

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS - PPG-CIPET/FCA**

Dissertação de Mestrado

**TAXA DE MORTALIDADE RELACIONADA À PRÁTICA DA PESCA
ESPORTIVA DO *Cichla* spp. NA REGIÃO DO MÉDIO RIO NEGRO,
AMAZONAS, BRASIL.**

LORENZO SORIANO ANTONACCIO BARROCO

**MANAUS - AM
2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS - PPG-CIPET/FCA

Dissertação de Mestrado

**TAXA DE MORTALIDADE RELACIONADA À PRÁTICA DA PESCA
ESPORTIVA DO *Cichla* spp. NA REGIÃO DO MÉDIO RIO NEGRO,
AMAZONAS, BRASIL.**

LORENZO SORIANO ANTONACCIO BARROCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre com área de concentração em Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Co-orientador: MSc. Álvaro Carvalho de Lima

Linha de Pesquisa: Ecologia de recursos pesqueiros e ambientes

MANAUS - AM
2013

À Deus e a minha família pelo apoio,
força, incentivo, companheirismo,
amizade e ensinamentos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A meu pai Carlos Ronaldo Barroco e a minha mãe Rejane Barroco, por minha criação maravilhosa com muito carinho, atenção e compreensão, além do auxílio financeiro e logístico em todo meu desenvolvimento escolar e acadêmico. Tenho amor incondicional por este belo casal;

A meus irmãos Carlos e Lorrene, pelo companheirismo e amizade que tenho e terei para sempre;

A meus sobrinhos Luigi e Lívia, pelos momentos de descontração e carinho;

A todos meus familiares, avó, tios e primos por serem parentes tão próximos e presentes em minha vida e minha casa;

A minha noiva Carol, pelo apoio e amor durante todos os anos de relacionamento;

Ao meu orientador Carlos Edwar com quem aprendi muito e espero poder continuar aprendendo;

Ao meu co-orientador Álvaro companheiro de excursões, pelas conversas e auxílio em meus experimentos;

Aos professores James e Lawrence pela colaboração na compra de materiais para meus experimentos;

Aos companheiros de laboratório Antônio, Carol, Sandrelly, Ranieri, Igor, Gisele e Murilo, pela troca de conhecimentos e pela boa convivência no dia a dia;

A Hostília pelo carinho, pelos conselhos;

Aos professores do PPG-CIPET, pelos conhecimentos teóricos e práticos passados em sala de aula e nas excursões;

Aos moradores do rio Unini por terem consentido com a realização dos nossos experimentos neste rio maravilhoso;

A todos que me auxiliaram na realização de meus experimentos, Chico meu braço direito no campo que hoje considero um grande amigo, Seu Luiz capitão de nossas excursões, Cezar, Edwam, Ítalo, Leo, Felipe e todos os moradores da comunidade Vila Nunes por terem me acolhido de braços abertos, especialmente a dona Maria Nunes;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. BIOLOGIA DO TUCUNARÉ	2
1.2. PESCA AMADORA E PESCA ESPORTIVA.....	3
1.3. PESCA AMADORA E OS ESTOQUES PESQUEIROS.....	4
1.4. MORTALIDADE DE PEIXES NA PRÁTICA DO PESQUE-SOLTE	5
2. OBJETIVOS	8
2.1. GERAL.....	8
2.2. ESPECÍFICOS.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	9
3.2. COLETA DE DADOS	12
3.2.1. PESCA EXPERIMENTAL	12
3.2.2. SOBREVIVÊNCIA EM CONFINAMENTO INDIVIDUAL.....	13
3.2.3. SOBREVIVÊNCIA EM CONFINAMENTO COLETIVO.....	14
3.2.4. SOBREVIVÊNCIA SEM CONFINAMENTO UTILIZANDO TELEMETRIA.....	15
3.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	18
4. RESULTADOS	20
4.1. TAXA DE MORTALIDADE PARA CONFINAMENTO INDIVIDUAL	20
4.1.1. ISCA JIG	20
4.1.2. ISCA MEIA-ÁGUA.....	21
4.2. TAXA DE MORTALIDADE PARA CONFINAMENTO COLETIVO	22
4.2.1. ISCA JIG	22
4.2.2. ISCA MEIA-ÁGUA.....	23
4.3. EFEITO DO CONFINAMENTO SOBRE A TAXA MORTALIDADE	24
4.4. EFEITO DO TIPO DE ISCA SOBRE A TAXA DE MORTALIDADE	24
4.5. RELAÇÃO ISCA X FERIMENTO.....	25

4.6. SELETIVIDADE DAS ISCAS: JIG X MEIA-ÁGUA	27
4.7. TAXA DE MORTALIDADE SEM O USO DE CONFINAMENTO	29
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo em destaque amarelo no mapa, o município de Barcelos, o Rio Unini e a comunidade Vila Nunes.	10
Figura 2 - Em destaque estão as três Unidades de conservação ambiental às margens do rio Unini.	11
Figura 3 - Um dos tanques-rede utilizados nos experimentos de confinamento individual.	14
Figura 4 - Introdução do peixe ao tanque-rede.	14
Figura 5 - Modelo do cercado utilizado nos experimentos.	15
Figura 6 - Introdução do tucunaré ao cercado.....	15
Figura 7 - Receptor de rádio telemetria.....	17
Figura 8 - Rádios transmissores.....	17
Figura 9 - Introdução do rádio transmissor no peixe.	17
Figura 10 - Realização de telemetria ativa.	18
Figura 11 - Medidas de comprimento padrão, peso e circunferência dos tucunarés capturados com isca jig e submetidos ao confinamento individual.	20
Figura 12 - Medidas de comprimento padrão, peso e circunferência dos tucunarés capturados com isca meia-água e submetidos ao confinamento individual.	21
Figura 13 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca jig e submetidos ao confinamento coletivo.	22
Figura 14 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca meia-água e submetidos ao confinamento coletivo.	23
Figura 15 - Histograma de frequência de fisgadas por localização para tucunarés capturados com isca jig.	25
Figura 16 - Histograma de frequência de fisgadas por localização para tucunarés capturados com isca meia-água.....	26
Figura 17 - Seletividade das iscas relacionada a medidas de peso dos peixes....	27
Figura 18 - Seletividade das iscas relacionada a medidas de comprimento dos peixes.....	28
Figura 19 - Seletividade das iscas relacionada a medidas de circunferência dos peixes.....	29

Figura 20 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca meia-água e monitorados por rádio telemetria. 30

RESUMO

A expansão da pesca amadora no Brasil teve início na década de 90 e tem alcançado os rios de água preta na região Amazônica, principalmente no médio Rio Negro onde são encontrados os grandes tucunarés (*Cichla* spp.). Com o acentuado crescimento desta atividade na região, a prática do pesque-solte vem sendo proposta como um procedimento sustentável na pesca esportiva dos tucunarés da região. Contudo, em face das dúvidas acerca da eficácia desta modalidade de pesca, avaliamos o efeito do pesque-solte sobre a sobrevivência do tucunaré, comparando dois tipos de iscas artificiais o jig e a meia-água. Foram realizados dois ensaios nos períodos de janeiro/fevereiro e outubro/novembro de 2012 no rio Unini, afluente da margem direita do rio Negro (Barcelos-AM). Em total foram capturados 191 tucunarés: 90 por iscas jig e os demais por iscas de meia-água. Ambos os grupos de peixes foram submetidos a experimentos de confinamento por um período de 3 dias. Do primeiro grupo, 30 peixes foram confinados individualmente e 60 coletivamente. No segundo grupo, 30 foram confinados individualmente e 60 coletivamente. Adicionalmente, 11 peixes deste grupo foram marcados com transmissores de rádio para monitoramento por telemetria. A taxa de mortalidade foi calculada através do percentual dos indivíduos mortos para cada tipo de isca e ambiente de confinamento. Não houve mortalidade para o grupo de tucunaré capturado com jig. Por outro lado, a isca de meia-água apresentou taxa de mortalidade de 1,66% para o confinamento coletivo e de 18,18% para os monitorados por telemetria, não havendo, portanto mortes de indivíduos confinados individualmente. Estes dados foram analisados por meio de uma análise de variância Kruskal-Wallis, onde apresentaram valores de $X^2_{(1.179)} = 0,502$ e $p = 0,478$ para os ambientes de confinamentos. O mesmo teste apresentou valores de $X^2_{(1.179)} = 1,005$ e $p = 0,316$ para as iscas utilizadas. Dessa forma, os resultados indicam que ambos, o tipo de ambiente e o tipo de isca, não apresentaram influência significativa sobre a taxa de mortalidade dos tucunarés na prática do pesque-solte. Estes resultados mostram que a prática desta modalidade de pesca amadora, resulta em baixa taxa de mortalidade para os tucunarés. Sendo assim o pesque-solte se mostra uma atividade que não prejudica a sustentabilidade dos estoques pesqueiros de tucunaré.

Palavras-chave: Pesque-solte; tucunaré; pesca amadora; mortalidade de peixes.

ABSTRACT

The expansion of recreational fishing in Brazil started in the 1990's, when more and more people came to the Amazon in search of peacock bass (*Cichla* spp.). The behavior of this cichlid, which attacks lures, is especially exciting for anglers. The middle Negro River has become one of the most popular areas of sport fishing of the world, where the largest peacock bass can be found. The importance of catch-and-release fishing as a sustainable fishing strategy has been shown to directly help conserve peacock bass fish stocks in the region. In this study, peacock bass mortality was evaluated in relation to catch-and-release fishing, comparing two types of artificial lures: the jig and a traditional middle-water type. Fish samples were collected in January/February and October/November of 2012 in the Unini River, a right margin tributary of the Negro River, in the municipal region of Barcelos in Amazonas State. A total of 191 peacock bass were caught, 90 by jig lure and the rest by the middle-water lure. Both fish groups were submitted to experimental confinement during a period of three days. In both groups, 30 fish were confined individually and 60 confined collectively. Additionally, 11 fish from the second group had radio transmitters attached to be used in telemetry. The mortality rate was calculated for each type of lure and type of confinement. No mortality was encountered for the group caught with a jig beat lure. In comparison, the middle-water lure showed a mortality rate of 1.66% for the collective confinement and 18.18% for the monitoring involving telemetry. For both types of lures, no mortality was observed for fish confined individually. The data was plotted using a Kruskal-Wallis variance analysis that showed values of $X^2_{(1.179)} = 0,502$ and $p= 0,478$ for confined environments. The same test show values of $X^2_{(1.179)} = 1,005$ e $p= 0,316$ for the different lures. The results indicated that neither confinement type or lure type had a significantly negative impact on the peacock bass mortality rate from the catch-and-release fishery, demonstrating that catch-and-release fishing has a very small impact on peacock bass mortality. Therefore, this type of recreational fishing is beneficial as a strategy to help conserve peacock bass fish stocks.

Keywords: Catch-and-release fishing; peacock bass; amateur fishery; fish mortality.

1. INTRODUÇÃO

A pesca amadora é uma importante atividade de lazer praticada por pessoas em todos os países (COWX, 2002; COOKE & SUSKI, 2004) e vem sendo reconhecida como uma atividade de importância social e de geração substancial de renda para grandes economias (PITCHER & HOLLINGWORTH, 2002), como EUA (MUONEK & CHILDRESS, 1994; SIEPKER *et al.*, 2007), Austrália (MCLEAY *et al.*, 2002; BROADHURST *et al.*, 2005), União Européia (AAS *et al.*, 2002; VEIGA *et al.*, 2011), e inclusive o Brasil (CATELLA, 2004; FABRI, 2006; HOLLEY *et al.*, 2008; SOBREIRO *et al.*, 2010).

O turismo voltado para pesca esportiva no Brasil vem expandindo-se desde o começo da década de 1990 (HOLLEY *et al.*, 2008). A atividade gera nacionalmente cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos, movimentando anualmente aproximadamente um bilhão de reais (FABRI, 2006).

Em 2010, foi estimado que existiam cerca de 25 milhões de pescadores amadores no Brasil (SCHORK *et al.*, 2010), confirmando que esta atividade vem ganhando espaço entre a população em geral, que tomou gosto pela atividade praticada nos rios ou em clubes de pesca (CECCARELLI *et al.*, 2005).

O desenvolvimento da pesca amadora em rios de águas pretas da bacia Amazônica está diretamente relacionado à presença de grandes exemplares do gênero *Cichla* conhecidos nacionalmente como tucunaré (KULLANDER, 2003). O ataque violento à isca e o comportamento agressivo do tucunaré vem atraindo turistas para praticar pesca esportiva na Amazônia (HOLLEY *et al.*, 2008). O principal local de exploração é a região que abrange o médio rio Negro e seus afluentes, destacando-se os rios Jurubaxi, Aracá, Demeni, Cuiuni, Caurés, Paduari e Unini (FREITAS & RIVAS, 2006).

O pesque-solte, definido como o ato de liberar o peixe com vida após a captura, é a modalidade mais comum da pesca esportiva praticada pela maioria dos turistas que vem ao rio Negro em busca dos grandes tucunarés.

Para a pesca esportiva ser completamente sustentável, não basta que uma porção substancial de peixes sobreviva (MUONEKE & CHILDRESS, 1994), mas

que continue saudável para que continue a crescer e se reproduzir após a soltura. Em rios da bacia Amazônica e do Pantanal Mato-Grossense, a prática do pesque-solte ainda é motivo de polêmica entre os pescadores, os quais acreditam que os peixes capturados e soltos, são facilmente devorados por piranhas, jacarés ou outros predadores (CECCARELLI *et al.*, 2006).

1.1. BIOLOGIA DO TUCUNARÉ

O gênero *Cichla* pertence à família Cichlidae, uma das famílias de peixes teleósteos mais diversa e amplamente distribuída em água doce, com aproximadamente 1300 espécies já registradas e um total estimado em cerca de 1900 espécies mundialmente (KULLANDER, 1998).

Dentre os ciclídeos neotropicais, o gênero *Cichla* possui as espécies de maior tamanho, podendo alcançar cerca de 1 metro em *Cichla temensis* (KULLANDER, 2003).

Estudo taxonômico do gênero *Cichla* baseado em características morfológicas sugere que existam nove novas espécies de tucunarés, além das 5 espécies já conhecidas (KULLANDER & FERREIRA, 2006): *Cichla intermedia* (MACHADO-ALLISON, 1971), *Cichla ocellaris* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801), *Cichla orinocensis* (HUMBOLDT, 1821), *Cichla temensis* (HUMBOLDT, 1821) e *Cichla monoculus* (AGASSIZ, 1831). Dentre estas, as três últimas ocorrem com frequência no médio rio Negro, sendo a base da pesca esportiva nesta região (HOLLEY *et al.*, 2008).

Os tucunarés possuem adaptações para ambientes lênticos (PETRERE JÚNIOR, 1996) e alimentam-se preferencialmente de peixes pequenos e invertebrados grandes (KULLANDER, 2003). Estes peixes não apresentam uma época reprodutiva definida, porém se reproduzem com maior frequência durante os meses mais quentes. São peixes de desova parcelada (desova apenas parte de seus ovos) e possuem cuidados parentais, construindo ninhos e protegendo sua prole (STAECK & LINKE, 1985; NELSON, 1994).

1.2. PESCA AMADORA E PESCA ESPORTIVA

A pesca amadora é definida como, “aquela praticada por brasileiros ou estrangeiros com a finalidade de lazer, turismo e desporto, sem finalidade comercial” (IBAMA, 2009).

A atenção da gestão pública brasileira voltada ao pescador amador se tornou evidente em 1997, com a criação do Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora – PNDPA, pelo Ministério do Esporte e do Turismo (EMBRATUR), e o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este programa tem o objetivo de transformar a atividade de pesca amadora em instrumento de desenvolvimento econômico, social e de conservação ambiental (PNDPA, 2006).

De acordo com o PNDPA (2006), o Brasil tem sido classificado por vários países como uma das nações mais ricas em peixes de interesse da pesca esportiva, o que lhe credencia como importante destino para aqueles que se dedicam a esta atividade. Desta forma, o programa tem atuado no sentido de fortalecer a pesca esportiva como atividade importante para o turismo, o comércio, a indústria, e também para a conservação do meio ambiente, da cultura e tradição das populações locais.

A atividade de pesca amadora no Brasil tem apresentado grande crescimento nos últimos 10 anos. O que era uma atividade de lazer transformou-se em uma indústria cada vez mais forte, que movimenta milhões de reais anualmente, em segmentos tão diversos como a importação e exportação de equipamentos de pesca, a aquicultura, o turismo e a mídia especializada (SCHORK *et al.*, 2010). Esta atividade pode ser realizada em três categorias distintas: “I - Pesca Desembarcada (Categoria A): realizada sem o auxílio de embarcação e com a utilização de linha de mão, caniço simples, anzóis simples ou múltiplos, vara com carretilha ou molinete, isca natural ou artificial e puçá para auxiliar na retirada do peixe da água; II - Pesca Embarcada (Categoria B): realizada com auxílio de embarcações, classificadas na categoria de esporte ou recreio pela autoridade marítima ou sociedade classificadora, e com o emprego dos apetrechos citados no Inciso anterior; III - Pesca Subaquática (Categoria C): realizada com ou sem o auxílio de embarcações e utilizando espingarda de

mergulho ou arbalete, tridente ou apetrechos similares, sendo vedado o emprego de aparelhos de respiração artificial” (IBAMA, 2009).

Alguns estudos têm sido desenvolvidos no intuito de analisar mais detalhadamente a prática da pesca amadora no Brasil, tanto na costa oceânica (ARFELLI *et al.*, 1994; LEWIS *et al.*, 1999; BASAGLIA & VIEIRA, 2005), quanto em águas interiores (MORAES & SEIDL, 2000; CATELLA, 2003; SOUZA, 2004; FREITAS & RIVAS, 2006; HOLLEY *et al.*, 2008), e até mesmo em clubes de pesca (OLIVEIRA & FUKUSHIMA, 1998; CASTRO *et al.*, 2006).

A pesca esportiva é definida como a modalidade da pesca amadora em que é obrigatória a prática do pesque-solte, sendo vedado o direito à cota de transporte de pescados, prevista na legislação (IBAMA, 2009).

Esta modalidade vem ganhando espaço entre a população brasileira em geral, que já adquiriu o gosto pela atividade praticada nos rios e, mais recentemente, em clubes de pesca, chamados também de pesque-pague (CECCARELLI *et al.*, 2005).

A prática do pesque-solte é uma atividade com grande potencial de crescimento no médio rio Negro, onde é a modalidade predominante. Os pacotes de pesca vendidos no exterior para um período de sete dias de pescarias nesta região oscilam em torno de US\$ 3 mil durante a temporada de pesca, que geralmente se estende, de outubro a março, coincidindo com o nível baixo das águas (FREITAS & RIVAS, 2006). HOLLEY *et al.* (2008) relatam que anualmente cerca de 1400 a 1800 pescadores esportivos visitam a região do médio rio Negro.

1.3. PESCA AMADORA E OS ESTOQUES PESQUEIROS

Apesar da pesca amadora ser uma atividade de grande importância econômica para muitos países, esta atividade também pode causar o declínio dos estoques pesqueiros (ARLINGHAUS *et al.*, 2002; MCPHEE *et al.*, 2002; MENSAGEM *et al.*, 2002; COLEMAN *et al.* 2004; COOKE & COWX, 2004; ARLINGHAUS & COOKE, 2005; COOKE & COWX, 2006). Estes trabalhos mostram que tanto a pesca comercial quanto a amadora podem resultar na

degradação de habitats essenciais para o ciclo de vida das espécies alvo, levando a necessidade de planejar o desenvolvimento das duas modalidades de pesca, incluindo estratégias para evitar danos ao ambiente e aos estoques pesqueiros.

Nos lagos da Polônia, o desembarque da pesca amadora supera o da pesca comercial para algumas espécies (BNINSKA & WOLOS, 2001). O mesmo acontece no Lago Toya no Japão (MATSUISHI *et al.*, 2002). No Pantanal de Cáceres, no Estado de Mato Grosso, os pescadores amadores capturam 2,7 vezes mais que os profissionais (NETTO, 2006). No Pantanal de Mato Grosso do Sul, o maior desembarque é efetuado pelos pescadores amadores. Segundo Catella (2004), no período de 1994 a 1999 o desembarque médio de todas as espécies foi de 1.415 t/ano, sendo que deste total, 76% foi capturado pelos pescadores amadores.

Além disso, as tecnologias disponíveis para a pesca comercial estão sendo utilizadas cada vez mais pelos pescadores amadores, garantindo melhores chances de sucesso na pesca (COOKE & COWX, 2006). Algumas destas novas tecnologias têm como objetivo diminuir a captura de espécies indesejadas e evitar impactos no ambiente, mas a maioria tem o objetivo de apenas facilitar a localização dos peixes e sua captura (COOKE & COWX, 2006).

1.4. MORTALIDADE DE PEIXES NA PRÁTICA DO PESQUE-SOLTE

Na pesca esportiva a maioria dos peixes são capturados e liberados imediatamente (POLICANSKY, 2002; COOKE & SUSKI, 2004), ato definido como pesque-solte, esta prática é realizada sob o pressuposto de que o peixe libertado vai sobreviver para ser pescado novamente no futuro, ou devido a considerações éticas (AAS *et al.*, 2002; SIEPKER *et al.*, 2007).

Segundo o PNDPA (2006), a atitude de devolver o peixe com vida à água, independentemente de estar dentro ou fora das medidas de tamanho permitidas pela legislação, deve ser adotada por todas as pessoas que pratiquem a pesca por esporte ou lazer.

A taxa de mortalidade de peixes capturados e liberados varia substancialmente entre as espécies (MUONEKE & CHILDRESS, 1994). De toda forma, para maximizar a eficácia do pesque-solte como uma ferramenta da gestão pesqueira é preciso alcançar um alto índice de sobrevivência e não afetar negativamente o crescimento e o comportamento dos peixes (POPE *et al.*, 2007; SIEPKER *et al.*, 2007; HOLLEY *et al.*, 2008).

Alguns fatores são decisivos na sobrevivência desses peixes, como a localização anatômica em que o peixe é fisgado (POPE *et al.*, 2007; ALÓS *et al.*, 2008), o tempo de briga, o tipo de isca artificial utilizada, o tipo de anzol (REEVES & BRUESEWITZ, 2007) e o tempo de manuseio com o peixe fora d'água (COOKE & SUSKI, 2004).

A escolha da isca é um fator relevante na sobrevivência dos peixes capturados e soltos. Iscas artificiais, excluindo as moscas artificiais ou "jigs", tendem a fisgar o peixe superficialmente, permitindo a rápida remoção com a probabilidade de minimizar danos a órgãos vitais (MUONEKE & CHILDRESS, 1994). Iscas orgânicas, incluindo iscas vivas, são normalmente ingeridas mais profundamente do que as artificiais, resultando em maior tempo de remoção do anzol (SIEWERT & CAVE, 1990; COOKE *et al.*, 2001). Além disso, os anzóis que são fisgados mais profundamente tem maior chance de prejudicar órgãos vitais, tais como brânquias, esôfago, estômago, ou se alojar no intestino (PELZMAN, 1978; GROVER, 2002; ARLINGHAUS *et al.*, 2007).

Há uma infinidade de modelos e configurações de anzóis, mas o principal fator causador de lesões e de mortalidade é a presença de farpa no anzol (MUONEKE & CHILDRESS, 1994). Anzóis sem farpa reduzem o tempo requerido pelo pescador para removê-los, diminuindo conseqüentemente o tempo de manipulação do peixe fora d'água (COOKE *et al.*, 2001). Por outro lado o uso de anzóis sem farpa facilita a fuga dos peixes durante a captura, o que gera uma resistência quanto ao seu uso por parte dos pescadores.

Estudos realizados em vários locais do mundo tem determinado a taxa de mortalidade em decorrência da prática do pesque-solte para diversas espécies de peixe. Broadhurst *et al.* (2005) investigando a mortalidade das principais espécies de peixe capturadas na pesca esportiva realizada em um estuário australiano,

encontrou taxas que variavam entre 0 e 36,6% com os principais fatores sendo a localização anatômica da fígada e o tempo prolongado entre a captura e a liberação do peixe. Butcher *et al.* (2006), em estudo com *Sillago ciliata* realizado durante um evento de pesca esportiva, encontraram uma taxa de mortalidade de aproximadamente 6%, influenciada diretamente pelo tipo de isca e localização anatômica da fígada. Pope *et al.* (2007), em uma avaliação dos efeitos do pesque-solte sobre a sobrevivência e crescimento do *Oncorhynchus mykiss*, encontraram uma taxa de sobrevivência de $96,99 \pm 0,06\%$. Reeves & Bruswitz (2007) determinaram que a taxa de mortalidade de *Sander vitreus* pode variar de 0 a 12,2%, sendo influenciada diretamente por fatores como a temperatura da água, sangramento, comprimento dos peixes e a localização anatômica da fígada. Alós *et al.* (2008) encontraram taxas de mortalidade para *Trachynotus ovatus* que variaram entre 0-17,9% com ênfase no formato e tamanho do anzol utilizado na captura. Alós (2009) determinou o impacto das técnicas de pesca recreativa e tipos de isca sobre a mortalidade de *Trachynotus ovatus* submetidos ao pesque-solte, onde a taxa de mortalidade total observada foi 24,1%, influenciada principalmente pela posição anatômica da fígada.

Apesar da alta relevância do tucunaré na atividade de pesca esportiva (COOKE & SUSKI, 2005), não há estudos publicados que abordam o tema deste estudo. Desta forma com o desenvolvimento do presente estudo se espera gerar dados para o desenvolvimento de metodologias de captura/soltura destes peixes objetivando o aumento da sobrevivência dos exemplares capturados na prática desta atividade.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Estimar a taxa de mortalidade relacionada à prática da pesca esportiva do *Cichla* spp. na região do médio rio Negro.

2.2. ESPECÍFICOS

- Estimar a taxa de mortalidade do *Cichla* spp. capturado na pesca esportiva, utilizando confinamento individual e coletivo;
- Estimar a taxa de mortalidade do *Cichla* spp. capturado na pesca esportiva, sem o uso de técnicas de confinamento.
- Comparar a taxa de mortalidade do *Cichla* spp. capturado na pesca esportiva com isca de anzol simples ou isca de anzol múltiplo;
- Comparar a seletividade da isca de anzol simples com a isca de anzol múltiplo;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no rio Unini, afluente da margem direita do médio rio Negro. O rio Unini está localizado no município de Barcelos, situado no noroeste amazônico. É o município com a maior área do Estado do Amazonas, apresentando extensão territorial de 122.475,73 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011). Localiza-se a uma distância de 396 km em linha reta e 496 km por via fluvial da capital Manaus. A sede municipal de Barcelos situa-se na margem direita do rio Negro (Figura 1).

Na bacia do rio Unini existem três unidades de conservação ambiental, e dentre estas estão distribuídas 9 comunidades da seguinte forma: na margem esquerda do rio encontra-se a Reserva Extrativista do Unini, com 3 comunidades (Lago das Pedras, Terra Nova e Patauí), e na margem direita do rio encontram-se o Parque Nacional do Jaú, com 5 comunidades (Tapiíra, Manapana, Lago das Pombas, Floresta e Vista Alegre), e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, com 1 comunidade (Vila Nunes) (Figura 2).

A comunidade Vila Nunes (coordenadas: S: 1° 37' 35.87" W: 62° 56' 27.65") foi usada como principal base física para o desenvolvimento dos experimentos, em função de aspectos logísticos, técnicos e biológicos. Em primeiro lugar, é a comunidade situada no trecho superior do rio Unini, sem histórico de ocorrência de pesca comercial o que assegurava a existência de estoques de tucunaré mais preservados. Além disso, a comunidade possui um pequeno barco regional que foi alugado para servir de transporte de material e base durante os experimentos. Finalmente, alguns moradores possuem experiência como guias de pesca esportiva, o que contribuiu durante a coleta dos peixes.

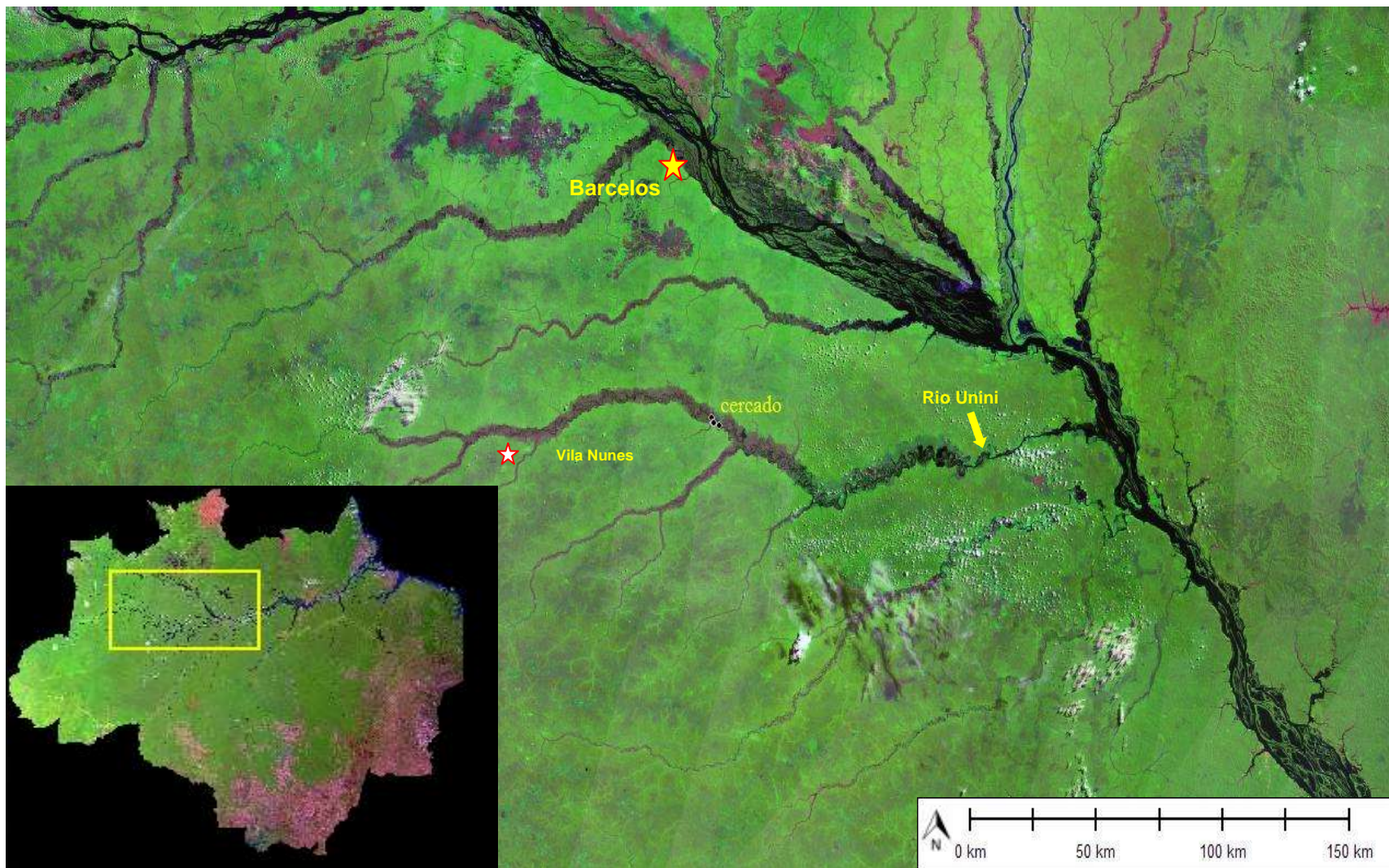


Figura 1 - Área de estudo em destaque amarelo no mapa, o município de Barcelos, o Rio Unini e a comunidade Vila Nunes.

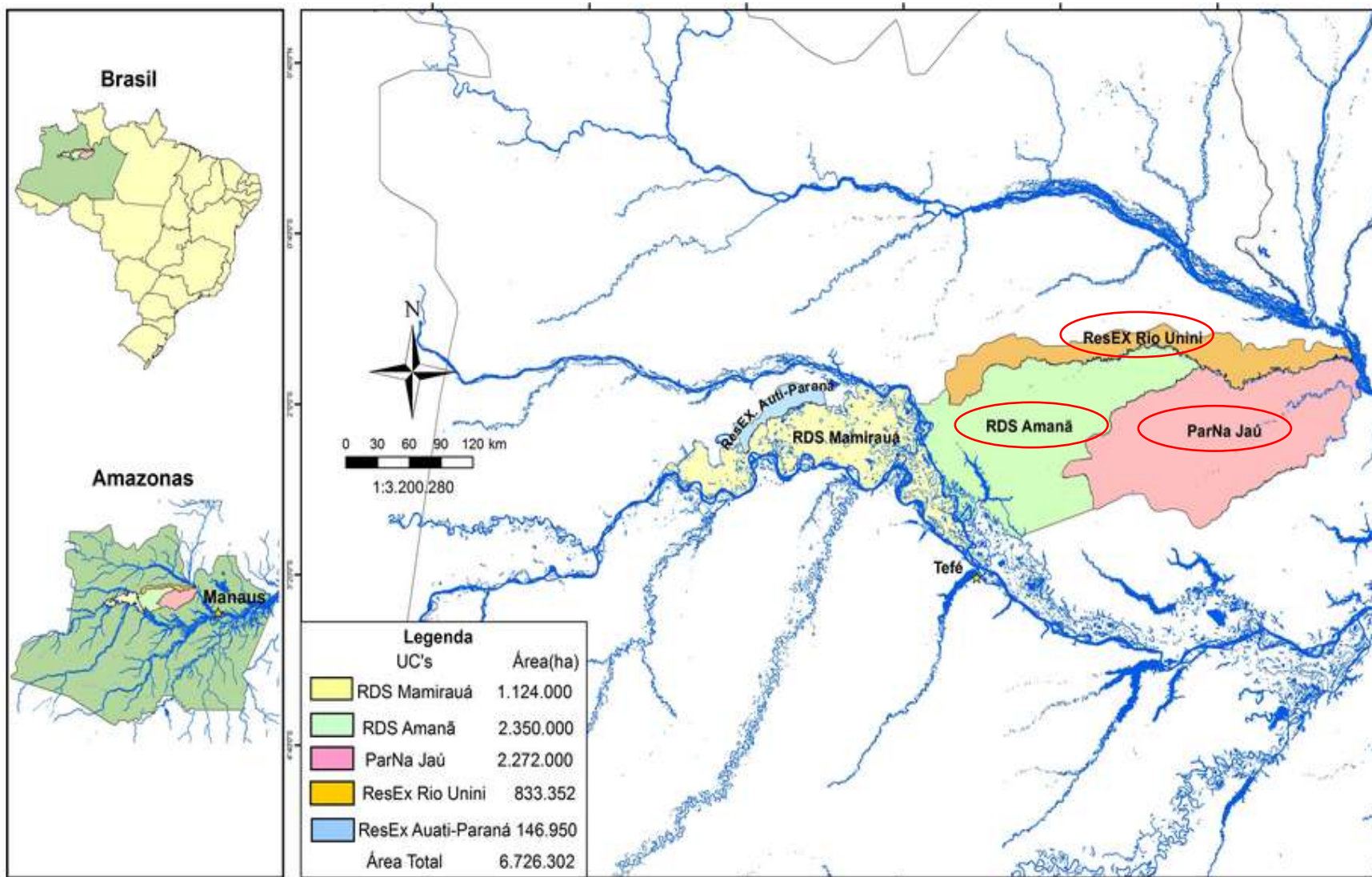


Figura 2 - Em destaque estão as três Unidades de conservação ambiental às margens do rio Unini.
 Fonte: Mamirauá, 2010.

3.2. COLETA DE DADOS

Foram realizadas duas excursões com duração de 35 dias cada. A primeira ocorreu entre os meses de janeiro e fevereiro de 2012 e a segunda entre outubro e novembro de 2012. Este estudo foi baseado em pescarias experimentais realizadas por pescadores esportivos e guias experientes. Os peixes capturados foram submetidos a três tratamentos:

- 1- Em confinamento total, onde os peixes ficaram isolados individualmente em tanques-rede;
- 2- Em confinamento coletivo, onde os peixes ficaram confinados em grupos de 20 exemplares em um cercado;
- 3- Sem confinamento, onde os peixes foram marcados com rádios transmissores e monitorados por telemetria em seu ambiente natural.

De todos os peixes amostrados foram obtidos os seguintes dados biológicos: comprimento padrão (cm); peso total (Kg) com precisão de 0,5Kg; e circunferência corporal (cm), medida na base da nadadeira peitoral. Também foi registrado o tempo entre o ponto de captura e a soltura de cada peixe, no ambiente de confinamento ou no ambiente natural, conforme o tipo de tratamento. O transporte dos peixes até o respectivo ambiente foi realizado com o auxílio de uma caixa térmica de isopor com capacidade de 70 litros, a qual era abastecida com água do próprio rio no momento em que o peixe era fisgado.

3.2.1. PESCA EXPERIMENTAL

Para a realização das capturas foi usado um bote motorizado, varas de pesca equipadas com carretilha, linha multifilamento e isca artificial. As capturas

foram realizadas pelo método de pesca ativa, ou seja, por meio de arremesso e imediato recolhimento da isca.

Nas coletas para os experimentos com confinamento, foram utilizados dois tipos de iscas artificiais: jigs e meia-água. Para o experimento sem confinamento, utilizamos apenas a isca meia-água.

As iscas jig possuíam apenas um anzol simples, já as iscas de meia-água apresentavam dois anzóis triplos em forma de garatéia. Dentro de cada categoria, houve variações de forma, tamanho e coloração das iscas, que podem influenciar na eficiência de captura, mas que não foram consideradas como tendo efeito sobre a mortalidade.

3.2.2. SOBREVIVÊNCIA EM CONFINAMENTO INDIVIDUAL

Foram utilizados 10 tanques-rede medindo 1,5m de largura, 2m de comprimento e 1m de profundidade. Os tanques são compostos por três estruturas: (I) a de flutuação, que é formada por tubos de PVC de 10,0 cm de diâmetro, ligados por juntas em forma de “L” também em PVC, preenchida com garrafas de refrigerante tipo PET (Polietileno Tereftalato) de 1,5 litros; (II) a estrutura de suporte da rede, que fica sob a base flutuante, composta por tubos de PVC soldável de 2,5 cm de diâmetro, ligados por juntas em forma de “T” também em PVC; (III) e a rede, composta por tela plástica preta com malha de 5 mm, costurada com fio de nylon multifilamento, fixada à estrutura de suporte por lacres confeccionados em PVC com 10 cm de comprimento (Figura 3).

Nestes experimentos, foi realizada a comparação da taxa de mortalidade do tucunaré capturado com a isca jig ou com a isca meia-água. Para isto, foram capturados 60 exemplares de tucunaré, 30 com cada tipo de isca. Os peixes foram confinados individualmente nos tanques-rede. Os peixes ficaram confinados por um prazo mínimo de 3 dias, sendo monitorados constantemente (Figura 4).



Figura 3 - Um dos tanques-rede utilizados nos experimentos de confinamento individual.



Figura 4 - Introdução do peixe no tanque-rede.

3.2.3. SOBREVIVÊNCIA EM CONFINAMENTO COLETIVO

Para a realização deste experimento foi utilizado 1 cercado medindo 26,90 m de comprimento, 14,40 m de largura e 1 m de profundidade média. O cercado foi composto por uma rede de pano medindo 100 m de comprimento e 5 m de altura, com malha de 3 mm entre nós opostos e grampos metálicos de 30 cm de comprimento utilizados para fixar a rede ao solo. O cercado foi armado com o auxílio de varas de madeira de maneira que as laterais ficassem com no mínimo 1 metro da altura acima da lâmina d'água (Figura 5).

Como no outro experimento, foi realizada a comparação da taxa de mortalidade do tucunaré capturado com a isca jig ou com a isca meia-água. Para isto, foram capturados 120 tucunarés, 60 com cada tipo de isca, os quais ficaram confinados no cercado em grupos de 20 peixes por um prazo mínimo de 3 dias (Figura 6).

Ocorreram eventuais fugas do ambiente de confinamento (salto para fora do cercado) no decorrer dos experimentos. Estes peixes foram considerados como sobreviventes em nossas análises, pois, consideramos o ato de saltar sobre a lateral do cercado uma demonstração de que o estresse da captura sob

estes peixes não os levou ao esgotamento físico ou afetou sua capacidade natatória.



Figura 5 - Modelo do cercado utilizado nos experimentos.



Figura 6 - Introdução do tucunaré ao cercado.

3.2.4. SOBREVIVÊNCIA SEM CONFINAMENTO - UTILIZANDO TELEMETRIA

A telemetria é uma técnica que permite estudar à distância aspectos relacionados com movimentação, comportamento, taxas de crescimento, e mortalidade dos indivíduos portadores de transmissores (WETHERBEE *et al.*, 2001; JADOT *et al.*, 2002). Esses transmissores emitem informações como sequências de sinais simples, anunciando apenas a presença do indivíduo, ou sinais mais complexos que incluem, além da posição, informação sobre outras variáveis (direção de natação, profundidade, velocidade, entre outros). Esses sinais podem ser captados pelo investigador ativamente, em tempo real, ou passivamente, utilizando estações receptoras (REINE, 2005).

O desenvolvimento de equipamentos cada vez mais fiáveis e de menores dimensões tem proporcionado a utilização da telemetria em áreas cada vez mais diversas, diversificando a sua utilização em espécies de menores dimensões e em regiões pouco acessíveis (MEYER *et al.*, 2007).

Existem três tipos de transmissores que podem ser utilizados em estudos de telemetria em peixes: (I) transmissores por satélite, utilizados em espécies que se movimentam perto da superfície, e que permitem a transmissão dos sinais para satélites próximos, utilizando uma frequência UHF (401.65 MHz); (II) transmissores acústicos, os quais são apropriados para estudos em zonas marinhas, devido sua eficiência na propagação do sinal em águas marinhas e/ou salobras utilizando frequências entre 30 e 300 KHz (VOEGELI *et al.*, 2001; REINE, 2005); e (III) transmissores rádio-acústicos, utilizados em ambientes de água doce, com frequências entre 20 e 300 MHz, as quais em água salgada são rapidamente absorvidas (PINCOCK & VOEGELI, 2002).

Geralmente pesquisas com telemetria em peixes de natação livre são, estudos de curta duração, que variam entre algumas horas e poucos meses (STEIG, 1999; THORSTEINSSON, 2002).

Na realização de monitoramento em tempo real, a telemetria ativa é a mais indicada. Nesta técnica, o receptor é montado em uma embarcação que segue o sinal acústico emitido pelo peixe marcado (MEYER & HOLLAND, 2001; HOLLAND *et al.*, 1999). A intensidade do sinal recebido dá uma ideia da distância relativa entre a embarcação e o peixe. Este monitoramento implica bastante trabalho, e por isso a sua duração varia entre algumas horas a 2 ou 3 dias. Assim, a telemetria ativa é um método ideal para responder a questões relativas aos movimentos de curta escala temporal e acerca dos efeitos de stress ou dano físico sobre o animal monitorado.

Para realização deste experimento foram utilizados 11 rádios transmissores de modelo F1835B (Figura 7) e dois receptores de modelo LA12-Q - Portable Radiotelemetry Receiver (Figura 8). Os transmissores foram aderidos aos peixes por via oral de modo que estes eram introduzidos pela boca até o estômago dos peixes (Figura 9). A razão pela escolha desta metodologia de marcação foi seu caráter menos invasivo, uma vez que não demanda procedimentos cirúrgicos.



Figura 8 - Rádios transmissores.



Figura 7 - Receptor de rádio telemetria.



Figura 9 - Introdução do rádio transmissor no peixe.

Foram capturados onze exemplares de tucunaré com iscas de meia-água, pesando acima de 3 kg, os quais foram marcados com um rádio transmissor e posteriormente liberados no seu habitat natural. Este experimento foi realizado em ambientes de lago, de modo a facilitar a localização dos peixes, evitando a perda dos indivíduos marcados com transmissores.

Os exemplares marcados com o transmissor foram monitorados diariamente por telemetria ativa (Figura 10) de modo que os peixes fossem localizados três vezes por dia (manhã, tarde e noite) durante um período mínimo de três dias.



Figura 10 - Realização de telemetria ativa.

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

A taxa de mortalidade foi calculada como o percentual de indivíduos mortos em cada ambiente de recuperação, capturado por um determinado tipo de isca. Os dados de peso, comprimento e a circunferência dos peixes capturados, além do tempo entre a captura e a introdução dos animais no ambiente de confinamento, foram representados por meio de estatística descritiva.

Utilizamos procedimentos não-paramétricos para analisar estatisticamente nossos dados, uma vez que os mesmos não apresentaram distribuição normal (Normalidade D'Agostinho-Pearson, $P < 0,05$)

A comparação do tamanho dos peixes capturados com os dois tipos de isca, utilizando dados de peso, comprimento e circunferência foram realizadas por meio do teste “U” de Mann-Whitney.

A comparação das taxas de mortalidade relacionada a cada tipo de iscas e confinamentos foram realizadas por meio da análise não paramétrica Kruskal-Wallis.

Todas as análises foram realizadas com o programa Statistica 7. Os resultados dos testes estatísticos foram interpretados para $\alpha = 0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. TAXA DE MORTALIDADE PARA CONFINAMENTO INDIVIDUAL

4.1.1. ISCA JIG

Foram capturados 30 tucunarés utilizando iscas jig. Os peixes tiveram peso variando de 0,5kg à 3,5kg com média de $0,91 \pm 0,61$ Kg. O comprimento padrão variou de 22 a 55cm, com média de $35,35 \pm 6,15$ cm. A circunferência apresentou valores entre 15 e 40cm com média de $24,66 \pm 4,43$ cm (Figura 11).

O tempo de transporte entre a captura e a introdução dos peixes nos tanques, variou entre 4 e 47 minutos, com média de 21 ± 10 minutos. Após os três dias de confinamento nos tanques nenhum dos indivíduos morreram, resultando em uma taxa de mortalidade de 0%.

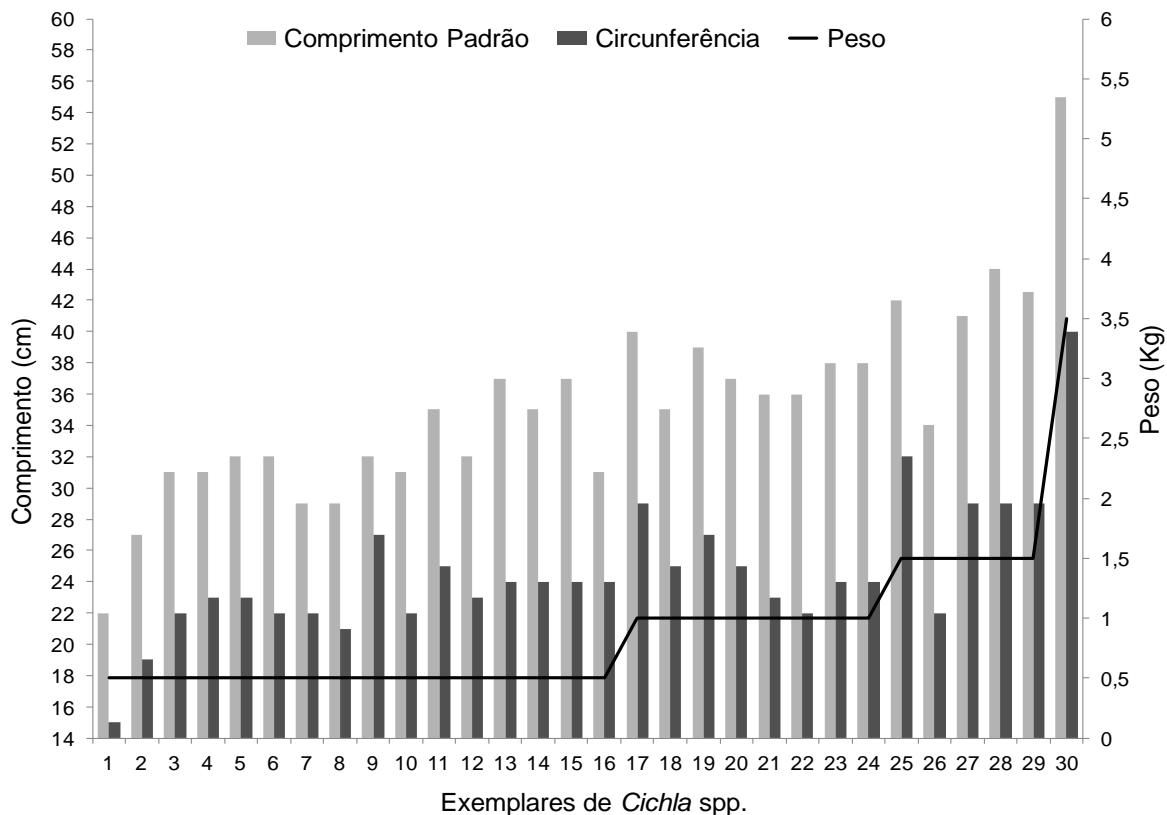


Figura 11 - Medidas de comprimento padrão, peso e circunferência dos tucunarés capturados com isca jig e submetidos ao confinamento individual.

4.1.2. ISCA MEIA-ÁGUA

Foram capturados 30 tucunarés utilizando iscas meia-água. Os peixes tiveram peso variando de 0,5 à 4Kg com média igual a $1,13\pm 0,97\text{Kg}$. O comprimento padrão variou de 26 a 59cm, com média de $38,6\pm 7,99\text{cm}$. E a circunferência apresentou valores entre 17,5 e 45cm com média de $28,01\pm 6,08\text{cm}$ (Figura12).

O tempo de transporte entre a captura e a introdução dos peixes nos tanques, variou entre 1 e 50 minutos, com tempo médio de 19 ± 12 minutos. Após os três dias de confinamento nos tanques nenhum dos indivíduos morreram, resultando em uma taxa de mortalidade de 0%, idêntica àquela observada quando as capturas foram efetuadas usando jig.

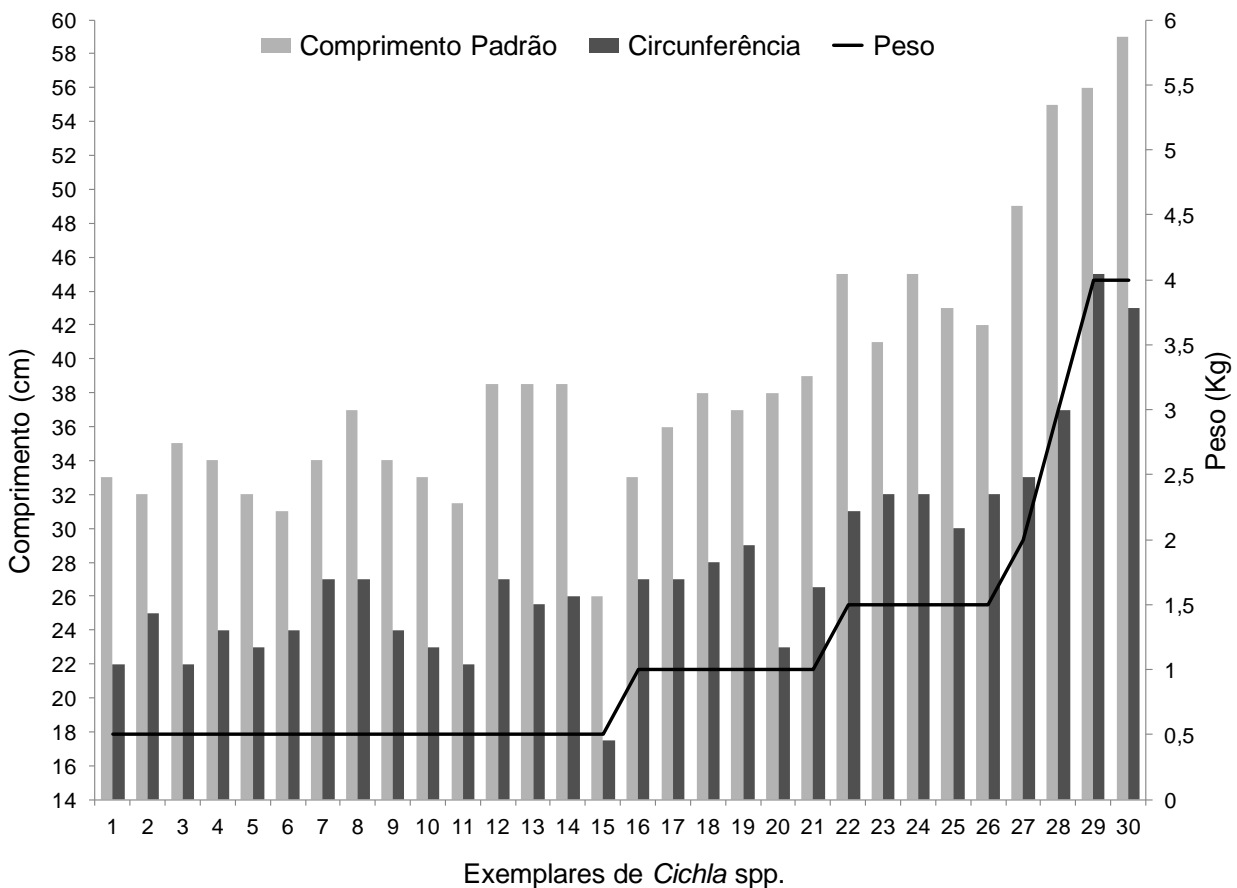


Figura 12 - Medidas de comprimento padrão, peso e circunferência dos tucunarés capturados com isca meia-água e submetidos ao confinamento individual.

4.2. TAXA DE MORTALIDADE PARA CONFINAMENTO COLETIVO

4.2.1. ISCA JIG

Foram capturados 60 tucunarés utilizando iscas jig. Os peixes tiveram peso variando de 0,5 à 7Kg com média igual a $1,43 \pm 1,57$ Kg. O comprimento padrão variou de 18 a 68cm, com média de $38,82 \pm 10,76$ cm. E a circunferência apresentou valores entre 16 e 52cm com média de $27,94 \pm 7,96$ cm (Figura 13).

O tempo de transporte entre a captura e a introdução destes peixes no cercado, variou entre 3 e 56 minutos, com tempo médio de 24 ± 11 minutos. Após os três dias de confinamento no cercado a taxa de mortalidade foi de 0%.

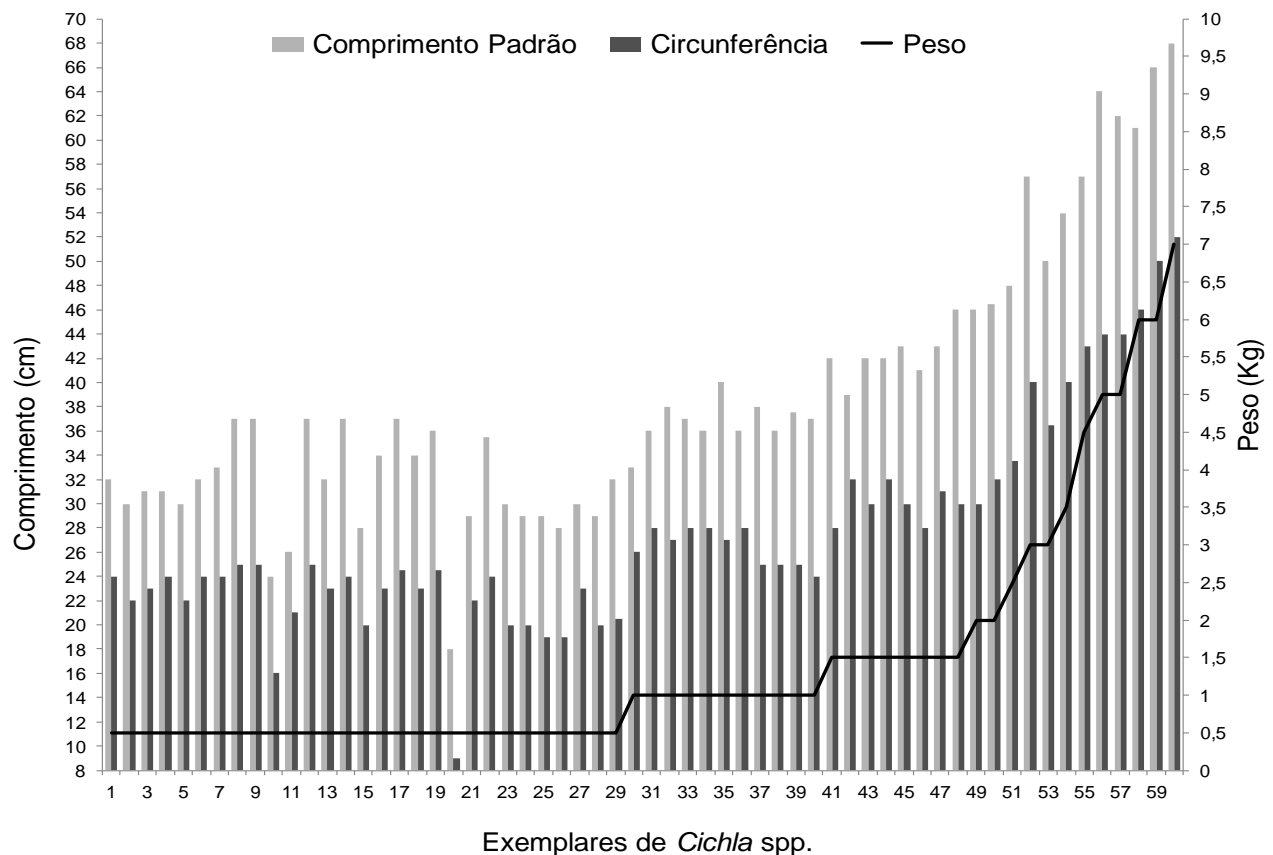


Figura 13 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca jig e submetidos ao confinamento coletivo.

4.2.2. ISCA MEIA-ÁGUA

Foram capturados 60 tucunarés utilizando iscas meia-água. Os peixes tiveram peso variando de 0,5 à 7,5Kg com média igual a $1,74\pm 1,50$ Kg. O comprimento padrão variou de 24 a 68cm, com média de $41,65\pm 10,18$ cm. E a circunferência apresentou valores entre 17 e 52cm e média de $30,54\pm 7,87$ cm (Figura 14).

O tempo de transporte entre a captura e a introdução destes peixes no cercado, variou entre 4 minutos a 1 hora e 13 minutos, com tempo médio de 25 ± 14 minutos. Ao final deste experimento havia morrido somente um peixe, o qual morreu na terceira hora após a soltura no cercado. A taxa de mortalidade calculada foi 1,66%.

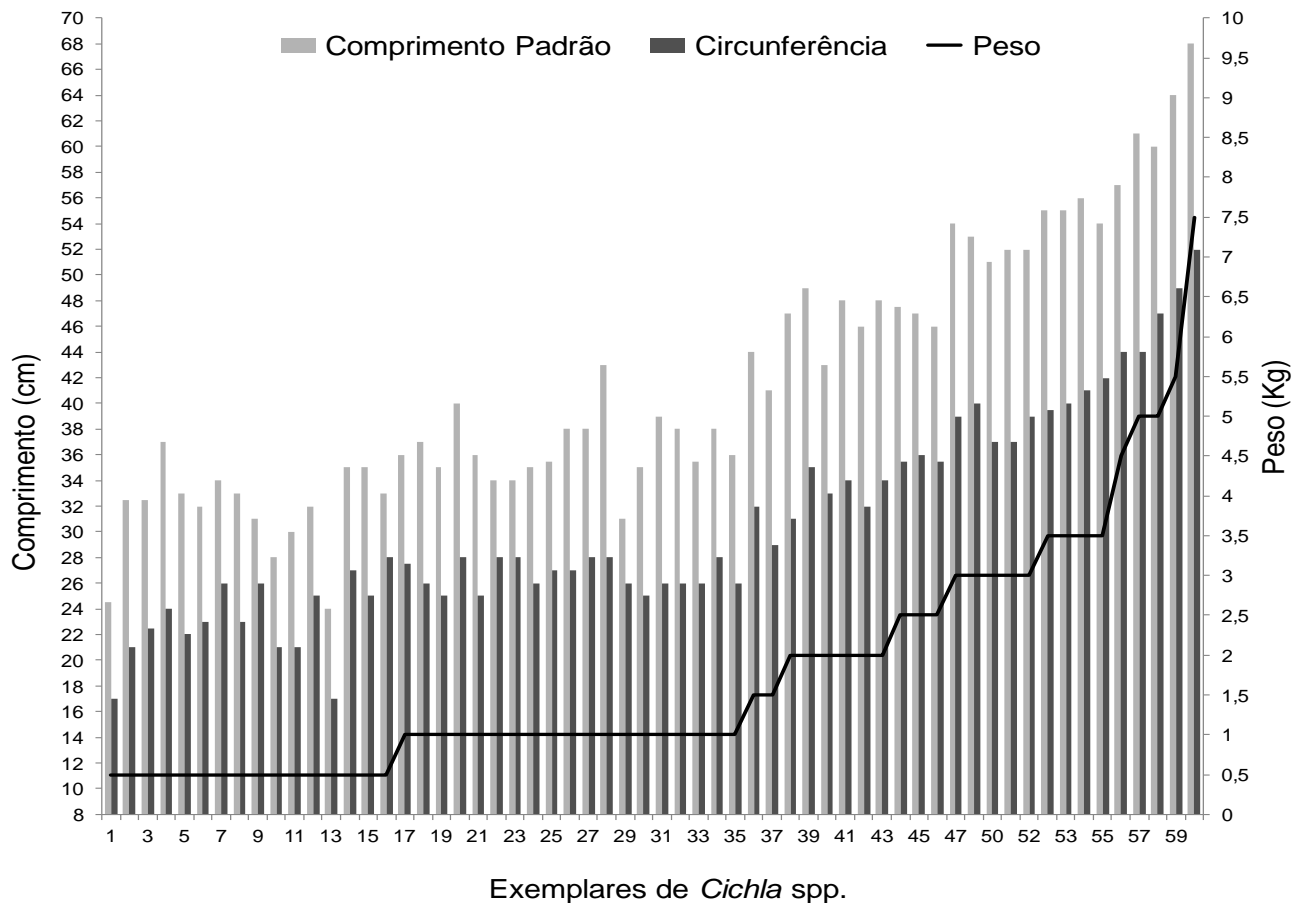


Figura 14 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca meia-água e submetidos ao confinamento coletivo.

4.3. EFEITO DO CONFINAMENTO SOBRE A TAXA MORTALIDADE

Não houve diferença estatística na taxa de mortalidade dos indivíduos submetidos ao confinamento individual com relação aos indivíduos submetidos ao confinamento coletivo (Chi-Square $_{1,179} = 0,502$; $p = 0,478$).

Este resultado demonstra que o tipo de confinamento não influenciou na mortalidade dos peixes. Sendo assim a taxa de mortalidade total para os 90 indivíduos capturados com isca jig foi 0%. Já para os 90 indivíduos capturados com isca meia-água, a taxa de mortalidade total foi 1,11%.

Não ocorreu predação intraespecífica (canibalismo) nos tratamentos de confinamento coletivo, porém em uma das repetições do tratamento com isca meia-água tivemos ocorrência de predação interespecífica, uma vez que alguns dos tucunarés amostrados predaram piranhas que invadiram o cercado durante os três dias de observação.

4.4. EFEITO DO TIPO DE ISCA SOBRE A TAXA DE MORTALIDADE

Não houve diferença estatística na taxa de mortalidade dos indivíduos capturados com a isca jig em relação aos indivíduos capturados com a isca meia-água (Chi-Square $_{1,179} = 1,005$; $p = 0,316$).

Este resultado demonstra que não houve efeito dos tipos de iscas sobre a taxa de mortalidade. Tendo em vista que também não encontramos efeito para os tipos de confinamento, a taxa de mortalidade total calculada considerando todos os 180 exemplares de tucunaré, independente do tipo de isca utilizado para sua captura e o confinamento a que estes foram submetidos, foi 0,55%.

4.5. RELAÇÃO ISCA X FERIMENTO

Dentre os exemplares de tucunaré capturados com isca jig, 81,11% foram fisgadas na região interna da boca, com 7,39% destes apresentando ferimentos com sangramento. A brânquia foi o único órgão atingido, com 18,89% das fisgadas, todas com presença de sangramento (Figura 15). Nas capturas realizadas com esta isca, não ocorreram fisgadas no corpo, olhos e região externa da boca.

Dentre os tucunarés capturados com isca meia-água, a maior parte foi fisgada na região interna da boca (57,43%) com apenas 7,92% destes, apresentando ferimentos com presença de sangramento. Os exemplares fisgados na região externa da boca (16,83%) não apresentaram sangramento nos ferimentos. Dos exemplares fisgados pelo corpo (18,81%), apenas 1,98% apresentaram ferimentos com presença de sangramento. Todos os exemplares fisgados nas brânquias (5,94%) apresentaram ferimentos com presença de sangramento. Foi observado somente uma ocorrência de ferimento no olho (0,99%), sem presença de sangramento (Figura 16).

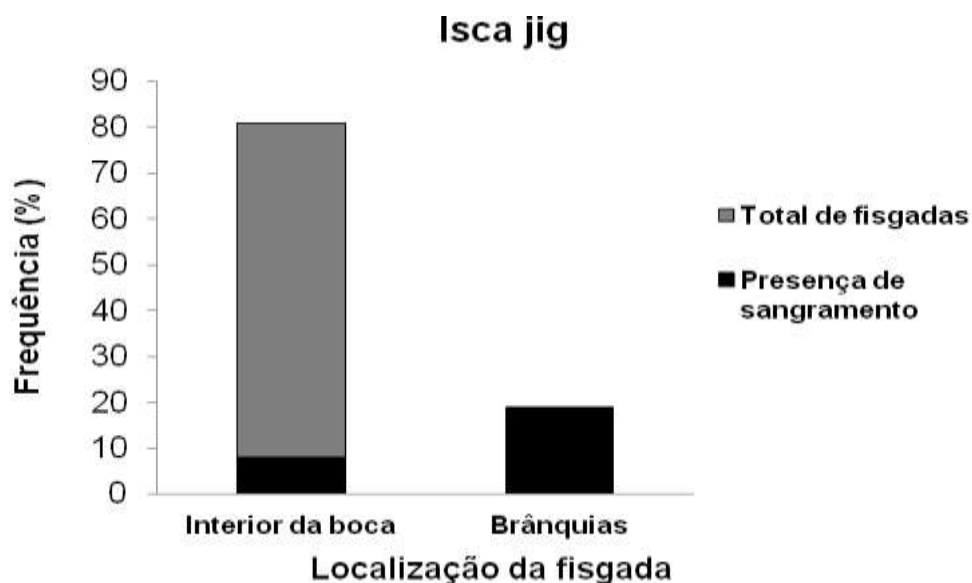


Figura 15 - Histograma de frequência de fisgadas por localização para tucunarés capturados com isca jig.

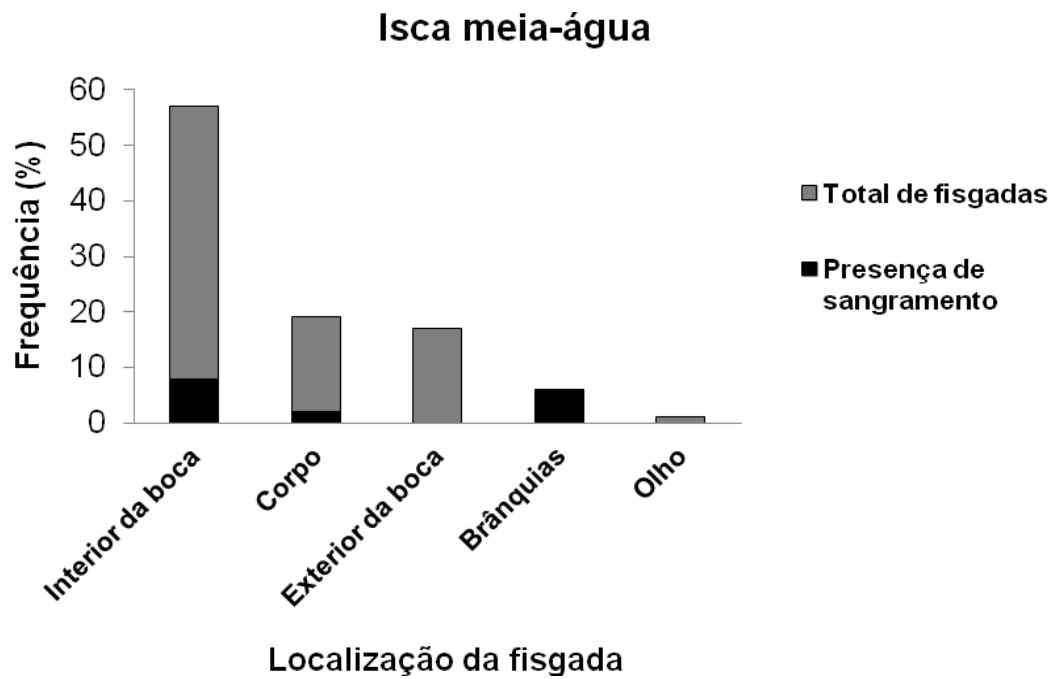


Figura 16 - Histograma de frequência de fisgadas por localização para tucunarés capturados com isca meia-água.

4.6. SELETIVIDADE DAS ISCAS: JIG X MEIA-ÁGUA

Os peixes capturados com iscas meia-água se mostram estatisticamente maiores do que aqueles capturados com iscas jig (Figuras 17; 18; 19).

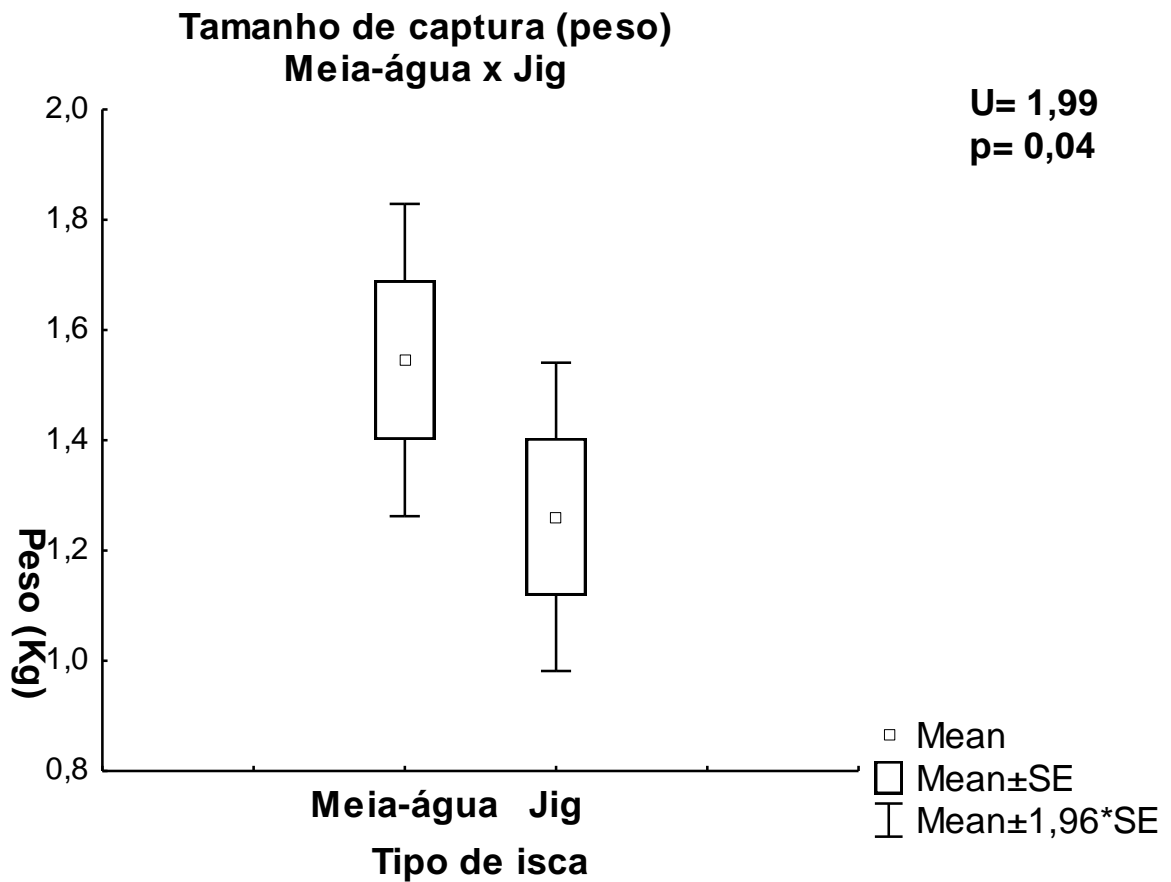


Figura 17 – Tamanho dos peixes capturados por cada tipo de isca, relacionado aos dados de peso dos peixes.

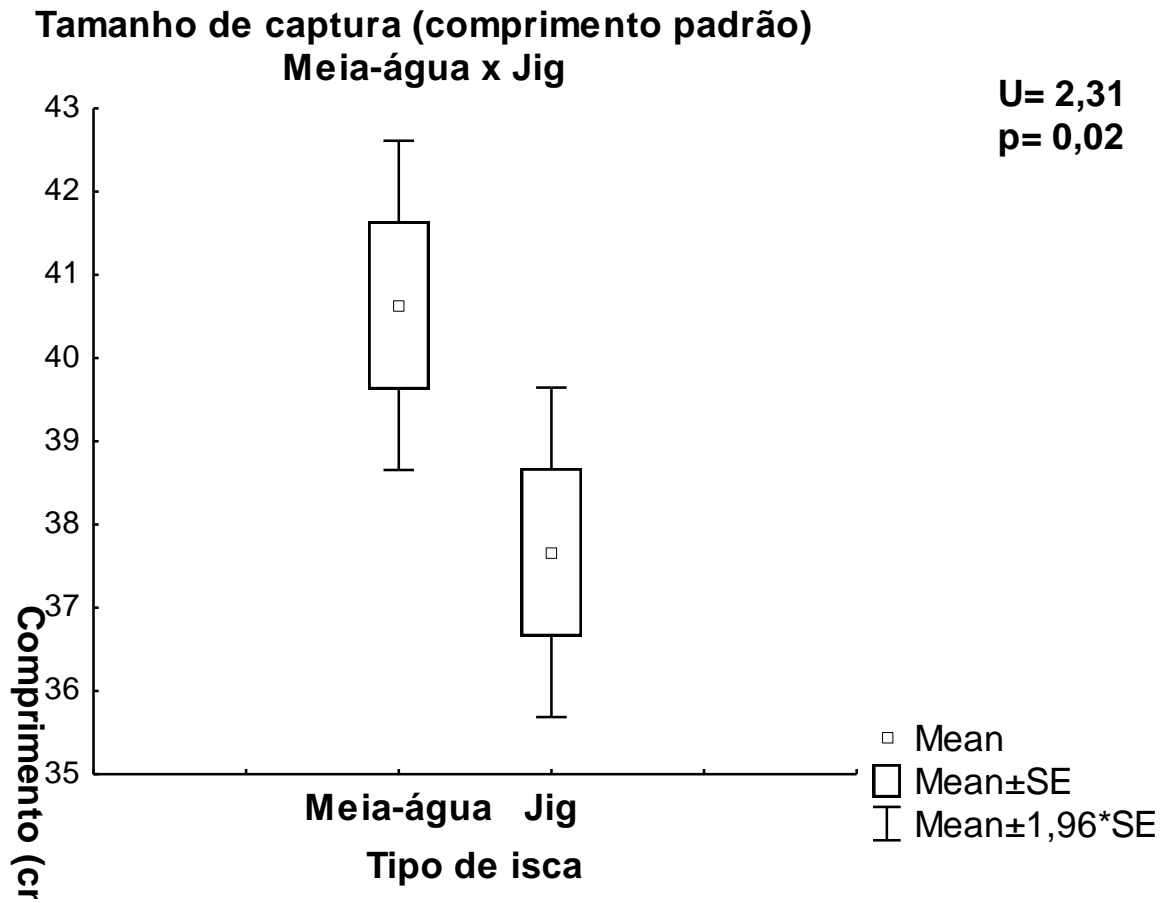


Figura 18 - Tamanho dos peixes capturados por cada tipo de isca, relacionado aos dados de comprimento dos peixes.

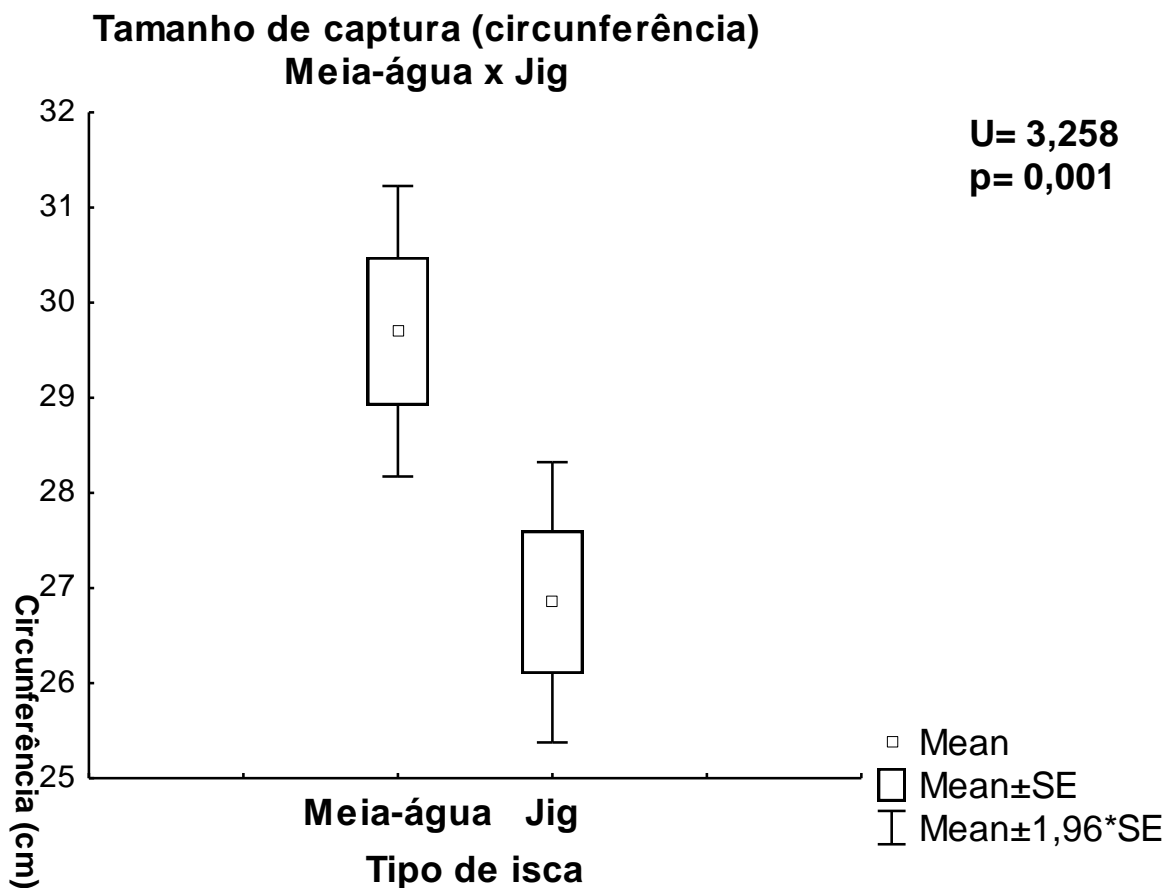


Figura 19 - Tamanho dos peixes capturados por cada tipo de isca, relacionado aos dados de circunferência dos peixes.

4.7. TAXA DE MORTALIDADE SEM O USO DE CONFINAMENTO

Foram capturados 11 tucunarés utilizando iscas de meia-água. Os peixes tiveram peso variando entre 3,5 à 7,5Kg com média de $4,86 \pm 1,22$ Kg. O comprimento padrão variou entre 53 à 69cm, com média de $60,27 \pm 5$ cm. E a circunferência apresentou valores entre 40 e 52,5cm com média de $44,90 \pm 3,87$ cm (Figura 20).

Estes exemplares foram submetidos ao tratamento sem confinamento. Após os três dias de monitoramento por telemetria, apenas 2 indivíduos

morreram. Um indivíduo de 7,5Kg, com comprimento padrão de 69cm e circunferência medindo 52,5cm, o qual foi encontrado morto cerca de 2 horas após a soltura (não haviam marcas de predação em seu corpo). E um exemplar de 3,5Kg, com comprimento padrão de 55cm e circunferência medindo 45,5cm, que foi encontrado morto na tarde do segundo dia de monitoramento. Apenas uma parte do corpo deste indivíduo foi encontrada, o restante (da base da nadadeira peitoral à calda) possivelmente foi comido por algum predador. A taxa de mortalidade calculada ao final deste experimento foi 18,18%.

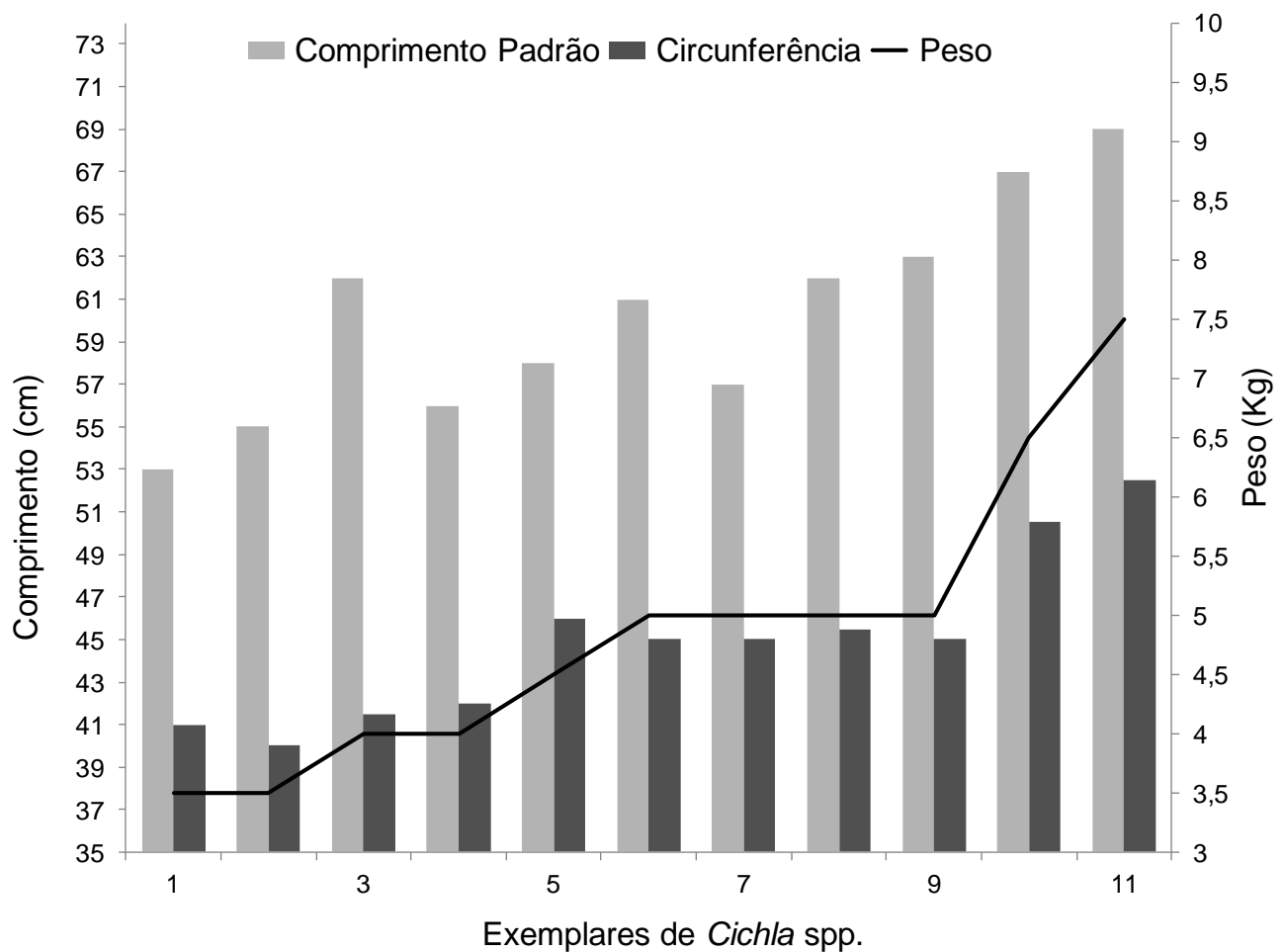


Figura 20 - Medidas de comprimento padrão, circunferência e peso dos tucunarés capturados com isca meia-água e monitorados por rádio telemetria.

5. DISCUSSÃO

Em geral, nos experimentos realizados com o uso de confinamento encontramos taxas de mortalidade muito baixas. No confinamento coletivo, apenas um exemplar de tucunaré morreu em decorrência do pesque-solte, enquanto em confinamento individual não teve mortalidade nenhuma, após os três dias de confinamento.

É importante frisar que taxas de mortalidade calculadas por meio de metodologias de confinamento devem ser consideradas como uma estimativa conservadora (POLLOCK & PINE, 2007), já que estas metodologias não simulam as condições ambientais naturais no momento em que os peixes são devolvidos a água (ALÓS, 2009).

A taxa de mortalidade encontrada no experimento sem confinamento, com uso da telemetria para monitorar os peixes em ambiente natural, foi muito superior às taxas de mortalidade dos peixes submetidos ao confinamento.

Esta diferença pode estar diretamente relacionada ao fato de que ao utilizarmos metodologias de confinamento nós estamos protegendo os peixes submetidos ao pesque-solte de uma vulnerabilidade à predação potencialmente maior, uma vez que os animais liberados no meio ambiente estarão disponíveis para outros predadores enquanto se recuperam dos efeitos desta prática (COOKE & PHILIPP, 2004; THORSTAD *et al.*, 2004), ou até mesmo da predação natural à qual estes peixes estão constantemente susceptíveis em seu ambiente natural. Cooke & Philipp (2004), encontraram taxa de mortalidade de 39%, devido a predação pós-soltura de *Albula* spp. em local com alta frequência de predadores. É possível que a baixa taxa de mortalidade por predação observada neste estudo esteja relacionada com a ausência de predadores maiores, considerando que, entre os peixes, os tucunarés ocupam o topo da cadeia alimentar nestes ambientes. Outros predadores de maior porte como jacarés (*Caiman crocodilus*; *Melanosuchus niger*) não apresentam a mesma capacidade natatória, enquanto botos (*Inia geoffrensis*; *Sotalia fluviatilis*) preferem explorar o ambiente lótico dos rios.

Em análise das circunstâncias em que os peixes submetidos ao pesque-solte morreram ao longo dos experimentos, onde, um indivíduo morreu um dia após a soltura, apresentando indícios de predação, enquanto que os outros dois peixes morreram poucas horas após a soltura. Estes resultados indicam que as primeiras horas após a soltura são decisivas na sobrevivência do tucunaré capturado no pesque-solte. Esta tendência também foi relatada para outras espécies alvos da pesca esportiva, em trabalhos realizados por Muoneke (1992), Muoneke & Childress (1994), Schill (1996) e Butcher *et al.* (2006), nos quais a maior proporção de mortalidade ligada ao pesque-solte ocorreu nas primeiras 24 horas após a soltura. Em geral, a mortalidade pós-soltura foi associada a lesões em órgãos vitais ou em tecidos que resultaram em perda abundante de sangue.

Para um peixe devolvido à água logo após a captura e um prolongado tempo fora da água, a predação é uma das principais causas de mortalidade devido a deficiências fisiológicas e/ou comportamentais principalmente quando esta atividade é praticada em ambientes com uma abundância elevada de predadores (COOKE & PHILIPP, 2004; DANYLCHUUK *et al.*, 2007). Portanto, a telemetria ou qualquer técnica que permita estudar os peixes em seu ambiente natural devem ser amplamente utilizadas em pesquisas que visem quantificar a mortalidade de peixes sujeitos ao pesque-solte.

O estresse da captura, causado por fatores como lesões físicas (MEKA, 2004) e outros distúrbios associados com o pesque-solte (STOCKWELL, *et al.*, 2002; SIEPKER, 2005; POPE *et al.*, 2007), podem inibir a curto prazo, a alimentação dos peixes pós-liberados, variando de acordo com a gravidade e duração dos fatores estressores, bem como com a espécie, idade, tamanho e condição do peixe (POPE *et al.*, 2007). Observamos em nossos experimentos que alguns dos peixes submetidos ao confinamento coletivo se alimentaram de piranhas que invadiram acidentalmente este ambiente de confinamento. Isso demonstra que o estresse enfrentado por meio da captura passou aparentemente rápido e os ferimentos sofridos pelos anzóis também não prejudicou a capacidade de se alimentar destes peixes.

É importante anotar que nenhum dos peixes capturados para realização dos nossos experimentos sofreram ferimentos em órgãos internos (além das

brânquias). Provavelmente, isso é devido a utilização de iscas artificiais, que normalmente não são engolidas profundamente pelos peixes. Inclusive, Schill (1996), Schisler & Bergersen (1996), Dubois & Kuklinski (2004) e Reeves & Bruesewit (2007) observaram que as chances do peixe engolir a isca, diminuem muito quando a pesca é praticada com o uso de iscas artificiais, considerando que estas são operadas de forma ativa.

A baixa frequência de ocorrência de ferimentos com hemorragia e a ausência de ferimentos em órgãos internos nos peixes capturados com ambas as iscas (jig e meia-água) podem ter influenciado positivamente os resultados de mortalidade. Apesar da variação na taxa de mortalidade entre espécies, as maiores taxas de mortalidade em geral estão relacionadas à ocorrência de ferimentos em órgãos internos e ferimentos com presença de hemorragia, sendo a ocorrência destes, em geral, associada ao uso da isca natural (Muoneke & Childress, 1994; Bartholomew & Bohnsack, 2005; Broadhurst *et al.*, 2005; Reeves & Brusewitz, 2007; Alós *et al.*, 2008; Alós, 2009). Desta forma, entendemos que o uso da isca artificial pode aumentar substancialmente a sobrevivência de peixes submetidos ao pesque-solte.

A relação entre os tipos de iscas e o tamanho dos tucunarés capturados nos experimentos é condizente com a relação encontrada por Santos *et al.* (2011), onde o tamanho máximo da presa ingerida pelo tucunaré é limitado pelo tamanho da cavidade abdominal. Em outras palavras, isso significa que maiores tucunarés podem se alimentar de presas maiores. Considerando que as iscas meia-água são em geral maiores que iscas jig, podemos concluir que o tamanho das iscas pode ter influenciado no tamanho dos tucunarés capturados.

6. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que a prática do pesque-solte, resulta numa taxa pequena de mortalidade e apresenta aparentemente pouco impacto sobre os tucunarés capturados e liberados. Deste modo, acreditamos que a modalidade de pesque-solte, associada com algumas regras de manuseio do peixe após a captura, pode se constituir em uma estratégia viável de manutenção dos estoques pesqueiros e da própria atividade de pesca esportiva do tucunaré no médio rio Negro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAS, Ø.; THAILING, C.E.; DITTON, R.B. 2002. Controversy over catch-and-release recreational fishing in Europe. In: Pitcher T.J. and Hollingworth C. (eds) *Recreational Fisheries: Ecological, Economic, and Social Evaluation*. Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 95–106.

ALÓS, J. 2009. Mortality impact of recreational angling techniques and hook types on *Trachynotus ovatus* (Linnaeus, 1758) following catch-and-release. *Fisheries Research* 95, 365–369.

ALÓS, J.; PALMER, M.; GRAU, A. M.; DEUDERO, S. 2008. Effects of hook size and barbless hooks on hooking injury, catch per unit effort, and fish size in a mixed-species recreational fishery in the western Mediterranean Sea. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 899–905.

ARFELLI, C.A.; AMORIM, A.F.; GRAÇA-LOPES, R. 1994. Billfish Sport Fishery Off Brazilian Coast. Col. Vol. Sci. Pap., 41: 214-217.

ARLINGHAUS, R.; COOKE, S.J. 2005. Global impact of recreational fisheries. *Science* 307, 1561–1562.

ARLINGHAUS R.; COOKE, S.J.; LYMAN, J.; POLICANSKY, D.; SCHWAB, A.; SUSKI, C.; SUTTON, S.G.; THORSTAD, E.B. 2007. Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: An integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. *Fisheries Science* 15, 75–167.

ARLINGHAUS, R.; MEHNER, T.; COWX, I.G. 2002. Reconciling traditional inland fisheries management and sustainability in industrialized countries, with emphasis on Europe. *Fish and Fisheries* 3:261–316.

BARTHOLOMEW, A., & BOHNSACK, J. A. 2005. A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15(1-2), 129-154.

BASAGLIA, T.P. & VIEIRA, J.P. 2005. A pesca amadora recreativa de caniço na praia do cassino, RS: necessidade de informações ecológicas aliada à espécie alvo. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 9 (1): 25-29.

BNINSKA, M.; WOLOS, A. 2001. Management of selected Polish commercial and recreational lake fisheries activities. *Fisheries Management and Ecology*, v.8: 333- 343.

BROADHURST, M. K.; GRAY, C. A.; REID, D. D.; WOODEN, M. E. L.; YOUNG, D. J.; HADDY, J. A.; DAMIANO, C. 2005. Mortality of key fish species released by recreational anglers in an Australian estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 321: 171e179.

BUTCHER, P.A.; BROADHURST, M.K.; & BRAND, C.P. 2006. Mortality of sand whiting (*Sillago ciliata*) released by recreational anglers in an Australian estuary. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63(3), 567-571.

CASTRO, P.M.G.; MARUYAMA, L.S.; BEZERRA de MENEZES, L.C.; MERCANTE, C.T.J. 2006. Perspectivas da Atividade de Pesqueiros no Alto Tietê: Contribuição à Gestão de Usos Múltiplos da Água. *B. Inst. Pesca*, 32 (1): 1-14.

CATELLA, A.C. 2003. A pesca no Pantanal sul: situação atual e perspectivas. Embrapa Pantanal/ Documentos, 48, 43p.

CATELLA, A.C. 2004. Reflexões sobre a pesca esportiva no Pantanal Sul: crise e perspectivas. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=147>> Acesso em: abril. 2011.

CECCARELLI, P.S.; CANTELMO, O.A.; MELO, J.S.C. 2005. Sobrevivência de peixes capturados na modalidade pesque-solte em viveiros de pesca. Bol. Téc. do Cepta, v. 18.

CECCARELLI, P.S.; CANTELMO, O.A.; MELO, J.S.C.; BOCK, C.L. 2006. Pesque-solte: informações gerais e procedimentos Práticos – Brasília: Ibama, 52 p.

COLEMAN, F.C.; FIGUEIRA, W.F.; UELAND, J.S.; CROWDER, L.B. 2004. The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations. *Science* 305, 1958–1960.

COOKE, S. J.; COWX, I. G. 2004. The role of recreational fishing in global fish crises. *BioScience*, 54(9), 857-859.

COOKE, S.J.; COWX, I.G. 2006. Constrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, v.128: 93-108.

COOKE, S.J.; PHILIPP, D.P. 2004. Behavior and mortality of caught-and-released bonefish (*Albula* spp.) in Bahamian waters with implications for a sustainable recreational fishery. *Biological Conservation*, 118(5), 599-607.

COOKE, S.J.; PHILIPP, D.P.; DUNMALL, K.M.; SCHREER, J.F. 2001. The influence of terminal tackle on injury, handling time, and cardiac disturbance of rock bass. *N. Am. J. Fish. Manage*, 21, pp. 333–342.

COOKE S.J.; SUSKI C.D. 2004. Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 299–326.

COOKE, S.J.; SUSKI, C.D. 2005. Do we need species-specific guidelines for catch-and-release recreational angling to conserve diverse fishery resources? *Biodiversity and Conservation*, 14: 1195–1209.

COWX, I.G. 2002. Recreational fishing. In: Hart P.J.B. and Reynolds J.D. (eds) *Handbook of Fish Biology and Fisheries*, Vol. 2. Blackwell Science, Cambridge, UK, pp. 367–390.

DANYLCHUUK, S.E.; DANYLCHUUK, A.J.; COOKE, S.J.; GOLDBERG, F.T.L.; KOPPELMAN, J.; D.P. PHILIPP, D.P. 2007. Effects of recreational angling on the post-release behavior and predation of bonefish (*Albula vulpes*): the role of equilibrium status at the time release. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 346, pp. 127–133.

DUBOIS, R.B.; KUKLINSKI, K.E. 2004. Effect of hook type on mortality, trauma, and capture efficiency of wild, stream-resident trout caught by active baitfishing. *North American Journal of Fisheries Management*, 24, 617–623.

FABRI, J.B. 2006. Pesca. In DACOSTA, L. (org.). Atlas do Esporte no Brasil. CONFEF, Rio de Janeiro, chap. 10: 9-12.

FREITAS, C.E.C.; RIVAS, A.A.F. 2006. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. *Cienc. Cult.*, 58 (3): 30-32.

GROVER, A.M.; MOHR, M.S.; PALMER-ZWAHLEN, M.L. 2002. Hook-and-release mortality of chinook salmon from drift mooching with circle hooks: management implications for California's ocean sport fishery. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 30, pp. 39–56.

HOLLAND, K.N.; WETHERBEE, B.M.; LOWE, C.G.; MEYER, C.G. 1999. Movements of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in coastal Hawaiian waters. *Marine Biology*, 134, 665-673.

HOLLEY, M.H.; MACEINA, M.J.; THOMÉ-SOUZA, M.; FORSBERG, B.R. 2008. Analysis of the trophy sport fishery for the speckled peacock bass in the rio Negro river, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 15: 93-98.

IBAMA. 2009. Portaria Nº 4, de 19 de março de 2009. Disponível em: servicos.ibama.gov.br/cogeq/download.php?id_download=27. Acessado em 03/05/2012.

IBGE. 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 28/04/2011.

JADOT, C.; OVIDIO, M.; VOSS, J. 2002. Diel activity of *Sarpa salpa* (Sparidae) by ultrasonic telemetry in a *Posidonia oceanica* meadow of Corsica (Mediterranean Sea). *Aquat. Living Resour*, 15, 343-350.

KULLANDER, S. O. 2003. Family cichlidae. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, *Porto Alegre*, 605-654.

KULLANDER, S.O. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). Pp. 461-498, In: L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M.S. Lucena and C.A.S. Lucena (eds.). Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

KULLANDER, S. O; FERREIRA, E. J. G. 2006. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17: 289-398.

LEWIS, D.S.; BRAUN, A.S.; FONTOURA, N.F. 1999. Relative seasonal fish abundance caught by recreational fishery on Cidreira Pier, southern Brazil. *J. Appl. Ichthyol*, 15 (2): 149-151.

MAMIRAUÁ, 2010. Acessado em 15 de março de 2013 no site: <http://mamirauasite.pixele.com.br/downloads/mapas>

MATSUISHI, T.; NARITA, A.; UEDA, H. 2002. Population assessment of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* caught by recreational angling and commercial fishery in Lake Toya, Japan. *Fisheries Science*, v.68: 1205-1211.

MCLEAY, L.J.; JONES, G.K.; WARD, T.M. 2002. National strategy for the survival of released line-caught fish: a review of research and fishery information. South Australian Research and Development Institute, Henley Beach, South Australia 122 pp.

MCPHEE, D.P.; LEADBITTER, D.; SKILLETER, G.A. 2002. Swallowing the bait: Is recreational fishing ecologically sustainable? *Pacific Conservation Biology* 8, 40–51.

MEKA, J.M. 2004. The influence of hook type, angler experience, and fish size on injury rates and the duration of capture in an Alaskan catch-and-release rainbow trout fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 24, 1299–1311.

MENSAGEM, J.R.; SULLIVAN, M.; COX, S.; LESTER, N.P.; WALTERS, C.J.; PARKINSON, E.A.; PAULO, A.J.; JACKSON L, B.J.; SHUTER. 2002. In Canada recreational fisheries: The invisible collapse? *Fisheries* 27: 6-17.

MEYER, C.; PAPASTAMATIOU, Y.; HOLLAND, K. 2007. Seasonal, diel, and tidal movements of green jobfish (*Aprion virescens*, *Lutjanidae*) at remote Hawaiian atolls: implications for marine protected area design. *Marine Biology*.

MEYER, C.G.; HOLLAND, K.N. 2001. A kayak method for tracking fish in very shallow habitats. In: Sibert, J.R., Nielsen, J.s (Eds.), *Electronic tagging and*

tracking in Marine Fisheries. *Kluwer Academic Publishers, The Netherlands*, pp. 289-296.

MORAES, A. S.; SEIDL, A. F. 2000. Perfil dos pescadores esportivos do sul do Pantanal. *Embrapa Pantanal Circular Técnica*, 24: 41.

MUONEKE, M.I. 1992. Hooking mortality of White Crappie, *Pomoxis annularis* Rafinesque, and Spotted Bass, *Micropterus punctulatus* (Rafinesque), in Texas reservoirs. *Aquacult. Fish. Manage.* 23, 87–93.

MUONEKE, M. I.; CHILDRESS, W. M. 1994. Hooking mortality: A review for recreational fisheries. *Reviews in Fisheries Science* 2: 123-156.

NELSON, J.S. 1994. *Fishes of the world*. 3rd edition. John Wiley & Sons. New York, 600pp.

NETTO, S.L. 2006. Pesca profissional versus pesca esportiva: suas diferenças e semelhanças no Pantanal Matogrossense, Brasil. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Ecologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 47f.

OLIVEIRA, L.H.; FUKUSHIMA, S.E. 1998. Sistema Integrado de Gestão: O Caso dos Pesqueiros na Região da Grande São Paulo. *R. Un. Alfenas*, 4: 217-224.

PELZMAN, R.J. 1978. Hooking mortality of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *California Fish and Game* 64: 185–188.

PETRERE-JÚNIOR, M. 1996. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2: 111-133.

PINCOCK, D.J.; VOEGELI, F.A. 2002. Quick course in underwater telemetry systems. VEMCO Limited, Shad Bay., p. 31.

PITCHER, T.J.; HOLLINGWORTH, C. 2002. Recreational Fisheries: Ecological, Economic, and Social Evaluation. *Blackwell Science, Oxford, UK*.

PNDPA. 2006. Guia de Pesca Amadora. Peixes de Água Doce.

POLICANSKY, D. 2002. Catch-and-release recreational fishing: a historical perspective. In: T.J.Pitcher & C.E.Hollingworth (eds) Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation. *Oxford: Blackwell Science*, pp. 74–94.

POLLOCK, K.H.; PINE, W.E. 2007. The design and analysis of field studies to estimate catch-and-release mortality *Fish. Manage. Ecol.*, 14, pp. 123–130.

POPE, K.L.; WILDE, G.R.; KNABE, W. 2007. Effect of catch-and-release angling on growth and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 115–121.

REEVES, K.A.; BRUESEWITZ, R.E. 2007. Factors influencing the hooking mortality of walleyes caught by recreational anglers on Mille Lacs, Minnesota. *North American Journal of Fisheries Management*, 27 (2007), pp. 443–452

REINE, K., 2005. An overview of tagging and tracking technologies for freshwater and marine fishes. DOER Technical Notes Collection, ERDC TN-DOER-E18, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

SANTOS, A.F.G.N.; SANTOS, L.N.; ARAÚJO, F.G. 2011. Digestive tract morphology of the Neotropical piscivorous fish *Cichla kelberi* (Perciformes: *Cichlidae*) introduced into an oligotrophic Brazilian reservoir. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1245-1255.

SCHILL, D.J. 1996. Hooking mortality of bait-caught Rainbow Trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. *N. Am. J. Fish. Manage.* 16, 348–356.

SCHISLER, G.J.; BERGERSEN, E.P. 1996. Post release hooking mortality of Rainbow Trout caught on scented artificial baits. *N. Am. J. Fish. Manage.* 16, 570–578.

SCHORK, G.; MOTTOLA, L.S.M.; SILVA, M.H. 2010. Diagnóstico da pesca amadora embarcada na região de São Francisco do Sul (SC). *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*, 1 (1): 8-17.

SIEPKER, M.J. 2005. Effects of Recreational Angling on Reproductive Success and Feeding Rates of Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*) and Smallmouth Bass (*M. dolomieu*). MSc Thesis, Urbana, IL: University of Illinois. 41 pp.

SIEPKER, M.J.; ÖSTRAND, K.G.; COOKE, S.J.; PHILIPP, D.P.; WAHL, D.H. 2007. A review of the effects of catch-and-release angling on black bass, *Micropterus* spp.: implications for conservation and management of populations. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 91–101.

SIEWERT H.F.; CAVE, J.B. 1990. Survival of released bluegill, *Lepomis macrochirus*, caught on artificial flies, worms, and spinner lures. *Journal of Freshwater Ecology*, 5: 407–411.

SOBREIRO, T.M.; FREITAS, C.E.C.; PRADO, K.L.; NASCIMENTO, F.A.; VICENTINI, R.; MORAES, A.M. 2010. An evaluation of fishery co-management experience in na Amazonian black-water river (Unini River, Amazon, Brazil). *Environment, Development and Sustainability*, 12(6):1013-1024.

SOUZA, M.R. 2004. Etnoconhecimento caiçara e uso dos recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale do Ribeira. Piracicaba. 102p.

STAECK, W.; LINKE, H. 1985. Large Cichlids: American Cichlids II, A Handbook for their identification, care and breeding. Tetra-Verlag. Melle, Germany, 216p.

STEIG, T.W. 1999. The use of acoustic tags to monitor the movement of juvenile salmonids approaching adam on the Columbia River. HTI, presented at the 15th International Symposium on Biotelemetry, Juneau, Alaska, USA 9-14.

STOCKWELL, J.D.; DIODATI, P.J.; ARMSTRONG, M.P. 2002. A bioenergetic evaluation of the chronic-stress hypothesis: can catch-and-release fishing constrain striped bass growth? In: J.A. Lucy & A.L. Studholme (eds) Catch and Release in Marine Recreational Fisheries. Bethesda, MD: American Fisheries Society, pp. 144–147.

THORSTAD, E. B.; HAY, C.J.; NÆSJE, T.F.; CHANDA, B.; ØKLAND, F. 2004. Effects of catch-and-release angling on large cichlids in the subtropical Zambezi River. *Fisheries Research*, 69(1), 141-144.

THORSTEINSSON, V. 2002. Tagging methods for stock assessment and research in fisheries. Report of Concerted Action FAIR CT.96.1394 (CATAG). Marine Research Institute, Reykjavik. Marine Research Institute Technical Report No. 79.

VEIGA, P.; CONÇALVES, J.M.S.; ERZINI, K. 2011. Short-term hooking mortality of three marine fish species (Sparidae) caught by recreational angling in the south Portugal. *Fisheries Research* 108, 58–64.

VOEGELI, F.A.; SMALE, M.J.; WEBBER, D.M.; ANDRADE, Y.; O'DOR, R.K. 2001. Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. *Environmental Biology of Fishes*, 60, 267-281.

WETHERBEE, B.M.; RECHISKY, E.L.; PRATT JR., H.L.; MCCANDLESS, C.T. 2001. Use of telemetry in fisheries management: Juvenile sandbar sharks in Delaware Bay. In: Silbert, J.R., Nielsen, J.L.s (Eds.), Electronic tagging and Tracking in Marine Fisheries. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 249-262.