

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
NÍVEL MESTRADO

MATEUS EVANGELISTA LEAL

TÍTULO: RE-INTRODUÇÃO DO DOURADO (*Salminus brasiliensis*) NAS
CABECEIRAS DO RIO DOS SINOS: O EFEITO DA DENSIDADE SOBRE A
DISPERSÃO.

SÃO LEOPOLDO

2009

Mateus Evangelista Leal

TÍTULO: RE-INTRODUÇÃO DO DOURADO (*Salminus brasiliensis*) NAS CABECEIRAS DO RIO DOS SINOS: O EFEITO DA DENSIDADE SOBRE A DISPERSÃO.

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Orientador: Prof. Dr. Uwe Horst Schulz

São Leopoldo

2009

L435r

Leal, Mateus Evangelista.

Re-introdução do dourado (*salminus brasiliensis*) nas cabeceiras do Rio dos Sinos : o efeito da densidade sobre a dispersão / Mateus Evangelista Leal. - 2009.

36 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, 2009.

"Orientador: Prof. Dr. Uwe Horst Schulz".

1. Dourado (Peixe). 2. Ecossistemas - Sinos, Rio dos (RS). I. Título.

CDD-597.72

CDU 597.551.2

Catálogo na publicação: Bibliotecário Flávio Nunes, CRB 10/1298

*Dedico esta dissertação a
todas as pessoas que me
apoiaram, a meu pai Renato,
minha avó Emir, minha*

esposa Taís e minha filha

Luiza.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a...

Meu pai Renato Petry Leal pela inspiração de almejar o nível de biólogo e pessoa que ele é, e nunca conseguir...

A minha avó Emir, por até nos momentos mais difíceis de sua vida ter um tempinho para um gostoso bate-papo...

A meu irmão, por voltar da Alemanha e ainda gostar de carne de gado...

Ao pessoal do COMITESINOS, Débora e Viviane pelo profissionalismo em nossas parcerias...

Agradeço a meus financiadores, UNISINOS, DUMOND e PETROBRAS.

Ao meu orientador por em algumas vezes ter excesso de confiança em meu trabalho...

À equipe do Laboratório de Ecologia de Peixes, por eu ter a quem xingar e ao mesmo tempo descontraír em meio a muito trabalho...

Aos sócios e amigos da Animalplan, Theo (dindo), Leomar e Kinho...

À pessoa que me amparou nas horas certas, me norteou para decisões não equivocadas, e mesmo quando eu cometi meus maiores erros esteve sempre ao meu lado....minha amada esposa Tais.

E a pessoinha que certamente já estará neste mundo quando eu receber meu título de Mestre em Biologia, minha filhinha....Luiza.

RESUMO

O principal objetivo de um programa de repovoamento é a restauração de estoques naturais. O Rio dos Sinos está listado como um dos oito rios mais poluídos do país e atualmente programas de revitalização estão sendo desenvolvidos para recuperar os danos causados. O dourado (*Salminus brasiliensis*) é uma espécie ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul amplamente estudada na bacia. O estudo tem como objetivo reintroduzir juvenis de dourado nas cabeceiras do Rio dos Sinos e testar o efeito da densidade na dispersão. Na avaliação foi utilizada radiotelemetria, onde nanotags foram introduzidos em 25 dourados, sub-amostra de 200 peixes liberados. Os peixes foram soltos em dois eventos um em menor densidade (0,017 peixes/m²) e outro em maior densidade (0,040 peixes/m²). Foram rastreados durante 120 dias. A taxa de permanência foi de 68%, inoperância 20% e emigração de 12%. O pico de deslocamento ocorreu nos dias iniciais à introdução. Os peixes do primeiro evento deslocaram-se menos que os do segundo. Pode-se inferir com os resultados que o programa de reintrodução foi um sucesso em curto prazo e que a dispersão é dependente da densidade, ocorrendo nos primeiros dias após a introdução. As informações obtidas servem como base para um programa de restauração da população.

Palavras-chave: Dourado, *Salminus brasiliensis*, repovoamento, densidade, dispersão.

ABSTRACT

The main goal of restocking programs is the natural stocks restoration. The Sinos River are listed as one of the eight most polluted rivers in the country, and now, revitalization programs are being developed to recover the damages. The dorado (*Salminus brasiliensis*) is an endangered species in Rio Grande do Sul, widely studied in the basin. The objectives of that study is reintroduce dorado juvenile in headwaters of the Sinos River and test the effect of density on displacement. In the assessment was used radiotelemetry, where nanotags were introduced in 25 dorado, sub-sample of 200 fish released. The fish were released at two events, one in a lower density (0.017 peixes/m²) and another at higher density (0.040 peixes/m²). Were screened for 120 days. The site fidelity was 68%, 20% inefficiency and emigration 12%. The peak of displacement occurred in the early days of the introduction. The individual's movements in the first event are less than those of the second. The reintroduction program results were a success in the short term, and that displacement is density dependent occurring in the first days after introduction. The obtained information as the basis for a restoration program of the dorado population.

Keywords: Dorado, *Salminus brasiliensis*, restocking, density, displacement.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Área de estudo.....	34
FIGURA 2 - Barreira natural.....	34
FIGURA 3 - Distância média percorrida (m/dia) nos primeiros 10 dias de introdução.....	35
FIGURA 4 - Deslocamento médio em classes temporais de 15 dias.....	35
FIGURA 5 - Média das distâncias percorridas (m/dia) durante 35 dias.....	36
FIGURA 6 - Padrões de formação de cardume.....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Valores referentes aos dois eventos de introdução.....	33
TABELA 2 - Número de observações de deslocamento (m/dia) para 35 dias pós-introdução de L1, L1-2 e L2.....	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
2.1 Área de estudo.....	16
2.2 A soltura.....	17
2.3 O rastreamento.....	18
2.4 Avaliação de dados.....	20
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSSÃO.....	23
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
6. LISTA DE TABELAS.....	33
7. LISTA DE FIGURAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos brasileiros estão entre os mais ricos do mundo. Significativos em termos globais de biodiversidade possuem 25% das algas, 33% de poríferas, 25% de rotíferas, 20% de cladóceras e 21% de peixes do planeta (Thomson Corporation, 2005). Dos 21% de espécies ícticas, mais de 5000 são peixes de água doce ou águas interiores (Reis *et al.* 2003). Esta alta biodiversidade é ameaçada pelo desenvolvimento econômico do país quando medidas de mitigação, proteção ou recuperação deixam de ser tomadas.

A lista brasileira de espécies aquáticas ameaçadas inclui 44 espécies de invertebrados, 134 peixes e 16 anfíbios (MMA, 2004). A vulnerabilidade das espécies ocorre nas regiões mais desenvolvidas do país. A perda de biodiversidade em águas interiores brasileiras está ligada a poluição, eutrofização, erosão, represamentos e controle de cheias, pesca e introdução de espécies (Agostinho *et al.* 2005). A introdução de espécies pode ser a mais danosa a estrutura da biocenose, pois é de difícil correção.

Introduções de peixes são práticas comuns no Brasil. No entanto uma política interna de repovoamento não existe e procedimentos básicos avaliando riscos ambientais e de estimativas da capacidade de suporte dos ecossistemas são ignorados (Agostinho *et al.* 2005). A introdução de espécies exóticas normalmente é criminosa (p.ex. Introdução de trutas arco-íris em São José dos Ausentes/RS para a pesca esportiva) e/ou acidental (p.ex. Escapes de carpa comum de estações de aquicultura). Enquanto programas de repovoamento implicam na correção de um determinado desequilíbrio com a utilização de estoques nativos.

A compensação do estoque natural de peixes com espécies de criatórios é uma das ações primárias tomadas em resposta ao declínio da ictiocenose ou como forma de compensar a redução do estoque devido à morte de peixes, sobre-pesca ou degradação ambiental (Cowx, 1994; Grabowski & Jennings,

2009). Agostinho *et al.* (2005) ressaltam que os aspectos abordados com programas de repovoamento não devem estar ligados somente com o bem estar do espécime, mas principalmente com a correção da origem do problema.

As falhas mais comuns dos programas de repovoamento em águas brasileiras são: a escolha equivocada das espécies para a soltura; densidade inadequada; indivíduos de tamanho ou idade não adequada; áreas de soltura inapropriada ou a temporada errada (Agostinho *et al.* 2005). Em muitos casos, após um evento de repovoamento, nenhum peixe introduzido é recapturado (Agostinho *et al.* 2004). Apesar disto, o repovoamento é uma ferramenta potencial para a correção dos efeitos antrópicos na ictiocenose.

Segundo a agência ambiental inglesa (Environment Agency/UK, 2009) os principais objetivos de programas de repovoamento são: preenchimento de habitats vagos (p.ex. formação de uma represa alterando o ambiente fluvial, fenômeno que altera as propriedades da água favorecendo o estabelecimento de algumas espécies); medidas de mitigação (p.ex. compensação pela diminuição no recrutamento de peixes migradores por causa de barragens); enriquecimento (p.ex. incremento populacional de espécies em declínio para a pesca) e restauração (p.ex. introduções para o re-estabelecimento de populações auto-sustentáveis depois de desastres ambientais).

Um programa de repovoamento conservacionista possui maior êxito com introdução de peixes juvenis (Stotrupa *et al.* 2002). O foco principal é conservar a variabilidade genética e fenotípica da população (Youngson & Verspoor, 1999). Em muitos casos, reintroduções com o objetivo de reverter o declínio populacional não são eficientes. Nilson *et al.* (2008) relatam que a introdução repetida de *Salmo salar* e *Salmo trutta* no rio Sävara (Suécia), não resultou aumento populacional decorridos 17 anos.

Peixes de criatórios tendem a se comportar de forma diferente de peixes selvagens. Estudos desenvolvidos com salmonídeos demonstram esta tendência (Huntingford, 2004). A redução do repertório comportamental de peixes criados em cativeiro é causada pela ausência de alguns estímulos e

processos seletivos da vida silvestre, como a busca de alimento ou fuga de predadores (Curio, 1993; Mirza & Chivers, 2000).

As taxas de sobrevivência dos peixes introduzidos estão relacionadas com fatores limitantes do sucesso da introdução, como a temporada de introdução (sazonalidade), local de introdução (tipo de ambiente aquático); acondicionamento (alteração da alimentação); aclimatação (ambientação no local de soltura) e seleção das matrizes (variabilidade genética) (Aprahamian *et al.* 2003; Agostinho *et al.* 2005).

A densidade de estocagem é considerada um estressor crônico comportamental de peixes (Nieuwegiessen *et al.* 2008) que pode inviabilizar a restauração da população. Experimentos de estocagem são experimentos de competição onde o crescimento e mortalidade são variáveis que refletem o efeito da competição (Fréchettea *et al.* 2005). Após o repovoamento peixes introduzidos entram em competição interespecífica e intraespecífica, onde os habitats ocupados diminuem os recursos disponíveis ocasionando a dispersão ou mortalidade dos indivíduos.

A dispersão é altamente dependente de fatores como o tamanho populacional, competição por recurso, qualidade e tamanho do habitat, e, capacidade de suporte do habitat (Bowler & Benton, 2005). Em organismos com interações comportamentais bem desenvolvidas, indivíduos maiores tendem a ser mais agressivos e monopolizar os recursos (Gardeur *et al.* 2001) causando a dispersão dos demais. Peixes estocados na piscicultura submetidos ao aumento da densidade tendem como resposta ao comportamento agonístico, aumentar o número de escapes ou a dispersão (Nieuwegiessen *et al.* 2008).

Peixes migradores refletem as condições dos ambientes aquáticos por utilizarem extensos trechos dos rios em seu ciclo de vida. Podem ser definidos como espécies guarda-chuva. O esforço destinado em reestabeler as condições naturais de uma biocenose são baseadas na resposta das espécies guarda-chuvas (Roberge & Angelstam, 2004). Agostinho *et al.* (2005) sugerem programas de repovoamento baseado em algumas espécies chave, entre elas o dourado (*Salminus brasiliensis*) devido a sua popularidade e histórico cultural.

O dourado, *S. brasiliensis* (Cuvier, 1816) é carnívoro e topo da pirâmide trófica. Um dos grandes migradores de águas tropicais (Agostinho *et al.* 2003; Sato & Godinho, 2003; Zaniboni Filho & Schulz, 2003) encontra-se na categoria vulnerável a extinção no Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas do Rio Grande do Sul (Fontana *et al.* 2003). Utilizado como espécie bandeira em programas ambientais desenvolvidos na bacia do rio dos Sinos (COMITESINOS, 2009), representa bem a atual condição das águas.

O rio dos Sinos, principal curso hídrico da bacia, é afetado por impactos agudos e crônicos (desmatamento, esgoto cloacal e industrial) (Schulz *et al.* 2006; FEPAM, 2009) provocadores de mortalidades superiores a 80 toneladas de diferentes espécies entre os anos de 2006 e 2007 (FEPAM, 2007). Peixes de vários níveis tróficos foram afetados, entre eles o birú (*Cyphocharax voga*), branca (*Oligosarcus sp.*), pintado (*Pimelodus maculatus*) e grumatã (*Prochilodus lineatus*). Nenhum indivíduo de dourado (*S. brasiliensis*) foi visualizado. Eventos constantes de mortalidade em vários pontos do rio e a poluição caracterizaram o rio dos Sinos como um dos oito rios mais poluídos do Brasil (ANA, 2009).

Projetos de mobilização social, educação ambiental e ecologia são desenvolvidos desde o ano de 2000 com previsão até 2011. Os principais são o programa permanente de educação ambiental da bacia Sinos; projeto dourado fase I - ecologia, educação ambiental e piscicultura; projeto dourado fase II - multiplicadores; plano piloto de recomposição da mata ciliar da bacia do rio dos sinos; projeto verde sinos; projetos municipais de recomposição da mata ciliar; plano sinos - projeto de elaboração do plano de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio dos Sinos e projeto de recomposição da mata ciliar da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, BR448 (COMITESINOS, 2009).

Experimentos com o comportamento reprodutivo de dourados no rio dos Sinos demonstram que os peixes se deslocam mais de 100 km rio montante para a reprodução (Burns, 2004), selecionando como área de estadia durante a temporada pré-reprodutiva locais com grande concentração de vegetação e banhados (da Costa, 2002). Segundo da Costa (2002) e Burns (2004) a ocorrência

de dourado esta ligado com a presença de estruturas como árvores tombadas no rio e presença de vegetação ripária.

Apesar da reprodução evidente, a variabilidade genética da população de dourados é oito vezes menor que a população do rio Uruguai (Machado *et al.* 2005). Indicador da baixa abundância de indivíduos da espécie ou barreiras para o fluxo genético. A população de dourados, outrora abundante no Rio dos Sinos, encontra-se em declínio. Um exemplo foi a não ocorrência de dourado da mortalidade de 2006 e 2007.

A atual situação do rio dos Sinos amparado com projetos de restauração e a investigação sobre parâmetros biológicos e ecológicos da espécie na bacia transformaram o dourado em candidato para um programa de repovoamento. O presente estudo é parte de um programa que visa a reintrodução de juvenis de dourado em áreas de cabeceiras onde historicamente eles existiram, e tem o objetivo de avaliar o sucesso da medida em curto prazo. O trabalho investiga a influência da densidade sobre a dispersão dos peixes introduzidos. Espera-se ao final do estudo, que o dourado estabeleça-se nas regiões de introdução, futuramente formando uma população auto-sustentável.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos situa-se geograficamente no extremo Sul do Brasil, nordeste do Rio Grande do Sul, pertencendo ao Sistema do Rio Guaíba (FEPAM, 2009). A bacia abrange uma área de 3.800 km², e uma malha hídrica de aproximadamente 3.471 km de extensão (Schulz *et al.* 2006). O clima predominante é o subtropical, e situa-se na região fitogeográfica de Floresta Estacional Semidecidual, da qual 90% da área original já removida (IBGE, 1986). A distância aproximada da nascente até a foz é de 190 km (Schulz *et al.* 2006).

A área selecionada para a introdução foi o trecho superior (cabeceiras) do Rio dos Sinos, onde historicamente ocorria a presença de dourado (Fig.1). A

cabeceira do rio se caracteriza estruturalmente pelo sistema “corredeira-poço-corredeira”, com poços variam de um a cinco metros de profundidade e cascatas que podem chegar a dois metros de altura. É um trecho de alta declividade onde as cotas de relevo decrescem oito metros por quilometro referente ao nível do mar.

A vegetação riparia se encontra em boas condições, composta em grande maioria por plantas nativas que cobrem quase toda a extensão do rio nas áreas de cabeceiras. A ausência de substrato particulado fino propicia à água uma alta transparência, facilitando a visualização dos peixes.

2.2 A soltura

O estudo foi desenvolvido entre janeiro e junho de 2009. Foram selecionados três poços em um determinado trecho na área de estudo a 13 km da nascente. Os poços estavam próximos, dois com 10 m e o terceiro a 200m de distância. A profundidade dos poços variava entre um e quatro metros, com superfície média de 1.200 m². Pequenas cascatas de até dois metros de queda d'água separavam os poços.

A soltura foi dividida em dois lotes em baixa densidade soltos no mesmo trecho em datas diferentes. O primeiro lote (Lote 1) foi introduzido no dia 27 de janeiro com a soltura de 60 indivíduos. No experimento este lote representava uma densidade menor com 0,017 indivíduos m⁻². No dia 10 de março foi solto o segundo lote (Lote 2) com 140 indivíduos. Este grupo equivale a uma densidade maior com 0,040 indivíduos m⁻². A densidade foi inferior à estocagem de dourados adultos em cativeiro onde se empregava um indivíduo/m³ de água, referencia da estação de piscicultura que forneceu os indivíduos.

Espera-se a seguinte resposta no experimento: O deslocamento médio em metros do Lote 1 em menor densidade se altere quando ocorra a introdução do Lote 2 em maior densidade, e, o segundo lote em maior densidade possua maior média de deslocamento em comparação ao Lote 1. Devido a possível

alteração na movimentação do Lote 1 após a introdução do Lote 2, foi definido como Lote 1-2. Os peixes foram soltos em dois lotes devido ao principal objetivo do experimento, o repovoamento. O exercício em dois eventos de soltura maximiza o potencial sucesso do programa.

Os juvenis de dourado, procedentes de matrizes originárias do rio dos Sinos foram produzidos em uma piscicultura especializada em espécies nativas. Os peixes possuíam três meses de vida no primeiro evento de soltura e quatro meses no segundo. O comprimento total dos indivíduos variava entre 18 e 25 cm.

Todos os peixes foram marcados com um corte da nadadeira adiposa (Schulz, 1997), assim os peixes do criatório em uma futura captura, podem ser diferenciados dos selvagens. Uma sub-amostra de 25 indivíduos, representativo da população a ser introduzida (12,5% de 200), foi marcada com radiotransmissores digitais, tipo nanotag, vida útil de 87 dias (LOTEK, Canadá). No primeiro evento de soltura 13 peixes foram marcados com rádio-transmissores, no segundo evento 12.

Os procedimentos de implantação dos transmissores seguiram o protocolo de Schulz & Leuchtenberger (2006) com duração média de 2 minutos para cada cirurgia. A relação do peso do transmissor com o peso dos juvenis variou de 2,3% (90g) a 0,7% (300g). Nenhum peixe morreu durante o procedimento e todos transmissores estavam operacionais.

2.3 O rastreamento

A localização dos juvenis marcados com radiotransmissores foi efetuada por rastreamento móvel e estações fixas. No monitoramento móvel foi utilizado receptor digital (Lotek SX400A-W5XS). O rastreamento foi realizado a pé, de carro e de avião. O rastreamento ocorreu de 27 de janeiro de 2009 a 30 de junho de 2009 em toda a área de estudo (cabeceiras), totalizando 120 dias. Os campos ocorriam duas vezes por semana com duração aproximada de 10h cada.

O início da localização ocorria de carro. Quando um sinal era captado a aproximação foi feita a pé até a identificação do código e localização do peixe. O monitoramento móvel de avião era utilizado quando um código não era encontrado após duas semanas consecutivas de rastreamento ou com a emigração de um peixe para fora da área de estudo (dados das estações fixas). Foram realizados 10 sobrevôos. Nem todos os códigos dos peixes rastreados foram captados em consecutivas amostragens, alguns apenas uma vez por semana, ou somente por avião. As posições encontradas foram registradas com GPS Etrex Vista HCX com três metros de erro, e as coordenadas em UTM transferidas para o ARCGIS 9.2.

O monitoramento fixo era composto por duas estações fixas com antenas Yagi de quatro elementos rígidos, posicionadas as margens do rio e conectadas a um datalogger digital (Lotek SX400A-W7). Passagens de dourados marcados foram registrados com o código específico do peixe, data e horário da passagem. As estações fixas monitoravam permanentemente a dispersão dos peixes na área de estudo.

A estação fixa I foi instalada no limite superior da área de planície a 28 km jusante do trecho de soltura. A movimentação de um peixe monitorado a jusante da estação era considerado emigração da área de estudo. A estação fixa II foi instalada a 35 km jusante da estação fixa I e 63 km jusante do trecho de soltura. Registros de Burns (2004) constataam a presença de dourados adultos na época reprodutiva neste trecho da área de planície. A distância total de malha hídrica percorrida na área de monitoramento (cabeceiras) era de 35 km montante e 35 km jusante, totalizando 70 km/dia. A largura média do rio nos trechos monitorados variava de quatro a seis metros.

Quando um transmissor não tinha registros por algum tipo de rastreamento (fixo ou móvel) por duas semanas, era considerado inoperante. O termo inoperante foi utilizado levando-se em consideração que peixes predados por agentes naturais mantêm seu funcionamento, neste caso um agente antrópico pode destruir ou transferir o transmissor para uma área fora da

abrangência do monitoramento. O mal funcionamento do equipamento não pode ser determinado por possível presença de agentes antrópicos.

2.4 Avaliação de dados

A distância absoluta percorrida foi calculada seguindo a fórmula ($P_{t+1} - P_t$), onde P_t é a posição do indivíduo no tempo t e P_{t+1} é a posição do mesmo indivíduo no tempo $t+1$, sendo utilizada para avaliar a dispersão em relação ao ponto de soltura (Grabowski & Jennings, 2009). O resultado foi dividido pelo número de dias que decorreram a um novo rastreamento, produzindo assim a distância percorrida em metros por dia. As distâncias médias percorridas quando necessário, foram transformadas com o Log_{10} da distância + 1, e comparadas com o teste paramétrico ANOVA.

No deslocamento às margens do rio para a localização dos peixes com transmissores, informações sobre a posição de cada peixe no recurso eram anotadas. Estas categorias foram criadas a partir de visitação prévia a área de estudo. As informações foram utilizadas para avaliar se os peixes reintroduzidos possuem preferência por algum habitat específico e se possuem o mesmo comportamento de grupo. Os dados foram comparados com testes não paramétricos e ANOVA entre os dois lotes introduzidos com o software SYSTAT 12. .

A localização dos peixes foi realizada referente ao posicionamento dos indivíduos em poços ou corredeiras. Foram categorizada como: superior, parte média e inferior; comprimento do poço ou corredeira (<10 m, 10 a 20 m e >20 m) e a profundidade média do poço ou corredeira (<1 m; 1 a 2 m; >2 m). Quando possível visualizar um indivíduo ou mais marcados com transmissores, aspectos de comportamento em grupo dos peixes foram categorizados como: agrupados (sim e não); número de peixes no grupo e formato do cardume (triangular, paralelo, em fila e desagrupados).

3. RESULTADOS

Os peixes foram rastreados por um período de 120 dias, com total de 359 localizações. Nem sempre foi possível rastrear todos os peixes introduzidos. Os peixes do Lote 1 (L1) permaneceram nos poços de soltura até 20 dias, quando ocorreu a saída do último espécime com transmissor. A saída foi gradual, onde os peixes dispersaram esporadicamente, sem sincronia. Na segunda introdução não foram visualizados dourados do L1 nos poços de soltura. Os peixes do Lote 2 (L2) dispersaram do ponto inicial de introdução em 10 dias, onde um indivíduo no primeiro dia de soltura e os demais de forma sincrônica nos dias restantes. A dispersão total pode ter ocorrido entre seis e 10 dias pós introdução devido ao tempo entre os rastreamentos.

Dos peixes marcados com transmissores (25 indivíduos) 12% (3 indivíduos) emigraram da área de estudo continuando no rio dos Sinos, se deslocando até a planície. Uma taxa de 20% (5 indivíduos) desapareceram da área de estudo e nunca foram captados pelas estações fixas ou monitoramento móvel. Um desapareceu no dia da introdução (Lote 2) e quatro dos primeiros dias (um Lote 1 e três Lote 2). A permanência na área de estudo foi de 68% (17 indivíduos).

Após os eventos de introdução, apenas um peixe monitorado, pertencente ao Lote 2 se agrupou com peixes introduzidos no Lote 1, permanecendo até o fim da vida útil do transmissor. Os outros indivíduos formaram grupos distintos por evento de introdução. O deslocamento dos dourados não foi impedido por barreiras naturais ou artificiais do rio. Os deslocamentos para montante e jusante ocorreram em filetes de água de até 10 cm de profundidade, o que também não interferia na transposição obstáculos como barragens e cascatas de até dois metros de altura (Fig. 2).

Ao decorrer do experimento, os peixes foram demonstrando maior adaptação ao local da introdução. Isto que dificultava a localização visual mesmo com o auxílio da radiotelemetria. Alterações na coloração auxiliavam na camuflagem dos dourados com o fundo do rio, e à resposta a presença do

pesquisador resultava na rápida dispersão do peixe. Fenômeno que não ocorreu nos primeiros monitoramentos.

As distâncias médias de deslocamento em metros por dia durante os 90 dias para cada evento de introdução estão expressas na Tabela 1. Não existe diferença significativa no comprimento médio (cm) entre os peixes introduzidos entre os eventos de soltura ($F=1,78$; g.l.=199; $p>0,05$) assim, o comprimento do indivíduo não influenciou na média de deslocamento.

A distância média percorrida pelos indivíduos do Lote 1 ($N=27$; $\bar{x}=24,30\pm 10,65$ erro padrão) e Lote 2 ($N=29$; $\bar{x}=296,34\pm 94,73$ erro padrão) nos 10 primeiros dias após as introduções foram utilizadas para testar o efeito imediato da densidade de indivíduos (Fig. 3). Em um curto espaço de tempo, peixes do Lote 2 tiveram maior dispersão ($F=7,582$; g.l.=55; $p=0,008$).

Agrupados na mesma escala temporal, em períodos de 15 dias, as médias de deslocamento em metros dos peixes não possuíram diferença significativa entre os indivíduos introduzidos nos dois eventos, mas demonstra a maior movimentação nos primeiros 45 dias pós-introdução (Fig. 4). Ao decorrer do tempo, os deslocamentos têm sua média diminuída.

As médias de deslocamento (m/dia) dos peixes dos diferentes lotes, nos primeiros 35 dias, demonstram diferença significativa entre os tratamentos ($F=9,28$; g.l.=211; $p<0,001$) (Fig. 5). O teste de Tukey *a posteriori* revelou uma diferença significativa entre o Lote 1 e Lote 2 ($p<0,001$).

Os peixes do Lote 1 foram encontrados em áreas com profundidades superiores a dois metros ($X^2=10,432$; g.l.=2; $p<0,05$) enquanto os do Lote 2 eram encontrados em todas as profundidades ($X^2=3,596$; g.l.=2; $p>0,05$).

Os peixes do Lote 1 e Lote 2 visualizados durante o monitoramento formavam grupos (L1: $X^2=7,811$; g.l.=1; $p=0,005$ e L2: $X^2=3,447$; g.l.=1; $p=0,065$) de número médio de 3,7 indivíduos ($\pm 0,35$ erro padrão) para os peixes do primeiro evento e média de 3,82 indivíduos ($\pm 0,8$ erro padrão) para indivíduos do segundo evento. Não existe diferença no número médio de peixes por cardume entre os Lotes 1 e Lote 2 (Teste U=1986,50; g.l.=1; $p>0,05$).

Os peixes do Lote 1 (L1) formavam um padrão triangular de agrupamento (L1: $X^2=89,386$; g.l.=4; $p<0,001$) (Fig. 6) enquanto os peixes do Lote 2 (L2) não se agrupavam de forma organizada (L2: $X^2=8,526$; g.l.=1; $p>0,05$). Os grupos formados pareciam seguir uma hierarquia de comprimento. Peixes maiores posicionavam-se a frente do grupo e indivíduos menores os seguiam.

4. DISCUSSÃO

Os resultados do experimento demonstram que existe influência do efeito da densidade no comportamento dos indivíduos introduzidos. Os peixes introduzidos em menores densidades possuem menor dispersão, enquanto peixes introduzidos em maiores densidades possuem maior dispersão.

Ao longo do experimento ocorreu um processo de distribuição dos indivíduos introduzidos diminuindo a densidade. Alguns peixes se deslocaram a montante do poço de soltura e outros a jusante, dentro de uma área de aproximadamente 320.000 m². Trutas (*Salmo trutta*) introduzidas em outro estudo obtiveram comportamento similar com deslocamentos montante e jusante (Popoff & Neumann, 2005).

Alguns estudos citam que os peixes introduzidos dispersam rapidamente das áreas iniciais de introdução, caso do *Thymallus arcticus* (Thorfve, 2002) e de *Oncorhynchus mykiss* (Bettinger & Bettoli, 2002). Bettinger & Bettoli (2002) introduziram trutas arco-íris marcadas com transmissor em um trecho do rio Clinch (USA). Dos 19 peixes marcados, 93% emigraram ou morreram, com baixa taxa de residência. No local já existiam trutas nativas e outras espécies de peixes ocupando os habitats, assim a densidade local foi aumentada resultando em competição.

Nascentes são áreas de baixa produtividade não disponibilizando recursos abundantes. A baixa disponibilidade de alimento para espécies piscívoras, como o dourado, pode acarretar na sobrecarga da capacidade de suporte do hábitat (Bates & McKeown, 2003). Esta sobrecarga resulta em competição exercendo influencia nos peixes causando a mortalidade ou dispersão.

Os resultados obtidos durante o experimento fortalecem a premissa que os peixes entraram em competição interespecífica e intra-específica e encontraram habitats ocupados. Os peixes do primeiro lote, sem competição, distribuíram-se de forma organizada preferindo áreas mais profundas dos poços, enquanto os do segundo lote, em maior densidade, estavam desagrupados não ocupando uma profundidade específica.

Schulz (1999) introduziu trutas juvenis em um pequeno tributário na Alemanha. Nos primeiros dias de experimento houve uma grande emigração. Ele atribuiu este fenômeno a diminuição rápida na capacidade de suporte do local de soltura e espécimes de tamanho equivocado. O black bass (*Micropterus salmoides*) apresentou o mesmo padrão das trutas, dispersando rapidamente do local de soltura (Bettoli, 2005). A taxa de sobrevivência foi baixa (média de 6%) similar ao encontrado por Schulz (1999) de média de 10% ao ano.

O aumento da densidade acima da capacidade de suporte provoca a diminuição dos recursos disponíveis acarretando na emigração ou mortalidade de peixes juvenis (Arahamian *et al.* 2003). No processo de emigração, onde os deslocamentos são maiores, os juvenis tendem a facilitar a ação de predadores (Bettinger & Bettoli, 2002). Grupos especializados na captura de peixes como aves (Anthony, 1994) e mamíferos (Kasper *et al.* 2004) podem ter transferido o transmissor para áreas adjacentes ou abrigos subterrâneos, onde não é possível captar o sinal.

Na área de soltura foram visualizadas garças e vestígios de lontras, comuns predadores de peixes. Segundo moradores locais, os peixes podem ter sido capturados por pescadores, que destruíram o transmissor para evitar retaliações. Falhas técnicas também podem ter influenciado nos 20% de inoperância dos transmissores.

A permanência de um peixe no hábitat está relacionada com a capacidade de suporte do ambiente. Brennan *et al.* (2006) verificaram este comportamento em mais de 60% de *Centropomus undecimalis* introduzidos, que ficaram próximos a área de soltura. Crook (2004) salienta que peixes podem se mover por vários habitats disponíveis até escolher um local específico. Os

hábitats utilizados por indivíduos introduzidos podem ser diferentes dos indivíduos nativos (Kramer *et al.* 1997). Neste estudo, as diferentes densidades não influenciaram na seleção de um hábitat específico.

A dispersão para a maioria dos animais é altamente dependente de fatores como o tamanho da população, a competição por recurso, qualidade do hábitat e tamanho do hábitat (Bowler & Benton, 2005). A partir do momento em que os dourados encontraram áreas com recursos disponíveis, se estabeleceram formando cardumes de até quatro indivíduos. Pode-se assim inferir que os peixes dispersam em grupos.

A diminuição na movimentação dos indivíduos pode estar relacionada além do pré-estabelecimento em um novo trecho, também à mudança nas estações do ano. O efeito da sazonalidade altera a temperatura da água, o que baixa o ritmo biológico dos peixes, acarretando em decréscimo na frequência dos deslocamentos (Grabowski & Jennings, 2009). Este fenômeno é comum em grandes peixes migradores, entre eles o dourado (Zaniboni Filho & Schulz, 2003) que selecionam águas com temperaturas mais elevadas. Na Europa a oscilação na temperatura diminui a dispersão de trutas (Popoff & Neumann, 2005).

Baseado nos resultados obtidos pode-se inferir que a re-introdução de juvenis de dourado (*S. brasiliensis*) nas cabeceiras do Rio dos Sinos em curto espaço de tempo foi um sucesso. Utilizando-se de juvenis de matrizes do Rio dos Sinos, não superestimando a capacidade de suporte do local de soltura e trabalhando com baixas densidades a população introduzida, permanece na área de estudo.

O dourados se adaptou rapidamente ao novo habitat onde formaram grupos de quatro a cinco peixes. Organizados, provavelmente dispersavam em grupos, assim como utilizavam toda a área disponível dos poços. A alteração da coloração dos peixes camuflava-nos com o substrato dificultando na visualização, enaltecendo a premissa de adaptação.

A auto-sustentabilidade da população de dourados dependerá de alguns fatores: capacidade de suporte do ecossistema de cabeceiras, uma vez que pode

variar com o efeito da sazonalidade; efeito da pesca clandestina, normalmente ocorrente por ausência de fiscalização dos órgãos competentes e o comportamento reprodutivo da espécie, que tende a se deslocar grandes distâncias para a reprodução (Zaniboni Filho & Schulz, 2003). A supressão destes fatores juntamente com os problemas ambientais acarretará no restabelecimento da população de dourados e outros peixes da biocenose do Rio dos Sinos.

O diagnóstico prévio de uma situação presente ou futura da população de *Salminus brasiliensis* no Rio dos Sinos deve ser avaliado de forma cuidadosa. Este estudo não é definitivo, avaliando somente a viabilidade de um repovoamento em curto prazo. O objetivo final da avaliação foi cumprido, onde a investigação do efeito da densidade na dispersão dos peixes introduzidos foi respondida. Todo e qualquer experimento de mesmo objetivo deve ser previamente controlado e informado as autoridades ambientais cabíveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Latini, J. D. 2004. Fisheries management in Brazilian reservoirs: lessons from/for South America. *Interciência*, 29:334-338.

Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I., Suzuki & H. F., Júlio. 2003. Migratory fish from the upper Paraná River basin, Brazil, pp. 19-99. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (eds.) *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Ottawa, Canada.

Agostinho, A. A., S. M. Thomaz & Gomes, L. C. 2005. Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters. *Conservation Biology*, 19(3):646-652.

ANA 2009. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Disponível em www.ana.gov.br. Acesso em 05 junho de 2009.

Anthony, V.C. 1994. The significance of predation on Atlantic salmon. In: Calabi, S., Stout, A. (Eds.), Proceedings of the New England Atlantic Salmon Management Conference on a Hard Look at Some Tough Issues. New England Salmon Association, Silver Quill Brook, Camden, ME, pp. 240–284.

Appelbaum, S. & E. Kamler. 2000. Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquacultural Engineering*, 22:269–287.

Aprahamian, M. W., K. M., Smith, P. S., McGinnity, S. J. McKelvey & J. Taylor. 2003. Restocking of salmonids – opportunities and limitations. *Fisheries Research*, 62:211–227.

Bates, D. J. & B. A., McKeown. 2003. Growth in stream-stocked juvenile hatchery-reared coastal cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki clarki*) and the implications for wild populations. *Aquaculture*, 222:215–228.

Bettoli, P. W. 2005. Growth, Dispersal, Mortality, and Contribution of Largemouth Bass Stocked into Chickamauga Lake, Tennessee. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 1518–1527.

Bettinger, J.M. & P. W. Bettoli. 2002. Fate, dispersal, and persistence of recently stocked and resident rainbow trout in a Tennessee tailwater. *North American Journal of Fisheries Management*, 22:425–432.

Brennan, N. P., M. C. Darcy & K. M. Leber. 2006. Predator-free enclosures improve post-release survival of stocked common snook. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 335(2):302–311.

Bowler, D. E. & T. G. Benton. 2005. Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behavior to spatial dynamics. *Biological Reviews*, 80:205–225.

Burns, M. D. de M., 2004. Migração e uso de habitat do dourado *Salminus brasiliensis*, no Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Biologia. Unisinos. 39.f.

Cowx, I. G. 1994. Stocking strategies. *Fisheries Management and Ecology*, 1:15–30.

Crook, D.A. 2004. Is the home range concept compatible with the movements of two species of lowland river fish? *Journal of Animal Ecology*, 73:353–366.

Curio, E. 1993. Proximate and developmental aspects of antipredator behavior. *Advances in the Study of Behavior*, 22:135-238.

Da Costa, R., 2002. Movimentação diurna e área de vida do dourado (*Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1840) durante o período pré-reprodutivo no Rio dos Sinos, RS, determinado por radiotelemetria. Trabalho de conclusão de curso graduação em biologia. Unisinos.

ENVIRONMENT AGENCY-UK.2009. Stocking fish: A guide for fishery owners and anglers. <http://www.environment-agency.gov.uk>. Acesso em 05 de junho de 2009.

FEPAM. 2007. Eventos de mortandade de peixes–Rio dos Sinos. Relatório Técnico, Porto Alegre/RS. 185p.

FEPAM. 2009. Qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_sinos/sinos.asp. Acesso em 21 maio de 2009.

Fleming, I. A., B. Jonsson, M. R., Gross, & A. Lamberg. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*, 33:893-905.

Fontana, C. S., G. A. Bencke & R. E. Reis. 2003. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto alegre: EDIPUCRS, 632p. il.

Fréchette, M. T., M., Alunno-Brusciab, R. S. Dumaisc. & G. Daiglee. 2005. Incompleteness and statistical uncertainty in competition/stocking experiments. *Aquaculture*, 246:209- 225.

Gardeur, J.N., M. Paspatis, A. Gélineau & T. Boujard. 2001. Biostatistical implications of individual variability in growth of rainbow trout and Atlantic salmon. *Aquaculture*, 195:51-59.

Grabowski, T. B. & C. A. Jennings. 2009. Post-release movements and hábitat use of robust redhorse transplanted to the Ocmulgee River, Georgia. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19:170-177.

Huntingford, F. A. 2004. Implications of domestication and rearing conditions for the behaviour of cultivated fishes. *Journal of Fish Biology*, 65:122-142.

IBGE. 1986. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 796p.

Kramer, D. L., R. W., Rangeley & L. J. Chapman. 1997. Hábitat selection: patterns of spatial distribution from behavioural decisions. In: J.J. Godin (ed.)

Behavioural Ecology of Teleost Fishes. Oxford: Oxford University Press, pp. 37–80.

MMA. 2004. Lista brasileira das espécies ameaçadas. Ministério do Meio Ambiente- Instrução Normativa 3, 27 de maio de 2003 e Instrução Normativa 5, 21 de maio de 2004.

Machado, V., U. H. Schulz, L. P., Palma, J., Rodrigues & J. Sama. 2005. Mitochondrial DNA Variation and genetic population structure of the migratory freshwater fish dourado *Salminus brasiliensis* (Characidae). Acta Biologica Leopoldensia, 27(2):107-113.

Mirza, R. S. & D. P. Chivers. 2000. Predator-recognition training enhances survival of brook trout: evidence from laboratory and field-enclosure studies. Canadian Journal of Zoology, 78:2198-2208.

Nieuwegiessen, P. G. van de, A. S. Boerlage, J. A. J., Verreth & J. W. Schrama. 2008. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. Applied Animal Behaviour Science, 115:233–243.

Nilson, J., H. Östergren, U. Lundqvist & U. Carlsson. 2008. Genetic assessment of Atlantic salmon *Salmo salar* and sea trout *Salmo trutta* stocking in a Baltic Sea river. Journal of Fish Biology, 73(5):1201-1215.

Popoff, N. D. & R. N., Neumann. 2005. Range and Movement of Resident Holdover and Hatchery Brown Trout Tagged with Radio Transmitters in the Farmington River, Connecticut. North American Journal of Fisheries Management, 25:413-422.

Reis, R. E., S. O., Kullander & C. J. Ferraris JR. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, (1): 729 p.

Roberge, J. M. & P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18:76-85.

Sato, Y. & H. P. Godinho. 2003. Migratory fishes of the São Francisco River, pp 195-231. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (eds.) *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Ottawa, Canada, 330p.

Schulz, U. H. 1997. Mark retention in fin-clipped pacú, *Piaractus mesopotamicus* (Holberg, 1887) and short review of batchmarking techniques. *Revista Unimar*, 19(2):413-419.

Schulz, U. H. 1999. Downstream migration of European lake trout, *Salmo trutta f. lacustris* L., and resident brown trout, *Salmo trutta f. fario* L., progeny in a Lake Constance affluent river. *Fisheries Management and Ecology*, 6:187-194.

Schulz, U. H. & C. Leuchtenberger. 2006. Activity patterns of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Brazilian Journal of Biology*, 66(2A):565-574.

Schulz, U. H., V. Nabinger & L. P. Gomes. 2006. Relatório final do Projeto Monalisa, São Leopoldo, RS. Comitê de gerenciamento da bacia do Rio dos Sinos - COMITESINOS, 18p.

Stotrupa, J. G., C. R. Sparrevohna, J. Modinb & K. Lehmannc. 2002. The use of releases of reared fish to enhance natural populations: A case study on turbot *Psetta maxima* (Linne', 1758). *Fisheries Research* 59:161-180.

Thomson Corporation, 2005. Web of Science. Institute for Scientific Information. <http://go5.isiknowledge.com> (acessado em Janeiro de 2009).

Thorfve, S. 2002. Impacts of in-stream acclimatization in post-stocking behaviour of European grayling in a Swedish stream. *Fisheries Management and Ecology*, 9:253–260.

Youngson, A. F. & E. Verspoor. 1999. Interactions between wild and introduced Atlantic salmon (*Salmon salar* L.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(11):153–160.

Zanoboni Filho, E. & U. H., Schulz. 2003. Migratory fishes of the Uruguay River, pp. 157-194. In: Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross & A. Baer (eds.) *Migratory fishes of South America: Biology, fisheries and conservation status*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Ottawa, Canada, 330p.

6. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores referentes aos dois eventos de introdução.

Lotes	Número de Observações	Distância	Deslocamento médio (m/dia)	Erro padrão
		máxima percorrida (m/d)		
Lote 1	243	2406	375	111,3
Lote 2	116	3411	325	61,7

Tabela 2: Número de observações de deslocamento (m/dia) para 35 dias pós-introdução de L1, L1-2 e L2.

Eventos	Número de Observações	Deslocamento médio (m/dia)	Erro padrão
L1	58	343,4	89,25
L1-2	112	366,6	89,25
L2	42	439,6	145,74

7. LISTA DE FIGURAS

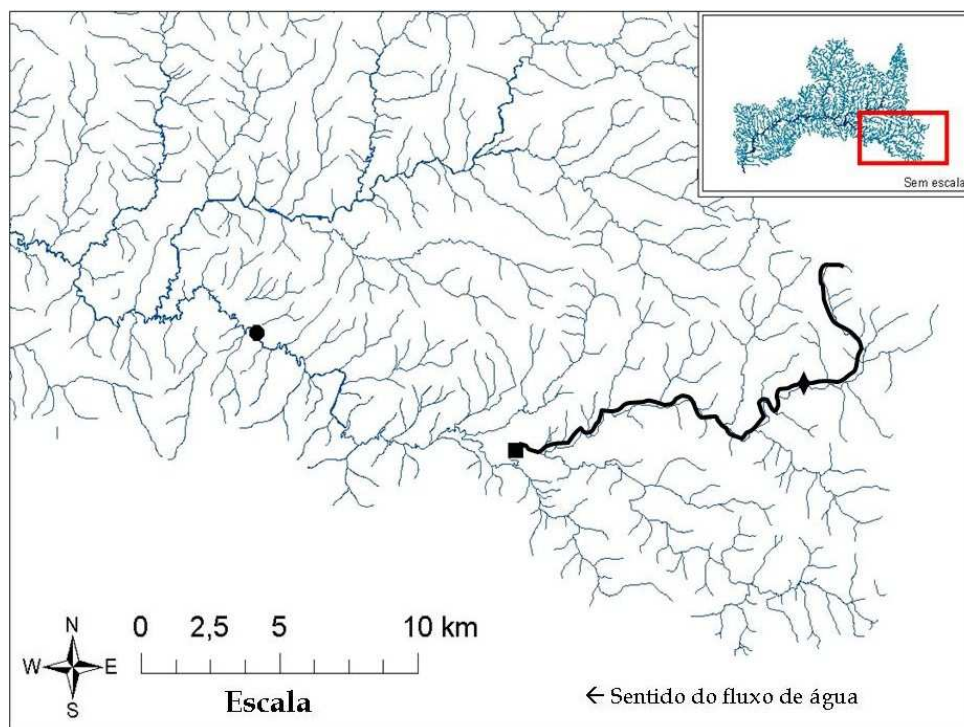


Figura 1: Área de estudo na bacia do Rio dos Sinos (), onde ♦ representa o trecho de soltura, ■ estação fixa I e ● a estação fixa II.



Figura 2: Barreira artificial transposta pelos peixes.

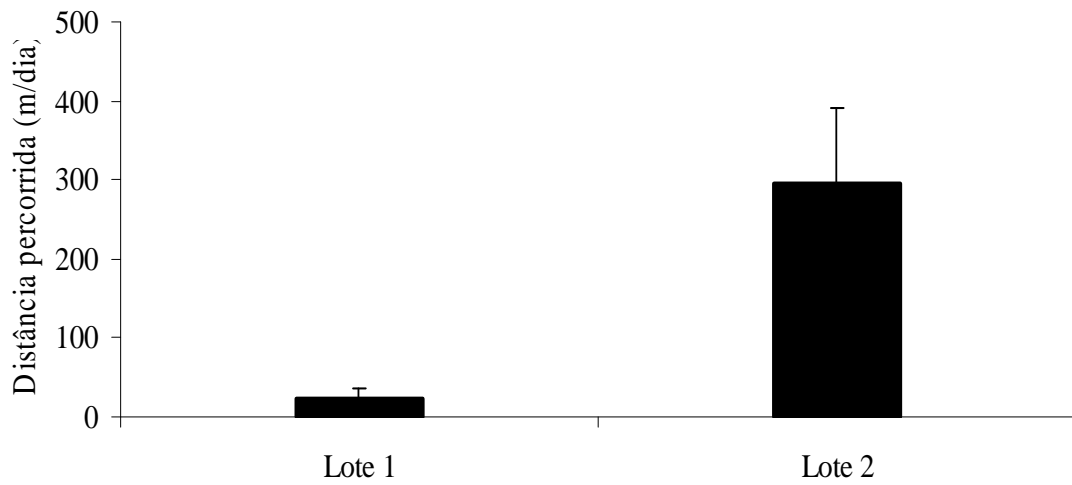


Figura 3: Distância média percorrida (m/dia) nos primeiros 10 dias da introdução dos peixes do Lote 1 e Lote 2. Barras = erro padrão.

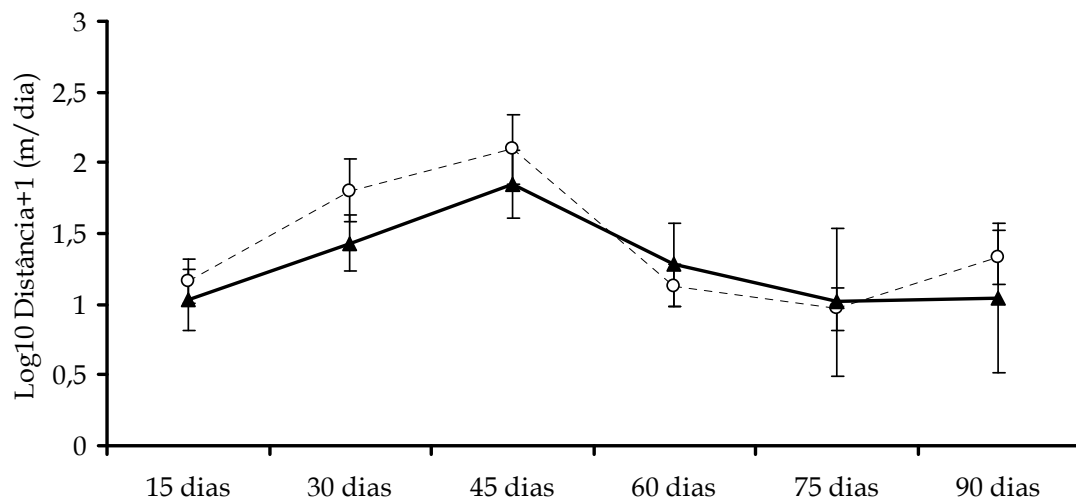


Figura 4: Deslocamento médio do Lote 1 (○) e Lote 2 (▲) em classes temporais de 15 dias. Barras = erro.

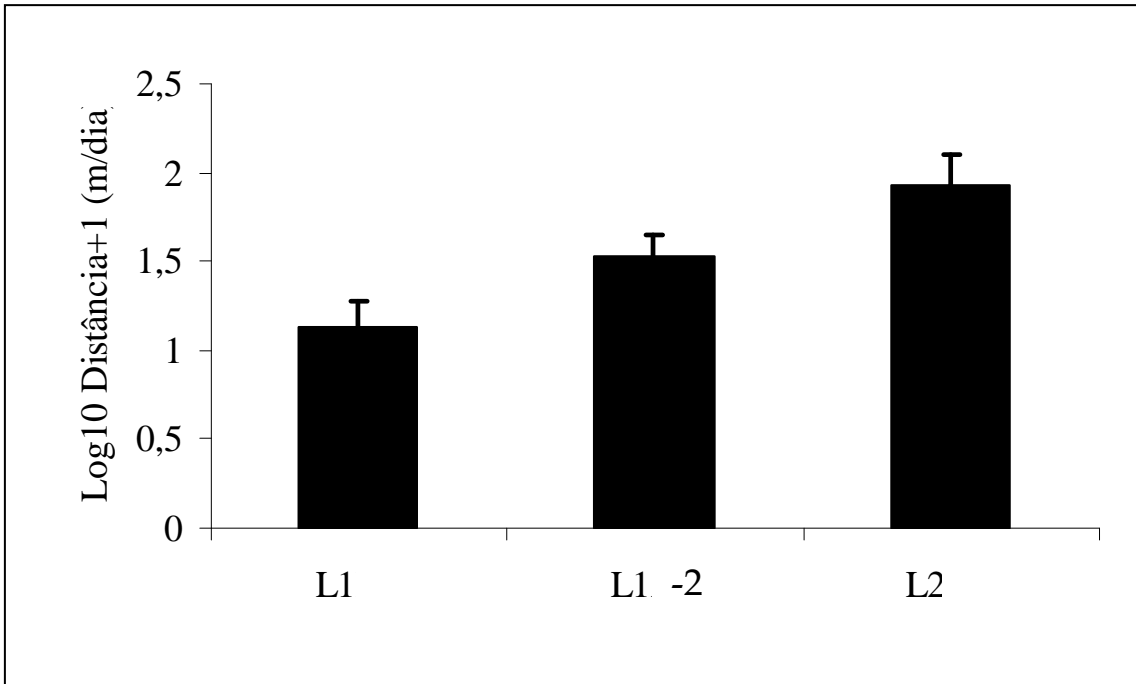


Figura 5: Média das distâncias percorridas durante os 35 primeiros dias representados por: Lote 1, Lote 1-2 e Lote 2. Barras = erro padrão.

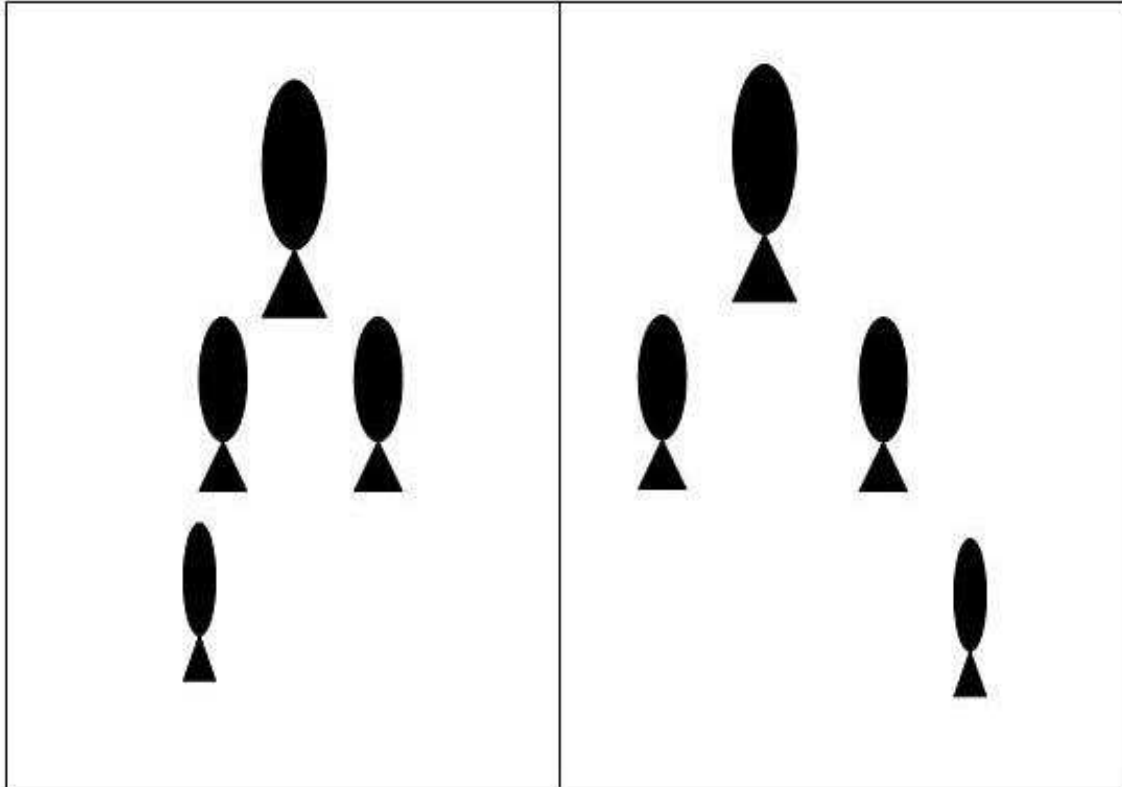


Figura 6: Padrões de formação de cardume denominados de triangular.