Biodiversity, Aliens Newsletter*), além da criação de grupos e centros de pesquisa especializados (Quadro 3), da produção de um grande número de publicações científicas (Anexo II), da criação de grupos de trabalho (Comitê Assessor sobre Introdução e Transposição de Espécies da Sociedade Brasileira de Ictiologia; Introduced Fish Section da American Fisheries Society).

Outro aspecto importante é a criação de bancos de dados sobre espécies exóticas e invasoras por diversas instituições e organizações. Entre eles estão o USGS/NAS - Nonindigenous Fish Distribution Information (<http://nas.er.usgs.gov/fishes/index.html>), o Aquatic Invasions Research Directory (AIRD) (<http://invasions.si.edu/aird.htm>) e o Global Invasive Species Database desenvolvido pelo IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG) como parte do GISP (<http://www.issg.org/database/welcome/>) e o (DIAS – Database Introductions of Aquatic Species, desenvolvido pela FAO no início da década de 1980).

É portanto evidente que as introduções de espécies são um problema potencial sério e exigindo como tal uma extrema atenção e cautela no momento de tomadas de decisão formulação e implementação de políticas públicas. Segundo estudo da OTA (1993), os impactos causados pela introdução de espécies exóticas nos EUA refletem “um histórico de escolhas de espécies equivocadas e de complacência com relação aos danos por elas potencialmente causados”. A cautela justifica-se não só pelo prejuízos potenciais, mas pelo fato de que estes são geralmente irreversíveis e as ações de controle e erradicação, além de incertas, drenam recursos financeiros, humanos, logísticos e de pesquisa que poderiam ser canalizados para outros objetivos (como por exemplo, alternativas baseadas em elementos nativos da biodiversidade e desenvolvimento de tecnologias próprias nacionais).

3. A PROLIFERAÇÃO DE ESPÉCIES NÃO-NATIVAS INVASORAS COMO UM PROBLEMA AMBIENTAL PRESENTE NO RIO GRANDE DO SUL

O RS não é exceção à situação encontrada em outras partes do mundo, em termos de problemas causados por espécies não-nativas invasoras. Um exemplo recente, amplamente noticiado na imprensa local, é a proliferação do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), espécie invasora que forma grandes massas de indivíduos e obstrui tubulações de sistemas públicos de água, sistemas de refrigeração de indústrias, dutos e turbinas de usinas hidrelétricas e cascos e hélices, prejudicando o funcionamento dos motores de embarcações, trazendo prejuízos consideráveis. Na natureza, este mexilhão altera a composição do bentos, favorecendo o aparecimento de certos invertebrados às custas de outros, por exemplo, sufocando as espécies nativas de outros moluscos (Mansur, 2003).

Um segundo exemplo é o caso do capimannoni. De acordo com Maciel (2003), a Embrapa Clima Temperado, de Pelotas, RS, estima que 500 mil hectares no RS estejam infestados pelo capim e o que mesmo começa a expandir-se por outros países do Mercosul. Dotada de alta capacidade invasora, a espécie é de difícil controle pois a dispersão ocorre através de animais e veículos que se deslocam pelas estradas, em locais de remates e parques de exposições, pelo vento, água e pássaros. Invasora de pastagens naturais de boa qualidade, rapidamente domina o ambiente provocando o desaparecimento das outras espécies e tornando-se uma monocultura. Tem baixa qualidade protéica e palatabilidade e digestibilidade ruins, fazendo com que o gado perca peso no inverno.

4. IMPACTOS CAUSADOS PELA INTRODUÇÃO DE PEIXES NÃO-NATIVOS

O exame dos exemplos citados no item anterior e constantes nos quadros e anexos apresentados já permite a concluir que as introduções de espécies não-nativas e translocações são também fonte de problemas ambientais em inúmeros países, recebendo atenção do ponto de vista legal, institucional, acadêmico e internacional.

Inúmeros trabalhos documentam os graves impactos causados pela introdução intencional ou acidental de espécies de peixes exóticas nos ecossistemas aquáticos (apenas como exemplo: Kauffman, 1992; Zaret & Paine, 1973; Courtney & Moyle, 1992; Agostinho & Júlio Jr, 1996).

Os riscos associados à introdução de espécies são altos e incluem:

- redução dos estoques de espécies nativas
- extinções locais e globais (não só de peixes mas de anfíbios, invertebrados e plantas aquáticas)
- nanismo
- disseminação de patógenos e parasitas
- alterações ecossistêmicas (incluindo eutrofização e perda de qualidade da água)
- efeitos indiretos na estrutura trófica das comunidades, podendo levar a proliferação de outros organismos como praga (por exemplo, mosquitos).
- combinações destes efeitos
- consequências sócio-econômicas

As introduções podem ocorrer de forma intencional (planejada, com objetivos específicos) ou não-intencional. As razões que levam à realização de introduções intencionais de peixes não-nativos incluem a aquicultura, pesca esportiva, criação de um novo recurso pesqueiro, controle de pragas e utilização ornamental. As introduções não-intencionais ocorrem principalmente devido a escapes de instalações de aquicultura, devido a, por exemplo, cheias ou enxurradas (Crivelli, 1995; Orsi & Agostinho, 1999; Smith, 1999; Kasulo, 2000) o que levou a utilização do princípio da precaução em Malawi, onde o cultivo de carpas foi substituído pelo de espécies nativas com o objetivo de evitar o escape para rios e lagos (DREA, 1994 *apud* Kasulo, 2000).

A piscicultura é o principal mecanismo de dispersão de espécies exóticas para novos ambientes, sendo que os escapes dos cativeiros para ecossistemas abertos são inevitáveis, tendo sido documentados em vários países, incluindo o Brasil (Townsend & Winterbourn, 1992; Agostinho & Júlio Jr., 1996; Alves *et al.*, 1999; Orsi & Agostinho, 1999; Smith, 1999; Naylor *et al.*, 2001). Os escapes são provocados, por exemplo por rompimento de pequenas barragens em piscicultura semi-intensiva, extensiva e pesque-pagues. Isto é evidenciado pelo fato de populações terem se estabelecido após escapes em diversos países (Welcomme, 1988).

Em um inventário feito ao longo do rio Parapanema, Orsi & Agostinho (1999) registraram que mais de 1.292.000 peixes adultos escaparam dos tanques durante uma inundação catastrófica ocorrida em 1997, sendo introduzidos na bacia. Das doze espécies que escaparam, dez eram exóticas. Os autores atribuem o escape de peixes de tanques de cultivo à ocupação ilegal das margens do rio e a não-observância de medidas padrão estabelecidas para prevenir o escape.

Uma das situações internacionais mais bem documentadas foi a da introdução de espécies não-nativas de tilápias e da perca-do-nilo (*Lates niloticus*) em lagos africanos (entre outros autores, Barel *et al.* 1985; Kauffman, 1992; Kasulo 2000, Schofield & Chapman, 1999). Esta experiência exemplifica eloquentemente que as consequências da introdução de peixes não-nativos podem estender-se além dos ecossistemas diretamente envolvidos, sendo não apenas ecológicas, mas sociais e econômicas. No Lago Vitória a *pesca* não foi apenas prejudicada, mas *destruída*, e cerca de **250 espécies nativas de peixes foram virtualmente extintas**, resultando também em modificações ecossistêmicas no lago causando sua *eutrofização* em diversas áreas afetando a *qualidade de água*. Os impactos foram também *sócio-econômicos*, pois muitos *pescadores locais*, em função da baixa capacidade de investimento, não puderam

reequipar-se para a transformação da pesca artesanal em comercial de exportação, sendo **excluídos da atividade**. Além disso, as novas técnicas de processamento do pescado, como a defumação, levaram à **devastação das florestas** da região, aumentando ainda mais os problemas ambientais e sócio-econômicos.

Nos EUA existem vários exemplos documentados dos impactos ambientais de espécies não-nativas. Segundo Courtenay & Taylor (1984), 39 espécies exóticas de peixes estão estabelecidas em 48 estados, reproduzindo-se em águas livres. Várias espécies foram introduzidas visando o controle biológico de plantas aquáticas ou insetos nocivos (p. ex., carpacim, *Ctenopharyngodon idella* e quatro espécies de tilápia, *Tilapia aurea*, *T. hornorum*, *T. mossambica* e *T. zilli*). Estudos de avaliação anteriores à liberação dos peixes foram realizados principalmente por agrônomos, entomologistas e patologistas ou fisiologistas vegetais, porém eram dirigidos somente ao controle da praga, e não consideraram os riscos das próprias espécies introduzidas se tornarem um problema ambiental, resultando em consequências danosas inesperadas.

Crivelli (1995) relata a situação da fauna de peixes na região do Mediterrâneo norte, destacando a presença de 229 espécies endêmicas de água-doce e 70 espécies e subespécies introduzidas, exóticas ou translocadas. Das espécies introduzidas, 58 foram capazes de estabelecer populações auto-sustentadas, sendo que os impactos documentados incluem hibridização com espécies nativas, extinção de espécies endêmicas, deslocamento de hábitat com consequente redução de abrangência geográfica e tamanhos populacionais, além de possíveis efeitos ecossistêmicos, como o aumento da turbidez de lagos.

No que se refere a peixes, não existem no estado do RS estudos sobre a situação atual de, e impactos causados por, espécies de peixes não-nativas introduzidas. Entretanto, existem diversos casos bem documentados das consequências da introdução de peixes no Brasil e em diversas partes do mundo, como pode ser facilmente observado no trabalho de Agostinho & Júlio Jr. (1996) sobre introdução e translocação de espécies e seus impactos.

4.1 Exemplos de impactos causados pela introdução de peixes não-nativos

a) *Redução de estoques/populações e/ou extinções de espécies nativas*

Segundo Crivelli (1995), um dos efeitos mais comuns da introdução de espécies exóticas é a predação de espécies nativas pelo predador introduzido, frequentemente resultando, ou na extinção de uma ou mais espécies nativas endêmicas, ou no deslocamento destas espécies para outros hábitats. As espécies endêmicas são as mais vulneráveis: muitas têm desaparecido ou tiveram seu número reduzido a ponto de estarem ameaçadas de extinção. Além disso, a competição por alimento e espaço (especialmente sítios reprodutivos) entre a espécie introduzida e as espécies pré-existentes também pode ser um fator importante que pode levar a extinção de uma ou mais espécies nativas. A introdução de uma espécie não-nativa é frequentemente o último sopro para uma biota nativa previamente enfraquecida por alterações de hábitat (Minckey, 1991 *apud* Courtenay & Moyle, 1992).

Lassuy (1998) analisou fatores que levaram à extinção de 40 espécies e subespécies nativas dos EUA nos últimos 100 anos. A alteração de hábitat era atribuída como fator de extinção em 29 espécies (73%), espécies introduzidas em 27 casos (68%) e contaminantes em 15 casos (38%). Entre os casos atribuídos a espécies introduzidas, 19 aparentemente ocorreram em consequência de introduções internacionais.

O *channel-catfish* (*Ictalurus punctatus*) foi considerado como o fator determinante em 7 casos de extinção de espécies nativas nos EUA. Marsh & Brooks (1989) tratam a predação de *Ictalurus punctatus* sobre uma espécie nativa no Arizona, impedindo o re-estabelecimento de populações desta, apesar de um programa contínuo de reintrodução.

Outro exemplo é a introdução da truta-marrom (*Salmo trutta*), espécie muito apreciada por pescadores esportivos nos EUA, mas que provocou severos danos às populações de truta-dourada (*Salmo aguabonita*), espécie símbolo do estado da Califórnia, levando à criação de um programa público de erradicação da truta-marrom (Courtney & Taylor, 1984). Os mesmos autores relatam que, desde a II Guerra Mundial, várias espécies de **tilápia** têm sido objeto de cultivo onde as condições de temperatura são adequadas. Em áreas onde ocorreu o estabelecimento destas espécies, explosões populacionais foram acompanhadas de moderados a dramáticos declínios de espécies de peixes nativos.

No Panamá e no Rio Grande do Norte, a introdução do tucunaré (*Cichla ocellaris*) provocou a extinção local de diversas espécies por predação (Zaret & Paine, 1973; Molina et al., 1996). Mesmo espécies introduzidas com a finalidade de realizar controle biológico (p. ex., plantas aquáticas ou mosquitos) podem causar impactos consideráveis, pois na natureza, ao alimentarem-se de outros vegetais que não são alvo do controle, já que raramente os peixes são monófagos, eliminam abrigos frequentemente utilizados para alimentação ou reprodução por outros peixes ou por seus organismos-alimento,.

Na Nova Zelândia, das 27 espécies nativas existentes quatro são raras ou estão ameaçadas e várias já foram desalojadas ou tiveram suas populações severamente reduzidas por espécies exóticas introduzidas (Townsend & Winterbourn, 1992).

Cabe lembrar que o RS, segundo levantamentos recentes, possui 255 espécies de peixe de água-doce reconhecidas cientificamente e que pelo menos outras 51 que estão em processo de descrição por especialistas em várias instituições de pesquisa. Deste modo, pode-se dizer que em nosso estado há mais de 300 espécies de peixes de água-doce, distribuídas no Sistema da Laguna dos Patos, Sistema Costeiro e na bacia do rio Uruguai. deste total, 23 espécies já estão oficialmente consideradas como ameaçadas de desaparecimento em diversos graus (13 vulneráveis, 6 em perigo e 4 criticamente em perigo), de acordo com o Decreto Estadual nº 41.672, de 11 de junho de 2002 (Marques et al, 2002). Muito possivelmente outras espécies poderão ser acrescentadas a esta lista à medida que se obtiverem mais dados sobre suas situações.

b) Alterações no ecossistema

Espécies herbívoras, p. ex., carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) e algumas tilápias ou plantófagas (certas tilápias), além dos efeitos de competição também provocam modificações significativas no ambiente, principalmente reduzindo locais de postura das espécies nativas ou suprimindo substratos para alimentação e abrigo, dos próprios peixes e dos organismos dos quais se alimentam (Agostinho & Júlio Jr., 1996).

A carpa-comum (*Cyprinus carpio*), introduzida para fins de aquicultura nos EUA na década de 1870, é hoje considerada uma praga em quase todos os estados em

que se estabeleceu, atribuindo-se à mesma alterações na água pelo seu hábito alimentar, pois revolve o fundo e aumenta a turbidez da água. Segundo, Agostinho & Júlio Jr. (1996), esta situação têm grande relevância em águas rasas, em planícies de inundação utilizadas como áreas de crescimento e/ou reprodução por peixes nativos. Até 1986, quinze estados norte-americanos promoviam o controle anual da carpa-comum ou tinham programas de erradicação, com altos custos financeiros (Courtney & Taylor, 1984).

c) Disseminação de patógenos, parasitas e pragas.

Agostinho e Júlio Jr. (1996) abordaram a possibilidade de infestação por parasitas e patógenos trazidos pelos peixes introduzidos, afetando espécies nativas e contaminando tanques de cultivo. Quando os peixes introduzidos tornam-se debilitados por deficiências nutricionais, condições ambientais adversas ou densidade excessiva, alguns dos organismos normalmente encontrados nos peixes (vírus, bactérias, fungos e grandes parasitas), chamados patógenos oportunistas – proliferam, podendo causar mortalidade em massa. Outros organismos causam pouco ou nenhum dano ao hospedeiro original, mas podem ser altamente patogênicos para as espécies nativas.

Exemplos disto são duas espécies de parasitas trazidas junto com a carpa-capim e hoje encontradas no Paraná: (1) o crustáceo *Lernaea cyprinacea*, que infesta muito mais espécies nativas do que as introduzidas, além de provocar alta mortalidade em cultivos de carpa-comum e (2) uma tênia endêmica da China e do Japão, atualmente disseminada em todo mundo, causando grandes prejuízos à aquicultura (Agostinho & Júlio Jr., 1996).

No Paraná já existem registros de mortalidades excessivas de carpa-comum por parasitas trazidos pela carpa-capim. Estes parasitas causam grandes prejuízos à aquicultura e infectam diversas espécies nativas. A septicemia hemorrágica viral, introduzida na Europa através dos cultivos de trutas exóticas é responsável por prejuízos anuais de 40 milhões de dólares e o programa de controle de doenças bacterianas na Noruega custou mais de US\$100 milhões (Agostinho & Júlio Jr., 1996). Um estudo realizado antes e depois do escape de peixes exóticos adultos de tanques de cultivo junto ao rio Paranapanema, revelou que o crustáceo parasita *Lernaea cyprinacea*, muito comum em fazendas de cultivo, e que somente havia sido encontrado em duas espécies nativas antes do desastre, foi registrado em sete espécies nativas depois do ocorrido (Gabielli & Orsi, 2000).

d) Nanismo

Fenômeno comum em tilápias e outros peixes, caracteriza-se pelo menor desenvolvimento dos peixes como resultado da rápida expansão populacional, levando indivíduos a se reproduzirem em tamanho reduzido. Isso limita seriamente o uso do estoque para a pesca e a explosão populacional tende a sufocar as espécies nativas, aumentando o estresse, a competição e, em casos extremos, criando condições inadequadas de oxigenação da água (Agostinho e Júlio Jr., 1996). Prováveis casos de nanismo foram observados em açudes dominados por “black-bass”, na região da Serra, no RS. (FGBecker, observação pessoal).

e) Custos de erradicação e controle

Nos EUA é contabilizado um gasto de US\$ 10 milhões/ano para controle da lampréia. Programas semelhantes existem para o controle ou erradicação de outras espécies, como a carpa-comum em quinze estados norte-americanos (Courtney & Taylor, 1984) e na Austrália, a truta-marrom (*Salmo trutta*) na Califórnia (Courtney & Taylor, 1984), o **channel-catfish** (*Ictalurus punctatus*) em diversos estados do sudoeste dos EUA (Brooks et al, 1999). Embora os dados de custos financeiros não estejam disponíveis, certamente são da ordem de milhões de US\$, e representam desvio de recursos, logísticos e científicos e acadêmicos que poderiam estar sendo utilizados para outros fins, caso as introduções tivessem sido evitadas.

4.2 Tilápias

Muitas espécies de tilápias foram transportadas para ambientes fora de suas regiões originais, sendo diversas delas consideradas espécies invasoras e havendo ampla documentação sobre suas características e riscos potenciais. Embora não hajam estudos disponíveis, espécies de tilápia já pode ser consideradas invasoras e dominantes principalmente em certas partes do sudeste do Brasil. As espécies de tilápias são consideradas graves problemas ambientais em diversos países, estando proibidas na Austrália (estados de Western Australia, New South Wales, Victoria) (Arthington & McKenzie, 1997) e nos EUA, várias espécies de tilápia são proibidas ou fortemente reguladas em nível federal ou estadual (p.ex., nos estados de Minnesota e Oklahoma). Impactos ambientais de tilápias não-nativas foram bem documentados no caso dos Grandes Lagos da África (ver item 4), sendo este considerado um exemplo clássico das consequências da introdução de espécies exóticas. Problemas devidos à introdução de tilápias já ocorrem também na América Central (McKaye et al., 1995). A preocupação com impactos da tilápia gerou inclusive a elaboração de estudo de caso pelo Departamento de Estado dos EUA (US Department of State, Tilapia study case; <http://www.state.gov/g/oes/ocns/inv/cs/2310.htm>)

Introduções de tilápias estão associadas a redução dos estoques pesqueiros de espécies nativas nos EUA. Também estão associadas a nanismo em todos os locais em que foram introduzidas. Na Índia, a disseminação de *Oreochromis mossambicus* em ambiente natural levou à substituição de uma espécie com aceitação no mercado por outra menos aceita. Espécies herbívoras e plantófagas de tilápia podem provocar profundas alterações de hábitat e da qualidade da água, geralmente em porções rasas dos corpos d'água, as quais são justamente as mais importantes como criadouros de indivíduos jovens das espécies nativas. As espécies herbívoras causam a redução dos locais de desova de certas espécies, do substrato para organismos que lhes servem de alimento e de abrigos para as espécies pequenas e para os jovens das maiores (Agostinho & Júlio Jr., 1996).

5. CHANNEL CATFISH - *ICTALURUS PUNCTATUS* – IMPACTOS CONHECIDOS E POTENCIAIS

O **bagre-de-canal**, ou “channel-catfish” (*Ictalurus punctatus*) é uma espécie cujos impactos ambientais negativos são bem conhecidos, quando introduzida fora de sua região de origem. É uma espécie sabidamente invasora, já tendo se estabelecido em ecossistemas natu-

rais fora de sua área original em diversos países (Welcomme, 1981; ESCBD, 2002; Froese & Pauly, 2003). *Ictalurus punctatus* adapta-se a diversos tipos de habitat, incluindo açudes, lagos, riachos, rios, reservatórios, altas e baixas altitudes, e até mesmo estuários (Townsend & Winterbourn, 1992) e, conforme o banco de dados sobre espécies invasoras do NAS (Nonindigenous Aquatic Species (NAS) Database, USGS, EUA, <http://nas.er.usgs.gov/>), estabeleceu-se nos ambientes naturais em quase todos os locais onde foi introduzida. Sabe-se ainda que a espécie estabeleceu-se após escape de instalações de piscicultura em diversos países, como México e República Dominicana (Welcomme, 1988).

Existem muitos artigos científicos e evidências indicando situações em que a espécie está em condição de invasora e impactando a fauna nativa. Algumas situações são exemplificadas abaixo:

- 1) a diminuição das populações de espécies nativas nos estados da Virginia e Maryland (EUA; Jenkins and Burkhead, 1994) e rio Colorado (Dill, 1944).
- 2) potenciais efeitos significativamente negativos sobre diversas espécies ameaçadas de extinção, como indicado pela predação sobre indivíduos grandes e pequenos de *Gila cypha* ("humpback chub"), peixe norte-americano ameaçado de extinção, limitando desta forma o recrutamento e aumentando a mortalidade de adultos (Marsh and Douglas 1997).
- 3) Existem também evidências de intensa predação de *I. punctatus* sobre juvenis de *Xyrauchen texanus* ("razorback sucker"), um peixe ameaçado de extinção no Arizona (EUA) e alvo de um programa de tentativa de conservação e recuperação (Marsh and Brooks 1989). Entre 1984 e 1986 estes autores soltaram 35,475 indivíduos de *X. texanus* na tentativa restabelecê-lo em seu habitat nativo, mas chegaram à conclusão de que *Ictalurus punctatus* e outra espécie não-nativa têm capacidade para remover toda a população de peixes liberados.
- 4) A predação por *Ictalurus punctatus* é também considerada parcialmente responsável pelo declínio das populações de uma espécie de rã (*Rana chiricahuensis*) (Rosen et al. 1995).
- 5) Segundo BOR (1999), *I. punctatus* não nativo tornou-se espécie dominante no reservatório de Glen Canyon, representando 90% das capturas sendo portanto uma das maiores ameaças às espécies de peixe ameaçadas da região. Sua ação como predador de peixes nativos e espécies ameaçadas foi documentada também por Woodbury, 1959; Valdez and Ryel, 1995; Valdez & Carothers, 1998 e Close et al. 2002).
- 6) A espécie apresenta hábitos alimentares diversificados, porém é considerada uma predadora importante (Vigg et al, 1991; Bennett, 1999; Zimmerman, 1999, BOR, 1999) inclusive com impactos negativos sobre outras espécies de peixes e também anfíbios.
- 7) Brooks et al. (2000), Poe et al. (1991) concluíram que a predação por *I. punctatus* pode representar um impacto significativo para as espécies nativas de peixe e propõe que a realização de um programa de longo prazo para remoção mecânica da espécie no rio San Juan (EUA).
- 8) Tyus & Saunders III (2000) identificam *I. punctatus* como espécie responsável por impactos sobre peixes nativos nos EUA, quando introduzida fora de sua área original.
- 9) Geralmente as espécies introduzidas que se estabelecem no ambiente são aquelas de hábito alimentar variado e oportunista como, por exemplo, *Plagioscion squamosissimus*

introduzida no Paraná (Agostinho & Júlio Jr., 1996). *Ictalurus punctatus* é uma espécie onívora, porém com um forte componente de carnivoría, exercendo função de predadora na natureza, sendo capaz de predação inúmeras espécies de peixe em diferentes estágios de vida (Townsend & Winterbourn, 1992). O hábito alimentar variado e oportunista, com tendência funcional à predação é uma característica de *Ictalurus punctatus* (vide artigos e bases de dados on-line citadas anteriormente).

- 10) Lassuy (1998) analisou fatores que levaram à extinção de 40 espécies e sub-espécies nativas dos EUA nos últimos 100 anos. A alteração de hábitat era atribuída como fator de extinção em 29 espécies (73%), espécies introduzidas em 27 casos (68%) e contaminantes em 15 casos (38%). Entre os casos atribuídos a espécies introduzidas, 19 aparentemente ocorreram em consequência de introduções internacionais. O *channel-catfish* (*Ictalurus punctatus*) foi considerado como o fator determinante em 7 casos de extinção de espécies nativas nos EUA.

5.1. O Channel catfish - *Ictalurus punctatus* – legislações de restrição ou proibição.

A condição de *I. punctatus* como espécie potencialmente danosa é também indicada pelo fato de haverem legislações estabelecendo proibições ou rígidas restrições à introdução, cultivo, transporte e comércio de exemplares vivos em diversos países (e.g., Inglaterra, Alemanha, Nova Zelândia, Austrália, em vários estados dos EUA), inclusive no Brasil. Tal legislação existente no Brasil reforça o caráter de risco da espécie em questão e indica que tal fato já é conhecido das autoridades nacionais (IBAMA Portaria Nº 142/94, de 22 de dezembro de 1994, proíbe a introdução, a transferência, o cultivo e a comercialização de formas vivas de *Ictalurus punctatus*), podendo-se concluir que há reconhecimento oficial de que a espécie possui alto risco de causar efeitos negativos sobre a biota nativa brasileira.

A possibilidade de introdução do *channel-catfish* (*Ictalurus punctatus*) na Nova Zelândia foi amplamente avaliada por Townsend & Winterbourn (1992), que analisaram as repercussões sobre a fauna nativa local. Em 1987, foi proposta a introdução desta espécie em fazendas como um projeto que criaria empregos e seria auto-suficiente, sem subsídios governamentais. Uma avaliação de impacto ambiental (EIA) foi feita com base em compilação bibliográfica e dados obtidos junto a pesquisadores de todo o mundo, para determinar a adequabilidade da introdução da espécie no país. A maioria das informações era oriunda de experiências de criação em cativeiro e muito limitada no que se referia à espécie na natureza. O documento discutia também a potencial distribuição geográfica de *Ictalurus punctatus* na Nova Zelândia, seus possíveis efeitos sobre plantas e animais endêmicos e a possibilidade do sucesso de sua criação. O EIA foi enviado a doze entidades governamentais e não-governamentais para análise, as quais manifestaram opinião consensual de que a espécie iria escapar dos criadouros e estabelecer-se no ambiente, competindo com espécies nativas. Os diversos trabalhos consultados indicaram que, uma vez que a *I. punctatus* é robusta, tolerante a diversas condições físicas e químicas de hábitat e onívoro-predadora generalista, dispõe-se de todas as razões para acreditar que populações podem-se estabelecer no ambiente natural a partir de escapes. O impacto de *I. punctatus* em escala regional seria amplo, uma vez que não há como deter a dispersão dos indivíduos uma vez que atinjam corpos d'água naturais, porém não há como prever quanto tempo os animais levarão para se dispersar. O estudo concluiu que haveria alta probabilidade da espécie **causar a extinção total ou local** de pelo menos algumas

espécies nativas de peixes e que haveria alta probabilidade de afetar espécies de invertebrados aquáticos, incluindo camarões.

5.2 Manifestações de pesquisadores e profissionais sobre a introdução de *I. punctatus*

Manifestações contrárias a introdução de *Ictalurus punctatus* no RS foram expressas por diversos pesquisadores e profissionais do Brasil e do exterior.

Os pesquisadores Dr. Carlos Alberto Lucena (Laboratório de Ictiologia, Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS), Dra. Sandra Maria Hartz (Laboratório de Ecologia de Populações e Comunidades, Departamento de Ecologia, UFRGS) e o Dr. Uwe Schulz (Laboratório de Ecologia de Peixes, Centro de Ciências da Saúde, UNISINOS) manifestaram sua posição através de pareceres.

Destaca-se ainda a manifestação contrária à autorização de criadouros de *Ictalurus punctatus* enviada pela Presidente da Sociedade Brasileira de Ictiologia, Dra. Ierecê Maria de Lucena Rosa, pesquisadora do Departamento de Sistemática e Ecologia, UFPB). Cópias destas manifestações encontram-se anexas ao final do presente documento.

Preocupações com o tema foram também expressas através de correspondência. A Dra. Cynthia Kolar, presidente da Seção de Peixes Introduzidos da American Fisheries Society, em comunicação por correio eletrônico (21 de julho de 2003), informa existir um programa para erradicar *Ictalurus punctatus* de certas regiões norte-americanas, devido à predação sobre populações de espécies ameaçadas de peixes.

Robert Clarkson, do US Bureau of Reclamation, informa, também por comunicação pessoal (30 de julho de 2003), que sérios problemas têm sido detectados em bacias do sudoeste dos EUA, em decorrência da introdução de *Ictalurus punctatus* e outras espécies não-nativas. Informa que a presença de peixes introduzidos tornou-se o principal obstáculo às tentativas de recuperação das espécies ameaçadas no baixo rio Colorado. Clarkson recomenda que a indústria da piscicultura utilize espécies nativas e que não sejam repetidos os mesmos erros por eles cometidos, pois os danos dificilmente podem ser revertidos. Segundo ele, certamente ocorrerão escapes das estações de piscicultura, por mais rigidamente fiscalizadas e isoladas que sejam as instalações.

O Dr. João Paes Vieira Sobrinho, do Laboratório de Ictiologia, Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade de Rio Grande, em comunicação pessoal por correio eletrônico, ressalta o potencial risco da introdução de espécies exóticas à biota estuarina nativa, citando estudos sobre os impactos negativos. Salienta que as universidades e órgãos de pesquisa dispõem de excelente potencial humano para o desenvolvimento de “pacotes tecnológicos de aquíicultura com espécies nativas”.

6. OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Cabe salientar que os potenciais impactos ambientais da introdução de espécies não-nativas podem apresentar desdobramentos conflitantes sobre outras atividades, como projetos de conservação de espécies, manejo de unidades de conservação e pesca. Podem ser prejudicados esforços como o Projeto Dourado (UNISINOS), que possui não só objetivos de conservação e recuperação da biota natural e seus habitats, mas também perspectivas de auxiliar na

recuperação de um recurso pesqueiro e de desenvolver técnicas de cultivo com espécies nativas.

Também podem ser prejudicado o papel de unidades de conservação como a Estação Ecológica do Taim e o Parque Estadual do Delta do Jacuí, caso espécies de peixe exóticos proliferem, predando e competindo com as nativas, ou ainda gerando alterações de hábitat.

Esforços de ordenamento e manejo pesqueiro, visando a recuperação da pesca artesanal também podem ser afetados.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando:

- a) que a experiência nacional e internacional indica terem as introduções de espécies exóticas o potencial de ser extremamente danosas ambiental, social e economicamente e que não devemos repetir os equívocos cometidos em outros países ou em tempos passados;
- b) que existem convenções e protocolos internacionais (assinados pelo Brasil) e em diversos países, que não recomendam introduções de espécies exóticas ou que sua viabilidade seja analisada com extrema cautela e rigor;
- c) que os prováveis impactos são potencialmente altos e irreversíveis;
- d) que a prevenção é geralmente mais eficiente, mais barata e ambientalmente mais adequada do que qualquer medida tomada após a introdução ter ocorrido;
- e) que diversas convenções, instrumentos e diretrizes internacionais recomendam a adoção do princípio da precaução no trato das questões ambientais;
- f) que o Rio Grande do Sul é um estado fronteiriço, apresentando águas compartilhadas com países vizinhos, de modo que quaisquer atividades que potencialmente possam gerar impactos sobre recursos compartilhados devem levar em consideração as normas internacionais relacionadas ao tema;
- g) que a fauna nativa já se encontra vulnerável a impactos ecológicos adicionais devido à perda e degradação de habitats decorrentes de diversas atividades humanas;
- h) que muitas espécies já são hoje mais raras e possuem populações mais fragmentadas do que historicamente, sendo portanto mais vulneráveis ao impacto representado por espécies não-nativas;
- i) que diversas espécies de invertebrados e peixes são oficialmente consideradas ameaçadas de extinção no RS (Decreto 41672, 11.06.2002), e que sua vulnerabilidade à introdução de espécies nativas não foi analisada;
- j) que não existem sistemas de cultivo à prova de escape, como atestado e documentado no Brasil e em outros países;
- k) que já existem casos de estabelecimento de *Ictalurus punctatus* em ambientes naturais a partir de escape de pisciculturas;
- l) que o controle do transporte e distribuição de indivíduos vivos é extremamente difícil, particularmente considerando a realidade regional;

- m) que *Ictalurus punctatus* é altamente tolerante a amplas condições físicas e químicas de ambiente, adapta-se a diversos tipos de hábitat, incluindo rios, riachos, lagos, açudes, reservatórios, amplas altitudes e mesmo estuários;
- n) que *Ictalurus punctatus* possui amplo espectro alimentar com forte tendência a piscivoria e oportunismo;
- o) que existem estudos em outros países associando a introdução de *Ictalurus punctatus* a extinções e a sérios declínios populacionais de espécies nativas destes países;
- p) que existem evidências de que *Ictalurus punctatus* foi fator decisivo na extinção de pelo menos 7 espécies de peixes norte-americanas;
- q) que o alto risco da introdução de *Ictalurus punctatus* é atestado pela sua proibição pelo governo da Nova Zelândia, pela sua proibição por legislação federal em certas regiões do Brasil, e pela sua forte restrição e regulação em outros países, incluindo alguns estados do EUA;
- r) que diversos cientistas e profissionais, especialistas em ictiologia e ecologia, consideram que a introdução de *Ictalurus punctatus* seria danosa à biota nativa do Rio Grande do Sul;

Recomenda-se:

- a) que não seja autorizada a introdução de *Ictalurus punctatus* no Estado do Rio Grande do Sul para qualquer que seja a finalidade;
- b) que a implementação de cultivos e disseminação de tilápias não seja autorizada sem que haja uma rigorosa análise da situação dos cultivos atuais e seus impactos, e sem que haja uma real capacidade de fiscalização e monitoramento contínuo das instalações;
- c) que, ainda em momentos precoces de sua formulação, as políticas públicas envolvendo utilização de espécies não-nativas analisem profundamente os cenários e riscos ambientais;
- d) que sejam incentivadas e elaboradas políticas públicas para pesquisa, desenvolvimento de tecnologia e produção com base em espécies nativas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. 2001. Biodiversity and Fisheries Management in the Paraná River Basin: Successes and Failures. In: World Fisheries Trust (org.) Workshop Blue Millennium: Managing Global Fisheries for Biodiversity, Victoria, BC, Canadá, 25-27/junho/2001. United Nations Environment Program, International Development Research Centre, cap. 2, p. 1-27.
- Agostinho, A.A. & Julio Jr., H.F. 1996. Ameaça ecológica. Peixes de outras águas. Ciência Hoje, 21 (124): 36-44.
- Alves, C.B.M.; Vono, V.; Vieira, F. 1999. Presence of the walking catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) (Siluriformes, Clariidae) in Minas Gerais state hydrographic basins, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 16(1):259-263.

- Arthington, A.H. & McKenzie, F. 1997. Review of impacts of displaced/introduced fauna associated with inland waters, Australia. State of the Environment Technical Paper Series (Inland Waters), Department of the Environment, Canberra. 69 p.
- Barel, C.D.N. et al. 1985. Destruction of fisheries in Africa's lakes. *Nature*, 115(2): 19-20.
- Bennett, D.H. 1999. So many predatory resident fishes-What needs to be done? In ODFW and NMFS. 1999. Management Implications of Co-occurring Native and Introduced Fishes.: Proceedings of the Workshop. October 27-28, 1998, Portland, Oregon.
- BOR. 1999. Modifications to Control Downstream Temperatures at Glen Canyon Dam, January 1999. Plan and Draft Environmental Assessment. Salt Lake City: U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation Upper Colorado Region, 68 p.
- C. Shine, N. Williams, L. Gundling. 2000. In: IUCN. Environmental Policy and Law Paper, Gland, Switzerland, vol. 40.
- CCCG - Carp Control Coordinating Group. 2002. The National Management Strategy for Carp Control, Murray-Darling Basin Commission, Canberra, 20 p.
- Close, D.A.; Fitzpatrick, M.S. & Li, H.W. 2002. The Ecological and Cultural Importance of a Species at Risk of Extinction, Pacific Lamprey. *Fisheries*, v.27, n.7, p. 19-25.
- Cortenay Jr., W.R. & Taylor, J.N. 1984. The exotic ichthyofauna of the contiguous United States with preliminary observations on intranational transplants. EIFAC Tech. Pap. 42:466-487.
- Courtenay Jr., W.R. & Moyle, P.B. 1992. Crimes Against Biodiversity: The Lasting Legacy of Fish Introductions. *Trans. 57th N.A. Wild & Nat. Res. Conf.* : 365-372.
- Crivelli, A.J. 1995. Are Fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the northern Mediterranean region? *Biological Conservation*, 72: 311-319.
- Dill, W. A. 1944. The fishery of the lower Colorado River. *Calif. Fish Game* 30:109-211.
- ESCBD - Executive Secretary Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2002. Republic of Moldova Thematic Report On Alien Species. The Executive Secretary Secretariat of the Convention on Biological Diversity: Montreal, Canada. 9 p.
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2003. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 14 August 2003
- GAO - United States General Accounting Office. 2002. Invasive Species: Clearer Focus and Greater Commitment Needed to Effectively Manage the Problem. GAO-03-1 Report to Executive Agency Officials, Washington, D.C., 109 p.
- ICES (International Council for the Exploration of the Sea). 1995. Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms, september, 1995.
- Jenkins, R. E., and N. M. Burkhead. 1994. Freshwater fishes of Virginia. American Fisheries Society, Bethesda.
- Kasulo, V. 2000. The impact of invasive species in African lakes. In: Perrings, C., Williamson, M. & Dalmazzone, S. (eds.) The Economics of Biological Invasions. Edward Elgar, Cheltenham, UK. p. 183-195.
- Lassuy, D.R. 1998. Introduced Species as a Factor in Extinction and Endangerment of Native Fish Species. In: Workshop Management Implications of co-occurring Native and Introduced Fishes, 23-28/oct/1998, Portland, Oregon. Proceedings ... p. 27-33.
- Maciel, M. 2003. Invasora cruza a fronteira. *Zero Hora. Campo & Lavoura* (970): 1-2.

- Mansur, M.C.D.; Santos, C.P. dos; Darrigran, G.; Heydrich, I.; Calil, C.T. & Cardoso, F.R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuú, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1):75-84.
- Marques, A.A.B.; Fontana, C.S.; Vélez, E.; Bencke, G.A.; Schneider, M. & Reis, R.E. 2002. Lista das Espécies de Fauna Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul. Decreto nº 41.672 de 11 de junho de 2002. Porto Alegre: FZB/MCT/ PUCRS/PANGEA, 2002. 52p.
- Marsh, P. C., and M. E. Douglas. 1997. Predation by introduced fishes on endangered humpback chub and other native species in the Little Colorado River, Arizona. *Transactions of the American Fisheries Society* 126:343-346.
- Marsh, P.C. & Brooks, J.E. 1989. Predation by ictalurid catfishes as a deterrent to re-establishment of hatchery-reared razorback suckers. *The Southwestern Naturalist*, 34(2):188-195.
- McKaye, K.R.; Ryan, J. D. et al. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua – ecosystem in transition. *Bioscience*, 45, (6): 406-411.
- Naylor, R.L.; Williams, S. L. & Strong, D.L. 2001. Aquaculture - A Gateway for Exotic Species. *Science*, v.294, p. 1655-1656.
- Orsi, M.L. & Agostinho, A.A. 1999. Introdução de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia o Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 16(2):557-560.
- OTA (Office of Technology Assessment). 1993. Harmful non-indigenous species in the United States. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Poe, T. P., H. C. Hansel, S. Vigg, D. E. Palmer, and L. A. Prendergast. 1991. Feeding of predaceous fishes on out-migrating juvenile salmonids in John Day Reservoir, Columbia River. *Transactions of the American Fisheries Society* 120:405-420.
- Rasmussen, J. (coord.) 2000. Summary of Permit Authority and Prohibited Species by State With Special Emphasis on Asian Carp. Mississippi Intertate Cooperative Resource Association. [<http://wwwaux.cerc.usgs.gov/MICRA/ansregs.rtf>]
- Rosen, P.C., C.R. Schwalbe, D.A.J. Parizek, P.A. Holm, and C.H. Lowe. 1995. Introduced aquatic vertebrates in the Chiricahua region: effects on declining ranid frogs. In L.F. DeBano, G.J. Gottfried, R.H. Hamre, C.B. Edminster, P.F. Ffolliott, and A. Ortega-Rubio, editors. *Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: the sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico*, pp. 251-261. Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, Fort Collins, Colorado.
- Schofield, P.M. & Chapman, L.J. 1999. Interactions between Nile perch, *Lates niloticus*, and other fishes in Kake Nabugabo, Uganda. *Environmental Biology of Fishes*, 55:343-358.
- Smith, W.S. 1999. Pesque-pague: uma ameaça à ictiofauna nativa? *PUC-SP Ciências Biológicas e Ambientais*, São Paulo, 1(3):313-319.
- Townsend, C.R. & Winterbourn, M.J. 1992. Assessment of the Environmental Risk Posed by an Exotic Fish: The Proposed Introduction of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) to New Zealand. *Conservation Biology*, 6 (2): 273-82.
- Tyus, H.M. & Saunders, III, J.F. 2000. Nonnative Fish Control and Endangered Fish Recovery: Lessons from the Colorado River. *Fisheries*, 25(9):17-25.

- Valdez R.A. and S.W. Carothers. 1998. The Aquatic Ecosystem of the Colorado River in Grand Canyon. Grand Canyon Data Integration Project Synthesis Report. U.S. Bureau of Reclamation, Salt Lake City, Utah, July 1998.
- Valdez, R.A., and R.J. Ryel. 1995. Life history and ecology of the humpback chub (*Gila cypha*) in the Colorado River, Grand Canyon, Arizona. Final report to the Bureau of Reclamation, Salt Lake City, Utah, Contract No. 0-CS-40-09110. BIO/WEST, Inc., Logan, Utah.
- Vigg, S., T. P. Poe, L. A. Predergast, and H. C. Hansel. 1991. Rates of consumption of juvenilesalmonids and alternative prey fish by northern squawfish, walleyes, smallmouth bass, andchannel catfish in John Day Reservoir, Columbia River. Transactions of the American Fisheries Society 120:421-438.
- Welcomme, R.I. 1988. International Introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Papers (294), 318p.
- Woodbury, A.M. 1959. Ecological studies of flora and fauna in Glen Canyon. University of Utah Anthropological Papers, No. 40. University of Utah, Salt Lake City, Utah.
- Zimmerman, M. (1999). An overview of Columbia River predation studies in Management Implications of Co-occurring Native and Introduced Fishes: Proceedings of the Workshop. October 27-28, 1998, Portland, Oregon. Portland: Oregon Department of Fish & Wildlife and the National Marine Fisheries Service.

Porto Alegre, 26 de agosto de 2003

Fernando Gertum Becker
CRBio 9404-03

Karin Martha Grosser
CRBio 0484-03

Quadro 1. Exemplos de legislação em outros países, tratando especificamente da introdução e translocção de espécies não-nativas.

País	Legislação	Objetivo	Onde encontrar
EUA	Executive Order 13112 of February 3, 1999 - Invasive Species [Presidência dos EUA]	prevenir a introdução de espécies invasoras, garantir seu controle e minimizar os efeitos econômicos, ecológicos e para saúde humana de seus impactos	http://invasivespecies.gov/laws/execorder.shtml
EUA	Nonindigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act de 29 de novembro, 1990; National Invasive Species Act of 1996	Prevenção de introduções não-intencionais acidentais de espécies não-nativas e prevenção e controle da dispersão de espécies aquáticas nocivas.	http://www.anstaskforce.gov/nanpca.htm
Inglaterra	Statutory Instrument 2003 No. 25 The Prohibition of Keeping or Release of Live Fish (Specified Species) (Amendment) (England) Order 2003	Evitar a introdução de espécies de peixe exóticas	http://www.hms.o.gov.uk/si/si2003/20030025.htm
Australia	Section 216(1) of the Fisheries Management Act, 1994	proíbe a introdução de peixes, ovos ou jovens de qualquer espécie de peixe sem autorização do Ministério.	
Nova Zelândia	Hazardous Substances and New Organisms Act (1996)	regula de forma abrangente as introduções de exóticos em único ato legislativo com horizonte bem definido. Todas as espécies são consideradas potencialmente invasoras até que se prove o contrário.	É considerada modelo a ser seguido por outros países (Naylor et al, 2001).

Quadro 2. Exemplos de programas de ação e instituições que tratam da prevenção, manejo e monitoramento de espécies não-nativas e invasoras.

Programa/Instituição	país	informações
Aquatic alien species (AQUALIENS)	Suécia	http://www.smn.environ.se/cbd/eng/intr-art/aqualien.htm
Nordic Network on Introduced Species	países escandinavos	http://www.sns.dk/natur/nnis/
U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) Invasive Species Program	EUA	http://invasives.fws.gov/
US Geological Survey - Nonindigenous Plants and Animals Program	EUA	http://www.fcsc.usgs.gov/Nonindigenous_Species/nonindigenous_species.html
US Geological Survey -Nonindigenous Fish Program	EUA	http://www.fcsc.usgs.gov/Nonindigenous_Species/Fishes_Overview/fishes_overview.html
US Department of State	EUA	http://www.state.gov/g/oes/ocns/inv/
National Biological Information Infrastructure (NBII) Invasive Species Program	EUA	
Aquatic Nuisance Species Task Force	EUA (US Fish and Wildlife Service and National Oceanic and Atmospheric Administration)	http://www.anstaskforce.gov/
Integrative Graduate Education and Research Traineeship (IGERT) program on Biological Invasions – from genes to ecosystems, from science to society	University of Davis, EUA	http://www.cpb.ucdavis.edu/bioinv
GISP - Global Invasive Species Programme	UNESCO e Diversas instituições de diversos países	http://globalecology.stanford.edu/DGE/Gisp/home.htm
ISSG - Invasive Species Specialist Group (World Conservation Union - IUCN)	Entidades e instituições de diversos países	http://www.issg.org/
Closing the Pathways of Aquatic Invasive Species across North America Item 2.2.5	North American Commission for Environmental	http://www.cec.org/home/index.cfm?varlan=english

da North American Agenda for Action: 2003–2005 Conservation of Biodiversity	Cooperation - Canadá, México e EUA	
National Management Strategy for Carp Control	Australia	http://www.mdbc.gov.au/publications/pdf/national_management_strategy.pdf
IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss caused by Alien Invasive Species	Internacional	http://www.issg.org/IUCNISGuidelines.html#Guidelines
Holmenkollen Guidelines For Sustainable Aquaculture	Internacional	http://www.ntva.no/rapport/aqua/report.htm
FAO	Internacional	FAO. 1996. Precautionary approach to fisheries. Parts 1 and 2. FAO Fisheries Technical Papers 350/1 and 350/2. Rome, FAO.
AFS American Fisheries Society	EUA	American Fisheries Society Position on Introductions of Aquatic Species http://www.afsifs.vt.edu/afspos.html

Quadro 3 – Exemplos de centros e iniciativas de pesquisa em espécies não-nativas e invasoras.

Nome	Instituição – país	informações
National Center for Research on Aquatic Invasive Species	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) - EUA	http://www.glerl.noaa.gov/res/Programs/ncrais/ncrais.html
The Nature Conservancy's Invasive Species Initiative	Nature Conservancy - internacional	http://nature.org/initiatives/invasivespecies/
Institute for Biological Invasions	Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Tennessee, Knoxville, EUA	http://invasions.bio.utk.edu/
Regional Biological Invasives Center e The Group on Aquatic Alien Species (GAAS)	Rússia	http://www.zin.ru/projects/invasions/index.html http://www.zin.ru/projects/invasions/gaas/index.html
National Sea Grant Research: Nonindigenous Species Research and Outreach	EUA	
Alien Invasive Species in Pakistan	Paquistão	http://edu.iucnp.org/tab.htm

ANEXO I. EXEMPLOS DE DIRETRIZES, INSTRUMENTOS LEGAIS E CONVENÇÕES INTERNACIONAIS RELACIONADOS À QUESTÃO DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS E ESPÉCIES INVASORAS.

Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern convention) 1979
Artigo 11(2)b Cada signatário compromete-se a "controlar rigidamente a introdução de espécies não-nativas" e a informar países vizinhos caso introduções acidentais tenham ocorrido. Os signatários devem estabelecer mecanismos de cooperação entre Estados, notificação e consulta a fim de coordenar medidas de precaução e controle para espécies invasoras.

Convention on the Law of Non-navigational Uses of International Watercourses (ILC) 1994
Artigo 22. Os países devem tomar todas as medidas necessárias para evitar que a introdução de espécies, não-nativas ou novas, em um sistema hidrográfico internacional resulte em danos significativos a outros países que compartilham o mesmo sistema hidrográfico

International Plant Protection Convention (IPPC)

Diretrizes de ações comuns e efetivas para prevenção da disseminação e introdução de pragas de plantas e de produtos vegetais.

The Jakarta Mandate on Marine and Coastal Biodiversity - Alien Species

Programa de ação para implementação da Convenção da Diversidade Biológica no que se refere à diversidade marinha e costeira.

Office International des Epizootes (OIE) - International Animal Health Code for Mammals, Birds and Bees

Diretrizes sobre pragas e doenças de animais (mas não sobre os próprios animais como pestes). Inclui análises de risco de importação e procedimentos de importação/exportação. O International Aquatic Animal Health Code é o padrão para o comércio de animais aquáticos e produtos de animais aquáticos. aquatic animal products.

Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl habitat. Parties to the RAMSAR convention on Wetlands ,1971

Resolução VII.14 sobre Espécies Invasoras e Áreas Úmidas. Costa Rica, maio de 1999. Conclama os signatários a urgentemente estabelecer programas para tratarem de espécies invasoras prioritárias que potencialmente possam ameaçar as áreas úmidas e espécies de áreas úmidas, com a perspectiva de controle ou erradicação, assim como a implementar outros programas internacionais relacionados.

World Trade Organisation, Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures (SPS Agreement)1994 Os membros têm o direito de adotar medidas sanitárias e fitosanitárias que sejam necessárias para proteger a vida ou segurança humana, animal e vegetal.

European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC)

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) - Code of Conduct for the Import and Release of Exotic Biological Control Agents

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) - Code of Conduct for Responsible Fisheries (1995)

O Code of Conduct for Responsible Fisheries (1995) recomenda que todos os países consultem os países vizinhos antes de introduzirem espécies não-nativas em ecossistemas aquáticos fronteiriços.

International Civil Aviation Organisation - Resolution A-32-9: Prenindo a introdução de espécies não-nativas invasoras. (1998)

International Council for the Exploration of the Seas (ICES) - ICES Code of Practice on the Introduction and Transfers of Marine Organisms 1994.

International Maritime Organization of the United Nations (IMO)

Diretrizes para o controle e manejo da água de lastro de navios, a fim de minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e patógenos.

World Conservation Union IUCN Species Survival Commission (SSC)

IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused By Alien Invasive Species. Diretrizes para a prevenção da perda de biodiversidade causada por espécies não-nativas. O propósito é prevenir a introdução de espécies não-nativas ou de controlar e eliminar espécies que ameacem espécies nativas, habitats e ecossistemas..

ANEXO II - BIBLIOGRAFIA SELECIONADA, INCLUINDO ARTIGOS CIENTÍFICOS, ESTUDOS DE CASO E REFERÊNCIAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERNACIONAIS SOBRE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES NÃO-NATIVAS E SOBRE ESPÉCIES INVASORAS.

- Anderson, R. C. 1997. Native pests: the impact of deer in highly fragmented habitats. Pp. 117-134 *In*: M. W. Schwartz, ed., Conservation in Highly Fragmented Landscapes. Chapman & Hall, New York, NY.
- Arthington, A.H., Bluhdorn, D.R., and Kennard, M.J. Food resource partitioning by the introduced cichlid, *Oreochromis mossambicus*, and two native fishes in a sub-tropical Australian impoundment. Chou, L. M. 425-428. 1992. Singapore, The Society. 1992.
- Baker, H. G. and G. L. Stebbins. 1965. Genetics of Colonizing Species. Academic Press, New York, NY.
- Bartley, D.M., R. Subasinghe and D. Coates. 1996. Framework for the responsible use of introduced species. EIFAC/XIX/96/inf. 8. Report of the 19th Session of the European Inland Fisheries Advisory Commission, Dublin, Ireland.
- Bright, C. and L. Starke. 1998. Life Out of Bounds: Bioinvasion in a Borderless World. Worldwatch Environmental Alert Series. W. W. Norton & Co. Go to the Worldwatch advertisement
- Campbell, T. S. 2000. Analyses of the effects of an exotic lizard (*Anolis sagrei*) on a native lizard (*Anolis carolinensis*) in Florida, using islands as experimental units. Unpublished Ph.D. dissertation, University of Tennessee, Knoxville, TN.
- Carlton J. T. and J. B. Geller (1993). Ecological roulette: The global transport of nonindigenous marine organisms, Science, 261:78-82
- Clark, A. H. 1949. The Invasion of New Zealand by People, Plants, and Animals: The South Island. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.
- Clout M. N. and S. J. Lowe (1997). Biodiversity loss due to biological invasion: prevention and cure. In: IUCN. Conserving Vitality and Diversity: Proceedings of the World Conservation Congress Workshop on Alien Invasive Species. Canadian Wildlife Service, Environment Canada, Ottawa, pp 29-40.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 19:1302-1310.
- Connell, J. H. 1980. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. Oikos 35:131-138.
- Courtenay, W. R., Jr. and J. R. Stauffer, Jr., eds. 1984. Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes. Johns Hopkins University Press.
- Cox, G. W. 1999. Alien Species in North America and Hawaii: Impacts on Natural Ecosystems. Island Press, Washington DC.
- Cronk, Q. C. B. and J. L. Fuller. 1995. Plant Invaders: The Threat to Natural Systems. Chapman and Hall, New York, NY.
- Crosby, A. W. 1986. Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900-1900. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Darwin, C. 1858. The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle of Life. Murray, London, UK.

- Devine, R. S. 1998. Alien Invasion: America's Battle with Non-Native Animals and Plants. National Geographic Society, Washington, DC.
- di Castri, F., A. H. Hansen, and M. Debussche, eds. 1990. Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Monographiae Biologicae 65. Kluwer Academic Publishers.
- Diamond, J. M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biol. Conserv.* 7:129-146.
- Drake, J. A., H. A. Mooney, F. diCastri, R. H. Groves, F. J. Kruger, M. Rejmànek, and M. Williamson, eds. Biological Invasions: A Global Perspective. SCOPE 37, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Ehrlich, P. R. 1986. Which animal will invade? Pp. 79-95 *In* H. A. Mooney and J. A. Drake, eds. Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. Springer-Verlag, New York, NY.
- Elton, C. S. 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. Methuen, London, UK.
- Ewel, J. J. 1986. Invasibility: Lessons from south Florida. Pp. 214-230 *In* H. A. Mooney and J. A. Drake, eds. Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. Springer-Verlag, New York, NY.
- Fahrig, L. 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *J. Wildl. Manage.* 61:603-610.
- FAO. 1996. Precautionary approach to fisheries. Parts 1 and 2. *FAO Fisheries Technical Papers* 350/1 and 350/2. Rome, FAO.
- Fritts T. H. and G. H. Rodda (1998). The role of introduced species in the degradation of island ecosystems: a case history of Guam. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:113-140
- Garibaldi, L. 1996. List of animal species used in aquaculture. *FAO Fisheries Circular* No. 914. Rome, FAO
- Glowka, L., F. Burhenne-Guilmin, and H. Synge. 1994. A guide to the Convention on Biological Diversity. IUCN, Gland.
- Gray, A. J., M. J. Crawley, and P. J. Edwards, eds. 1987. Colonization, Succession, and Stability. Blackwell Science Press, Oxford.
- Groves, R. H. and J. J. Burton. 1986. Ecology of Biological Invasions: An Australian Perspective. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Guiberson, B. Z. 1999. Exotic Species: Invaders in Paradise. Twenty First Century Books.
- Hanski, I. 1999. Metapopulation Ecology. Oxford University Press, New York, NY.
- Hengeveld, R. 1989. The Dynamics of Biological Invasions. Chapman and Hall, New York, NY.
- Hobbs, R. J. 1989. The nature and effects of disturbance relative to invasions. Pp. 389-405 *In*: J. A. Drake, H. A. Mooney, F. diCastri, R. H. Groves, F. J. Kruger, M. Rejmànek, and M. Williamson, eds. Biological Invasions: A Global Perspective. SCOPE 37, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Hobbs, R. J. and L. F. Huenneke. 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Cons. Biol.* 6:324-337.
- Howard G. H. (2000). Control options: freshwater invasives. Presented at the Workshop on "Best Management Practices for preventing and controlling Invasive Alien Species", Cape Town, South Africa, 22-24 February, 2000.

- IUCN 1999. Legal and Institutional Dimensions of Alien Invasive Species Introduction and Control. Proceedings of the Workshop on the Legal and Institutional Dimensions of Alien Invasive Species Introduction and Control. Held at the IUCN Environmental Law Centre, Godesberger Allee 108-112, Bonn, Germany 10-11 December 1999.
- IUCN 1999. Workshop on Mitigating the Impact of Alien/Invasive species. In: IUCN - The World Conservation Union (1999). Report of the Thirteenth Global Biodiversity Forum, San José, Costa Rica. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, p15-22.
- IUCN 1999. Report of Workshop on Alien Invasive Species, GBF-SSEA. Colombo, October 1999. IUCN Regional Biodiversity Programme, Asia, Colombo, Sri Lanka.
- Jaffe, M. 1997. And No Birds Sing: A true Ecological Thriller Set in a Tropical Paradise. Barricade Books, New York, NY.
- Jenkins P. T. (1999). Global Policy Changes Needed to Stop Biological Invasions Caused by International Trade. Presented at the Workshop on the Legal and Institutional Dimensions of Alien Invasive Species Introduction and Control. Held at the IUCN Environmental Law Centre, Godesberger Allee 108-112, Bonn, Germany 10-11 December 1999.
- Joenje, W., K. Bakker, and L. Vlijm, eds. 1987. The Ecology of Biological Invasions. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Vol. 90.
- Karieva, P. M., J. G. Kingsolver, and R. B. Huey, eds. 1993. Biotic Interactions and Global Change. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
- King, C. 1989. Immigrant Killers: Introduced Predators and the Conservation of Birds in New Zealand. Oxford University Press.
- Kitching, R. L. 1986. The Ecology of Exotic Animals and Plants: Some Australian Case Histories. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Knick, S. T. and J. T. Rotenberry. 1997. Landscape characteristics of disturbed shrubsteppe habitats in southwestern Idaho. *Landscape Ecol.* 12:287-297.
- Lockwood, J. L. and M. L. McKinney. 2001. Biotic Homogenization. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, NY.
- Lodge D. M. (1993). Biological Invasions: Lessons for Ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 133-137
- Lonsdale W. M. (1999). Global Patterns of Plant Invasions and the Concept of Invasibility. *Ecology*, 80(5): 1522-1536
- Low Tim (1999). *Feral future: the untold story of Australia's exotic invaders*. Penguin Books Australia, 380 pp.
- Lowe S. J., M. Browne and S. Boudjelas (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. Published by the IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG), Auckland, New Zealand.
- MacArthur, R. H. and E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- MacDonald, I. A. W., F. J. Kruger, and A. A. Ferrar, eds. 1986. *The Ecology and Management of Biological Invasions in Southern Africa*. Oxford University Press.
- Mack R. N. and W. M. Lonsdale (2001). Humans as Global Plant Dispersers: Getting More Than We Bargained For. *Bioscience*, 51(2): pp 95-102

- Mack R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. N. Clout and F. Bazzaz (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Issues in Ecology* 5: 1-20.
- Mack, M. C. and C. M. D'Antonio. 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *TREE* 13:195-198.
- Mather, P.B. and Arthington, A.H. "An assessment of genetic differentiation among feral Australian tilapia populations." *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 42 (1991): 721-728.
- McKaye, K.R., and five others. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua. *BioScience* 45(6):406-411.
- McKinney, M. L. and J. L. Lockwood. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *TREE* 14:450-453.
- McKnight, B. N. 1993. *Biological Pollution: The Control and Impact of Invasive Exotic Species*. Indiana Academy of Science, Indianapolis.
- McNeely J. A. (2001). An introduction to the human dimensions of invasive alien species.
- McNeely J. A. (2001). The great reshuffling: How alien species help feed the global economy.
- McNeely J. A., H. A. Mooney, L. E. Neville, P. J. Schei and J. K. Waage (eds.) 2001. *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Meinesz, A. 1999. *Killer Algae: The True Tale of a Biological Invasion*. University of Chicago Press, Chicago, IL. 360 pp.
- Mills, E. L., M. D. Scheuerell, J. T. Carlton, and D. L. Strayer. 1997. *Biological Invasions in the Hudson River Basin*. New York State Museum.
- Mooney H. A. and R. J. Hobbs (2000). *Invasive Species in a Changing World*. Island Press.
- Mooney H. A., J. A. McNeely, L. E. Neville, P. J. Schei and J. K. Waage (eds). *Invasive Alien Species: Searching for Solutions*. Island Press, Washington, D.C. (volume in preparation).
- Mooney, H. A. and G. Bernardi. 1990. *Genetically Designed Organisms in the Environment*. SCOPE 44. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Mooney, H. A. and J. A. Drake, eds. 1986. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Mooney, H. A. and R. J. Hobbs, eds. 2000. *Invasive Species in a Changing World*. Island Press.
- Moulton, M. P. and S. L. Pimm. 1986. Species introductions to Hawaii. Pp. 231-249 *In* H. A. Mooney and J. A. Drake, eds. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Murica, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *TREE* 10:58-62.
- Nalepa, T. F. and D. W. Schlosser. 1992. *Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Nitecki, M. H. 1981. *Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time*. Academic Press, New York, NY.
- Orians, G. H. 1986. Site characteristics favoring invasions. Pp. 133-148 *In*: H. A. Mooney and J. A. Drake, eds. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Parker, I. M., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, K. Goodell, M. Wonham, P. M. Kareiva, M. H. Williamson, B. Von Holle, P. B. Moyle, J. E. Byers, and L. Goldwasser. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biol. Invasions* 1:3-19.

- Perrings, C., M. Williamson, and S. Dalmazzone, eds. 2000. *The Economics of Biological Invasions*. Edward Elgar Publishing, Ltd.
- Phillips, J. C. 1928. *Wild Birds Introduced or Transplanted in North America*. U. S. Department of Agriculture, Technical Bull. No. 61. 64 pp.
- Pieterse, A. H. and K. J. Murphy. 1990. *Aquatic Weeds: The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation*. Oxford University Press.
- Pimm, S. L. 1989. Theories of predicting success and impact of introduced species. Pp. 351-367 *In*: J. A. Drake, H. A. Mooney, F. diCastri, R. H. Groves, F. J. Kruger, M. Rejmánek, and M. Williamson, eds. *Biological Invasions: A Global Perspective*. SCOPE 37, John Wiley and Sons, New York, NY.
- Pimm, S. L. 1991. *The Balance of Nature?* University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Putman, R. J., ed. 1989. *Mammals as Pests*. Chapman and Hall.
- Ramakrishnan, P. S., ed. 1991. *Ecology of Biological Invasion in the Tropics*. International Scientific Publications, New Delhi, India.
- Ranney, J.W., M. C. Bruner, and J. B. Levenson. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. Pp. 67-95 *In*: B. L. Burgess and D. M. Sharpe, eds., *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Reichard Sarah H. and Peter White (2001). Horticulture as a Pathway of Invasive Plant Introductions in the United States. *Bioscience*, 51(2): 103-113
- Ricciardi, A., R. J. Neves, and J. B. Rasmussen. 1998. Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionoidea) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *J. Anim. Ecol.* 67:613-619.
- Rodda, G. H., Y. Sawai, D. Chizar, and H. Tanaka, eds. 1999. *Problem Snake Management: The Habu and the Brown Treesnake*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Rosenfield, A. and R. Mann, eds. 1991. *Dispersal of Living Organisms Into Aquatic Ecosystems*. University of Maryland Press, College Park, MD.
- Sandlund, O. T., P. J. Schei, and Å. Viken. 1999. *Invasive Species and Biodiversity Management*. UN Conference on Alien Species, Trondheim, Norway. Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA.
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs, and C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Cons. Biol.* 5:18-32.
- Shigesada, N. and K. Kawasaki. 1997. *Biological Invasions: Theory and Practice*. Oxford University Press, New York, NY.
- Shine S., N. Williams and L. Gündling (2000). *A Guide to Designing Legal Institutional Frameworks on Alien Invasive Species*. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge and Bonn. xvi + 138pp (English version only). Hardcopies of this publication are available in English, French and Spanish and can be obtained from: IUCN Publications Services Unit
- Simberloff and Von Holle. 1999. Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biol. Invasions* 1:21-32.
- Simberloff D. (1996). Impacts of Introduced Species in the United States. *CONSEQUENCES: Volume 2, Number 2*.
- Simberloff, D. and W. Boecklen. 1991. Patterns of extinction in the introduced Hawaiian avifauna: a reexamination of the role of competition. *Am. Nat.* 138:300-327.

- Simberloff, D. S. and L. G. Abele. 1976. Island biogeography: theory and conservation practice. *Science* 191:285-286.
- Simberloff, D. S. and L. G. Abele. 1982. Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. *Am. Nat.* 120:41-50.
- Simberloff, D., D. C. Schmitz, and T. C. Brown, eds. 1997. *Strangers in Paradise: Impact and Management of Nonindigenous Species in Florida*. Island Press, Washington, DC.
- Smith, H. M. 1896. A review of the history and results of the attempts to acclimatize fish and other water animals in the Pacific States. *Bull. of the United States Fish Commission* 15:379-472.
- Smith, M. R. 1936. Distribution of the Argentine Ant in the United States and Suggestions for Its Control or Eradication. Washington, D.C.: U. S. Dept. of Agriculture Circular No. 387. 40 pp.
- Stone, C. P., C. W. Smith, and J. T. Tunison, eds. 1992. *Alien Plant Invasions in Native Ecosystems of Hawaii: Management and Research*. University of Hawaii Press, Honolulu, HI.
- Suarez, A. V., D. T. Bolger, and T. J. Case. 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology* 79:2041-2056.
- Swingland, I. R. and P. J. Greenwood, eds. 1983. *The Ecology of Animal Movement*. Clarendon Press, Oxford.
- Tellman, B. 2002. *Invasive Exotic Species in the Sonoran Region*. Arizona-Sonora Desert Museum Studies in Natural History.
- Townsend, C. R. 1996. Invasion biology and ecological impacts of brown trout (*Salmo trutta*) in New Zealand. *Biol. Cons.* 78:13-22.
- Van Driesche, J. V. and R. V. Van Driesch. 2000. *Nature Out of Place: Biological Invasions in the Global Age*. Island Press, Washington, DC.
- Vitousek, P. M. 1986. Biological invasions and ecosystem properties: can species make a difference? Pp. 163-178 *In*: H. A. Mooney and J. A. Drake, eds. *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Vitousek, P. M., C. M. D'Antonio, L. D. Loop, M. Rejmánek, and R. Westbrooks. 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand J. Ecol.* 21:1-16.
- Welcomme, R. L. 1988. *International Introductions of Inland Aquatic Species*. FAO Fisheries Technical Paper 294, United Nations, Rome, Italy.
- Westbrooks, R. 1998. *Invasive Plants: Changing the Landscape of America*. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Williamson, M. 1996. *Biological Invasions*. Chapman & Hall, London, UK.
- Wilson, E. O. 1992. *The Diversity of Life*. W. W. Norton & Company, New York, NY.
- Wittenberg R. and Cock M. J. W. (2001). *Invasive alien species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Zavaleta E. S., R. J. Hobbs and H. A. Mooney (2001). Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *TRENDS in Ecology & Evolution*, Vol. 16, No. 8: 454-459.
- Scott, M. C. & Helfman, G. S. 2001: Native invasions, homogenization, and mismeasure of integrity of fish assemblages. *Fisheries* 26, 6-13.
- Zanatell, B. & Rassam, G., 2002: Stopping the invasion. *Fisheries* 27(11), 21.

**ANEXO III - MANIFESTAÇÕES DE PESQUISADORES E PROFISSIONAIS SOBRE A INTRODUÇÃO
DE *ICTALURUS PUNCTATUS*.**