

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Uso de enriquecimento ambiental para reduzir agressividade de mandi (*Pimelodus maculatus*) em cativeiro

ROBERTA FERREIRA MIRANDA

2012

ROBERTA FERREIRA MIRANDA

Uso de enriquecimento ambiental para reduzir agressividade de mandi (*Pimelodus maculatus*) em cativeiro

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.
Orientador: Prof. Alexandre Lima Godinho

Belo Horizonte

2012

Dedico essa dissertação à minha família:
meus pais Roberto e Amélia,
meu irmão Renato e à minha Vó Maria.

Agradecimentos

Mudança...uma palavrinha que vivenciei todos os dias nas pequenas situações e em grandes desafios. Palavra que esteve comigo durante todo o mestrado. Mudança de lar, de cidade, do ICB para o CPH, mudanças ao longo da dissertação, mudança de locais de coleta, de ideias e atitudes. Mas afinal, tudo muda! A natureza está em constante modificação, os peixes mudam com os enriquecimentos diários. A mudança demanda energia, escolhas e adaptação. A natureza nos ensina que a mudança durante o processo de sucessão é onde ocorre a busca pelo equilíbrio. Sem dúvida, sem esta aberta a ela, a temida mudança, eu não teria amadurecido e vivenciado situações que me fez tornar uma profissional com bagagem maior. Desafios, frustrações, barreiras e surpresas no meio do caminho vieram para mostrar que era hora de mudar! E confesso que hoje, com a inevitável mudança, olhar para trás e lembrar de todas essas mudanças e no que me transformei é ainda melhor!

Durante esse processo algumas pessoas foram essenciais. Algumas sempre estiveram do meu lado e outras surgiram durante a trajetória. Primeiramente agradeço a Deus, por ter me iluminado e me dado força para chegar até aqui. Aos meus pais meu porto seguro e minha inspiração, ao meu irmão que tanto orgulho e que a distancia só nos aproximou nos últimos anos. A minha Vó, Maria que se fez luz e esta intercedendo por mim. Ao Alexandre Godinho, por aceitar me orientar, e pela frase tão dita durante o mestrado: tem alguma dificuldade nisso? Assim me incentivava a dar o melhor de mim e acreditar que é sempre possível ir além do que imaginamos. Aprendi que a ciência é feita por pequenos passos e com um foco, não foi assim que o homem chegou a lua? Obrigada! A equipe do CTPeixes: ao amigo Alejandro pelo auxílio nas coletas de campo, pelas conversas e apoio; ao Leo Shampoo e Dalbert pela amizade desde a graduação, ao Fábio Vieira pelas valiosas discussões e ao Luiz Gustavo Silva pelas conversas e dicas valiosas. Aos demais colegas Mônica, Ricardo, Raoni, Yuri, J e Thiago pelo apoio! A Gisele pela paciência, dedicação e eficiência. Em especial tenho que agradecer imensamente o auxílio de Alessandra Marques, minha querida estagiária, que esteve comigo durante todas as etapas e mudanças neste trabalho. Obrigada pelo incentivo, apoio, alegria e disposição. Torço muito pelo seu sucesso! Ao professor Martinez, Boyd Kynard e Robert Young pelas discussões. A equipe do CPH, em especial meu querido Paulinho pelo auxílio técnico no laboratório de peixes sempre muito disponível e eficiente. Ao Walter na montagem do tanque e dos equipamentos de filmagem. A UTE Igarapé e UHE Retiro Baixo pela liberação para as coletas. A todos os pescadores dos locais que coletei, que tanto se esforçaram. A Cris e Fred pelo sorriso no rosto e dedicação em nos ajudar! Não poderia esquecer de agradecer

o Anderson Latini, pelo incentivo a caminhar para o mestrado e pelo exemplo profissional. A Maíra Morais pelo incentivo a fazer a prova da PPG-Ecologia na UFMG pela ajuda nas análises e discussões, me orgulho em ser sua companheira de profissão. Aos amigos que estiveram ao meu lado: Tininha minha irmã, Tássia, Bruna, Luiza, Kariny, Lorena Oporto e aos amigos Leonardo Freitas e Flávio Jr. por dividir a dedicação pela pesquisa científica.

“Não é o mais forte da espécie nem o mais
inteligente que sobrevive, e sim aquele que melhor
se adapta as mudanças”

Charles Darwin

Sumário

Resumo	1
1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	5
3. Materiais e Métodos.....	5
1.2 Desenho experimental	9
3.3 Coleta dos peixes	10
3.4 Manuseio dos peixes no laboratório.....	10
3.5 Filmagem do comportamento	11
3.6 Análise das imagens.....	12
4. Resultados.....	13
1.1 Ocorrência dos comportamentos	16
1.2 Uso dos enriquecimentos ambientais	18
3.7 Agressividade	20
5. Discussão	23
6. Referências.....	28

Resumo

Problemas para a operação de usinas hidrelétricas têm sido frequentes com o aprisionamento de espécimes do gênero *Pimelodus*, conhecidos popularmente como mandi já que durante a manutenção de turbinas ficam presos tubo de sucção. O avanço do estudo experimental permite obter informações etnológicas que são importantes para compreender o funcionamento e o papel das espécies no meio natural essencial na busca de uma solução para a problemática. A dificuldade neste tipo de estudo é mantê-los em cativeiro, pois mandi apresenta comportamento agressivo. Por isso, o presente trabalho é relevante para compreender sobre comportamento do mandi, além de buscar formas de reduzir a agressividade em cativeiro e possibilitar sua manutenção para pesquisas *ex situ*. Método de filmagem foi utilizado para estudo comportamental dos mandis. Foi utilizado exemplares silvestres capturados na bacia do rio São Francisco, mantidos em tanque experimental e aplicados 9 tipos de enriquecimentos ambientais (EAs). Método do scan contínuo e instantâneo foi usado para a coleta de dados do comportamento de cada indivíduo, em grupo e uso dos EAs. Foi utilizado as médias de registros para os comportamentos e para uso do refúgio entre classes hierárquicas (alfa, beta e gama). A frequência média de observações de brigas e perseguições foram obtidas nos diferentes tratamentos. Em todos os tratamentos, o comportamento mais observado foi inativo, seguido do deslocamento lento e, o menos comum, deslocamento rápido. O EA mais usado foi o tubo opaco com fluxo e o menos usado, o defletor. Os alfas foram observados nos EAs de 18 a 83% dos registros. Os betas utilizaram três EAs preferencialmente e gamas utilizaram com maior frequência os EAs tubulares. A maior frequência de brigas ocorreu com fundo de cascalho, seguido do com fluxo. Nos tratamentos tubulares foram observados os menores registros de briga. O mandi apresentou comportamento social, agressivo e territorial. Ele utilizou os EAs de forma diferenciada e foi perceptível a diferença no comportamento e na frequência de brigas entre os diferentes tratamentos. A diminuição da agressividade, além de esta relacionada com o tipo de EA, pode também ser influenciada pelo processo de estruturação

da dominância hierárquica. Até que indivíduo dominante se estabeleça no grupo e território por ele defendido, as disputas são inevitáveis e constantes, mas podem ser amenizadas com uso de EA.

Introdução

As hidrelétricas são frutos da opção feita pelo país para geração de energia elétrica. Em função disso, tem sido mais frequente a construção de reservatórios. Entretanto, essa modificação no sistema natural provoca uma série de impactos sobre a fauna local (Braga & Gomiero, 1997; Agostinho *et al*, 2002). O ambiente formado com o represamento apresenta características diferentes do ambiente original, com isso os peixes podem mudar o comportamento alimentar ou o padrão de deslocamento dentro do sistema aquático para se adequarem as novas condições ambientais (Agostinho *et al*, 2007). Porém, os peixes são capazes de apresentar respostas as alterações ambientais como interações com indivíduos coespecíficos, alteração nas taxas de crescimento e a substâncias de alarme (Baldisserotto, 2002, Barbosa, 2006, Silva, 2010).

Azevedo *et al.* (2010) demonstraram que apesar dos esforços de pesquisas brasileiras na tentativa de aumentar o conhecimento sobre o comportamento de peixes de água doce, o número de estudos publicado ainda é limitado e insuficiente para responder algumas perguntas básicas como consequências sobre a interrupção das atividades reprodutivas e a inter-relação entre a perda de habitat, a escolha e proteção dos habitats e compreensão da complexidade e diversidade de interações comportamentais.

Experimentos em cativeiro com embriões e larvas de esturjão, *Acipenser transmontanus* (Brannon *et al*, 1985), forneceram informações relevantes sobre o comportamento. Posteriormente, estudos semelhantes foram realizados com juvenis (Kynard e Parker, 2004). Além desses, existem estudos experimentais relacionando o comportamento ontogenético, preferência de habitats e coloração corporal de algumas espécies (Kynard e Horgan, 2002; Kynard, *et al* 2010). Em estudo com *Geophagus brasiliensis*, Barreto (2012) testou enriquecimento ambiental (EA) com substrato e algas para reduzir a agressividade em cativeiro. Carvalho (2009) observou que a luminosidade modula o comportamento agonístico em algumas espécies, sendo que a maior intensidade

luminosa reduziu a agressividade em *Oreochromis niloticus* e *Geophagus proximus*, e aumentou em *Pterophyllum scalare*.

O estudo experimental permite obter informações etnológicas que são importantes para compreender o funcionamento e o papel das espécies no meio natural (Alcock, 2011). Reder e Laland (2000) relatam que peixes são capazes, através do método de tentativa e erro ou através da observação de outros indivíduos, de aprendizagem social. O EA pode ser amplamente considerado como a adição de estímulos ou de prestação de escolha que resulta na melhoria do bem-estar animal (Azevedo *et al*, 2007).

O mandi, *Pimelodus maculatus* (Lacépède 1803), é espécie de porte médio, migradora (Sato *et al.*, 1999; Junior, 2002;). Possui hábito alimentar onívoro (Godinho 1967; Souza, 1982; Loris & Adrian, 1997) e se alimenta no fundo dos rios (Bennemann *et. al* 2000). A plasticidade na dieta está relacionada a fatores como a disponibilidade de recursos oferecidos pelo meio (Lowe-McConnel, 1999) e a fatores abióticos (Abelha *et al*, 2001). O mandi é um dos peixes migradores mais comuns e importante nas pescas esportiva e profissional das bacias dos rios São Francisco e Paraná (Sato, 1999). Trata se de espécie com importância comercial e na pesca profissional (Agostinho *et al*, 1994), que tem sofrido fortes impactos em reservatórios.

Problemas para a operação de usinas hidrelétricas têm sido frequentes com o mandi já que ele, às vezes aos milhares, entra no tubo de sucção durante a manutenção de turbinas (Silva, 2010). Concessionárias do setor hidrelétrico têm sido multadas e turbinas impedidas de operar devido à mortandade de peixes provocada durante as manutenções. Estudos têm sido conduzidos para diminuir a mortalidade de mandi durante a parada de máquinas na barragem de Três Marias (Neto, com. pessoal).

Na tentativa de compreensão maior sobre a problemática, estudos sobre comportamentos de mandi, seja *ex situ* ou *in situ*, são necessários. Mandis são agressivos quando mantidos em cativeiro. Caso seja necessário mantê-los cativos para experimentação, a mortalidade é alta. De 23 exemplares capturados para teste piloto,

apenas seis puderam ser utilizados. O restante morreu ou ficou seriamente debilitado por ataques de indivíduos dominantes.

O conhecimento maior sobre o comportamento do mandi em cativeiro, entre eles o comportamento em grupo, é essencial na busca de uma solução para o problema em hidrelétricas, sendo que dificuldade neste tipo de estudo é mantê-los em cativeiro. Por isso, o presente trabalho é relevante para compreender sobre comportamento individual e em grupo, além de buscar formas de reduzir a agressividade do mandi em cativeiro para auxiliar na manutenção dos animais em novas pesquisas *ex situ*.

1. Objetivos

O objetivo dessa dissertação foi testar se EA reduz o comportamento agressivo de mandi em cativeiro. Para isso, foram testados oito tipos de EA. Avaliou-se os comportamentos mais frequentes e as frequências de brigas de mandis em cativeiro. Cada EA ofereceu situação ambiental distinta, que pode influenciar no comportamento de cada indivíduo e na frequência de brigas. Indivíduos mantidos em cativeiro estabelecem hierarquia, permitindo determinar se há diferença no uso de refúgios entre dominantes e subordinados.

2. Materiais e Métodos

Neste estudo, foram utilizados mandis silvestres provenientes da bacia do rio São Francisco. Os peixes foram capturados e transportados ao Centro de Pesquisas Hidráulicas e Recursos Hídricos (CPH) da Universidade Federal de Minas Gerais onde o estudo foi desenvolvido. Os testes foram realizados em tanque circular contendo 400 L de água e três indivíduos. Foram realizados nove tratamentos, um dos quais o controle. Cada tratamento consistia-se, exceto o controle, de um tipo de enriquecimento ambiental (EA). Os nove tratamentos foram divididos em dois experimentos. No 1º experimento os espécimes foram submetidos a seis tratamentos e no 2º experimento a três. Os mesmos indivíduos foram

submetidos a todos os tratamentos num mesmo experimento. Sistema de filmagem foi instalado para gravação das imagens dos peixes.

3.1 Enriquecimento ambiental

Foram usados os seguintes EAs: corrente, defletor, fundo com cascalho, mancha de cascalho, tubo opaco com fluxo, tubo opaco sem fluxo, tubo opaco sem teto e tubo transparente (Figura 1 a 6).



Foto 1 - Enriquecimento ambiental denominado *com fluxo* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos *ex situ*.



Foto 2 - Enriquecimento ambiental denominado *com defletor* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos *ex situ*.



Foto 3 - Enriquecimento ambiental denominadas *manchas de cascalho* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos *ex situ*.



Foto 4 - Enriquecimento ambiental denominado *tubo opaco* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos *ex situ*.

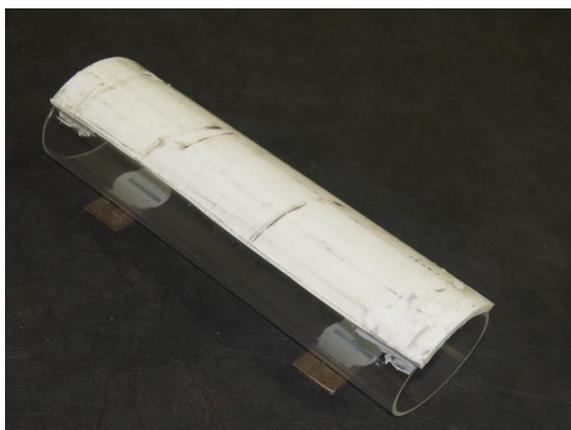


Foto 5 - Enriquecimento ambiental denominado *tubo transparente* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos ex situ.



Foto 6 Enriquecimento ambiental denominado *tubo opaco sem teta* em que *P. maculatus* (mandis) foram submetidos ex situ.

No primeiro experimento, foram feitos seis tratamentos: controle mais os cinco primeiros demonstrados no Quadro 1 com peixes capturados do rio Paraopeba e São Francisco submetidos aos tratamentos sequenciados.

Quadro 1 Sequência de tratamentos durante o primeiro experimento.

Sequência dos tratamentos	Procedência dos peixes		
	Rio Paraopeba (UTE Igarapé)	Rio São Francisco (UHE Três Marias)	Rio Paraopeba (UHE Retiro Baixo)
1°	Tubo opaco com fluxo	Tubo opaco com fluxo	Defletor
2°	Com fluxo	Defletor	Com fluxo
3°	Tubo opaco sem fluxo	Mancha de cascalho	Tubo opaco com fluxo
4°	Sem fluxo	Sem fluxo	Sem fluxo
5°	Mancha de cascalho	Com fluxo	Tubo opaco sem fluxo
6°	Defletor	Tubo opaco sem fluxo	Mancha de cascalho

Os outros Enriquecimentos Ambientais foram testados no segundo experimento com peixes capturados do rio Paraopeba apresentados no Quadro 2.

Quadro 2- Sequência dos tratamentos e procedência do mandis utilizados no 2º experimento do presente estudo.

Sequência dos tratamentos	Procedência dos peixes		
	Rio Paraopeba (jusante UHE Retiro Baixo)	Rio Paraopeba (Jusante UHE Retiro Baixo)	Rio Paraopeba (Jusante UHE Retiro Baixo)
1º	Tubo transparente	Tubo sem teto	Fundo com cascalho
2º	Fundo com cascalho	Fundo com cascalho	Tubo transparente
3º	Tubo sem teto	Tubo transparente	Tubo sem teto

Em todos os tratamentos, exceto sem fluxo e tubo opaco sem fluxo, foi utilizada uma bomba da água (Moto bomba SB 2000) instalada na parede do tanque e a cerca de 20 cm da superfície da água para provocar escoamento circular laminar.

No tratamento com fundo de cascalho, todo fundo do tanque experimental foi coberto com uma camada de 4 cm de espessura de cascalho com granulometria de 6 a 12 mm. No tratamento mancha de cascalho, três manchas circulares de 27 cm de diâmetro posicionadas no fundo do tanque junto à sua parede foram formadas com cascalho de granulometria de 6 a 12 mm. Caso o formato inicial da macha de cascalho tenha sofrido alteração durante o tratamento, nenhuma intervenção foi feita.

Como tubo opaco, utilizou-se tubo de PVC de 35,5 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, para permitir refúgio visual intra-específico e luminoso. O tubo opaco sem teto diferenciou-se do tubo opaco por um corte longitudinal da parede do tubo de 7,5cm de largura. O tubo opaco sem teto foi posicionado com o corte voltado para cima de modo a permitir refúgio visual intra-específico mas não refúgio luminoso. Como tubo transparente, foi utilizado tubo de acrílico de 35,5 cm de comprimento e 9,1 cm de diâmetro. Um pedaço

de tubo de PVC de 35,5 cm de comprimento e arco de 11 cm foi colado na parede externa do tubo transparente. O tubo transparente foi posicionado com o pedaço de tubo de PVC voltado para cima, permitindo refúgio luminoso mas não refúgio visual intra-específico. O defletor também foi confeccionado a partir de tubo de PCV de 10 cm de diâmetro. O defletor tinha altura de 11,3 cm e arco de 18 cm. Ele foi posicionado de modo a fornecer refúgio do escoamento quando o peixe se posiciona atrás do defletor. Três unidades de cada EAs foram utilizados no tanque. Eles foram colocados em pontos fixos, próximos à parede do tanque. Os tubos foram posicionados com a abertura voltada para o escoamento. Na eventualidade de mudança na posição do tubo ou defletor, esse não foi colocado de volta na posição original.

1.2 Desenho experimental

Foram feitos dois experimentos e nove tratamentos. Cada tratamento foi replicado três vezes. O primeiro experimento consistiu de seis tratamentos, sendo cada tratamento correspondente a um tipo de enriquecimento ambiental. Os tratamentos aplicados no primeiro experimento foram: sem fluxo, com fluxo, defletor, mancha de cascalho, tubo opaco com fluxo e tubo opaco sem fluxo. No segundo experimento, foram realizados os tratamentos fundo de cascalho, tubo sem teto e tubo transparente. A sequência dos tratamentos dentro de cada experimento foi definida a partir de números randômicos. Cada tratamento teve duração de 24 h, com início às 18 h.

Três mandis foram usados por tratamento e réplica. Os mandis foram capturados de diferentes localidades da bacia do rio São Francisco (Tabelas 1 e 2). Os peixes da primeira réplica do primeiro experimento foram capturados a jusante da UTE de Igarapé, no rio Paraopeba. Os peixes da segunda réplica foram coletados a jusante da barragem da UHE Três Marias, rio São Francisco, e os da terceira réplica eram de jusante da barragem da UHE Retiro Baixo, rio Paraopeba. Todos os peixes utilizados no 2º experimento vieram do

rio Paraopeba, a jusante da da UHE de Retiro Baixo. Os indivíduos utilizados em cada réplica foram os mesmos, mas substituídos em caso de morte durante o experimento.

3.3 Coleta dos peixes

Os peixes foram capturados por pescadores profissionais com auxílio de tarrafa de malha 6 cm (entre nós-opostos) e anzol. Imediatamente após a captura, eles foram colocados em caixa de isopor contendo água do local de captura e, depois, transferidos para caixa de transporte de peixes de 100 L da Bernauer. A água nessa caixa também foi proveniente do local de captura. A água da caixa de transporte foi aerada e continha, para restabelecimento da camada de muco e proteção contra infecções, 0,03 ml / 1 Litro do condicionador de água Primer e algumas poucas gramas de sal grosso.

Os peixes capturados foram selecionados qualitativamente por condições de saúde e tamanho. Os maiores foram acondicionados numa caixa de transporte e os menores, em outra para evitar brigas e melhor acomodação dos animais.

O tempo do transporte dos peixes do local de coleta até o CPH variou entre os diferente locais coletados, variando de 1 hora para os peixes proveniente da UTE Igarapé, de 3 horas para os da UHE Três Marias e de 2 horas para os da UHE Retiro Baixo.

3.4 Manuseio dos peixes no laboratório

Após a chegada ao CPH, foi adicionado, na água da caixa de transporte, o anestésico óleo de cravo da Índia (1 gota / 2Litros) para facilitar a manipulação dos peixes durante a marcação e biometria. Os peixes foram marcados com linha colorida amarrada no primeiro espinho da nadadeira dorsal, pesados e medidos (comprimento total). Após marcação, os peixes foram transferidos para caixa contendo mistura da água da caixa de transporte e do tanque experimental até recuperarem da anestesia e serem, então, transferidos para o tanque experimental.

A temperatura da água durante todo processo foi acompanhada com a sonda multiparâmetro. No caso de haver diferença maior que 2°C entre a água da caixa de

transporte e a do tanque experimental, medidas foram tomadas para que a temperatura das duas águas se aproximassem.

Os peixes capturados foram divididos em dois tanques, ambos contendo 500 Litros e condicionador de água Primer a 0,03 mL/ 1 Litro. Em cada tanque, foram colocados três indivíduos de três tamanhos distintos (grande, médio e pequeno).

Antes do início dos experimentos, foi estabelecido período de aclimação para os peixes. O período de aclimação foi definido como sendo aquele da data de chegada dos peixes ao CPH até o início da alimentação. A primeira alimentação foi estabelecida quando não havia alimento no tanque.

Para alimentação dos peixes, foi utilizado comedor automático programado a fornecer alimento às 0,5 e 21 h. Como alimento foi oferecido ração para peixe comercial. Esses horários foram estabelecidos por considerar na literatura os mandis mais ativos no período noturno (Agostinho *et al*, 2007)), minimizando os fatores de interferência durante as análises dos comportamentos realizados durante o dia.

A água do tanque experimental foi filtrada utilizando-se um filtro a cada réplica do primeiro e segundo experimentos.

Terminado o experimento, os peixes foram sacrificados utilizando o método de anestesia e posteriormete conforme solicitado pelo CONCEA a eutanasia por hipotermia para identificação do sexo e estágio de maturação gonadal, e os estomâgos foram retirados para determinação do estágio de repleção estomacal.

3.5 Filmagem do comportamento

O sistema de filmagem foi instalado para gravação das imagens de comportamento durante os experimentos. Em cada tanque, foi usado uma câmera Atronix 3115 posicionada de modo a permitir a visualização de todo o volume do tanque. As câmeras foram ligadas a um DVR Atronix 1648 MTR para armazenamento das imagens. Diariamente, as imagens gravadas no DVR foram transferidas para HD externo e analisadas.

Ao redor dos tanques, foram instaladas cortinas do tipo blackout para controle da iluminação e isolamento dos peixes de influências externas. Uma lâmpada do tipo luz do dia (Sylvania F 40W T10 500K) foram ligadas a um temporizador digital programável para controle do tempo de luminosidade. Os peixes foram submetidos a 12 horas de iluminação por dia (das 6 às 18 horas) e 12 horas de escuro. A temperatura da água do tanque foi mantida na temperatura ambiente e medida a cada hora utilizando um registrador automático de temperatura (Onset HOBO UA 002-64).

3.6 Análise das imagens

As imagens do DVR foram analisadas com auxílio de software CMS específico para reprodução. Somente as imagens do período de 6 às 18 horas de cada tratamento foram analisadas. Registrou-se a ocorrência dos seguintes comportamentos: inativo (um indivíduo numa mesma posição no tanque), deslocamento lento (quando o indivíduo desloca no tanque utilizando natação lenta), deslocamento rápido (quando o indivíduos desloca no tanque utilizando natação rápida) , perseguição (quando o indivíduo utilizando natação rápida atrás de outro indivíduo) e briga (quando havia natação rápida e contato físico entre dois indivíduos). Além disso, determinou-se se cada indivíduo usava ou não o EA, exceto no EA corrente.

Dois métodos foram aplicados para a coleta de dados: scan contínuo e scan instantâneo (Anexo I e II). O método do scan contínuo foi utilizado para os registros de comportamento em grupo. Das 12 horas de duração de cada tratamento, no intervalo a cada 10 minutos era registrado todos os comportamentos dos três indivíduos no tanque durante 1 minuto consecutivo de observação. Era possível que o mesmo indivíduo apresentasse mais de um tipo de comportamento durante o minuto observado. Neste método todos os indivíduos eram observados simultaneamente e registrado os comportamentos inativo, deslocamento lento, deslocamento rápido, perseguir, ser

perseguido e briga de cada um dos três indivíduos. Através deste método de observação foi possível determinar a hierarquia do grupo.

O método scan instantâneo permitiu analisar a frequência do uso dos enriquecimentos ambientais pelos indivíduos em experimento. Das 12 horas de observações de cada tratamento, no intervalo a cada 10 minutos era anotada a posição de exata de cada um dos indivíduos em relação ao refúgio e o comportamento apresentado naquele instante. Foi estabelecido que se o indivíduo estivesse dentro ou na lateral do enriquecimento tubular de PVC e transparente era considerado uso de enriquecimento. O uso de defletor só era considerado se o indivíduo se posicionasse exatamente atrás do enriquecimento.

Os peixes de cada tanque foram classificados em alfa (o perseguidor dos demais), beta (o que se envolve em brigas diretas com o alfa) e gama (o que geralmente se isola, não utiliza o refúgio e era perseguido por outros indivíduos).

3. Resultados

O período de aclimação durou de 3 a 11 dias (média = 6 dias). Os peixes da réplica 1 e 2 do segundo experimento foram aqueles que apresentaram maior período de aclimação, que foram de 11 dias. Os peixes foram mantidos nas mesmas condições e foi certificado que estavam saudáveis para serem submetidos a experimentação. No 8º dia de cativeiro, eles foram transferidos para o tanque experimental para mais 3 dias de aclimação. Em outras réplicas, esse período variou de 3 a 6 dias.

Quando os experimentos iniciaram, os mandis já apresentavam comportamento social, que logo após a captura não havia. Alguns indivíduos apresentavam modificações morfológicas externas após primeiro dia de captura como esbranquiçamento ferrões e perda da região distal do barbilhão distal.

No primeiro experimento, 75% dos indivíduos submetidos se tratavam de fêmeas em diferentes estágios de maturação gonadal (**Tabela 1**). Entre os indivíduos do segundo

experimento, 78% eram fêmeas nos primeiros estágios reprodutivos. Apenas quatro machos foram submetidos aos experimentos.

Tabela 1 - Sexo, biometria, estágio de maturação gonadal e grau de repleção estomacal dos mandis utilizados no presente estudo.

Experimento	Réplica	Sexo ¹	Peso (g)	Comprimento total (cm)	Estágio de maturação gonadal ²	Grau de repleção estomacal ³
Primeiro Experimento	1	F	98	21	1	3
	1	M	112	23	2	1
	1	F	368	31	3	2
	2	F	150	25	2	1
	2	NI	138	27	NI	1
	2	F	150	26	1	1
	3	F	168	27	1	1
	3	M	226	29	3	1
	3	F	172	29	1	2
Segundo Experimento	1	F	164	27	1	1
	1	F	146	28	2	1
	1	F	146	25	1	2
	2	F	144	27	1	1
	2	F	152	25	1	1
	2	F	120	25	1	1
	3	F	234	31	1	3
	3	M	120	24	2	2
	3	M	150	27	2	2

1: F = fêmea, M = macho, NI = não identificado

2: 1 = imaturo; 2 = em maturação, 3 = maduro/desova, NI = não identificado

3: 1 = vazio; 2= intermediário, 3 = cheio

A temperatura do tanque experimental oscilou entre 22,0 e 26,5 °C durante os experimentos, sendo o segundo experimento a oscilação apresentou com maiores picos de temperatura. (Figura 1).

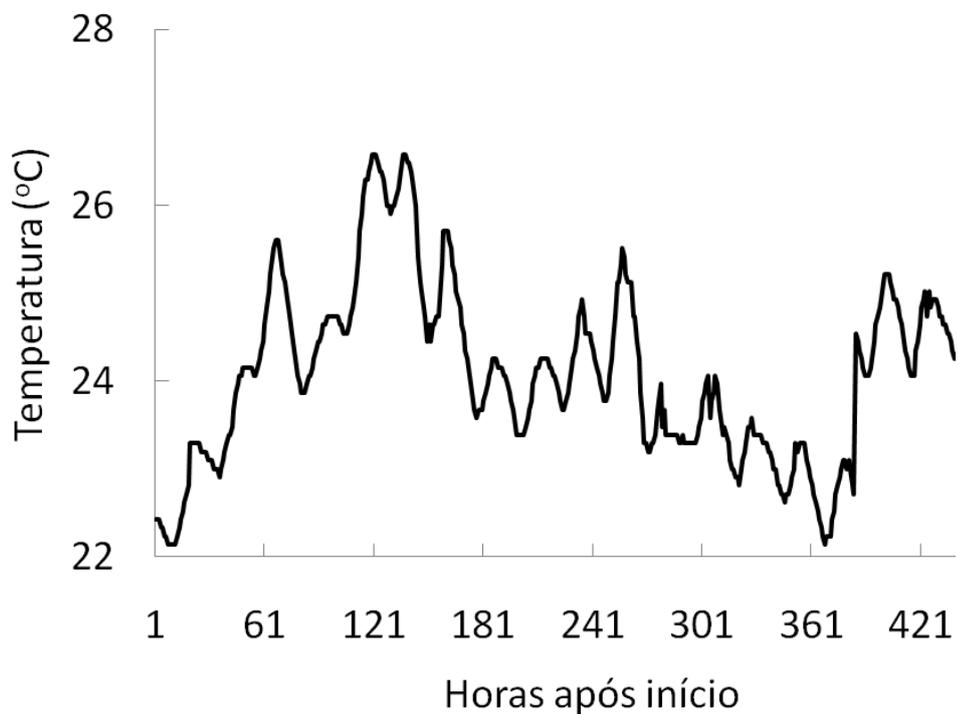
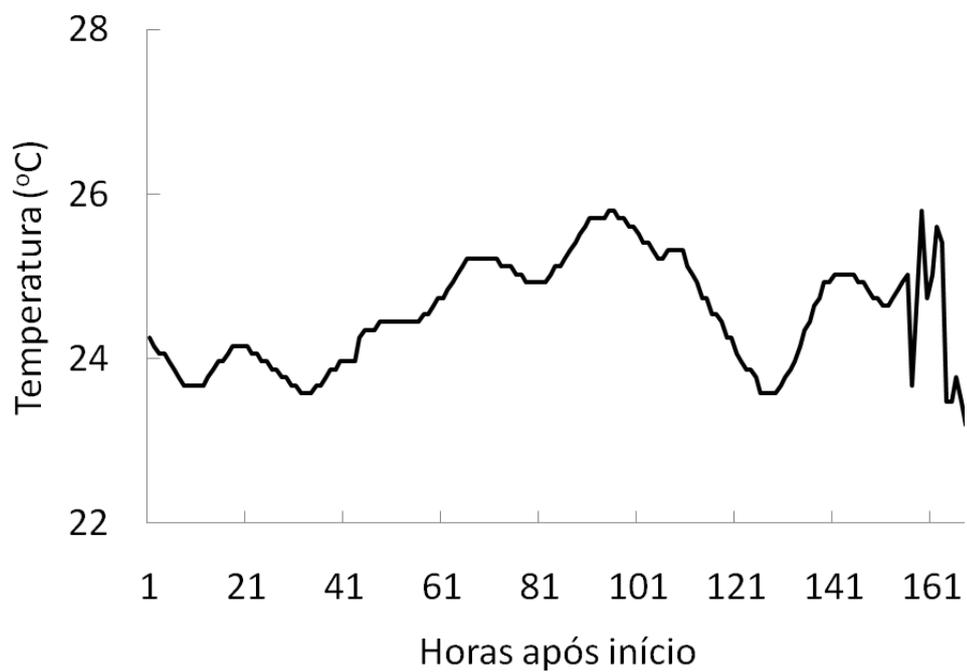
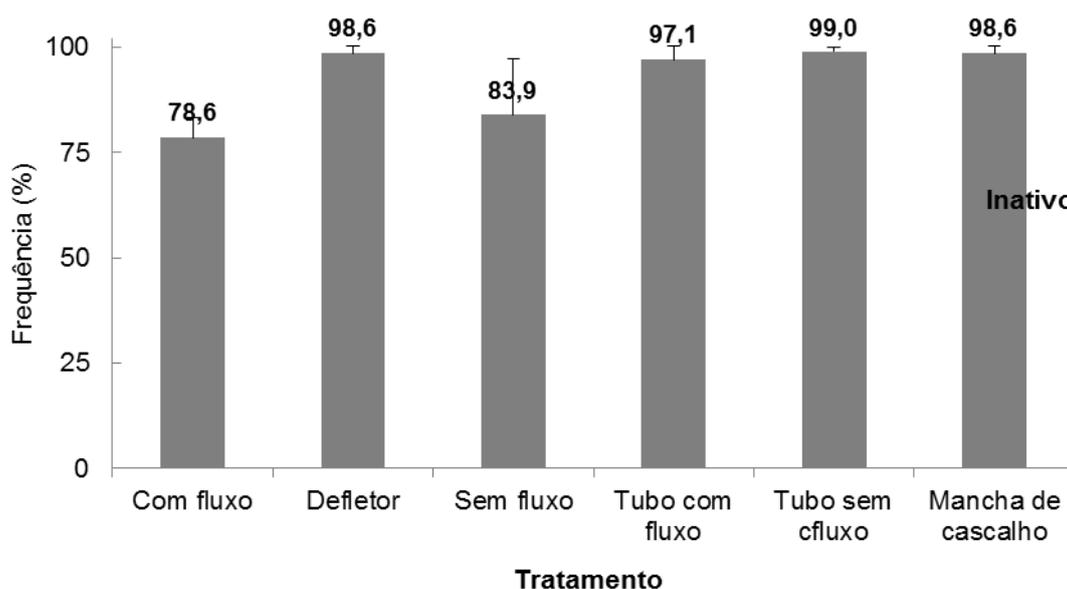


Figura 1 - Temperatura da água do tanque durante o 1º (painel superior) e 2º experimentos.

3.1 Ocorrência dos comportamentos

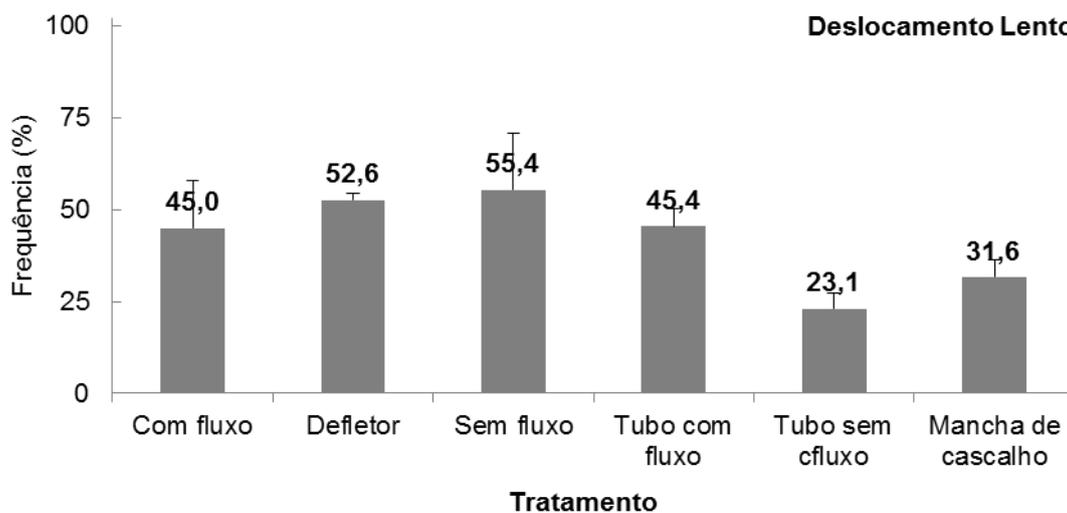
Em todos os tratamentos, o comportamento mais observado foi inativo, seguido do deslocamento lento e, o menos comum, deslocamento rápido. A frequência de inativo foi semelhante entre tratamentos (**Figura 2**). Os tratamentos com fluxo e sem fluxo foram os que apresentaram menores frequências de inativo ($\leq 84\%$), enquanto que nos demais, a frequência de inativo foi $\geq 97\%$.

Figura 2 - Média e erro-padrão da frequência de ocorrência dos comportamentos de deslocamento inativo por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandi) foram submetidos.



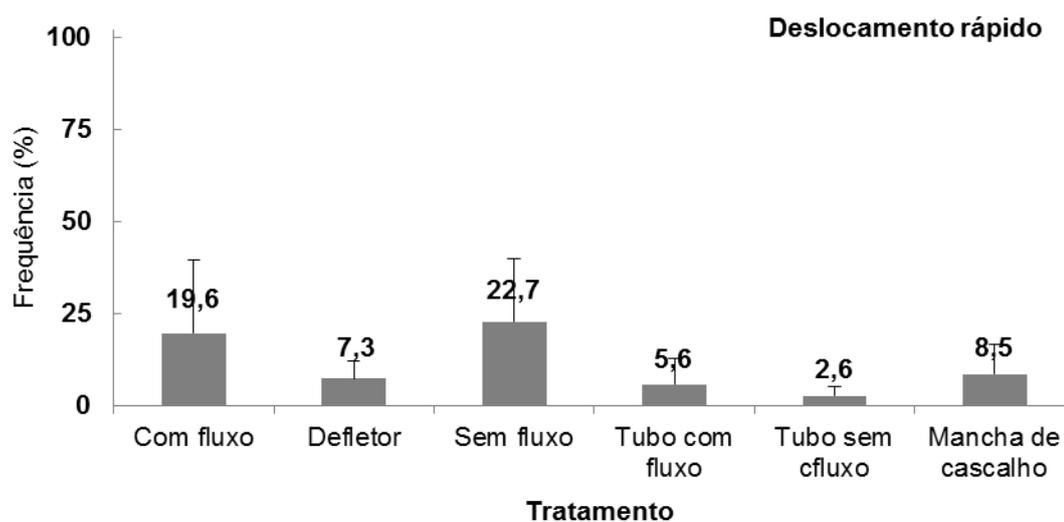
Não houve uma diferença acentuada nos tratamentos para deslocamento lento, no tratamento sem fluxo (55%) e defletor (53%), e, com menor frequência, no tratamento tubo opaco sem fluxo (23%) (**Figura 3**).

Figura 3- Média e erro-padrão da frequência de ocorrência dos comportamentos de deslocamento lento por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandi) foram submetidos.



Nos tratamentos sem corrente foram observadas as maiores frequência de deslocamento rápido, 23% . Nos tratamentos tubo sem fluxo, tubo sem teto e tubo transparente, menos de 3% dos registros foram de deslocamento rápido (**Figura 4**).

Figura -4 Média e erro-padrão da frequência de ocorrência dos comportamentos de deslocamento rápido por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandi) foram submetidos.



1.1 Uso dos enriquecimentos ambientais

Os alfas, indivíduos que perseguiram os outros, foram observados predominantemente utilizando os EAs de 18 a 83% dos registros (**Figura 5**). O EA mais usado foi o tubo opaco com fluxo (Fotos 7 e 8) e o menos usado, o defletor.

Figura 5- Média e erro-padrão da frequência de uso do enriquecimento ambiental por alfa nos tratamentos em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.

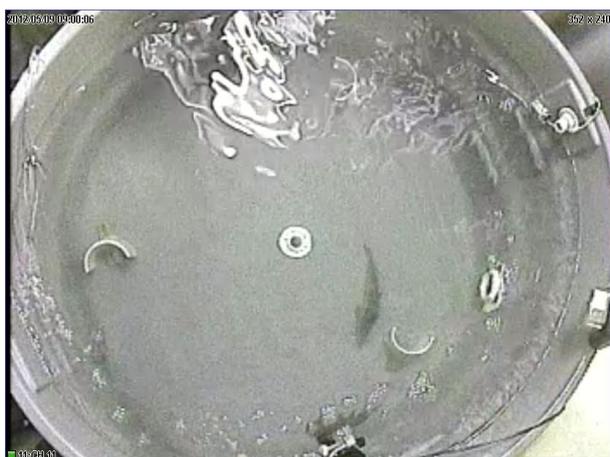
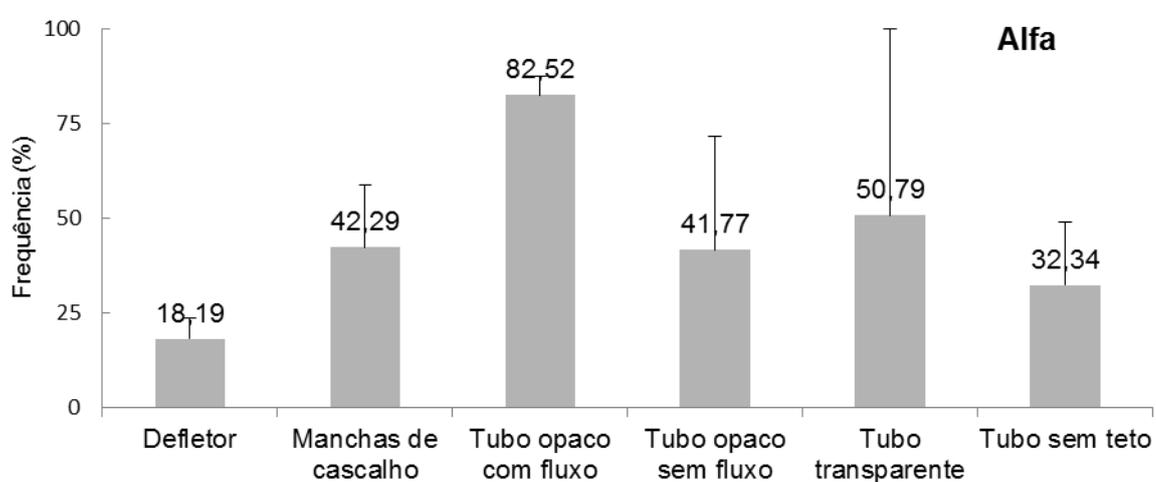


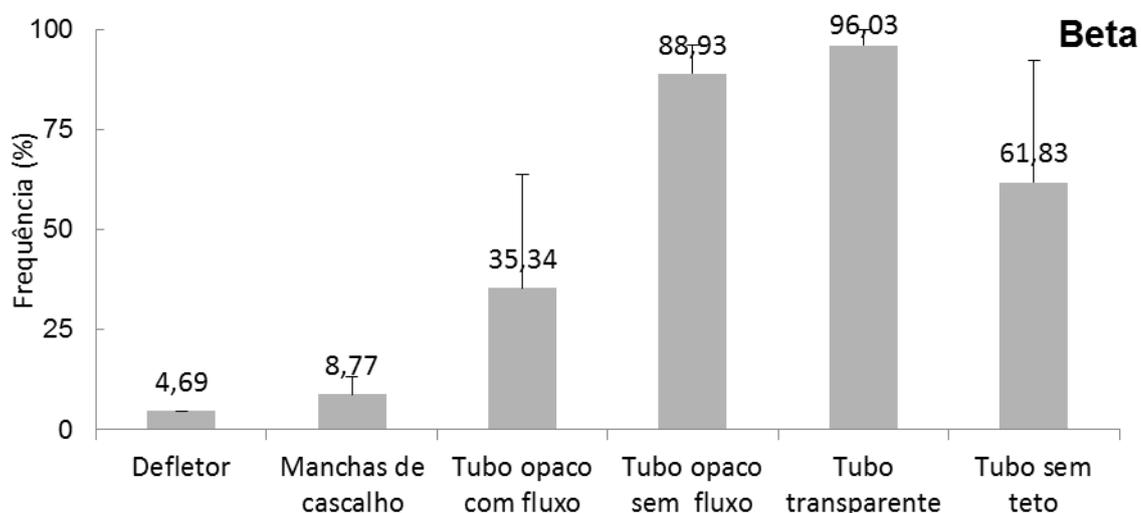
Foto 7 – O indivíduo Alfa utilizando o Enriquecimento ambiental defletor



Foto 8 - O indivíduo Alfa utilizando o Enriquecimento ambiental tudbo opaco

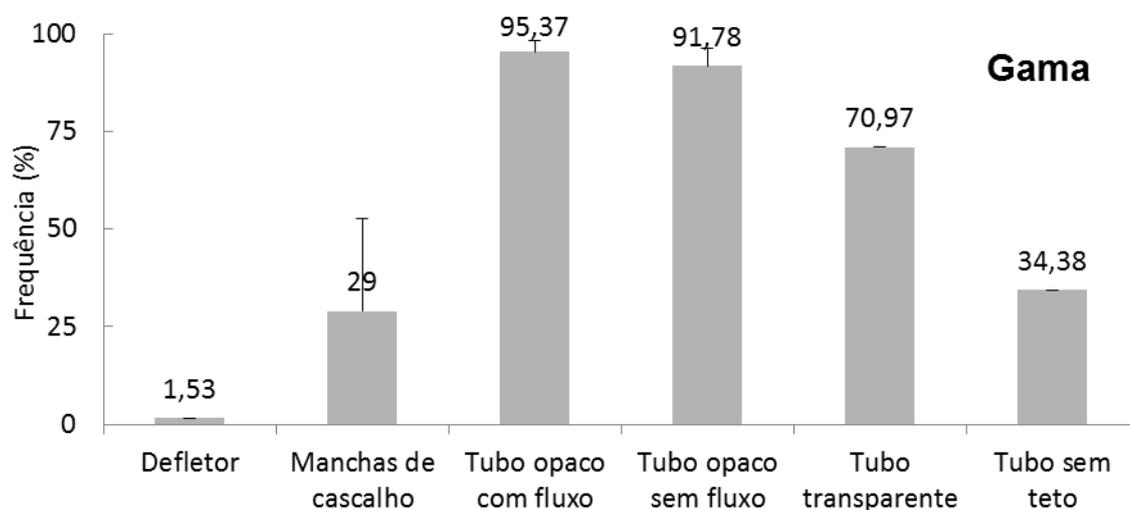
Os betas utilizaram três enriquecimentos ambientais com maior frequência que os alfas: tubo opaco sem fluxo, tubo transparente e tubo sem teto (**Figura 6**). As menores frequências de uso dos enriquecimentos ambientais dos betas foram defletor (5%) e manchas de cascalho (9%).

Figura 6- Média e erro-padrão da frequência de uso do enriquecimento ambiental por beta nos tratamentos em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.



Os gama utilizaram com maior frequência os enriquecimentos ambientais tubo opaco com fluxo, tubo opaco sem fluxo e tubo transparente (**Figura 7**). Eles pouco usaram o defletor e manchas de cascalho.

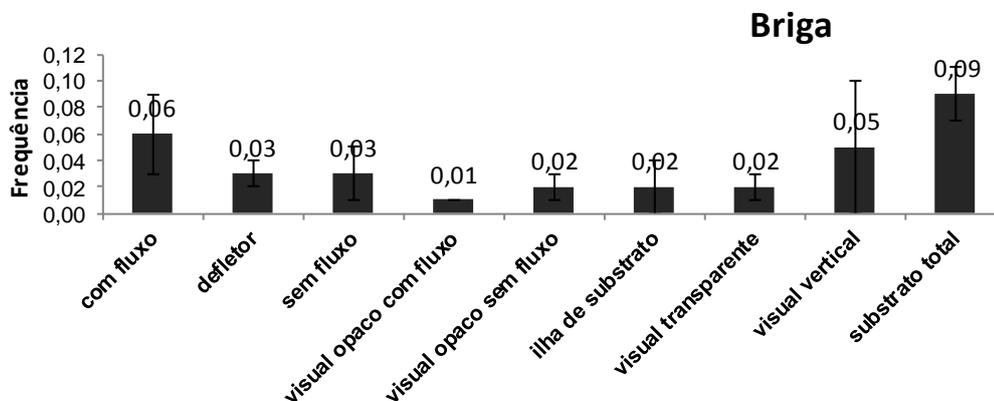
Figura 7- Média e erro-padrão da frequência de uso do enriquecimento ambiental por gama nos tratamentos em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.



3.7 Agressividade

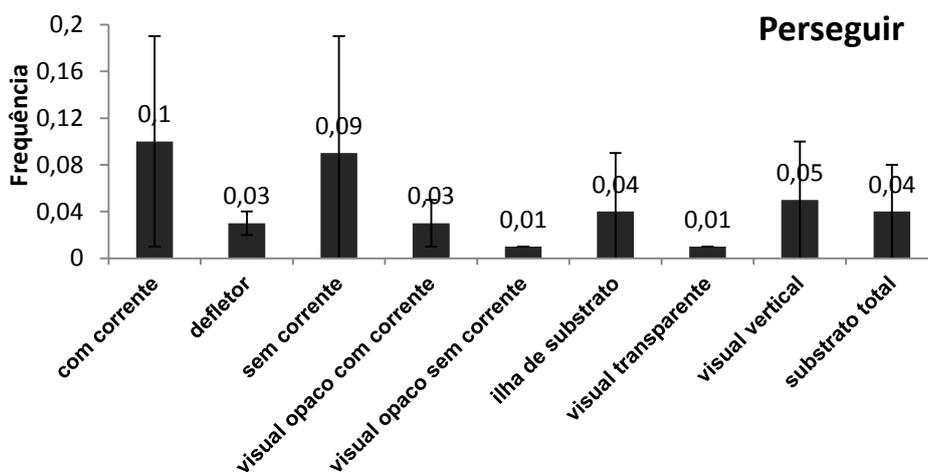
Dentre todos os tratamentos, a maior frequência de brigas ocorreu com fundo de cascalho (9%), seguido do com fluxo(6%) e tubo sem teto (5%) (**Figura 8**). Nos tratamentos tubo opaco com fluxo, tubo opaco sem fluxo e tubo transparente, foram observados os menores registros de briga.

Figura 8- Média e erro padrão das frequências de registros de briga por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.



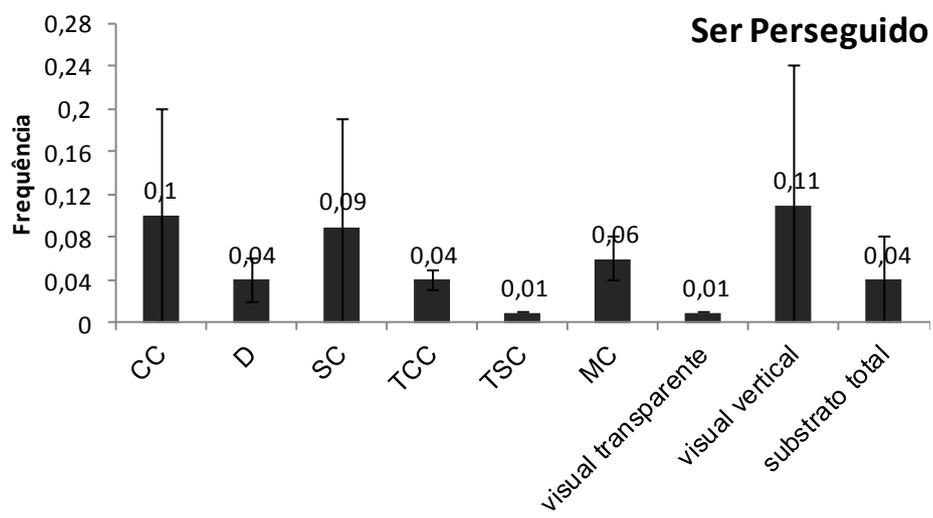
A maior frequência de ocorrência de perseguir, com valores acima de 9%, foi em com corrente, sem corrente e tubo sem teto (**Figura 9**). As menores frequências de perseguir foram em tubo opaco sem corrente e tubo transparente.

Figura 9- Média e erro padrão das frequências de registros de perseguir por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.



Associado aos frequências de perseguir, nos tratamentos com fluxo (CC), sem fluxo (SC) e e tubo sem teto (TSC), foram observados os maiores registros de perseguido (Figura 10). A menor frequência perseguido foi observada em tubo transparente.

Figura 10- Média e erro padrão das frequências de registros de perseguido por tratamento em que *Pimelodus maculatus* (mandis) foram submetidos.



4. Discussão

O mandi apresentou comportamento social, agressivo e territorial. Utilizou os enriquecimentos de forma diferenciada e foi perceptível a diferença no comportamento e na frequência de brigas entre os diferentes tratamentos. A diminuição da agressividade, além de relacionar ao tipo de EA, pode também ser influenciada pelo processo de estruturação da dominância hierárquica. Até que indivíduo dominante se estabeleça no grupo e o território por ele defendido, as disputas são inevitáveis e constantes, mas podem ser amenizadas com uso de EA.

A qualidade da água, a mínima interferência humana e alimentação noturna foram medidas tomadas para melhorar o bem-estar animal e a adaptação a nova condição. Ao final de cada réplica dos dois experimentos, foi observado que sobrava um pouco de ração no fundo do tanque e na bomba de circulação de água, sendo indicativo da alimentação e da quantidade satisfatória. Apenas na réplica 2 do 2º experimento foi observado o grau de repleção estomacal foi vazio. Esta réplica foi realizada simultaneamente e sob as mesmas condições da réplica 1. Provavelmente, o maior tempo de cativeiro entre todas as réplicas influenciou no estresse em que foram submetidos, sendo fator que ainda não foi determinado em estudos experimentais com o mandi. Foram realizadas tentativas anteriores de submeter mandis a um maior período de aclimatação, sendo perceptível o desgaste físico dos indivíduos. Por isso, sugiro, para o sucesso de estudos experimentais com mandi em cativeiro, o máximo 6 dias de aclimatação.

No comportamento inativo, predominante em todos os tratamentos, os mandis nadam permanecendo na mesma posição. Após a hierarquia ser estabelecida, eles permaneceram inativos em um local do tanque experimental. Os alfas permaneciam a maior parte do fundo do tanque, caso os betas avançassem nesse território estabelecido, ocorria perseguição ou briga. Os gamas para evitar brigam com os alfas e betas, permaneciam na

mesma posição. Algumas vezes, eles foram registrados junto a superfície da água nadando constantemente.

O deslocamento lento e rápido também esteve associado à defesa dos refúgios de tubo opaco e tubo transparente pelos alfas. Os alfas ameaçavam outros indivíduos, mais perceptível no tratamento tubo de PVC sem corrente, defendendo 2 tubos como recurso e permaneciam parte do tempo fora deles se deslocando.

Do ponto de vista do comportamento social, viver em grupos é um dos aspectos mais marcantes do comportamento animal (Bertram, 1978), especialmente para peixes (Godin, 1986; Magurran, 1990). Alock (2011) apontou alguns benefícios potenciais para vida social como defesa contra predadores via efeito de diluição ou via defesa mútua e aumentar o forrageamento, porém os animais precisam desprender tempo e energia para obter status sociais.

A dominância é um tipo de organização social caracterizada pela determinação, do dominante e submisso dentro de um grupo, sendo que o dominante possui prioridade de acesso a recursos limitados, como alimento, parceiros para acasalamento, abrigo e território (Ridley, 1995). Todas as réplicas iniciaram-se com a hierarquia no grupo de mandis já estabelecida. Não foi possível definir precisamente o dia em que a hierarquia foi estabelecida, mas, como as réplicas começaram após o período de aclimação, a hierarquia foi estabelecida antes desse período. A dominância pode estar relacionada a dois fatores: sexo e o tamanho do animal. Neste estudo, foi constatado que no grupo tivemos indivíduos dominantes machos e fêmeas, e que tamanho foi o fator que mais influenciou para determinar a dominância.

De forma geral, os alfas utilizaram todos os EAs com mais frequência, principalmente aqueles que ofereciam refúgios intra-específico e luminoso. Nas análises das imagens, foi observado que os dominantes, algumas vezes, utilizaram mais de um tubo opaco, entravam e saíam constantemente do tubo opaco e permaneciam no fundo do tanque, sugerindo que os EAs foram defendidos pelos dominantes.

Os betas preferem se esconder dos demais indivíduos e são os que mais se participaram em confrontos diretos com os alfas. Quando conseguiam entrar e se estabelecer no refúgio, preferencialmente o tubo opaco e tubo transparente, permaneciam dentro do tubo a maior parte do tempo. Assim, o enriquecimento favoreceu a diminuição da frequência de brigas e perseguições entre os alfas e betas.

Os gamas também preferem se esconder dos demais indivíduos. Nos tratamentos que não ofereciam refúgio intra-específico e luminoso, era comum que o gama ficasse inativo junto à superfície da água, nadando próximo à bomba de água para manter a posição. Onde provavelmente não se sentia ameaçado, já que não obteve sucesso na disputa pelo território no fundo do tanque. Foi observado que indivíduos, com maior frequência os gamas, utilizavam os tubos de forma diferenciada. Ao invés de entrar no tubo, eles se posicionavam na lateral, entre a parede do tanque e o tubo. Neste caso, consideramos que o indivíduo estava utilizando o refúgio de forma alternativa, já que era ameaçado pelo dominante ao tentar entrar no tubo.

Os EAs em que os mandis foram testados têm relação direta com condições naturais como ausência de visualização intra-específica, ausência de visualização vertical na coluna d'água, sombreamento, refúgio luminoso, proteção contra fluxo e preferência por substratos. O uso de EA reduziu a frequência de briga e perseguições entre indivíduos de mandis mantidos em cativeiro. Entre todos os tratamentos, os controles obtiveram os maiores registros de brigas e perseguições, indicando que o EA é eficiente para diminuir agressividade de mandi em cativeiro. Entretanto, dois EAs podem ser considerados refúgios para o mandi. O tubo opaco funciona como refúgio visual intra-específico e luminoso e o tubo transparente, como refúgio apenas luminoso. O defletor atua como refúgio do escoamento. Dentre os EA aplicados, o tubo opaco é ideal para o mandi, seguido do tubo transparente. O tubo opaco foi o mais utilizado por todas as classes, apresentou a maior redução na frequência de brigas e perseguições em cativeiro, oferecendo refúgio intra-

específico e luminoso, podendo apresentar as condições ideais procuradas pela espécie na natureza.

Carvalho (2009) relatou, em estudos com acará-bandeira, que quanto maior a luminosidade maior a frequência do comportamento agressivo, o que pode aumentar o desafio entre dominante e submisso. O comportamento de submissão em truta-arco-íris é controlado pela melatonina, sendo que a menor liberação desse hormônio pode diminuir os sinais emitidos pelo submisso e reduzir a estabilidade da hierarquia de dominância (Larson *et al.*, 2004). O fundo de cascalho foi o EA menos eficaz para o mandi, por manter as frequências de brigas e perseguições em nível igual ou superior ao tratamento controle. Provavelmente, podemos relacionar esse resultado ao fato de que esse EA não oferece nenhum tipo de refúgio, deixando os indivíduos expostos visualmente entre eles. Tubo sem teto, defletor e macha de cascalho também não foram muito eficientes. Foram os EA menos utilizados pelos mandis e não resultaram em diminuição na frequência de brigas e perseguições. Os alfas, porém, utilizaram os EAs mais do que os indivíduos, sendo por ele um recurso defendido.

O estudo comportamental em cativeiro com o sistema de filmagem possui vantagens como diminuir interferência do observador, além de permitir a observação de comportamentos que dificilmente podem ser observados na natureza como defesa de território e cortes sexuais (Delcourt *et al.*, 2012). No presente trabalho, foi possível detectar a hierarquia de grupo, o comportamento de cada classe e as brigas pelo território. O maior problema de utilizar a metodologia de filmagem é a identificação dos indivíduos (Delcourt *et al.*, 2012), que neste caso foi solucionado pela escolha de um grupo de apenas três indivíduos de tamanhos diferenciados e pela marcação.

Filmagens noturnas do mandi e estudos *in situ* devem ser estimulados para amplificar o conhecimento em relação ao comportamento da espécie. Apesar do mandi ser considerado peixe de hábitos noturnos, os indivíduos mantidos em cativeiro apresentaram atividade diurna. Possivelmente, ele deve apresentar atividade noturna tão intensa ou mais

que a mostrada durante o dia, sendo possível esclarecer outros aspectos comportamentais como início da formação da hierarquia. Para isso, é preciso coletar dados durante o período noturno. A partir da redução da agressividade do mandi, com o uso de EA, outros estudos que necessitam de exemplares mantidos em cativeiro podem ser desenvolvidos. Outro fator interessante para ampliar o conhecimento sobre a espécie em busca de soluções para problemas de mortalidade dessa espécie em hidrelétricas é a comparação dos comportamentos em cativeiro, como preferência de hábitat e comunicação entre os indivíduos, com as obtidas em condições naturais.

5. Referências

- Abelha, M.C. F.; Agostinho, A. A.; Goulart, E. 2001. Plasticidade Trófica de peixes de água doce. *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 23.n.2. p. 425-434.
- Agostinho, A.A.; Júlio, H. F. ; Petrere, M. 1994. Itaipú reservoir (Brazil): Impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. In: Cowx, I. G. (Ed). *Rehabilitation of freshwater fisheries*. Fish New Books, Oxford, England. p. 171-184.
- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Fernandez, D. R.; Suzuki, H.I. 2002. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. *River Research and Applications*. 18.p.299-306.
- Agostinho, A. A.; Gomes, L. C.; Pelicice, F. M. 2007. *Ecologia e Manejo de recursos pesqueiros no Brasil*. Maringá: Eduem. p. 107-151.
- Alock, J. 2011. *Comportamento animal: uma abordagem evolutiva* in: *A evolução do comportamento social*. 9 ed. Porto Alegre: Artmed. p. 457-505.
- Baldisserotto, B., 2002, *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. UFSM, Santa Maria, 212p.
- Barbosa, J.M. & Barroso, H.G. 2006. Comportamento social e crescimento *Parachromis managuensis* (Günther, 1867) (Pisces, Cichlidae): uma espécie introduzida no Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*. v. 1. n.1 p. 66-74.
- Bennemann, S.T.; Shibatta, O. A.; Garavello, J.C. 2000. Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Londrina: Ed. UEM. 62p.
- Bertram, B. C. R. 1978. Living in groups: predators and prey. Pp. 64-96. In: Krebs, J. R. & N. B. Davies (Eds.). *Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Oxford, Blackwell, 468p.
- Braga, F. M. de S. & Gomiero, L. M. 1997. Análise da pesca experimental realizada no Reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MG-SP). *B. Inst. Pesca*, 24. p. 131-138.

- Brannon E., Brewer S., Setter A., Miller M., Utter F., Hershberger W. 1985. Columbia River White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) early live history and genetics study. Final Rept. Bonneville Power Admin, Portland.
- Godinho, H. 1967. Estudos anatômicos sobre o trato alimentar de um Siluroidei, "*Pimelodus maculatus*" Lacépède 1803. Revista Brasileira de Biologia. Rio de Janeiro, 27 (4). p. 425-433.
- Delcourt, J. Denoël M. Ylieff, M. & Pascoal, P. 2012. Video Multitracking of fish behavior: a synthesis and future perspectives. Fish and Fisheries. p.19.
- Godin, J-G. J. 1986. Anti-predator function of shoaling in teleost fishes: a selective review. Naturalist Canadien, 113: 241-250.
- Kynard, B. Parker, E. Bynard, B. 2010. Ontogenetic behavior of Kootenai River White Sturgeon, *Acipenser transmontanus*, with a note on body color: A laboratory study. Environ. Biol. Fish. p.13.
- Magurran, A. E. 1990. The adaptive significance of schooling as an anti-predator defence in fish. Annales Zoologici Fennici, 27: 51-66.
- Reader, S.M., Laland, K.N., 2000. Diffusion of foraging innovations in the guppy. Anim. Behav. 60, 175–180.
- SATO, Y., FENERICH-VERANI, N. VERANI, J.R., GODINHO, H.P., SAMAPAI, E.V. 1999. Reproductive traits of the yellow-mandi catfish *Pimelodus maculatus* Lacepede (Osteichthyes, Siluriformes) in captive breeding. **Rev. Brasileira de Zoologia**, 16(4), 981-986.
- Silva, L.G.M. Estudos de sistema para repulsão de peixes como alternativa de mitigação de impacto ambiental em usinas hidrelétricas e canais para abastecimento de água. Tese de Doutorado. 178p.

ANEXO I- Planilha SCAN CONTÍNUO

ANEXO I- PLANILHA SCAN INSTANTÂNEO

