

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**LEVANTAMENTO DOS CULTIVOS DE  
PEIXES EXÓTICOS NO ENTORNO DO  
ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS) E  
ANÁLISE DE RISCO DE INVASÃO**

**DÉBORA FERNANDA AVILA TROCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE

Orientador: Dr. João Paes Vieira

***RIO GRANDE***  
**Julho 2009**

à Raquel (*in memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

Um especial agradecimento ao meu orientador João Paes Vieira Sobrinho, pelo resgate à vida acadêmica, paciência e incentivo a pesquisa e a busca de conhecimento.

À minha maravilhosa família: meu pai Aldemir, minhas irmãs Renata, Flávia e Angélica pelo apoio.

À minha incansável mãe, por fazer às vezes de avó e mãe de minha filha para que eu pudesse realizar este trabalho.

Ao meu companheiro Cleber, um dos grandes incentivadores de meu estudo, pela paciência nas horas em que abandonei tudo e todos para cumprir esta tarefa.

À minha filha Thaís que é a razão de minha vida e de meus esforços.

À amiga Biba, por me suportar mesmo nos momentos mais difíceis, sempre com muito carinho.

À Michelle pela parceria nas saídas de campo e boas risadas.

A todos os colegas do laboratório de ictiologia.

Aos professores Alexandre Garcia, Mário Roberto Chim Figueiredo e Marlize Azevedo Bemvenuti pelas valiosas sugestões.

Aos funcionários da EMATER/RS-ASCAR-RS, Eng<sup>o</sup> Agrônomo Lauro Francisco Schneid - Unidade de Turuçu e ao Técnico Agrícola Jairo Castagnino Dora - Unidade São Lourenço do Sul pelas informações prestadas, além do Técnico Volmir.

Ao Eng<sup>o</sup>. Agrônomo Manuel Jaccottet, chefe do Departamento Municipal de Políticas Agrícolas da Prefeitura de Pelotas.

Ao CNPq pelo apoio financeiro

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. CAPÍTULO I. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	4
2.1. Introdução.....	4
2.2. Material e métodos.....	8
2.3. Resultados.....	9
2.4. Discussão.....	16
3. CAPÍTULO II. IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE INVASÃO DE PEIXES EXÓTICOS	19
3.1. Introdução.....	19
3.2. Material e métodos.....	28
3.2.1. Metodologia geral.....	28
3.2.2. Metodologia do protocolo de risco.....	29
3.3. Resultados.....	32
3.4. Discussão.....	53
3.4.1. Tilápia.....	54
3.4.2. Bagre do canal.....	55
3.4.3. Carpa capim.....	56
3.4.4. Carpa comum.....	57
3.4.5. Carpa cabeça grande e carpa prateada.....	58
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela I-1.	Espécies registradas na área de estudo, seu nome científico, e a ocorrência por município. *Híbrido tambaqui+pacu. Origem: N (nativa) ou E (exótica).....	12
Tabela II-1.	Pontuação das questões da Fase I da Análise de Risco (Identificação de Risco de Introdução).....	31
Tabela II-2.	Matriz utilizada para cruzamento de dados.....	31
Tabela II-3.	Avaliação de risco da tilápia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	33
Tabela II-4.	Avaliação de risco do bagre do canal ( <i>Ictalurus punctatus</i> ).....	36
Tabela II-5.	Avaliação de risco da carpa capim ( <i>Ctenopharyngodon idella</i> ).....	39
Tabela II-6.	Avaliação de risco da carpa comum ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	42
Tabela II-7.	Avaliação de risco da carpa cabeça-grande ( <i>Aristichthys nobilis</i> ).....	45
Tabela II-8.	Avaliação de risco da carpa prateada ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ).....	48
Tabela II-9.	Tabela II-9. Bibliografia utilizada na análise de risco Tabelas II-3 até I-8.....	51
Tabela II-10	Síntese dos resultados das fases de identificação de risco e avaliações de risco de Introdução e Estabelecimento.....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura I-1.	(a)Área de estudo, (b) área de distribuição dos cultivos nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul e Rio Grande. (c) Destaque com a localização pontual dos cultivos no município de Rio Grande, enfatizando a sua proximidade com a borda da Lagoa dos Patos.....	7
Figura I-2.	Foto de cultivo situado próximo ao entorno do estuário da Lagoa dos Patos.....	11
Figura I-3.	Detalhe do talude do cultivo, mostrando a curta distância da borda da Lagoa.....	11
Figura I-4.	Histogramas representando a abundância relativa e a frequência de ocorrência de cada espécie cultivada nos municípios de Pelotas (a), Turuçu (b), São Lourenço do Sul (c) e Rio Grande (d). CTEIDE- <i>Ctenopharyngodon idella</i> ; HIPMOL- <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ; ARINOB- <i>Aristichthys nobilis</i> ; CYPCAR- <i>Cyprinus carpio</i> ; RHAQUE- <i>Rhamdia quelen</i> ; MUGPLA- <i>Mugil platanus</i> ; SALBRA- <i>Salminus brasiliensis</i> ; ORENIL- <i>Oreochromis niloticus</i> ; e; COLPIA- <i>Colossoma macropomum</i> + <i>Piaractus mesopotamicus</i> .....	13
Figura I-5.	Figura I-5: (a)Distribuição das espécies mais significativas no sistema de monocultivo (b) Representação da ocorrência das espécies no sistema de policultivo nos municípios e (c) representatividade de cada espécie nos policultivos onde a carpa capim é encontrada. CTEIDE- <i>Ctenopharyngodon idella</i> ; HIPMOL- <i>Hipophthalmichthys molitrix</i> ; ARINOB- <i>Aristichthys nobilis</i> ; CYPCAR- <i>Cyprinus carpio</i> ; RHAQUE- <i>Rhamdia quelen</i> ; ORENIL- <i>Oreochromis niloticus</i> .....	14
Figura I-6.	Representação gráfica da área de lâmina d'água nas propriedades dos municípios estudados. As barras representam a distribuição percentual das propriedades por classe de tamanho por município. A linha representa o percentual de propriedades por classe de tamanho.....	15
Figura II-1.	Distribuição do número de espécies introduzidas via aquicultura. Fonte: <a href="http://www.fao.org/fishery/dias/en">http://www.fao.org/fishery/dias/en</a> .....	21
Figura II-2.	Etapas da introdução mostrando as resistências ambientais que devem ser superadas em cada fase. A=pressão de propágulo, B=Fatores Abióticos e C=Fatores Bióticos. Fonte: Agostinho <i>et al.</i> 2007 a partir de Colautti & MacIssac, 2004).....	23
Figura II-3.	Tanque de piscicultura vazio devido a rompimento de talude.....	25
Figura II-4.	Detalhe de talude rompido (seta) após forte chuva.....	25
Figura II-5.	Seqüência típica de invasão de espécies exóticas, mostrando os respectivos estágios de gerenciamento (prevenção, erradicação e restauração). Adaptado de Leung & Dudgeon 2008).....	27

**LISTA DE ABREVIATURAS**

EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
LAC	Laboratório de Aquicultura Continental
COOPISCO	Cooperativa de piscicultores, carcinocultores e de outros organismos
GPS	Global Positioning System
m <sup>2</sup>	metros quadrados
RS	Rio Grande do Sul
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ALM	Agência da Lagoa Mirim
CENR	Committee on Environment and Natural Resources
CDB	Convention on Biological Diversity
GARP	Genetic Algorithm for Rule-set Production

## RESUMO

A introdução de espécies exóticas é uma das maiores causas de perda de biodiversidade mundial e está intimamente associada à prática da aquicultura, principalmente devido a escapes acidentais das instalações de cultivo. Visando prevenir a introdução de espécies invasoras na região do estuário da Lagoa dos Patos, este trabalho apresenta, no primeiro capítulo um levantamento dos cultivos de peixes na região identificando a ocorrência de 10 espécies (3 nativas: *Rhamdia quelen*, *Mugil platanus* e *Salminus brasiliensis* e 7 exóticas: *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Arstichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*, *Pseudoplatystoma fasciatum* e o híbrido *Colossoma macropomum*+*Piaractus mesopotamicus*). No segundo capítulo é apresentado a análise de risco de invasão biológica de *C. idella*, *H. molitrix*, *A. nobilis*, *C. carpio*, *O. niloticus*, e também para *Ictalurus punctatus*. A análise de riscos de espécies invasoras é dividida em duas fases: a primeira refere-se à identificação do risco de introdução, e a segunda classifica as espécies quanto ao risco de estabelecimento. O resultado da análise mostrou que todas as espécies apresentam alta probabilidade de serem introduzidas e apenas as espécies *A. nobilis* e *H. molitrix* foram classificadas como apresentando médio risco de estabelecimento, isto é, todas as demais apresentaram alto risco de se tornarem invasoras na região.

**PALVRAS-CHAVE:** Lagoa dos Patos, piscicultura, espécies exóticas, análise de risco, invasão biológica

## ABSTRACT

The introduction of exotic species is a major cause of biodiversity loss worldwide and is closely associated with the activity of aquaculture, mainly due to accidental escapes. To prevent the introduction of invasive species in the Patos Lagoon estuary, this work presents, in the first chapter, a survey of fish culture in the surroundings of Patos Lagoon estuarine region and identify the occurrence of 10 species (3 native: *Rhamdia quelen*, *Mugil platanus* e *Salminus brasiliensis* and 7 exotic: *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Arstichthys nobilis*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*, *Pseudoplatystoma fasciatum* and hybrid of *Colossoma macropomum* + *Piaractus mesopotamicus*). The second chapter presents the risk analysis of biological invasion by *C. idella*, *H. molitrix*, *A. nobilis*, *C. carpio*, *O. niloticus*, and *Ictalurus punctatus*. The risk analysis of invasive species is divided into two phases: the first one refers to the identification of risk of introduction and the second classifies the species as to the risk of establishment. The result of the analysis showed that all species have high probability of being introduced and only the *A. nobilis* and *H. molitrix* were classified as having medium risk of establishment, i.e., all the other showed high risk of becoming invasive in the region.

**KEY WORDS:** Patos Lagoon, fish culture, exotic species, risk analysis, biological invasions

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Localizado na região Sul Brasil, o sistema lagunar Patos-Mirim representa um dos maiores corpos de água doce do Brasil. Esse ecossistema possui uma grande variedade de habitats naturais (campos alagados, banhados, lagos, rios, estuário) que propiciam condições ideais para o desenvolvimento e suporte de uma elevada biodiversidade (Seeliger & Kjerfve 2001). A importância ecológica deste ambiente é caracterizada por uma grande produção biológica (Seeliger *et al.* 1998) e pela presença de muitas espécies de plantas e animais que em algum momento de seu ciclo de vida utilizam este ambiente para o seu desenvolvimento (Chao *et al.* 1982; Poersch *et al.*, 2006).

O estuário da Lagoa dos Patos, formado pela confluência do sistema Patos-Mirim com a região marinha, reflete de modo direto e indireto os impactos ambientais gerados na bacia de drenagem. Como em outras regiões do mundo, o estuário funciona como um funil que recebe sub-produtos das atividades agrícolas, urbanas e industriais realizadas na bacia de drenagem (Kennish 1986). A grande disponibilidade de água e de campos na região proporciona excelente oportunidade para o desenvolvimento de atividades diversas, com destaque para atividades agrícolas, portuárias, pesqueiras e industriais (Reis & Dincao 2000). Tais empreendimentos não são, em geral, coordenados entre si, gerando conflitos de interesse que podem afetar a sustentabilidade e a preservação desse rico ecossistema, resultando em efeitos negativos de médio e longo prazo para os seus habitantes. Isto enfatiza a necessidade de ações de manejo, visando à proteção deste ambiente natural dos impactos ocasionados pelas atividades antrópicas (Asmus & Tagliani 1998). Uma atividade antrópica relativamente recente na bacia de drenagem do estuário da Lagoa dos Patos, que pode oferecer um risco potencial à biota estuarina, é o cultivo de peixes exóticos.

No Brasil, ainda são poucos os trabalhos que visam especificamente medir e mitigar problemas ambientais causados pela introdução de peixes exóticos (Silva & Latini 2007), e pouca atenção vem sendo dada aos efeitos potenciais que a introdução de peixes exóticos poderia acarretar ao meio ambiente e à biota nativa do estado do RS. Porém, tal preocupação começa a crescer em alguns setores da comunidade científica devido a dois fatos básicos: a) estudos apontam que em vários casos, a introdução de peixes exóticos no ambiente natural está associada com efeitos deletérios para a flora e fauna nativas (Moyle & Light 1996, Zambrano & Hinojosa 1999, Latini & Petrere 2004, Canônico *et al.* 2005, Britton *et al.*, 2007), e b) peixes exóticos cultivados no estado já foram capturados em ambiente natural (Ramos & Vieira 2001, Braum *et al.* 2003, Sosinski 2004, Garcia *et al.* 2004, Querol *et al.* 2005, Mili & Teixeira 2006).

Neste trabalho o termo espécie introduzida, exótica ou não-nativa refere-se a toda espécie que foi transportada por atividade humana, intencional ao acidentalmente, para uma região onde não ocorria naturalmente (conforme a European Inland Fisheries Advisory Commission – EIFAC). Nesta definição não há distinção entre espécie exótica e alóctone, ou seja, uma introdução pode ocorrer de um continente para outro ou de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica (dentro do mesmo país ou estado) para outra.

Mardini *et al.* (1997) realizaram um levantamento do perfil da atividade de piscicultura no Rio Grande do Sul, porém, a região de entorno da Lagoa dos Patos não foi abrangida neste trabalho. Piedras & Bager (2007) traçaram um perfil da piscicultura para a região sul como um todo. Baldisserotto (2009) analisou a situação atual da piscicultura continental no Rio Grande do Sul nos últimos anos e comparou a produção deste Estado com o restante do Brasil, porém até o presente momento, não há estudos disponíveis sobre o estado atual do cultivo de peixes exóticos no sistema estuarial da

Lagoa dos Patos e, principalmente, uma análise de quais os possíveis efeitos ecológicos que tais espécies poderiam causar na flora e fauna nativa, caso venham a se estabelecer no ambiente natural. Neste sentido o presente estudo visa contribuir para o preenchimento desta lacuna abordando o assunto em dois capítulos: o primeiro capítulo caracteriza a atividade de cultivo de peixes exóticos na região de entorno do estuário da Lagoa dos Patos e, o segundo capítulo realiza uma análise de risco referente a probabilidade de introdução e estabelecimento de populações viáveis, de espécies exóticas sistematicamente observadas nas atividades de piscicultura do entorno do estuário da Lagoa dos Patos.

## **2. CAPÍTULO I \***

### **CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE PISCICULTURA NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

\* Este capítulo foi submetido à revista Ciência Rural em 1/06/2009

#### **2.1. Introdução**

O conceito de desenvolvimento sustentável, originado em 1968 na Conferência da Biosfera em Paris, preconiza que deve-se levar em consideração, além dos fatores econômicos, aqueles de caráter social e ecológico (Henry-Silva & Camargo 2008). É importante perceber que, além da função lucrativa e do desenvolvimento social, a preservação ambiental é parte essencial do processo produtivo da aquicultura (Valenti *et al.* 2000) e que, como outras atividades produtivas, este afeta o ambiente de forma mais ou menos intensa, conforme o tipo de sistema de cultivo praticado (Agostinho *et al.* 2007).

No Brasil, a aqüicultura é praticada por pequenos produtores em regimes semi-intensivos de produção. As principais espécies utilizadas são as carpas (*Cyprinus carpio*

– carpa comum; *Ctenopharyngodon idella* – carpa capim; *Hypophthalmichthys molitrix* – carpa prateada; *Aristichthys nobilis* – Carpa cabeça grande) e a tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Ostrensky *et al.* 2008). Estas espécies dominam a piscicultura brasileira, representando juntas 61,3% da produção continental (IBAMA 2008).

O Rio Grande do Sul (RS) é o estado com o maior registro de participação na produção piscícola nacional, responsável por cerca de 13% das 191.183,5 toneladas declaradas pela aquicultura continental no país (IBAMA 2008). As principais espécies de peixes cultivadas no estado são as carpas, representando 90% da produção total do Estado (IBAMA 2008, Baldisserotto 2009). Cerca de 87% das unidades produtoras do estado são constituídas por propriedades com até 2 hectares de área de cultivo, somando uma área total aproximada de 27.700 hectares (Poli *et al.* 2000), sendo que menos de 2% está localizado na Zona Sul (Mardini *et al.*, 1997).

O complexo lagunar Patos-Mirim é a feição dominante da planície costeira do extremo sul do Brasil. Recebendo água de uma bacia de drenagem de 201.626 Km<sup>2</sup>. É formado pela união da Lagoa Mirim, localizada na região limítrofe entre Brasil e Uruguai, com uma área aproximada de 3.749 km<sup>2</sup> (ALM, 2009), e a Lagoa dos Patos, uma laguna do tipo estrangulado, que cobre uma área de aproximadamente 10.227 km<sup>2</sup>, e estende-se por cerca de 250 km desde a cidade de Porto Alegre até a cidade de Rio Grande (Fig. I-1a). A porção estuarina, localizada na parte sul da Lagoa dos Patos, cobre 971km<sup>2</sup> (aproximadamente 10% da área total da laguna), e se caracteriza por uma troca permanente de água com o Oceano Atlântico, através de um longo canal protegido por um par de molhes (ASMUS 1998).

Closs & Medeiros (1965) propõem a divisão da Lagoa dos Patos em duas grandes zonas, denominadas Lagoa Superior e Lagoa Inferior. A Lagoa Inferior (a partir dos

molhes até uma linha imaginária que liga a Ilha da Feitoria até a Ponta dos Lençóis) corresponde à região que é tradicionalmente chamada estuário da Lagoa dos Patos (Castello 1985, Bemvenuti & Netto 1998). Em algumas ocasiões, com a ajuda dos ventos de S ou SE, a água salgada pode chegar até 150 km laguna adentro, sendo esta influência sentida além do próprio estuário, chegando até a cidade de São Lourenço do Sul (Castello 1985).

Não existe informação sobre a situação atual da piscicultura no entorno do estuário da Lagoa dos Patos e região adjacente. Mardini *et al.* (1997) realizaram um levantamento do perfil da piscicultura no RS, porém, a região de entorno do estuário não foi abrangida. Piedras & Bager (2007) traçaram um perfil da atividade na região sul do estado, mas trataram a região como um todo, não descrevendo em detalhes a porção estuarial do entorno da Lagoa dos Patos. O presente trabalho visa, portanto, descrever e caracterizar a atividade de piscicultura no entorno do estuário da Lagoa dos Patos, contribuindo para o desenvolvimento de uma aquíicultura continental ambientalmente não degradadora, tecnologicamente apropriada, economicamente viável e socialmente aceitável.

A área de estudo compreende a planície costeira do entorno do estuário da Lagoa dos Patos abrangendo os municípios de Rio Grande, Pelotas, Turuçu e São José do Norte, assim como a porção oeste do limite norte da penetração da água salgada, que corresponde ao município de São Lourenço do Sul (Fig. I-1a).

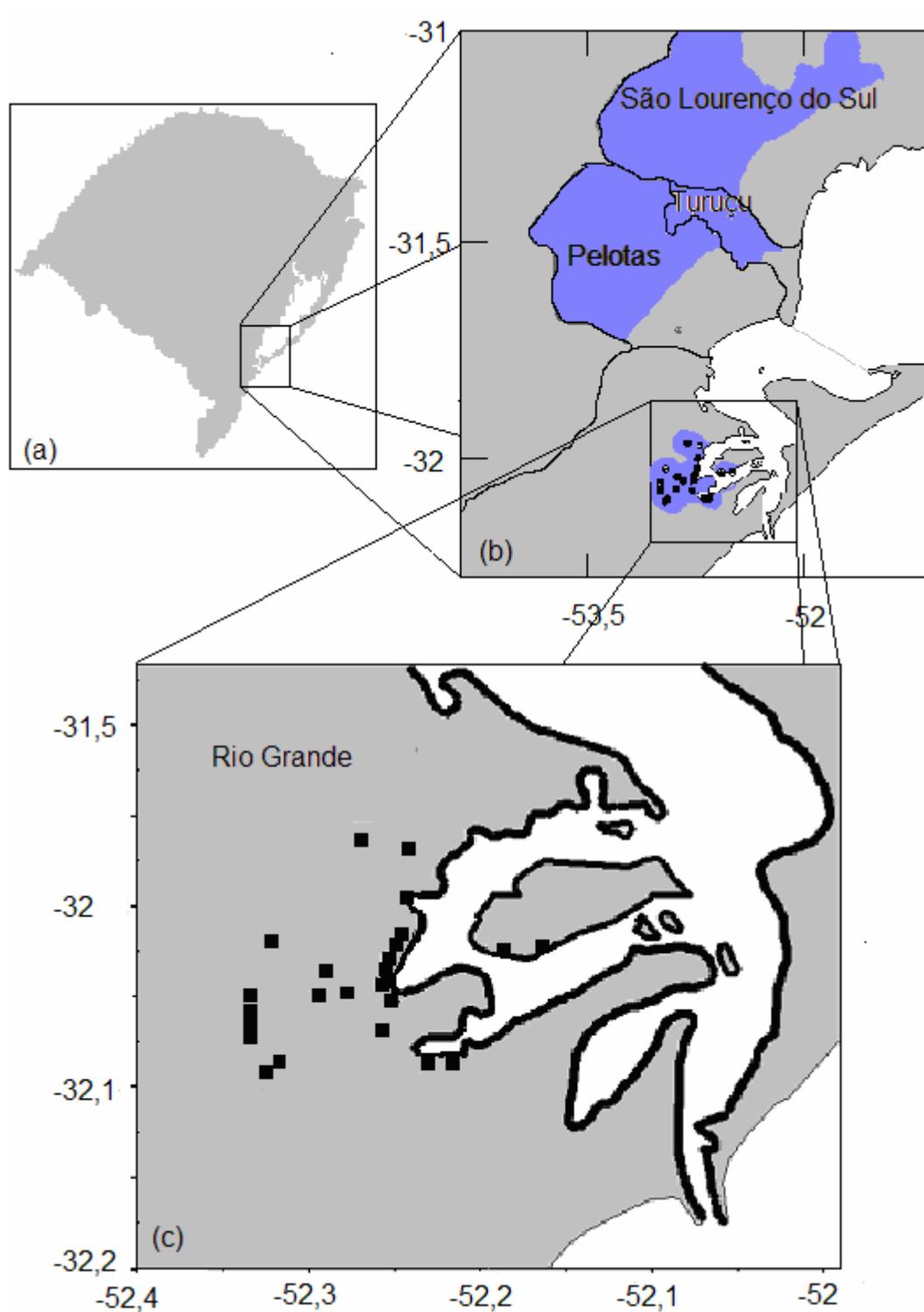


Figura I-1: (a) Área de estudo, (b) área de distribuição dos cultivos (sombreado) nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul e Rio Grande. (c) Destaque com a localização pontual dos cultivos no município de Rio Grande, enfatizando a sua proximidade com a borda da Lagoa dos Patos.

## 2.2. Material e métodos

As informações sobre os produtores e as propriedades da região foram obtidas em Rio Grande no LAC da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e em Pelotas na Secretária de Desenvolvimento Rural da Prefeitura Municipal. Em Turuçu e São Lourenço do Sul as informações procedem do órgão de extensão agropecuária (EMATER). Informações complementares foram obtidas através da FEPAM e em contatos com fornecedores de alevinos (empresas agropecuárias). De forma independente, e complementar às informações obtidas, utilizou-se o software livre Google Earth para detectar estruturas que representassem possíveis cultivos. Todas as propriedades identificadas através deste método foram visitadas a fim de comprovar a existência de algum cultivo no local.

Os dados de frequência de ocorrência e abundância das espécies cultivadas nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul foram baseados nas informações cedidas pela EMATER, e Secretaria de Desenvolvimento Rural de Pelotas, que servem de intermediários entre os produtores de alevinos e os piscicultores. Em Rio Grande a densidade utilizada para calcular a abundância foi de 50% carpa comum, 40% de carpa capim e 10% das carpas filtradoras, proporção esta indicada pelo LAC da FURG. Esta proporção foi posteriormente confirmada através de informações obtidas junto aos produtores.

As propriedades que estavam próximas à margem do estuário foram visitadas. No município de Rio Grande em particular, a localização dos cultivos foi individual, através da utilização de um GPS nas propriedades visitadas, e dos registros da

COOPISCO para as demais propriedades. Nos demais municípios registrou-se a área de distribuição dos cultivos.

Nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul foi feita uma padronização do tamanho dos cultivos através da relação entre o número de alevinos adquiridos e a densidade utilizada. Calculou-se a lâmina d'água através da relação de 1:4 (um alevino para cada quatro metros quadrado) como sugerida por Cotrim (2002) para policultivo de carpas.

### **2.3. Resultados**

Um total de 31 associados à COOPISCO foram identificados no município de Rio Grande, destes apenas 24 haviam implantado cultivos em suas propriedades até o final do período de estudo. Um cultivo adicional foi identificado através do software Google Earth, porém não foi possível o acesso à propriedade. No entanto, por informações dos vizinhos, confirmou-se que se tratava de um cultivo. Dos cultivos do município, 14 encontram-se próximos à borda da laguna, alguns, inclusive a uma distância inferior a 10 metros (Fig. I-1c, I-2 e I-3).

No município de Pelotas foram identificados 175 cultivos que se encontram distribuídos na região da colônia (Fig. I-1b). Das estruturas identificadas através do Google Earth apenas uma tratava-se de piscicultura, porém apesar de estar desativada, ainda restavam alguns exemplares de carpa comum. Não foi possível a confirmação de uma propriedade, devido à impossibilidade de acesso. Foi registrada a presença de um produtor de alevinos de diversas espécies, e uma instalação de pesquisa pertencente à Universidade Católica de Pelotas, atualmente desativada.

Em Turuçu obteve-se uma listagem com 47 possíveis produtores. As propriedades próximas a Lagoa dos Patos foram visitadas para confirmação da existência dos cultivos. Foram descartadas 3 propriedades. Dos 44 cultivos restantes, 39 estão distribuídos na região da colônia, e 05 estão localizados entre a BR 116 e a Lagoa dos Patos, porém a mais de 6 km de distância da margem da laguna (Fig. I-1b).

Em São Lourenço do Sul foram identificadas 617 propriedades com piscicultura. A grande maioria dos cultivos está distante mais de 25 km do entorno da laguna. Apenas 10 cultivos estão localizados entre a BR 116 e a Lagoa. Estes foram visitados e verificou-se que todos estão localizados a mais de 1 km da margem.

Quatro espécies exóticas (carpa capim, carpa prateada, carpa cabeça grande e a carpa comum) são cultivadas em todos os municípios analisados. A tilápia foi registrada apenas nos cultivos de Turuçu e São Lourenço do Sul, sendo que neste observou-se a maior diversidade de espécies, incluindo ainda outras duas exóticas; o tambacu, que é o híbrido entre tambaqui *Colossoma macropomum* e pacu *Piaractus mesopotamicus*, e o surubim *Pseudoplatystoma fasciatum*, além do dourado *Salminus brasiliensis*. A espécie nativa, jundiá, foi registrada nos municípios de Pelotas e São Lourenço do Sul, e a tainha *Mugil platanus* apenas em Rio Grande (Tab. I-1).



Figura I-2. Foto de cultivo situado próximo ao entorno do estuário da Lagoa dos Patos.



Figura I-3. Detalhe do talude do cultivo, mostrando a curta distância da borda da Lagoa

Tabela I-1: Espécies registradas na área de estudo, seu nome científico, e a ocorrência por município (RG = Rio Grande, PEL = Pelotas, TUR = Turuçu e SLS = São Lourenço do Sul). \*Híbrido tambaqui+pacu. Origem: N (nativa) ou E (exótica)

Nome científico	Nome comum	Origem	Ocorrência			
			RG	PEL	TUR	SLS
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	carpa capim	E	X	X	X	X
<i>Hipophtalmichus molitrix</i>	carpa prateada	E	X	X	X	X
<i>Aristichthys nobilis</i>	carpa cabeça grande	E	X	X	X	X
<i>Cyprinus carpio</i>	carpa comum- var. húngara	E	X	X	X	X
<i>Rhamdia quelen</i>	jundiá	N		X		X
<i>Mugil platanus</i>	tainha	N	X			
<i>Oreochromis niloticus</i>	tilápia	E			X	X
<i>Colossoma macropomum</i> + <i>Piaractus mesopotamicus</i> .	tambacu*	E				X
<i>Salminus brasiliensis</i>	dourado	N				X
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	surubim	E				X

Observa-se na Figura I-4 que a carpa-capim é a espécie mais abundante e freqüente nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul. Apenas em Rio Grande a carpa-comum é mais abundante do que a carpa capim, embora compartilhe a mesma freqüência de ocorrência com as demais espécies.

Apenas em Rio Grande não foi observado o sistema de monocultivo, nos demais municípios este sistema representa mais de 50% dos cultivos, sendo dominado pela carpa-capim (Fig. I-5a). Destaca-se, também, o monocultivo de jundiá em São Lourenço do Sul.

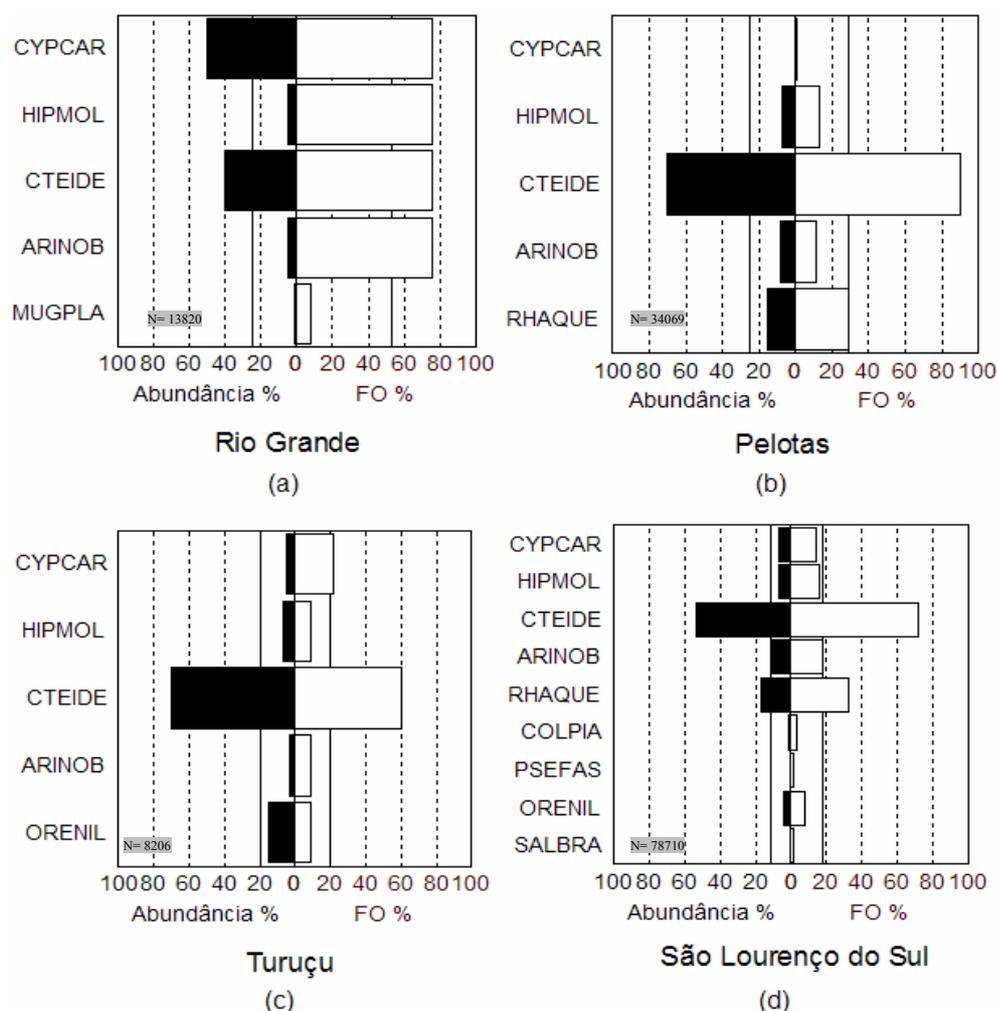


Figura I-4: Histogramas representando a abundância relativa e a frequência de ocorrência de cada espécie cultivada nos municípios de Rio Grande (a), Pelotas (b), Turuçu (c) e São Lourenço do Sul (d). CTEIDE-*Ctenopharyngodon idella*; HIPMOL-*Hipophthalmichus molitrix*; ARINOB-*Aristichthys nobilis*; CYPGAR-*Cyprinus carpio*; RHAQUE-*Rhamdia quelen*; MUGPLA-*Mugil platanus*; SALBRA-*Salminus brasiliensis*; ORENIL-*Oreochromis niloticus*; e; COLPIA-*Colossoma macropomum* + *Piaractus mesopotamicus*.

A Figura I-5b representa a distribuição das espécies no policultivo, mostrando a importância da carpa capim em todos os municípios abrangidos. Na figura I-5c, observam-se as proporções de policultivo, onde existe a preponderância da carpa capim, e a presença do jundiá em Pelotas e São Lourenço do Sul, e a homogeneidade das “carpas” em Rio Grande.

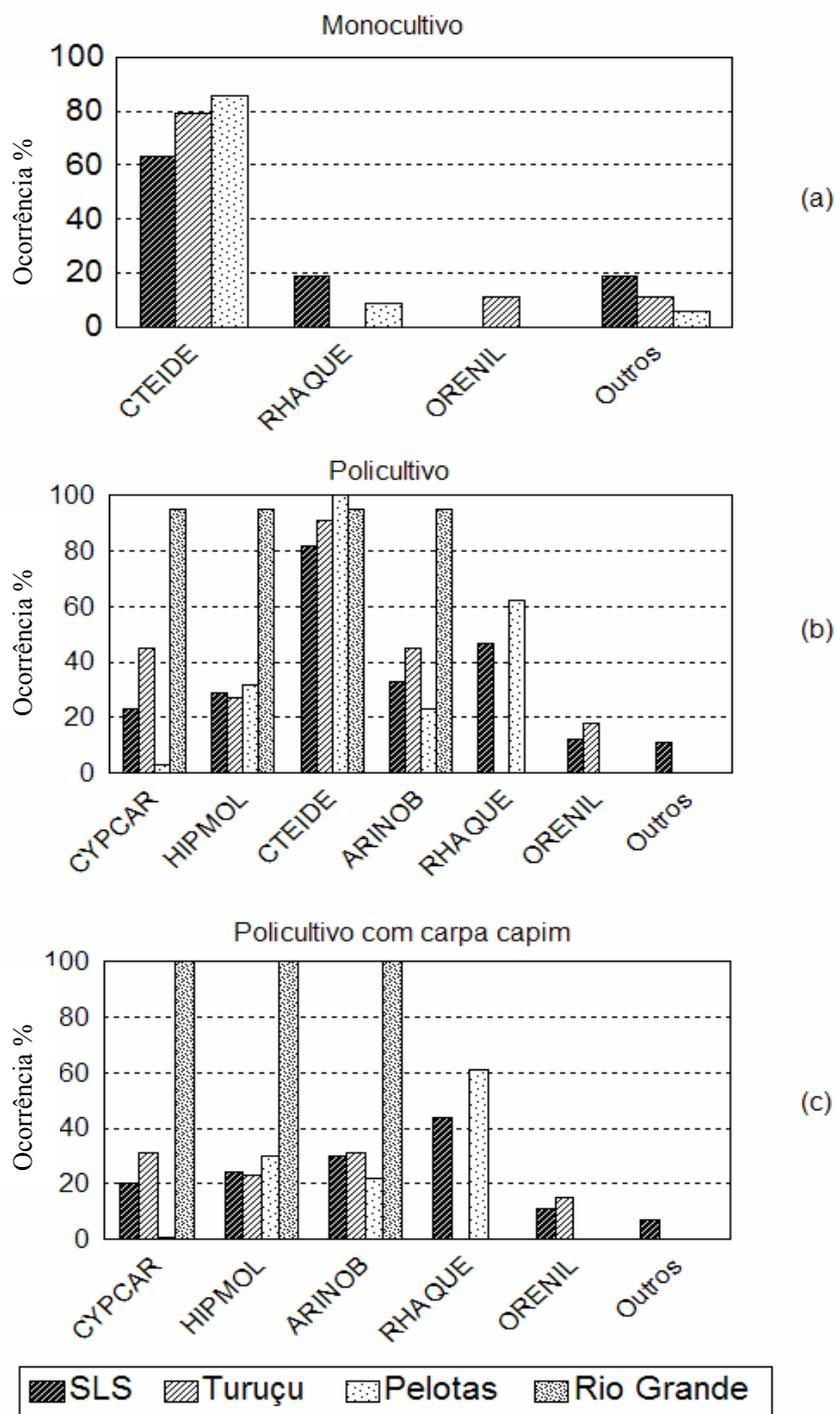


Figura I-5: (a) Distribuição das espécies mais significativas no sistema de monocultivo (b) Representação da ocorrência das espécies no sistema de policultivo nos municípios e (c) representatividade de cada espécie nos policultivos onde a carpa capim é encontrada. CTEIDE-*Ctenopharyngodon idella*; HIPMOL-*Hipophthalmichus molitrix*; ARINOB-*Aristichthys nobilis*; CYPCAR-*Cyprinus carpio*; RHAQUE-*Rhamdia quelen*; ORENIL-*Oreochromis niloticus*

Na figura I-6 observa-se a distribuição de tamanho dos cultivos da região. A maioria é constituída de pequenos açudes, com lâmina d'água de até 1000 m<sup>2</sup>, sendo que 38% apresentam até 500 m<sup>2</sup>, e 26% apresentam entre 500 e 1000m<sup>2</sup>. Os municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço do Sul apresentam 55, 45 e 38%, respectivamente, dos cultivos com até 500m<sup>2</sup> de lâmina d'água. Já o município de Rio Grande apresenta a maioria de seus cultivos (64%) com área entre 1500 e 3000m<sup>2</sup>.

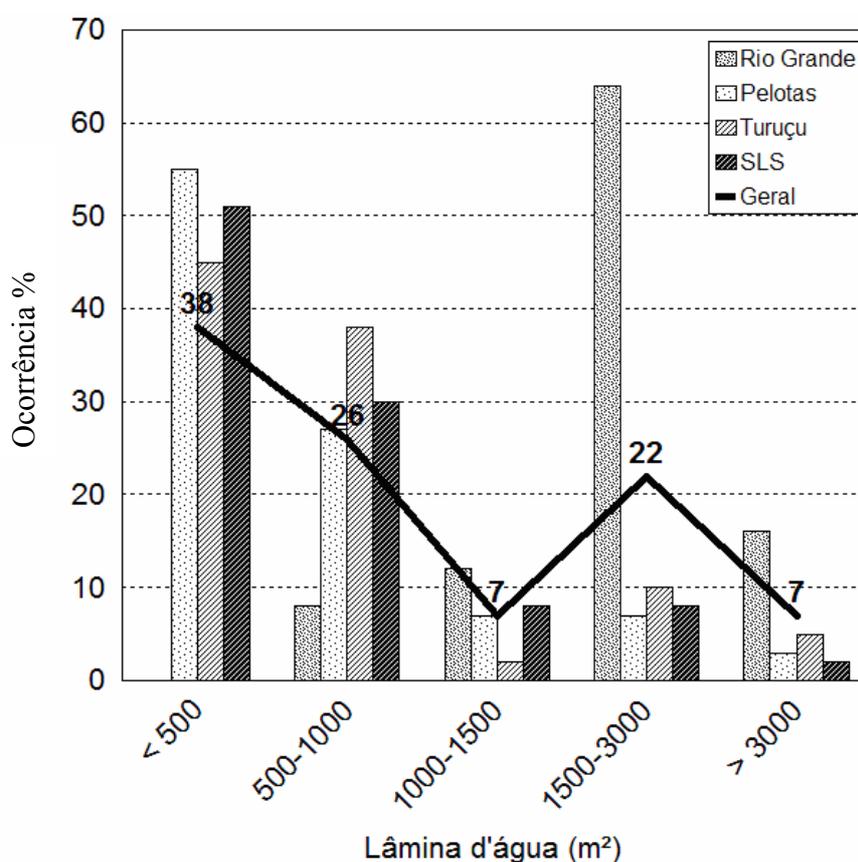


Figura I-6: Representação gráfica da área de lâmina d'água nas propriedades dos municípios estudados. As barras representam a distribuição percentual das propriedades por classe de tamanho por município. A linha representa o percentual de propriedades por classe de tamanho

## 2.4. Discussão

O desenvolvimento de cultivos aquáticos em escala comercial vem sendo alvo de fortes críticas por parte de ambientalistas, que se baseiam nos problemas sócio-econômicos e ambientais observados em diversas regiões do mundo causados pelo crescimento descontrolado e pela falta de regras e planejamento para a atividade (Clark, 1996).

Mardini *et al.* (1997) identificaram 6.839 produtores para todo o Rio Grande do Sul (RS). Já Poli *et al.* (2000) registraram mais de 24.000 aqüicultores no estado. Esse aumento no número de produtores, em apenas meia década, acompanhou o crescimento exponencial (mais de 250%) da aqüicultura no Brasil no período (IBAMA 2001).

Ao compararmos a região de entorno da Lagoa dos Patos com as demais regiões do RS, observa-se que a área se encontra muito abaixo de sua potencialidade para a aqüicultura. Segundo Mardini *et al.* (1997) a região contribui com apenas 1,8% da produção total do estado, e Piedras & Bager (2007), sugerem que se fosse utilizada apenas 30% da área disponível, a região se tornaria uma das maiores produtoras de pescado do mundo. Os dados analisados neste trabalho revelam que a área média (902 m<sup>2</sup>) dos cultivos da região estudada corresponde a cerca de 10% da área média estimada por Mardini *et al.* (1997) para os cultivos do RS como um todo. Além disto, apenas 7% dos cultivos aqui identificados apresentaram área maior de 3000 m<sup>2</sup>. Esses valores sugerem que a região não está envolvida com a prática de produção comercial, tendo a maioria das pisciculturas fins de subsistência ou lazer. Nessa defasagem, com relação à porção norte do estado, pode residir uma vantagem para a região, pois, apesar dos benefícios sócio-econômicos que a atividade pode trazer, é necessário que ocorra um

ordenamento da atividade antes que ela se desenvolva em sua maior potencialidade. Para isto são necessárias informações que sirvam de base para o desenvolvimento sustentável da aquicultura na região.

Somente em Rio Grande existe uma tentativa de produção comercial organizada, porém o número de produtores ainda é inexpressivo e os projetos são muito recentes, sem dados de despesca até o momento do presente trabalho. Um fato que chama a atenção são as áreas de implantação dos cultivos, já que alguns estão instalados a uma curta distância da laguna, o que poderia por em risco o ambiente através da fuga das espécies cultivadas.

As espécies identificadas nos cultivos mantêm o mesmo padrão observado por Mardini *et al.* (1997) e Piedras & Bager (2007) para o estado como um todo, sendo a maioria espécies exóticas. Este fato já era esperado, uma vez que a aquicultura praticada em todo o mundo costuma trabalhar com espécies que possuem pacotes tecnológicos de cultivo já conhecidos (Ostrensky *et al.* 2008).

Não foi registrada a ocorrência do peixe exótico conhecido como “channel catfish” ou bagre do canal (*Ictalurus punctatus*). Porém observou-se que os produtores têm receio de declarar sua presença devido a proibição, pela FEPAM, do seu cultivo no estado (Marques & Jeffman 2003). A única espécie nativa que aparece em destaque é o jundiá. Este pode ter um rendimento melhor que o bagre do canal (Souza *et al.* 2005) e já há conhecimento para sua produção (Baldisserotto & Radünz Neto 2004).

A predominância de espécies exóticas, a presença da tilápia, e possivelmente do “catfish” na aquicultura no sul do Rio Grande do Sul revela a aparente falta de preocupação, ou o desconhecimento dos possíveis impactos ambientais que poderiam advir da fuga destes peixes para o ambiente, como os que têm sido observados em

outras regiões do Brasil (Becker & Grosser 2003, Latini & Petrere Junior 2004, Agostinho *et al.* 2007, Alves *et al.* 2007) e do mundo (Canónico *et al.* 2005, De Silva *et al.* 2006, Leung & Dudgeon 2008).

A legislação brasileira referente à aquicultura é confusa e incompleta (Vitule *et al.* 2006), especialmente no que se refere às espécies exóticas permitidas para cultivo na região. Cabe ao governo, em conjunto com as instituições de pesquisa e organizações não governamentais, estabelecer normas claras que permitam o estabelecimento da atividade, mantendo o equilíbrio sócio-econômico, sem que haja prejuízo do ponto de vista ambiental.

A pesquisa com espécies nativas já é uma realidade em diversos órgãos de pesquisa do Rio Grande do Sul (Baldisserotto 2009). Essas pesquisas podem apresentar uma alternativa econômica e ecologicamente sustentável para o futuro da piscicultura no RS, de tal forma que poderia melhorar o quadro sócio-econômico da região e minimizar os impactos dessa atividade no ambiente.

### **3. CAPÍTULO II.**

## **IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCO DE INVASÃO DE PEIXES EXÓTICOS**

### **3.1. Introdução**

A introdução de espécies exóticas, ou invasão biológica, é reconhecida como uma das maiores causas de perda de biodiversidade e recursos naturais, sendo a segunda maior causa de extinções do mundo, atrás apenas da destruição de habitats (Casal 2006, Alves *et al.* 2007). Esse fato ainda é agravado pelas possibilidades limitadas de erradicação destas espécies após sua introdução (Agostinho *et al.* 2007)

Espécie introduzida é toda e qualquer espécie, intencional ou acidentalmente transportada e liberada pelo homem em um ambiente fora de sua área de distribuição original. Já espécie estabelecida é aquela espécie introduzida que mantém uma ou mais populações auto-sustentáveis, aptas a completar seu ciclo de vida no novo ambiente (Agostinho *et al.* 2007).

A introdução de peixes exóticos é uma prática muito antiga, com registros desde a Idade Média, porém alcançou uma escala global no final do século XIX e tornou-se mais intensa entre 1950 e 1985 (Welcomme 1988), com uma tendência mundial de decréscimo a partir dos anos 70. Porém, o Brasil teve seu auge de introduções a partir da década de 70, indo ao contrário das tendências mundiais (Agostinho & Julio 1996).

A introdução de uma nova espécie no ambiente pode ocorrer de maneira intencional, como através de programas de estocagem, que tem o objetivo de melhorar a pesca comercial ou esportiva, programas de controle biológico de pragas, solturas por pescadores esportivos que liberam iscas vivas remanescentes de sua pescaria ou através de aquarofilistas (Agostinho *et al.*, 2007). Já as introduções acidentais geralmente estão associadas a escapes provenientes de cultivos, o que torna a aquicultura uma das principais vias de introduções de novas espécies no ambiente (Welcomme, 1988; Naylor *et al.* 2001, Becker & Grosser 2003, Casal 2006) (Fig. II-1).

Agostinho *et al.* (2007) caracterizaram alguns fatores que elevam o potencial da aquicultura brasileira em introduzir espécies, entre eles estão a preferência por cultivo de espécies não nativas, o descuido com o confinamento, a precariedade das instalações, o cultivo em áreas sujeitas a inundações e ações imprudentes de manejo.

O uso de espécies não nativas no Brasil é comprovado pelos dados de produção do IBAMA (2008), onde as espécies exóticas, tilápia e carpa, são responsáveis por 62% da produção total da aquicultura continental. O Rio Grande do Sul é o estado com maior participação na produção nacional, com cerca de 13%, sendo que esta é baseada quase que exclusivamente (98% ) no cultivo de carpas e tilápias.

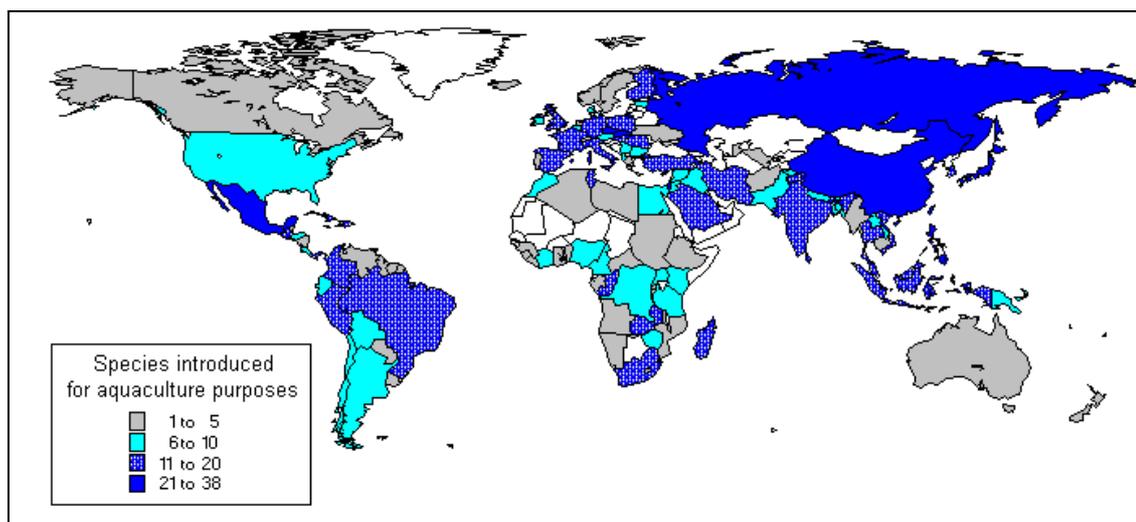


Figura II-1. Distribuição do número de espécies introduzidas via aquicultura. Fonte: <http://www.fao.org/fishery/dias/en>

A presença marcante de espécies não-nativas associada à localização dos cultivos próxima a um curso de água natural faz da atividade uma porta de entrada para a introdução destas espécies no ambiente natural. Um exemplo foi o escape de mais de 1.200.000 indivíduos de 11 espécies (10 exóticas), na bacia do rio Paranapanema, durante uma cheia extrema ocorrida na região (Orsi & Agostinho 1999). Esse fenômeno, como os autores sugerem, não é um fato isolado, mas sim um dos raros casos devidamente registrado no país.

Vários autores relatam os possíveis impactos negativos relacionados à introdução de novas espécies no ambiente, tais como alterações no habitat e na estrutura da comunidade, introdução de patógenos, parasitas e pragas, nanismo, hibridização, mudanças na estrutura da assembléia de peixes, causados por concorrência ou predação e alterações tróficas. Esses problemas podem levar a extinção de espécies nativas e perda da biodiversidade natural, além de conseqüências negativas socioeconômicas (Welcomme 1988, Tapia & Zambrano 2003, Becker & Grosser 2003, Alves *et al.* 2007, Vitule *et al.* 2006).

Todos os sistemas aquáticos são passíveis de serem invadidos (Moyle & Lighth 1996a), e toda introdução de espécies pode tornar-se uma invasão biológica (Vitule *et al.* 2006). Esse processo depende da espécie que está sendo introduzida, do ambiente onde está sendo introduzida e da comunidade nativa deste local. Desta forma, existem espécies com um maior potencial de se tornarem invasoras, assim como existem ambientes ou habitats mais susceptíveis a invasões (Vitule 2008).

Agostinho *et al.* (2007) descreve os processos e etapas que acompanham cada introdução, desde o local de origem da espécie até sua integração no ambiente receptor. Uma vez no ambiente, a espécie deverá superar as resistências ambientais locais para que possa ter sucesso no estabelecimento (Fig. II-2). Essas resistências são de natureza abiótica (características físicas e químicas da água, estrutura dos habitats e a disponibilidade de recursos), biótica (pressões por predação, competição, doenças, parasitas e disponibilidade de alimento) e demográfica (representadas pelo número de indivíduos que chegam ao novo ambiente – pressão de propágulo, e a habilidade da espécie em aumentar sua população a partir de um reduzido tamanho populacional).

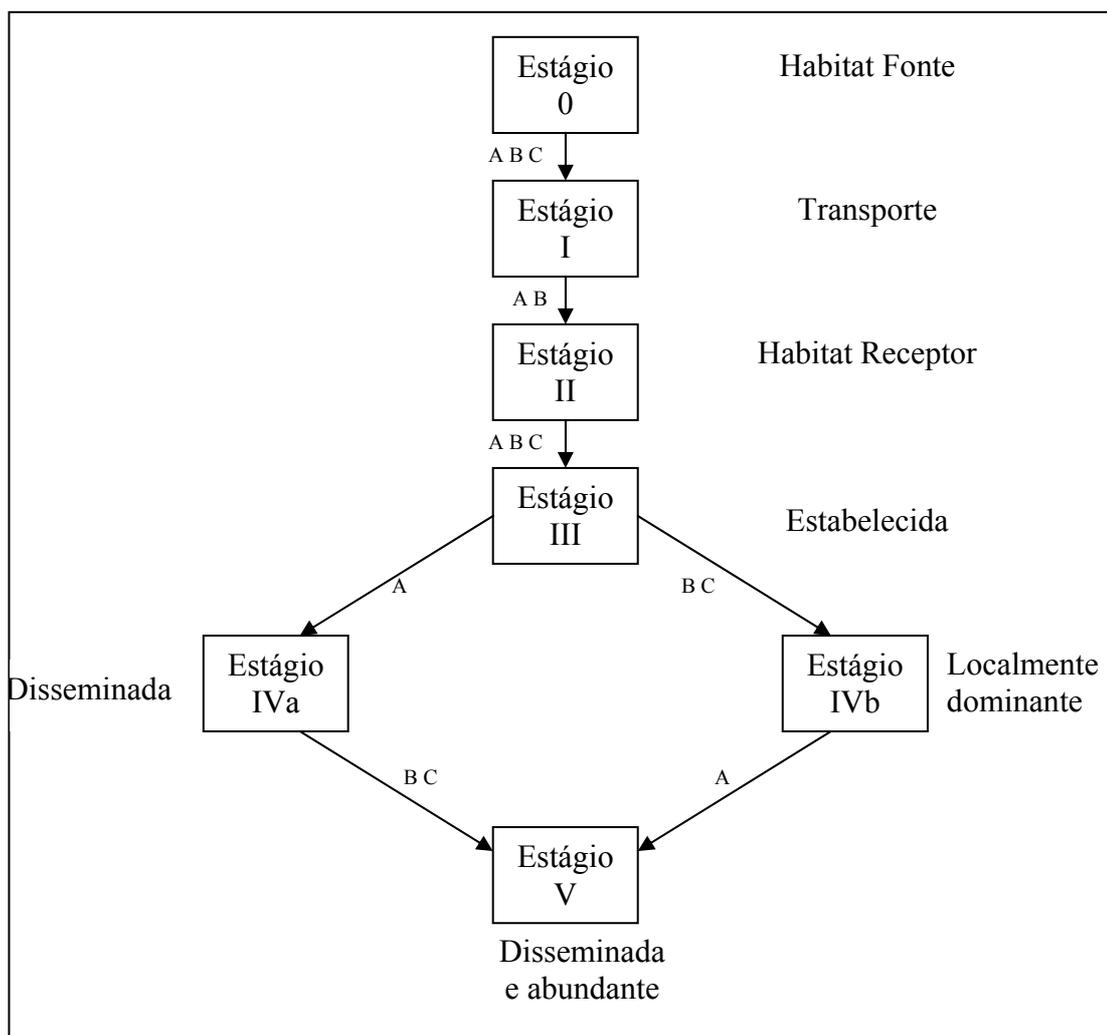


Figura II-2. Etapas da introdução mostrando as resistências ambientais que devem ser superadas em cada fase. A=pressão de propágulo, B=Fatores Abióticos e C = Fatores Bióticos. Fonte: Agostinho *et al.* 2007 a partir de Colautti & MacIassac, 2004

Estuários e zonas costeiras são particularmente sensíveis às introduções de espécies por serem centros de atividades que apresentam os principais vetores de introduções (Williams & Grosholz 2008). Moyle & Ligth (1996a) sugerem que a alta invasibilidade dos estuários parece ser o resultado de interações de alguns fatores, entre eles o alto grau de alteração do habitat estuarino causado pelas atividades humanas, a alta pressão de introduções sofrida pelo estuário, e a alta variabilidade das condições naturais do ambiente estuarino.

No Capítulo I deste trabalho foi caracterizada a região de entorno do estuário da Lagoa dos Patos, mostrando a presença de cultivos de peixes exóticos, próximos à borda da Lagoa (Fig. I-1a), porém ainda não foram identificadas populações estabelecidas das espécies exóticas encontradas nestes cultivos. No entanto, já existem registros da presença de algumas no ambiente natural (Braun *et al.* 2003, Vieira *et al.* submetido), especialmente relacionadas a escapes de pisciculturas em eventos de intensos períodos chuvosos na bacia de drenagem (Garcia *et al.* 2004). Um exemplo desta possibilidade foram os escapes que ocorreram na região do município de Cristal em setembro de 2007, onde os peixes de oito tanques foram carregados pela enxurrada (Fig. II-3 e II-4) com destino ao rio Camaquã (Observação pessoal).

O complexo lagunar Patos-Mirim é a feição dominante da planície costeira do extremo sul do Brasil, o qual recebe água de uma bacia de drenagem de 201.626 km<sup>2</sup>. É formado pela união da Lagoa Mirim, localizada na região limítrofe entre Brasil e Uruguai, com uma área aproximada de 3.749 km<sup>2</sup> (ALM 2009), e a Lagoa dos Patos, uma laguna do tipo estrangulado, que cobre uma área de aproximadamente 10.227 km<sup>2</sup>, e estende-se por cerca de 250 km desde a cidade de Porto Alegre até a cidade de Rio Grande (Fig. I-1a). A porção estuarina, localizada na parte sul da Lagoa dos Patos, cobre 971km<sup>2</sup> (aproximadamente 10% da área total da laguna), e se caracteriza por uma troca permanente de água com o Oceano Atlântico, através de um longo canal protegido por um par de molhes (ASMUS 1998).



Figura II-3. Tanque de piscicultura vazio devido a rompimento de talude.



Figura II-4. Detalhe de talude rompido (seta) após forte chuva.

Este sistema representa um dos maiores reservatórios de água doce do Brasil. Possui uma grande variedade de habitats naturais (campos alagados, banhados, lagos, rios, estuário), que propiciam condições ideais para o desenvolvimento e suporte de uma elevada biodiversidade (Seeliger & Kjerfve 2001). A importância ecológica deste ambiente é caracterizada por uma grande produção biológica (Seeliger *et al.* 1998) e pela presença de muitas espécies de plantas e animais que em algum momento de seu ciclo de vida utilizam este ambiente para o seu desenvolvimento (Chao *et al.* 1982, Poersch *et al.* 2006).

A melhor estratégia para minimizar os impactos de espécies invasoras é evitar a sua introdução e sua posterior libertação ou fuga para o ambiente (Fig II-5). A análise de risco para espécies exóticas é uma ferramenta para identificar o potencial impacto que o estabelecimento destas espécies pode causar à biodiversidade, à economia, à cultura e ou a saúde humana (Ziller *et al.* 2007). Processos eficazes de avaliação dos riscos são necessários para identificar espécies potencialmente invasoras e restringir sua introdução ou utilização na aquicultura (Leung & Dudgeon 2008). Porém, sabe-se que existem incertezas associadas às previsões do resultado do estabelecimento da espécie exótica no novo ambiente, uma vez que não se pode afirmar com total certeza qual será o resultado da integração da espécie com o novo ambiente (CENR 1999). Dada esta imprevisibilidade, as decisões relativas às introduções devem ser baseadas na abordagem de precaução. A falta de prova científica não deve ser alegada como motivo para a não adoção de medidas para evitar a degradação ambiental (CDB 2000).

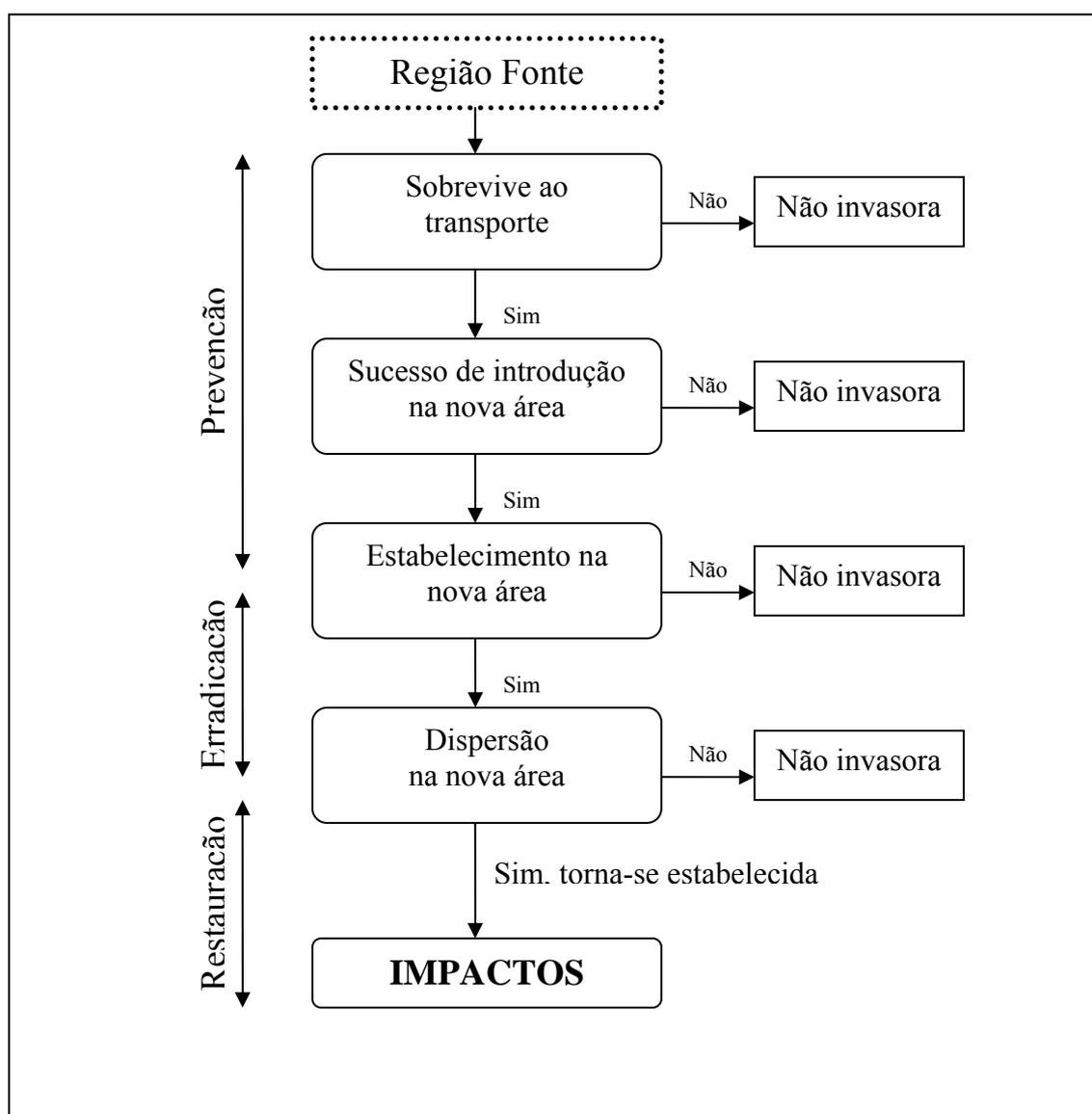


Figura II-5. Seqüência típica de invasão de espécies exóticas, mostrando os respectivos estágios de gerenciamento (prevenção, erradicação e restauração). Adaptado de Leung & Dudgeon 2008)

Considerando a sugestão de Agostinho *et al* (2007) de que basta a presença de um sistema de cultivo de peixes não-nativos para que toda a área da bacia esteja sob risco potencial de invasão, associado ao estudo de Casal (2006) onde se observa que 47% dos peixes introduzidos pela aquicultura se estabelecem no ambiente natural, e seguindo as diretrizes da CDB (1992), a qual o Brasil é membro, que convoca seus integrantes a prevenir a introdução, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem

ecossistemas, habitats ou a outras espécies (Artigo 8º), este trabalho visa realizar uma análise de risco de invasão de peixes exóticos cultivados na região do entorno da Lagoa dos Patos, a fim de identificar as espécies que possam por em risco o ecossistema.

## **3.2. Material e Métodos**

### **3.2.1. Metodologia Geral**

Para a análise de risco foi utilizado o protocolo proposto por Copp *et al.* (2005). Este se baseia em duas fases, FASE I, que é chamada Fase de Identificação de Risco, onde é feita uma avaliação inicial para determinar quais espécies são potencialmente invasoras na região, e FASE II, que foi desenvolvida para determinar a probabilidade de introdução, através de uma categorização do risco, e fornecer uma análise mais detalhada dos riscos. A FASE II é a fase de avaliação de risco propriamente dita, sendo dividida em três sessões denominadas: Introdução, Estabelecimento e Impacto. No presente capítulo não foram analisados os impactos potenciais causados pela introdução de espécies exóticas no Estuário da Lagoa dos Patos, sendo desenvolvida apenas a FASE I (fase de Identificação de Risco), e as duas primeiras seções da FASE II (Análise de Risco de Introdução e Análise de Risco de Estabelecimento).

A análise refere-se especificamente a introduções por escapes de aquicultura.

Visando determinar as espécies com potencial invasivo, a análise de risco foi aplicada para as espécies exóticas mais frequentes citadas no capítulo I (Fig. I-4). A espécie *Pseudoplatystoma fasciatum* não foi considerada na Análise de Risco por ser muito pouco frequente nos cultivos da região, visto que foram registrados apenas 19 exemplares em toda a região. Mesmo não tendo sido encontrado oficialmente nos cultivos analisados optou-se por avaliar o risco de *Ictalurus punctatus*.

### 3.2.2 Metodologia do Protocolo de Risco

A primeira fase da análise (FASE I – Fase de Identificação de Risco) inclui perguntas que abrangem uma vasta gama de atributos para uma melhor investigação do potencial invasor das espécies. Esta fase está dividida em duas seções, a primeira abrangendo informações sobre biogeografia e histórico, e a segunda sobre dados da biologia e ecologia das espécies.

A seção sobre biogeografia e histórico divide as questões em três categorias: Domesticação/cultivo, que é um fator conhecido por aumentar a capacidade invasiva de peixes de água doce; Clima e distribuição, onde são comparadas as condições de semelhança climática entre os ambientes de origem e fonte (Para as análises de comparação climáticas Copp *et al.* (2005) sugerem a utilização de softwares como o CLIMEX ou GARP); a terceira categoria é sobre o histórico de invasão da espécie, que é considerado como um bom indicador da capacidade invasora.

Na falta de bibliografia sobre comparação climática através da utilização de softwares como o CLIMEX ou GARP, para algumas das espécies da região, foram utilizados os limites máximos de temperatura observados na área de estudo (Capitoli & Benvenuti 2004), e os limites de tolerância das espécies obtidos na bibliografia. Para informações obtidas através dos softwares de comparação climática foi atribuído um nível de qualidade de dados alto, e para as informações de comparação dos limites de tolerância, o nível de qualidade de dados foi considerado médio.

A seção sobre Biologia e Ecologia analisa as maneiras pelas quais uma espécie pode ser invasora, considerando as diferentes características biológicas e ecológicas que permitem a reprodução, dispersão e estabelecimento das espécies. As questões estão

distribuídas em cinco tópicos: Peculiaridades Indesejáveis, que aborda as características que podem resultar em impactos, tais como competição, alterações de habitat, parasitismo, introduções de pragas ou parasitas, entre outras; Guilda de Alimentação; Reprodução; Mecanismos de Dispersão e Atributos de Tolerância relacionados principalmente com os fatores ambientais tais como a temperatura, salinidade, velocidade da água e qualidade da água, além de perturbações referentes ao ambiente.

A pontuação atribuída a cada questão da Fase I está detalhada na Tabela II-1.

A Fase II foi aplicada às espécies consideradas com alto (ou desconhecido) risco potencial de invasão que poderiam ser introduzidas através de escapes acidentais da aquicultura, com o objetivo de determinar a probabilidade de introdução (Alta, Média ou Baixa). Para isto foram respondidas as questões de 1.06 a 1.16. Após foi realizada a análise detalhada dos riscos de estabelecimento, através das questões 2.00 à 2.08

A Tabela II-2 representa as matrizes necessárias para a resposta de algumas questões.

Tendo uma visão preventiva, as respostas desconhecidas foram consideradas como de provável risco.

Tabela II-1: Pontuação das questões da Fase I da Análise de Risco (Identificação de Risco de Introdução)

Etapa I - Identificação de risco	Pontuação Resposta		Etapa I - Identificação de risco	Pontuação Resposta	
	Não	Sim		Não	Sim
1.01	0	2	5.01	0	2
1.02	-1	1	5.02	0	1
1.03	0	1	5.03	0	1
2.03	0	1	5.04	0	2
2.04	0	1	6.01	0	1
2.05	-1	2	6.02	-1	1
3.01	-1	1	6.03	-1	1
3.02	0	1	6.04	0	1
3.03	0	2	6.05	0	-1
3.04	0	2	6.06	-1	1
3.05	0	1	7.01	-1	1
4.01	0	1	7.02	-1	1
4.02	0	1	7.03	-1	1
4.03	0	1	7.04	0	1
4.04	0	1	7.05	0	1
4.05	0	1	7.06	0	1
4.06	0	1	7.07	0	1
4.07	0	1	7.08	0	1
4.08	0	1	8.01	-1	1
4.09	0	1	8.02	-1	1
4.10	0	1	8.03	1	-1
4.11	0	1	8.04	-1	1
4.12	1	0	8.05	1	-1

Tabela II-2. Matriz utilizada para cruzamento de dados

Q1.10: Matriz probabilidade de associação	Q1.09 \ Q1.08	Baixa	Média	Alta
	Baixa	B	B	M
	Média	B	M	A
	Alta	B	A	A
Q1.14: Matriz para Q1.11= não e Q1.14= não	Q1.13 \ Q1.10		Média	Alta
	Baixa		M	M
	Média		M	A
	Alta		A	A
Q2.02: Índice de semelhança climática	Q2.01 \ Q2.00	Baixa	Média	Alta
	Baixa	M	A	A
	Média	B	M	A
	Alta	B	M	A

### 3.3. Resultados

As análises realizadas para as espécies exóticas *Oreochromis niloticus* (Tab. II-3), *Ictalurus punctatus* (Tab. II-4), *Ctenopharyngodon idella* (Tab. II-5), *Cyprinus carpio* (Tab. II-6), *Aristichthys nobilis* (Tab. II-7) e *Hypophthalmichthys molitrix* (Tab. II-8) mostram o nível de risco associado a cada uma delas e sua respectiva fase.

A Fase I da análise de risco mostrou que todas as espécies avaliadas apresentam risco de introdução. A Fase II mostrou que todas as espécies têm alta probabilidade de serem introduzidas no ambiente natural através de escapes relacionados à aquicultura. E na análise de risco de estabelecimento todas as espécies foram classificadas com alto risco de se estabelecerem no ambiente (Tab. II-10).

Tabela II-3. Avaliação de risco da tilápia (*Oreochromis niloticus*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	<b>Resposta</b>	<b>Referências</b>	<b>Pontuação</b>
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
<b>1 Domesticação / cultivo</b>			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1, 2	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	1, 2	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	S	1	1
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	Alta	1,5, 8	2
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	Alta	8	2
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	1,8	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	1	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	1,2	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	2	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	2	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	2	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	S	1	1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	2	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N	1	0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	N	2	0
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	N		0
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	1	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	S	1,2	1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	1, 2	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	S	1	1
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	N	1	1

Cont. Tabela II-3. Avaliação de risco da tilápia (*Oreochromis niloticus*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	N		0
5.02 A espécie onívora	S	2	1
5.03 A espécie planctófoga	S	1	1
5.04 A espécie bentófoga	S	1	2
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	S	1,2,8	1
6.02 Produzem gametas viáveis	S	1	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N		-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	N		0
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	S	2	1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	1	1	1
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	S	2	1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S		1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	N	1	0
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	N		0
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	N		0
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	N	1	0
7.08 Dispersão denso-dependente?	N		0
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	2	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	S	2	1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	S	2	1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S		-1
<b>Total</b>			<b>34</b>

Cont. Tabela II-3. Avaliação de risco da tilápia (*Oreochromis niloticus*)

<b>Etapa II - Avaliação do risco de introdução</b>	<b>Resposta</b>	<b>Explicação</b>
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie é utilizada na aquicultura da região <sup>13</sup> .
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	Alta
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Desconhecido, importação ilegal
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alta = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alto
<b>Etapa II - Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1,2,5</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Alta = 3	Dados de combinação baseados no GARP <sup>8</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Alta = 3	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	Espécie pode reproduzir até em águas de cultivo <sup>19</sup>
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Alta = 3	Histórico de estabelecimento em quase todos os locais onde foi introduzida <sup>12</sup>
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Possibilidades de erradicação limitadas <sup>6,12</sup>
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	21	Alta

Tabela II-4. Avaliação de risco do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	Resposta	Referências	Pontuação
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
<b>1 Domesticação / cultivo</b>			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1, 12	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	1, 12	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	N		0
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	Alta	1,5, 18	2
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	Médio	1, 5	1
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	12, 15	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	1	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	1, 12	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	1, 12	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	12	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	12	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	S	1	1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	12	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N	1	0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	S	12	1
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	N		0
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	1	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	S	1,12	1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	1, 12	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	N		0
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	S	1	0

Cont. Tabela II-4. Avaliação de risco do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	S	12	2
5.02 A espécie onívora	S	12	1
5.03 A espécie planctófoga	S	1	1
5.04 A espécie bentófoga	S	1	2
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	S	16	1
6.02 Produzem gametas viáveis	S	16	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N		-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	N		0
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	N	17	-1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	2 a 3	1	0
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	N		-1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S		1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	N	1	0
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	N		0
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	N		0
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	N	1	0
7.08 Dispersão denso-dependente?	S		1
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	12, 18	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	S	18	1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	N	1	-1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S	18	-1
<b>Total</b>			<b>27</b>

Cont. Tabela II-4. Avaliação de risco do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*)

<b>Etapa II - Avaliação do risco de introdução</b>	Resposta	Explicação
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie é utilizada na aquicultura da região <sup>13</sup> .
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	Organismo presente no cultivo em todos as fases de vida
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	Alta
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Desconhecido, importação ilegal
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alta = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alto
<b>Etapa II - Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1,2,5</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Média = 2	Limites registrados na região foram comparados com os limites registrados para a espécie <sup>1,5</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Alta = 3	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	Espécie pode reproduzir até em águas de cultivo <sup>18</sup>
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Alta = 3	Histórico de estabelecimento em quase todos os locais onde foi introduzida <sup>12</sup>
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Possibilidades de erradicação limitadas <sup>6, 12</sup>
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	20	Alta

Tabela II-5. Avaliação de risco da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	Resposta	Referências	Pontuação
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
<b>1 Domesticação / cultivo</b>			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1, 7	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	7	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	N	7	1
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	M	7	2
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	M		2
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	7	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	7	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	7	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	7	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	7	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	7	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	N		1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	7	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N		0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	N		0
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	S	7	1
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	7	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	N		1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	7	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	S	7	1
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	S	1	1

Cont. Tabela II-5. Avaliação de risco da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	N		0
5.02 A espécie onívora	N		0
5.03 A espécie planctófoga	N		0
5.04 A espécie bentófoga	S	7	2
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	N	13	1
6.02 Produzem gametas viáveis	S	13	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N		-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	S	7	0
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	S	7	1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	2-10	1,7	-1
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	S	7	1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S	7	1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	S	7	0
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	S	7	1
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	S	7	0
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	N		1
7.08 Dispersão denso-dependente?	S	7	1
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	7	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	S	7	1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	N		1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S	7	-1
<b>Total</b>			<b>37</b>

Cont. Tabela II-5. Avaliação de risco da carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)

<b>Etapa II: Avaliação do risco de introdução</b>	Resposta	Explicação
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie é utilizada na aquicultura da região e fuga dos cultivos são inevitáveis <sup>3</sup>
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	Reprodução artificial
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	Alta*
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Alguns locais com duas remessa por ano, outros somente uma com alta densidade <sup>3</sup>
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alto = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alta
<b>Etapa II: Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1,5,8</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Média = 2	Limites registrados na região foram comparados com os limites registrados para a espécie <sup>1,5</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Alta = 3	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	A espécie tem adaptação ao clima, já que reproduz naturalmente em cultivos <sup>15</sup>
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Média = 2	Histórico de estabelecimento <sup>8</sup> , porém apresenta requisitos ambientais para reprodução
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Em função do tamanho e conectividade entre corpos/cursos d'água
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	19	Alta

Tabela II-6. Avaliação de risco da carpa comum – variedade Húngara (*Cyprinus carpio*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	Resposta	Referências	Pontuação
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
1 Domesticação / cultivo			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1, 8	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	1, 8	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	S	1	1
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	Alta	1,5, 18	2
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	Alta	1, 5, 8	2
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	1	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	1	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	1,8	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	1, 8	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	8	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	8	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	S	1	1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	8	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N	1	0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	N		0
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	S	11	1
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	1	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	S	1,17	1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	1, 8	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	S	1,8	1
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	N	13	1

Cont. Tabela II-6. Avaliação de risco da carpa comum – variedade Húngara (*Cyprinus carpio*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	N	1	0
5.02 A espécie onívora	S	1	1
5.03 A espécie planctófaga	S	1	1
5.04 A espécie bentófaga	S	17	2
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	S	13	1
6.02 Produzem gametas viáveis	S	13	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N		-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	N	18	0
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	S	17	1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	1	1	1
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	S		1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S		1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	N		0
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	S		1
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	N		0
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	S	1	1
7.08 Dispersão denso-dependente?	S		1
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	8	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	S	17	1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	S	1	1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S	15	-1
<b>Total</b>			<b>39</b>

Cont. Tabela II-6. Avaliação de risco da carpa comum – variedade Húngara (*Cyprinus carpio*)

<b>Etapa II - Avaliação do risco de introdução</b>	Resposta	Explicação
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie é utilizada na aquicultura da região e fuga dos cultivos são inevitáveis <sup>3</sup>
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	Espécie muito comum nas instalações de alevinagem
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Alguns locais duas remessa por ano, outros somente uma com alta densidade <sup>3</sup>
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alto = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alta
<b>Etapa II - Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1,5,8</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Alta = 3	A região está na área de distribuição potencial predita por modelos GARP <sup>8</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Alta = 3	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	A espécie tem adaptação ao clima, já que reproduz naturalmente em cultivos <sup>15</sup>
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Alta = 3	Histórico de estabelecimento em diversas áreas onde foi introduzida <sup>8</sup>
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Em função do tamanho e conectividade entre corpos/cursos d'água <sup>9</sup>
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	21	Alta

Tabela II-7. Avaliação de risco da carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	<b>Resposta</b>	<b>Referências</b>	<b>Pontuação</b>
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
<b>1 Domesticação / cultivo</b>			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	14	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	N		0
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	M		1
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	M	14	1
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	14	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	14	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	14	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	14	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	14	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	14	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	S	14	1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	14	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N		0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	N		0
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	S	14	1
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	14	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	S	14	1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	14	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	S	14	1
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	N		1

Cont. Tabela II-7. Avaliação de risco da carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	N		0
5.02 A espécie onívora	N		0
5.03 A espécie planctófoga	S	14	1
5.04 A espécie bentófoga	N		0
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	N		0
6.02 Produzem gametas viáveis	S	14	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N	14	-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	S	14	-1
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	S	14	1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	4	14	-1
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	S		1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S		1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	S	14	1
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	S	14	1
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	S	14	1
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	N		0
7.08 Dispersão denso-dependente?	S	1	1
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	14	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	N	1	-1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	S	14	1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S	14	-1
<b>Total</b>			<b>27</b>

Cont. Tabela II-7. Avaliação de risco da carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*)

<b>Etapa II - Avaliação do risco de introdução</b>	Resposta	Explicação
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie presente na aquicultura da região e as fugas dos cultivos são inevitáveis <sup>3</sup>
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	Espécie muito comum nas instalações de alevinagem
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	Desconhecida = Alta
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Desconhecido, importação ilegal
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alta = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alto
<b>Etapa II - Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Média = 2	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie, porém a espécie requer condições específicas para reprodução <sup>1,14,5</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Média = 2	Limites registrados na região foram comparados com os limites registrados para a espécie <sup>5,14</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Média = 2	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	Desconhecido = Sim
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Médio = 2	Histórico de estabelecimento <sup>14</sup> , porém com requisitos ambientais para reprodução
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Possibilidades de erradicação limitadas <sup>6,14</sup>
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	17	Médio

Tabela II-8. Avaliação de risco da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)

<b>Etapa I – Identificação de risco</b>	Resposta	Referências	Pontuação
<b>A. Biogeografia / histórico</b>			
<b>1 Domesticação / cultivo</b>			
1.01 A espécie foi domesticada ou cultivada para fins comerciais, pesca esportiva ou uso ornamental?	S	1	2
1.02 A espécie se tornou naturalizada onde foi introduzida?	S	14	1
1.03 A espécie possui raças/variedades/subespécies invasoras?	N		0
<b>2 Clima e Distribuição</b>			
2.01 As características reprodutivas da espécie estão adaptadas ao clima da região? (0- baixo, 1-média, 2-alta)	M		1
2.02 Qualidade da análise de semelhança climática (0-baixa; 1-média; 2-alto)	M	14	1
2.03 A espécies apresenta ampla adaptação climática (versatilidade ambiental)	S	14	1
2.04 A espécie é nativa ou naturalizada em regiões com clima semelhante?	S	14	1
2.05 Espécies apresenta um histórico de introdução além da sua distribuição natural?	S	14	2
<b>3 Invasora em outros locais</b>			
3.01 A espécie se naturalizou (estabeleceu populações viáveis) além de sua distribuição natural?	S	14	1
3.02 Na área onde a espécie está naturalizada ocorreu impactos para as populações nativas (pesca esportiva ou comercial)?	S	14	1
3.03 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos para a aqüicultura ou espécies ornamentais?	?		
3.04 Na área onde a espécie está naturalizada há impactos em rios, lagos e lagoas?	S	14	2
3.05 A espécie tem invasoras congêneres?	S	14	1
<b>B. Biologia / Ecologia</b>			
<b>4 Peculiaridades indesejáveis (ou persistentes)</b>			
4.01 A espécie é venenosa, ou tem outros riscos para a saúde humana?	N		0
4.02 A espécie compete com as espécies nativas?	S	14	1
4.03 A espécie é parasita de outras espécies?	N		0
4.04 A espécie não é palatável ou não possui predadores naturais?	N		0
4.05 A espécie é predadora de uma espécie nativa (por exemplo, que não era submetida a intensa predação)?	N		0
4.06 A espécie é hospedeira e/ou vetor reconhecido de pragas e agentes patogênicos, principalmente não-nativos?	S	14	1
4.07 A espécie atinge um tamanho corporal final avantajado (ou seja, > 10 centímetros ) (mais provável de ser abandonado)?	S	14	1
4.08 A espécie tolera uma ampla variação de salinidade ou é eurialina em algum estágio do seu ciclo de vida?	S	14	1
4.09 A espécie tolera dessecação em alguma fase do seu ciclo de vida?	N		0
4.10 A espécie tolera diferentes regimes de corrente de água (i.e., versatilidade de uso de habitat)?	S	14	1
4.11 A espécie apresenta habito alimentar ou outro comportamento que pode reduzir a qualidade do habitat das espécies nativas?	S	14	1
<b>4.12 A espécie requer um tamanho mínimo populacional para manter uma população viável?</b>	N		1

Cont. Tabela II-8. Avaliação de risco da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)

<b>5 Guilda Alimentar</b>			
5.01 A espécie piscívora ou predador voraz (i.e., sobre espécies nativas não adaptadas a predadores de topo)?	N		0
5.02 A espécie onívora	N		0
5.03 A espécie planctófoga	S	14	1
5.04 A espécie bentófoga	N		0
<b>6 Reprodução</b>			
6.01 Exibe cuidado parental de ovos e/ou jovens e/ou é conhecida a redução da idade de primeira maturação em resposta ao ambiente?	N		0
6.02 Produzem gametas viáveis	S	14	1
6.03 Hibridizam naturalmente com espécies nativas (ou usa machos de espécies nativas para ativar os ovos)?	N	14	-1
6.04 Hermafroditas	N		0
6.05 A espécie apresenta dependência a presença de outra espécie (ou a um habitat característico) para completar ciclo de vida?	S	14	-1
6.06 A espécie apresenta alta fecundidade (> 10000 ovos/kg), iteropátrico, ou apresenta longa temporada desova.	S	14	1
6.07 Idade de primeira maturação (1 ano=1; 2 a 3 anos=0; >=4 anos=-1)?	4	14	-1
<b>7 Mecanismos de dispersão</b>			
7.01 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos involuntariamente	S	14	1
7.02 Todos os estágios do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersos intencionalmente pelos humanos	S	14	1
7.03 Apresenta fases do ciclo de vida suscetíveis a serem dispersas no transporte de mercadorias.	N		-1
7.04 Dispersão natural ocorre em função da dispersão dos ovos	S	14	1
7.05 Dispersão natural ocorre em função da dispersão de larvas (linearmente ou em "stepping stone" de habitats).	S	14	1
7.06 Juvenis ou adultos são reconhecidamente migradores (desova, "smolting", alimentação)	S	14	1
7.07 Ovos passíveis de serem dispersos por outros animais (externamente)?	N		0
7.08 Dispersão denso-dependente?	S	1	1
<b>8 Atributos de tolerância</b>			
8.01 Probabilidade de todas as fases de vida sobreviverem em condições diferentes da água de transporte?	S	14	1
8.02 Toleram uma vasta gama de condições de qualidade da água, em particular diminuição de oxigênio e alta temperatura	N	1	-1
8.03 Suscetível a venenos ("piscicidas")	N		1
8.04 Toleram ou se beneficia de perturbações ambientais	S	14	1
8.05 Inimigos naturais efetivos presentes na região	S	14	-1
<b>Total</b>			<b>27</b>

Cont. Tabela II-8. Avaliação de risco da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)

<b>Etapa II - Avaliação do risco de introdução</b>	Resposta	Explicação
<b>Introdução não intencional</b> (Via=Escapes da Aquicultura)		
1.06 O organismo poderia ter sido introduzido acidentalmente na região pela via em questão ?	Sim	Espécie presente na aquicultura da região e as fugas dos cultivos são inevitáveis <sup>3</sup>
1.07 Organismo pode estar associado a via desde o início do processo (alevinagem)?	Sim	A reprodução é artificial
1.08 Qual a probabilidade do organismo estar associado a via?	Alta = 3	Desconhecida = Alta
1.09 Com que frequência o vetor é trazido para a região receptora?	Alta = 3	Desconhecido, importação ilegal
1.10 Risco de Exposição do Processo (REP) (B, M ou A)	Alta = 3	Tabela II-2
1.11 Os organismos são submetidos à quarentena na área de origem?	Alta = 3	Desconhecido = não;
1.13 Qual a probabilidade de sobrevivência do organismo em trânsito? (B, M, A).	Alta = 3	A espécie é resistente as condições do transporte
1.14 Os organismos são submetidos à quarentena na região receptora?	Alta = 3	Tabela II-2 - Desconhecido = não
1.16 Qual a probabilidade de liberação do organismo em uma área adequada no ambiente receptor? (B, M, A)	Alta = 3	Espécie utilizada na aquicultura, probabilidade de fuga dos cultivos
Pontuação do risco de introdução:	21	Alto
<b>Etapa II - Avaliação do risco de estabelecimento</b>		
<b>Semelhança Ambiental</b>		
2.00 Qual a semelhança entre as condições climáticas de origem que poderiam afetar o estabelecimento do organismo (sobrevivência/reprodução) na região receptora? (B, M, A)	Média = 2	Clima na região dentro da faixa de tolerância da espécie, porém a espécie requer condições específicas para reprodução <sup>1,14,5</sup>
2.01 Qual a qualidade dos dados de combinação climática? (B, M, A)	Média = 2	Limites registrados na região foram comparados com os limites registrados para a espécie <sup>5,14</sup>
2.02 Índice de semelhança climática	Média = 2	Tabela II-2
2.03 Qual o nível de semelhança dos fatores abióticos, nas áreas fonte e receptora? (B, M, A)	Alta = 3	Fatores dentro da faixa de tolerância da espécie <sup>1</sup>
2.04 Existem todos os habitats necessários para o organismo completar o seu ciclo de vida na área de destino?	Sim	Desconhecido = Sim
2.05 Qual a probabilidade do organismo colonizar e manter uma população? (B, M, A)	Média = 2	Histórico de estabelecimento <sup>14</sup> , porém apresenta exigências ambientais para reprodução
2.06 Se existem diferenças entre as condições ambientais da área fonte e a receptora, qual a probabilidade da área receptora ser mais favorável para o estabelecimento potencial da espécie? (B, M, A)	Alta = 3	Desconhecido = alta
2.07 Dadas as características biológicas do organismo e seus requisitos de habitat, qual a probabilidade da sua erradicação ser bem sucedidas na região receptora.	Mínimo=3	Possibilidades de erradicação limitadas <sup>6, 14</sup>
<b>Q 2,08: Pontuação Total de Risco de estabelecimento</b>	17	Médio

Tabela II-9. Bibliografia utilizada na análise de risco Tabelas II-3 até II-8.

Código	Referência bibliográfica
1	Fishbase 2009
2	Canonico <i>et al.</i> 2005
3	Troca <i>et al.</i> submetido
4	IBAMA 2008
5	Capítoli & Bemvenuti 2004
6	Agostinho <i>et al.</i> 2007
7	Cudmore & Mandrak 2004
8	Zambrano <i>et al.</i> 2006
9	Casal 2006
10	Britton <i>et al.</i> 2007
11	Gabrielli & Orsi 2000
12	Becker & Grosser 2003
13	Piedras e Bager 2007
14	Kolar et al 2005
15	Vitule <i>et al.</i> 2009
16	Tucker 1985
17	Fao 2004
18	Piedras et al 2006

Tabela II-10: Síntese dos resultados das fases de identificação de risco e avaliações de risco de Introdução e Estabelecimento

Espécie		Identificação de Risco (Fase I) <sup>1</sup>	Avaliação do Risco (Fase II)	
Nome comum	Nome científico		Introdução <sup>2</sup>	Estabelecimento <sup>3</sup>
Carpa comum	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	39	21	21
Carpa capim	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	37	21	19
Tilápia	<i>Oreochromis Niloticus niloticus</i>	34	21	21
Bagre do Canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	27	21	20
Carpa cabeça-grande	<i>Aristichthys nobilis</i>	27	21	17
Carpa prateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	27	21	17

<sup>1</sup> Valores negativos indicam baixo risco da espécie ser invasora, já valores positivos indicam alto risco.

<sup>2</sup> Classificação do Risco de Introdução: ((B =9-12, M =13-17, A ≥ 18)

<sup>3</sup> Classificação do Risco de Estabelecimento: (B = 7-12, M = 13-17, A ≥ 18)

Na análise preliminar de identificação das espécies que apresentam risco de introdução, apesar de todas serem consideradas como prováveis invasoras, a carpa comum se destacou, apresentando o maior escore das avaliações (39 pontos). Já na fase da avaliação do risco de introdução, todas as espécies foram consideradas de alto risco, e na avaliação de risco de estabelecimento, duas espécies foram classificadas com médio risco, a carpa cabeça grande e a carpa prateada, porque ambas necessitam de habitats mais específicos para reprodução, o que pode ser um fator limitante para que as espécies mantenham populações auto-sustentáveis. Este fator também é um limitante para a carpa capim, porém seu histórico de estabelecimento em várias regiões onde foi introduzida suporta a decisão de colocá-la na categoria de alto risco. Todas as outras espécies avaliadas apresentaram alta probabilidade de estabelecimento, com destaque para a tilápia e a carpa comum que receberam os maiores escores.

### 3.4. Discussão

A análise de risco é um processo que fornece um quadro flexível dentro do qual os riscos e conseqüências negativas resultantes de uma ação podem ser avaliados de maneira sistemática com base científica (Arthur 2008). Um dos benefícios assumidos na análise de risco é o de mapear as relações e áreas críticas de incerteza. Se a incerteza está associada com impactos potenciais, uma abordagem de precaução deve ser utilizada (Phillips & Subasinghe 2008). Porém, esse princípio parece ser ignorado, principalmente quando se trata da aquicultura continental na região de estudo, pois os cultivos são baseados, em sua grande maioria, em espécies exóticas (Capítulo I).

Dada a magnitude do problema com espécies exóticas invasoras e as possibilidades limitadas de erradicação, previsões de potencialidade de invasão são vistas como prioritárias para predizer o potencial invasivo de uma espécie e prevenir seu estabelecimento (Kolar e Lodge 2001, Crooks 2005, Lockwood *et al.* 2005).

Vitule (2008) sugerem que na prática é quase impossível prever os efeitos que uma introdução pode causar no ambiente, e após uma espécie se tornar invasora é praticamente impossível erradicá-la. O uso de ferramentas, como análises de riscos, visa reduzir os efeitos potenciais resultante das atividades humanas (Phillips & Subasinghe 2008), pois se fundamenta no princípio da precaução.

O presente estudo de análise de risco foi baseado numa avaliação qualitativa, onde foram analisadas características biológicas, ecológicas, histórico de introdução e estabelecimento em outras regiões, semelhança climática entre as regiões fonte e receptora, níveis de tolerância a fatores abióticos, entre outros, a fim de classificar as espécies em alto, médio ou baixo risco de introdução e estabelecimento. Uma das

grandes qualidades do método é disponibilizar, de forma repetitiva, porém sistemática, diversas indagações que são fundamentais para evitar a ocorrência de uma invasão biológica.

Leung & Dudgeon (2008) sugerem que características biológicas podem ser usadas na avaliação de risco, priorizando os esforços no gerenciamento da invasão (Fig II-4) e um modelo de análise de risco quantitativo deveria ser desenvolvido no futuro. Sikder *et al.* (2006) sugerem que o ideal seria uma combinação de métodos qualitativo e quantitativos.

A análise de risco aplicada às espécies exóticas presentes nos cultivos da região mostrou que todas as espécies apresentam alto risco de introdução, quanto ao risco de estabelecimento, apenas duas espécies, carpa prateada e a carpa cabeça grande, apresentam um risco médio, enquanto que todas as outras são classificadas como apresentando alto risco.

### **3.4.1. Tilápia**

A ampla tolerância ambiental apresentada pelas tilápias, sua alta taxa reprodutiva, e adaptabilidade ambiental apresentadas pela espécie são características que fazem deste grupo um invasor em potencial. Elas são provavelmente o grupo de peixes exóticos mais amplamente distribuídos em todo o mundo, e tornam-se estabelecidos em quase todos os corpos em que são cultivados ou que têm acesso (Canonico *et al.* 2005).

A tilápia do Nilo e a Moçambicana, que são as espécies mais utilizadas nas pisciculturas brasileiras, são especialmente preocupantes em ambientes costeiros e estuarinos, já que podem se adaptar rapidamente as mudanças de salinidade. Elas são conhecidas por ocupar tanto ambientes de água doce como estuarino na sua distribuição

nativa, o que permite que elas se tornem invasoras em ambos os tipos de ambiente (Trewavas 1983 apud Canonico *et al.* 2005). Entre os impactos relacionados a espécie está a alteração de habitats, competição e nanismo.

As tilápias, principalmente a tilápia do Nilo, são 'o modelo' para a piscicultura brasileira, mesmo com os vários exemplos de introdução e impactos relacionados ao seu cultivo (Canonico *et al.* 2005, Zambrano *et al.* 2006, Agostinho *et al.* 2007, Vitule *et al.* 2009) e agências governamentais continuam incentivando seu cultivo em todo o país. Becker & Crosser (2003) sugerem que algumas espécies de tilápias podem ser consideradas invasoras e dominantes na região sudeste do Brasil, porém faltam estudos sobre o tema.

Na região de estudo ainda não há registro de sua ocorrência no ambiente natural, mas sabe-se que, mesmo sendo proibida, a espécie vem sendo cultivada no estado (IBAMA 2008). O capítulo I deste trabalho registra pouca frequência da espécie na região, o que indica que a pressão de propágulos é pequena, já que Lockwood *et al.* (2005) considera que esse fator é um elemento chave para explicar o sucesso ou não da introdução e estabelecimento de uma espécie no novo ambiente.

### **3.4.2. Bagre do canal**

Os impactos ambientais negativos oriundos da introdução de *Ictalurus punctatus* são bem conhecidos, como a alta capacidade predatória sobre outras espécies. Esta é uma espécie que se adapta a diversos tipos de habitat, incluindo açudes, lagos, rios, reservatórios e também estuários. A condição invasora da espécie gerou uma legislação específica, a Portaria 142/94 do IBAMA, que proíbe o cultivo da espécie nas áreas das bacias dos Amazonas e Paraguai. Porém, sabe-se que a espécie é cultivada em várias

regiões brasileiras, inclusive no estado do RS (Piedras & Bager 2007). O fato não ter havido registro desta espécie na região (Capítulo I) é atribuído ao receio que os produtores apresentam de informar sua presença, porém várias evidências indicam a presença da espécie na região, como a possibilidade de aquisição de alevinos em pontos de venda de produtos agropecuários, fotos de despescas de cultivos da região. Além do trabalho de Piedras *et al.* (2006), que registra a presença de cultivos de catfish no município de Pelotas.

O Jundiá *Rhamdia quelen* é uma espécie nativa da região pertencente a mesma Ordem do bagre do canal *I. punctatus* (**Siluriformes**), e apresenta um bom potencial de crescimento em cativeiro. Baldisserotto & Neto (2004) apresentam em detalhes os aspectos referentes ao cultivo desta espécie. Souza *et al.* (2005) compararam o crescimento e a sobrevivência das duas espécies e concluíram que o jundiá pode apresentar um rendimento mais eficiente que o bagre do canal nos meses de temperatura mais reduzidas.

### **3.4.3. Carpa capim**

Por sua forte preferência alimentar pela vegetação aquática, a espécie *Ctenopharyngodon idella* é muito utilizada no controle de macrófitas. Essa característica faz da carpa capim a espécie mais abundante e freqüente na região. O principal impacto relacionado à introdução da espécie no ambiente é a forte pastagem sobre as macrófitas, que pode levar a alterações na qualidade da água e na disponibilidade de locais de refúgio para alimentação e reprodução

A espécie já foi encontrada na região (Garcia *et al.* 2004), entretanto, são ocorrências casuais que não mostram o estabelecimento da espécie. Porém, a espécie apresenta um alto índice de ocorrência de estabelecimento (50%) nos países em que foi introduzida (Cudmore & Mandrak 2004). Um dos fatores que pode ser um limitante do estabelecimento da espécie é a condição requerida de temperatura da água entre 20°C e 30°C para a estimulação da desova, porém a espécie já foi encontrada desovando em águas com temperaturas abaixo de 15°C.

Esse fato nos mostra que apesar da espécie apresentar alguns requisitos para reprodução, ela também apresenta muitos dos fatores considerados importantes para classificá-la como possível invasora, o que nos leva a concluir que seu uso na aquicultura da região deve ser revisto.

#### **3.4.4. Carpa comum**

A espécie *Cyprinus carpio* está entre as mais utilizadas na piscicultura do estado, porém na região aparece com destaque somente no município de Rio Grande (Capítulo I), onde é desenvolvido o policultivo tradicional com as quatro carpas.

A espécie apresenta alta tolerância a variações ambientais. Tendo, inclusive já sido citada em áreas estuarinas na região do Mediterrâneo, onde a carpa comum tem um papel central (por competição), na estrutura da assembléia de tainhas, numa salinidade de até 13‰ (Vitule *et al.* 2009).

Diversos impactos são relacionados à introdução da carpa comum, entre eles está o hábito da carpa de revirar o fundo a procura de alimento, que faz com que partículas sólidas sejam suspensas na coluna d'água, reduzindo a transparência, causando

alterações nas comunidades bentônicas e de macrófitas, e também diminuindo a heterogeneidade de habitats das espécies nativas (Zambrano & Hinojosa 1999).

O fato de a espécie apresentar um amplo histórico de introduções em regiões fora de sua faixa de distribuição natural (FAO 2004), associado ao risco de fuga dos cultivos, já que algumas propriedades estão localizadas muito próximas a margem da Lagoa (Fig. I-1c), e de exemplares da espécie já terem sido encontrados na região da bacia Patos-Mirim (Garcia *et al.* 2004), devem ser considerados como fatores restritivos ao cultivo da espécie.

#### **3.4.5. Carpa cabeça grande e carpa prateada**

A espécie carpa cabeça grande apresenta uma ampla faixa de tolerância relacionada às condições ambientais, porém seu potencial invasivo é limitado principalmente pelas condições climáticas, especialmente a temperatura e o habitat de desova. A carpa prateada possui características muito semelhantes à carpa cabeça grande, porém apresenta um outro fator que pode limitar a sua distribuição no novo ambiente, a exigência de incubação dos ovos em águas com concentrações iônicas elevadas (Kolar *et al.* 2005).

No entanto, o fato de ambas as espécies apresentarem exigências para o seu estabelecimento não pode ser utilizado como argumento para permitir sua introdução, visto que inúmeros impactos negativos são relacionados à presença destas espécies em novas áreas. Entre eles podem ser citados alterações de habitat, alterações tróficas, deterioração da variabilidade genética, transmissão de doenças, entre outras (Kolar *et al.* 2005).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A introdução de espécies exóticas aquáticas está intimamente associada à aquicultura, já que escapes são inevitáveis, e fazem da atividade a principal fonte de dispersão de espécies para novos ambientes (Welcomme 1988, Naylor *et al.* 2001, Casal 2006). Agostinho *et al.* (2007) caracterizou alguns fatores que elevam o potencial da aquicultura em introduzir espécies exóticas, entre eles está à preferência por cultivo de espécies não nativas, o descuido com o confinamento, a precariedade das instalações, o cultivo em áreas sujeitas a inundações e ações imprudentes de manejo.

A aquicultura vem se tornando uma fonte de renda importante para muitos produtores agrícolas do estado (Cotrim 2002), porém, pouca atenção vem sendo dada aos efeitos potenciais que a introdução de peixes exóticos poderia acarretar ao meio ambiente e a biota nativa do entorno da Lagoa dos Patos. Tal preocupação começa a crescer em alguns setores da comunidade científica, principalmente porque a aquicultura beneficia geralmente o dono das terras, e não o pescador artesanal (Tapia & Zambrano 2003). O escape acidental pode afetar as espécies nativas que possuem importância comercial na pesca, o que pode vir a representar um elevado custo sócio-econômico para a região. Este custo pode ultrapassar o ganho inicialmente previsto para a aquicultura. Quando os custos dos danos se tornam aparentes, eles geralmente são pagos por qualquer outra pessoa (o público em geral), e não por aqueles que promoveram a introdução da espécie exótica. Desta forma é evidente que os tomadores de decisão necessitam investir mais em estudos básicos sobre os impactos potenciais da aquicultura na flora e fauna nativa, antes de permitir, ou mesmo incentivar, introduções de espécies exóticas (Vitule *et al.* 2009).

A maneira mais eficiente de evitar os impactos referentes a espécies exóticas é evitar a sua introdução, através de medidas preventivas como a conscientização e educação de técnicos, piscicultores e legisladores, o aprimoramento e aplicação efetiva das leis existentes no país (Vitule *et al.* 2006) e o incentivo à produção de espécies nativas (Baldisserotto 2009).

Este estudo mostrou que as espécies cultivadas na região do entorno do estuário da Lagoa dos Patos são predominantemente exóticas, incluindo algumas proibidas pela legislação do Rio Grande do Sul. Estas espécies exóticas são ‘oficialmente’ cultivadas com apoio técnico e/ou financeiro de órgãos públicos como as Universidades locais (FURG, UFPel e UCPel) e a EMATER. Enquanto não houver um empenho por parte dos envolvidos com a atividade, nenhum estudo sobre espécies invasoras terá resultados eficientes de prevenção de impactos. Os responsáveis técnicos ou legais devem se adaptar a legislação vigente. Porém, esta deve ser revista, já que é confusa (Vitule 2008) ou deixa margem para interpretações, conforme os interesses de alguns (Agostinho *et al.* 2007). Além disto, é importante lembrar que fiscalização é ineficiente, visto que a grande maioria dos cultivos é ilegal e não se tem controle das espécies que estão sendo produzidas.

O fato da piscicultura continental na região do entorno da Lagoa dos Patos apresentar uma baixa concentração de cultivos, em relação às outras regiões do estado e da região ainda não estar envolvida com a prática de produção comercial pode ser uma oportunidade para o ordenamento da atividade na região, antes que ela atinja sua maior potencialidade. Este estudo tentou dar uma base teórica para que a atividade seja realizada de maneira responsável, a fim de seguir a linha de produção sustentável, com o mínimo de impacto ambiental possível.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO AA & HF JULIO JR. 1996. Ameaça ecológica – Peixes de outras águas. *Ciência Hoje*, 21(124): 36-44
- AGOSTINHO, AA, LC GOMES & FM PELICICE. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem, 501 p.
- ALM. 2009. Caracterização Geral da Bacia da Lagoa. Agência de desenvolvimento da Lagoa Mirim. Disponível na Internet <http://alm.ufpel.edu.br/rhablm.htm>. Acesso em 20/02/2009.
- ALVES, CBM, V VONO & F VIEIRA. 2007. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and Prospects. In BERT T.M. (ed.), *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*. Florida: Springer, Cap. 16: 291–314.
- ARTHUR, JR. 2008. General principles of the risk analysis process and its application to aquaculture. In: MG BONDAD-REANTASO, JR SUBASINGHE & RP SUBASINGHE (Eds). *Understanding and applying risk analysis in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome, FAO N 519: 3-8
- ASMUS, ML. 1998. A planície costeira e a Lagoa dos Patos. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO. (Eds). *Os ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Ecoscientia, Cap. 3: 9-12
- ASMUS, ML. & PRA TAGLIANI. 1998. Considerações sobre manejo ambiental. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO. (Eds). *Os ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Ecoscientia, 341p.

- BALDISSEROTTO, B & J RADÜNZ NETO. 2004. Criação de Jundiá. Santa Maria: Ed. UFSM, 232p.
- BALDISSEROTTO, B. 2009. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(1): 291-299.
- BECKER FG & GROSSER, KM. 2003. Piscicultura e a introdução de espécies de peixes não-nativas no Rio Grande do Sul – Riscos ambientais. Fundação ZooBotânica do RS. Porto Alegre. 31p.
- BEMVENUTI, CE & NETTO, S. 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (South Brazil). *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, 58: 211-221.
- BRAUN, AS, PCC MILANI & NF FONTOURA. 2003. Registro da introdução de *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, Porto Alegre, 11(1): 101-102.
- BRITTON, JR, RR BOAR, J GREY, J FOSTER, J LUGONZO & DM. HARPER. 2007. From introduction to fishery dominance: the initial impacts of the invasive carp *Cyprinus carpio* in Lake Naivasha, Kenya, 1999 to 2006. *J. Fish Biol.* 71 (Supplement D): 239–257.
- CANONICO, GC, A ARTHINGTON, JK MCCRARY & ML THIEME. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* 15: 463-483.
- CAPÍTOLI, RR & CE BEMVENUTI. 2004. Distribuição do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na área estuarina da Lagoa dos Patos e Canal

- São Gonçalo. Anais do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Publ. ACIESP. 110(1):98-107.
- CASAL, CMV. 2006. Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*. Springer. 8: 3-11.
- CASTELLO, JP. 1985. La ecologia de los consumidores del estuario de la Lagoa dos Patos, Brasil. In: YÁÑEZ-ARANCIBIA (ed.) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards and ecosystem integration*. Mexico: Univ Nac Aut Mexico Press. 383-406.
- CDB. 2000. Report of the Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/COP/5/23. 206p.
- CHAO, LN, LE PEREIRA, JP VIEIRA, MA BEMVENUTI & LPR CUNHA. 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, 5 (1): 67-75.
- CLARK, J. 1996. *Coastal zone management: handbook*. Florida: CRC Press, 694p.
- CLOSS, D & UMF MEDEIROS. 1965. New observations on the ecological subdivision of the Patos Lagoon in Southern Brazil. *Bol. Inst. Cienc. Nat.* 24:1-35.
- CENR. 1999. *Ecological risk assessment in the Federal Government. Report COMMITTEE ON ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES CENR/5-99/001*. 219p.
- COPP GH, R GARTHWAITE & RE GOZLAN. 2005. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes: concepts and perspectives on protocols for the UK. *Sci. Ser. Tech Rep., Cefas Lowestoft*, 129: 32p
- COTRIM, DS. 2002. *Piscicultura – Manual prático*. 5. ed. Porto Alegre: Emater/RS, 40p.

- CROOKS JA. 2005. Lag times and exotic species: The ecology and management of biological invasions in slow-motion. *Ecoscience*, 12 (3): 316-329
- CUDMORE, B & NE MANDRAK. 2004. Biological synopsis of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). Can. MS rpt. Fish. Aquat. Sci. 2705: 44p.
- DE SILVA, SS, TTT NGUYEN, NW ABERY & US AMARASINGHE. 2006. An evaluation of the role and impacts of alien finfish in Asian inland aquaculture. *Aquacult. Res.*, 37: 1-17.
- FISHBASE. 2009. FROESE, R & D PAULY (Eds). World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (05/2009).
- FAO, 2004. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Stickney, R.R. In: FAO Fish. Aquac. Dep. [online]. Rome. Updated 1 January 2004. [Cited 19 June 2009]. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus\\_carpio/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio/en)
- FAO, 2009. Database on Introductions of Aquatic Species (DIAS). In: FAO Fish. Aquac. Dep. [online]. Rome. Acesso em 17 de junho de 2009. Disponível em : <http://www.fao.org/fishery/dias/en>
- GABRIELLI, MA & ML ORSI. 2000. Dispersão de *Lerneia cyprinacea* (Linnaeus) na região norte do Estado do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, 17(2):395-400
- GARCIA, AM, D LOEBMANN, JP VIEIRA & MA BEMVENUTI. 2004. First records of introduced carps (Teleostei, Cyprinidae) in the natural habitats of Mirim and Patos Lagoon estuary (South Brazil). *Rev. Bras. Zool.*, 21(1):157-159.
- HENRY-SILVA, GG & AFM CAMARGO. 2008. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. *Bol. Inst. Pesca São Paulo*, 34(1): 163-173.

- IBAMA. 2001. Estatística da pesca 2000. Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 16p.
- IBAMA. 2008. Estatística da pesca 2006. Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 174p.
- KOLAR, CS & DM LODGE. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol. Evol.*, 16(4): 199-204.
- KOLAR, CS, DC CHAPMAN, WRC COURTENAY JR, CM HOUSEL, JD WILLIAMS & DP JENNINGS. 2005. Asian Carps of the Genus *Hypophthalmichthys* (Pisces, Cyprinidae) - A Biological Synopsis and Environmental Risk assessment. U.S. Fish and Wildlife Service. 183 p
- KENNISH, MJ. 1986. Ecology of estuaries. Vol. I: Physical and chemical aspects, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- LATINI, AO & M PETRERE JR. 2004. Reduction of a native fish fauna by alien species: a example from Brazilian freshwater tropical lakes. *Fish. Manag. Ecol.*, 11: 71-79.
- LEUNG, KMY & D DUDGEON. 2008. Ecological risk assessment and management of exotic organisms associated with aquaculture activities. In: MG BONDAD-REANTASO, JR SUBASINGHE & RP SUBASINGHE (Eds). *Understanding and applying risk analysis in aquaculture*. Rome: FAO Fish. Aquac. Tech. Pap.. 519:67-100.
- LOCKWOOD, J, P CASSEY & T BLACKBURN. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trend. Ecol. Evol.* 20(5): 223-228

- MARDINI, CV, CMB VILLAMIL, JCA SEVERO, KA MOREIRA, L BELTRÃO & RG CALONE. 1997. Caracterização preliminar do perfil da piscicultura desenvolvida no Rio Grande do Sul. Boletim FEPAGRO. Porto Alegre, 6: 24 p
- MARQUES RV & J JEFFMAN. 2003. Princípios de conservação ambiental que necessitam ser respeitados para que seja possível uma real sustentabilidade da atividade de aquicultura. Rev. Cent. Ciênc. Admin., Fortaleza, 9(2):220-228.
- MILI, PSM & RL TEIXEIRA. 2006. Notas ecológicas do bagre-africano, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Teleostei, Clariidae), de um córrego do Sudeste do Brasil. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, 19: 45-51.
- MOYLE, PB & T LIGTH. 1996. Fish invasions in California: do abiotic factors determine success? Ecology. 77(6): 1666-1670.
- MOYLE, PB & T LIGTH. 1996a. Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. Biol. Conserv. 78: 149-161.
- NAYLOR RL, SL WILLIAMS & DS STRONG. 2001. Aquaculture – A gateway for exotic species. Science. 294:1655-1656
- ORSI ML & AA AGOSTINHO. 1999. Introduções de espécies de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da bacia do rio Paraná, Brasil. Rev. Bras. Zool. 16: 557-560.
- OSTRENSKY, A, JR BORGHETTI & D SOTO. 2008. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília. 276p.
- PHILLIPS, MJ & RP SUBASINGHE. 2008. Application of risk analysis to environmental issues in aquaculture. In: MG BONDAD-REANTASO, JR SUBASINGHE & RP SUBASINGHE (Eds). Understanding and applying risk analysis in aquaculture. FAO Fish. Aquac. Tech. Pap. Rome, 519: 3-8.

- PIEDRAS, SRN, JLO POUHEY & PRR MORAES. 2006. Comportamento alimentar e reprodutivo de peixes exóticos e nativos cultivados na zona sul do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Agrocienc.* 12(3): 341-344.
- PIEDRAS, SRN & A BAGER. 2007. Caracterização da Aquicultura desenvolvida na Região Sul do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Agrocienc.* 13: 403-407.
- POERSCH L, RO CAVALLI, W WASIELESKY, JP CASTELLO & SRM PEIXOTO. 2006. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no Estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36(4): 1337-1343.
- POLI, CR, A GRUMANN & JR BORGHETTE. 2000. Situação atual da aquicultura na região sul. In: VALENTI, WC, CR POLI, JA PEREIRA & JR BORGHETTI (eds) *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*, Brasília: CNPq/MCT, 323-351.
- QUEROL, MVM, E QUEROL, EFC PESSANO & CLO AZEVEDO. 2005. Ocorrência da carpa húngara, *Cyprinus carpio* (Linnaeus,1758) e disseminação parasitária, no arroio Felizardo, bacia do médio rio Uruguai, Uruguaiana, RS, Brasil. *Biodiv. Pamp. PUCRS, Uruguaiana*, 3: 21-23.
- RAMOS, LA & JP VIEIRA. 2001. Composição específica e abundância de peixes de zonas rasas dos cinco estuários do Rio Grande do Sul, Brasil. *Bol. do Inst. de Pesca, São Paulo*, 27: 109-121.
- REIS EG, & F DINCAO. 2000. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: an effort towards community based management. *Ocean Coast. Manage.*, 43:585-595.
- SEELIGER, U & B KJERFVE. 2001. *Coastal Marine Ecosystems of Latin American*. Springer Verlag, Berlin. 360P.

- SEELIGER, U, CSB COSTA & PC ABREU. 1998. Ciclos de produção primária. In: U. SEELIGER, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (Eds). Os ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil. Ecoscientia, Rio Grande. 341p.
- SIKDER, IU, S MAL-SARKAR & TK MAL. 2006. Knowledge-Based Risk Assessment Under Uncertainty for Species Invasion. *Risk Analysis*, 26 (1): 239-252.
- SILVA, KB & AO LATINI. 2007. Pesca atenuando os impactos de peixes exóticos sobre peixes nativos em lagos do médio Rio Doce, MG. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG
- SOSINSKI, LTW. 2004. Introdução da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e suas conseqüências para a comunidade aquática dos rios de altitude do sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 254p.
- SOUZA, LS, JLOF POUHEY, SO CAMARGO, BS VAZ. 2005. Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia* sp) no outono–inverno do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*. 35 (4): 891-896.
- TAPIA M & L ZAMBRANO. 2003. From Aquaculture Goals to Real Social and Ecological Impacts: Carp Introduction in Rural Central México. *Ambio*. 32(4): 252-257.
- TROCA, DFA, JP VIEIRA & AM GARCIA. Caracterização da atividade de piscicultura no entorno do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Submetido à Revista *Ciência Rural* em 1/06/2009
- TUCKER, CS. 1985. Channel Catfish Culture. Elsevier, Amsterdam. 658p.
- VALENTI, WC, CR POLI, JA PEREIRA & JR BORGHETTI. 2000. Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq/MCT, 399 p.

- VIEIRA, JP, MDM BURNS, M LOPES, V LEMOS & AM GARCIA. Biological Invasions in Southern Brazil: the case of São Gonçalo Channel and Mirim Lagoon. Submetido à Biological Invasions
- VITULE, JRS, CA FREIRE & D SIMBERLOFF. 2009. Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. *Fish and Fisheries*, 10: 98-108.
- VITULE, JRS. 2008. Distribuição, abundância e estrutura populacional de peixes introduzidos no rio Guaraguaçu, Paranaguá, Paraná, Brasil. Tese do Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 162 p.
- VITULE, JRS, SC UMBRIA & JMR ARANHA. 2006. Introdução de espécies, com ênfase em peixes de ecossistemas continentais. In: Revisões em Zoologia - I: Volume comemorativo dos 30 anos do Curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Paraná, Cap. 10: 217-229.
- WELCOMME RL. 1988 . International introductions of inland aquatic species. FAO – Fish. Tech. Pap., Rome, 294: 318p.
- WILLIAMS SL & ED GROSHOLZ. 2008. The Invasive Species Challenge in Estuarine and Coastal Environments: Marrying Management and Science. *Estuaries and Coasts*: J CERF 31: 3-20.
- ZAMBRANO, L. & D. HINOJOSA. 1999. Direct and indirect effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on macrophyte and benthic communities in experimental shallow ponds in central Mexico. *Hydrobiologia*, 408/409:131-138
- ZAMBRANO, L, E MARTÍNEZ-MEYER, N MENEZES, AT PETERSON, 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63: 1903-1910

ZILLER, SR, SM ZALBA & RD ZENNI. 2007. Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Programa de espécies exóticas invasoras para a América do Sul, The Nature Conservancy. Programa Global de Espécies Invasoras. 62p.