

Universidade Federal de São João del Rei

Departamento de Ciências Naturais

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como ferramenta para  
avaliação da estrutura da comunidade de peixes de riacho: efeito de  
diferentes tipos de isca sobre a amostragem**

Carolina Capistrano Cotta Tibúrcio

São João del Rei

2018

Carolina Capistrano Cotta Tibúrcio

**Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como ferramenta para  
avaliação da estrutura da comunidade de peixes de riacho: efeito de  
diferentes tipos de isca sobre a amostragem**

Orientador: Dr. Luiz Gustavo Martins da Silva

Co-orientador: Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Ecologia da Universidade Federal de  
São João del-Rei, como requisito  
parcial à obtenção do título de mestre.

São João del Rei

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T257v Tiburcio, Carolina.  
Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como  
ferramenta para avaliação da estrutura da comunidade  
de peixes de riacho: efeito de diferentes tipos de  
isca sobre a amostragem / Carolina Tiburcio ;  
orientador Luiz Gustavo Martins da Silva;  
coorientador Andrey Leonardo Fagundes de Castro. --  
São João del-Rei, 2018.  
49 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia) -- Universidade Federal de São João del  
Rei, 2018.

1. Ictiofauna neotropical. 2. Ecologia de água  
doce. 3. Teste de isca. I. Gustavo Martins da  
Silva, Luiz , orient. II. Leonardo Fagundes de  
Castro, Andrey, co-orient. III. Título.

Nome: Carolina Capistrano Cotta Tibúrcio

Título: Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como ferramenta para avaliação da estrutura da comunidade de peixes de riacho: efeito de diferentes tipos de isca sobre a amostragem

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. (Orientador) Luiz Gustavo Martins da Silva

Universidade Federal de São João del Rei

(Assinatura)

Prof. Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro

Universidade Federal de São João del Rei

(Assinatura)

Prof. Dr. Gilmar Bastos Santos

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

(Assinatura)

Apoio e Colaborações:



## **Agradecimentos:**

Em especial a minha família, principalmente a minha mãe Leila e as minhas irmãs Aline, Juliana e Flávia, que nunca mediram esforços para que eu conseguisse estudar e seguir o caminho que escolhi.

Aos meus orientadores Luiz e Andrey, por todo o ensinamento e confiança que depositaram em mim durante estes dois anos de mestrado.

As minhas amigas, irmãs que São João me deu, Paloma, Iasmyn, Laura e Natália, por todo o companheirismo, compreensão e apoio.

Aos meus especiais amigos da graduação Fernanda e Gustavo, que separam um tempo para poder me acompanhar nas atividades do mestrado.

As pessoas que me ajudaram nos momentos difíceis Micaele, Thiago, Gustavos. Em especial ao pessoal do Laboratório de Ecologia Molecular & Ictiologia (LABEMI) Daniel, Joyce, Kessin, Maju e Nathalia pelo companheirismo, apoio, aprendizado e risadas.

Aos meus amigos Daniel, Luiz Filipe, Ícaro e Matheus, pela amizade e companhia.

Aos meus amigos especiais que me ajudaram a cada sorriso e abraço dado, meus amores dos Doutores por triz.

A todos os companheiros da turma de 2016 e 2017 do PGE/UFSJ, aos professores que enriqueceram ainda mais minha caminhada e a Universidade Federal de São João del Rei que foi minha segunda casa nos últimos 8 anos por toda estrutura oferecida.

A todos vocês, muito obrigada.

<b>Sumário</b>	
<b>Resumo</b>	<b>10</b>
<b>Abstract</b>	<b>12</b>
<b>Introdução</b>	<b>14</b>
<b>Metodologia</b>	
Área de estudo	<b>19</b>
<i>Desenho experimental</i>	<b>22</b>
<i>Coleta de dados</i>	<b>24</b>
<i>Análise dos dados</i>	<b>25</b>
<b>Resultados</b>	<b>28</b>
<b>Discussão</b>	<b>33</b>
<b>Conclusão</b>	<b>40</b>



**Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como ferramenta para avaliação da estrutura da comunidade de peixes de riacho: efeito de diferentes tipos de isca sobre a amostragem**

**Carolina Capistrano Cotta Tibúrcio<sup>1,2</sup>, Andrey Leonardo Fagundes de Castro<sup>1</sup>, Luiz Gustavo Martins da Silva <sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ, Programa de pós-graduação em ecologia, Campus Dom Bosco, Praça Dom Helvécio, 74, Fábricas, 36301-160, São João del Rei, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup> E-mail: [c.capistranotiburcio@gmail.com](mailto:c.capistranotiburcio@gmail.com)

## RESUMO

A utilização de sistemas de vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) permitem a amostragem da ictiofauna de maneira não invasiva, coletando informações relevantes para a ecologia com um mínimo estresse para a comunidade de peixes. Recentemente essa metodologia muito utilizada em águas marinhas vem sendo adequada a ambientes de água doce, entretanto a aplicação dessa metodologia em ambientes dulcícola ainda precisa ser padronizada. O entendimento em como a isca influencia na amostragem é necessária para que aja a difusão e aplicação do método. Ambientes de riachos possuem considerável número de espécies raras e endêmicas, e a aplicação de BRUVs nesses ambientes permitirá a obtenção de novas informações sobre a dinâmica desses ambientes. Nos meses de novembro (2017), janeiro e março (2018) foram testadas quatro tratamentos quanto ao tipo de iscas nas BRUVs (milho fermentado, sardinha, ração de peixe e ausência de isca - controle). Um total de 12 repetições foram realizadas em três pontos amostrais no riacho “Mangues”, Serra São José, MG.. Nesse estudo foram registradas nove espécies, sendo que todos os tratamentos foram capazes de registrar sete espécies: *Australoheros* sp., *Geophagus brasilienses*, *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Knodus moenkhausii*, *Phalloceros uai* e *Hoplias* sp. Uma espécie foi registrada apenas com o uso do milho (*Cichlassoma* sp.) e outra apenas com o uso da ração (*Synbranchus marmoratus*) sem, no entanto, haver diferença significativa nas composição das comunidades amostradas por diferentes iscas. Aparentemente, o uso de isca em riachos possui menos influencia na comunidade observada que em ambientes de maior escala. Apesar disso o uso de isca, como ocorreu com a

utilização de sardinha e milho, é importante para que ocorra a detecção de espécies raras ou pouco abundantes.

**Palavras-Chave:** Ictiofauna neotropical, Ecologia de água doce, Teste de isca, Brasil.

**Baited Remote Underwater Video (BRUV) as a tool for evaluating of the community structure of fish in headwater streams: effect of different types of bait on sampling**

**Carolina Capistrano Cotta Tibúrcio<sup>1,2</sup>, Andrey Leonardo Fagundes de Castro<sup>1</sup>, Luiz Gustavo Martins da Silva**

**ABSTRACT**

The use of Baited Remote Underwater Video (BRUV) allows non-invasive sampling of ichthyofauna, collecting information relevant to ecology with minimal stress to the fish community. Recently, this methodology primarily used in marine waters has been applied to freshwater environments, but with a clear need for standardization. The understanding of how bait affects sampling is necessary for better understanding the methods application and limitations. Stream environments have a great degree of rare and endemic species, and the application of BRUVs in these environments may allow to obtain new information on the dynamics of these environments. In three months, four treatments regarding the use of different baits in BRUVs (fermented corn, fish ration, sardine and no bait – control) were tested. Twelve replicates were performed in three sample location on the “Mangues” headwater stream, municipality of Tiradentes – MG. A total of nine species were recorded in the stream, with seven of them registered by all baits: *Australoheros* sp., *Geophagus brasilienses*, *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Knodus moenkhausii*, *Phalloceros uai* and *Hoplias* sp. One species was recorded exclusively with corn as bait (*Cichlassoma* sp.) whereas *Synbranchus marmoratus*, was recorded by a BRUV with ration as bait. Regardless, no significant difference was found in the

composition of the communities sampled by different baits. Apparently, the use of bait in streams has lesser influence on the observed community than on larger scale environments. Nevertheless, the use of bait, as with the use of sardines and corn, is important for the detection of rare or low abundance species.

**Keywords:** Neotropical Ichthyofauna, Freshwater Ecology, Bait Test, Brazil.

## INTRODUÇÃO

As técnicas de amostragens da ictiofauna, englobam um número considerável de metodologias e apetrechos, que permitem aos pesquisadores escolher qual das técnicas utilizar para responder os questionamentos do seu estudo de maneira mais adequada. Os métodos podem incluir redes de emalhar, anzol, arpão, pesca-elétrica, hidroacústica, observações diretas, filmagens subaquáticas, entre outros.

A escolha do apetrecho de amostragem a ser utilizado dependerá dos objetivos do estudo a ser realizado, considerando o habitat e os hábitos das espécies alvo (Casselman *et al.* 1990; Ueida e Corrêa 1999, Murphy 2010). Em tese, tais métodos podem ser classificados como ativos, quando há captura ou busca de indivíduos normalmente utilizando-se petrechos que geram perturbação no ambiente (e.g. puçá), e métodos passivos, que não apresentam busca efetiva e utilizam de petrechos que não são movidos repetidamente pelo pesquisador, resultando em uma perturbação mínima no ambiente (e.g. redes de espera) (Ribeiro e Zuanon, 2006; Possamai *et al.* 2014).

Dependendo do método utilizado para a coleta de dados, seja passivo ou ativo, a amostragem pode gerar graves danos nas comunidades estudadas. Além disso, pode ser capaz de levar espécimes a óbito. Estes métodos considerados invasivos (ou destrutivos) podem causar sérios danos aos indivíduos em questão, como hemorragias internas, hemorragias nas brânquias, lesões na coluna vertebral, estresse fisiológico, asfixia e efeitos prejudiciais aos embriões (Habera *et al.* 1996; Ruppert 1997; Snyder 2003; Ellender *et al.* 2012). Esses danos podem afetar o comportamento e a

sobrevivência futura desses peixes colocando-os em risco e tornando-se um fator contrário ao bem-estar animal.

Devido aos riscos que os métodos invasivos proporcionam aos indivíduos amostrados, as técnicas não invasivas são encorajadas, principalmente, para estudos com espécies que possuem populações pequenas e/ou espécies raras, permitindo uma amostragem sem grandes riscos para a população (Pelletier *et al.*, 2011; Ellender *et al.*, 2012). Sendo assim, os métodos não invasivos tornam-se excelentes opções para estudos com espécies ameaçadas e em áreas de preservação ambiental.

As técnicas de observação de peixes são uma alternativa eficiente às metodologias tradicionais invasivas, por permitir coletar dados biológicos importantes, de maneira eficaz, produzindo um efeito mínimo nas populações de peixes (Ellender *et al.*, 2012). As principais técnicas de observação variam entre censos visuais subaquáticos, hidroacústica e técnicas de vídeos subaquáticos (Soldal *et al.*, 2002; Lowry *et al.* 2012, Schmid *et al.* 2017).

Recentemente, tem-se destacado o uso de vídeos remotos subaquáticos (Remote Underwater Video - RUV), para amostrar a ictiofauna em ambientes em que a água permite uma boa visibilidade (Ebner 2013). A RUV consiste em uma câmera capaz de registrar filmagens, preferencialmente em alta resolução, acoplada à uma estrutura de suporte. Este método de amostragem, muito utilizado em ambientes profundos, costeiro e recifais, tem demonstrado um resultado satisfatório para o registro de diferentes espécies e grupos funcionais de peixes, tendo em vista que pode ser utilizado para amostrar a composição da assembleia, riqueza de espécies, seleção de habitats, associação de peixes e gradientes de profundidades (Cappo *et al.*

2003; Harvey *et al.* 2007; Murphy 2010; Brooks 2011; Dorman *et al.* 2012; Mallet 2014; Pita 2014, Perry 2018).

O uso de iscas associado às RUVs (BRUVs – Baited Remote Underwater Video), posicionadas no campo de filmagem das câmeras, tem se mostrado uma importante adequação à técnica, não só por permitir que os animais se posicionem no campo de visão da câmera, mas também por atrair os peixes. Isso permite uma amostragem eficiente em ambientes de baixa densidade bem como a atração de espécies pouco conspícuas ou mesmo raras (Stobart *et al.* 2007; Dorman *et al.* 2012).

A utilização da metodologia de BRUVs se iniciou no final da década de 80, com estudos de animais em águas marinhas profundas. Posteriormente, muitos estudos foram realizados utilizando-se BRUVs para coleta de dados, entre eles vários estudos com diferentes espécies de tubarões (Bond, *et al.* 2012; Klages *et al.* 2014; Rizzari *et al.* 2014). Esse grupo, inclusive, foi utilizado como “modelo” por permitir o estudo e adaptação da técnica, proporcionando o desenvolvimento de cálculo de densidade e software para interpretação das imagens adquiridas (Cousins 2017).

Ao longo dos anos, com a facilidade de acesso à tecnologia, as câmeras e programas de análises se tornaram mais populares, permitindo a aquisição de imagens de alta qualidade por parte dos projetos de pesquisa. Deste modo, a metodologia de utilização de BRUVs também se tornou mais disponível e houve uma expansão dos estudos com BRUVs para ambientes de águas mais rasas (Cousins 2017).

A isca é um atributo característico, implementado para potencializar a técnica e também pode ser responsável por um viés de seletividade na



amostragem, uma vez que, supõe-se que pode existir uma relação entre o tipo de isca utilizada e a guilda alimentar das espécies amostradas (Harvey *et al.* 2007). Portanto, é necessário o estudo da influência das iscas utilizadas sobre os peixes para avaliar sua seletividade e eventuais prejuízos à amostragem realizada. Certamente, essa questão deve ser analisada considerando-se os objetivos do trabalho quando se propõe a utilização de BRUVs.

Recentes estudos vêm testando a influência de isca para BRUVs em ambientes marinhos de baixa profundidade (< 300m) principalmente no que diz respeito à dispersão da pluma de cheiro da isca nestes ambientes. Essa dispersão apresenta padrão distinto quando comparada a ambientes marinhos profundos, gerando questionamentos em relação ao tipo e a quantidade de isca que devem ser utilizadas para a otimização do método em ambientes mais rasos (Dorman 2012; Wraith *et al.* 2013; Ghazilou 2016; Walsh 2017).

A utilização de BRUVs em ambientes rasos é apresentada, em sua grande maioria, para estudos da assembleia de peixes em zonas costeiras, normalmente associados a recifes e em reservas marinhas. Especificamente, testes de iscas têm sido realizados nesses ambientes. Dorman *et al.* (2012) investigaram três tipos diferentes de iscas (sardinhas, comida para gatos e mix de falafel) nas Ilhas Houtman Abrolhos, Austrália Ocidental, e observaram que o tipo de isca influenciou o resultado da composição da assembleia de peixes de recife de corais. Wraith *et al.* (2013) também testaram diferentes iscas em recifes rochosos na Austrália (e.g. vísceras de abalone, sardinhas e ouriços triturados) observando que a resposta dos peixes também dependia da isca utilizada.

Raros estudos foram publicados sobre aplicação da técnica em ambientes dulcícolas. Na região Neotropical a utilização da BRUV foi descrita, até o momento, em um estudo de Schmid *et al.* (2017) que testaram o uso de sardinha triturada (espécie), corvina macerada (espécie), comida para gatos contendo peixe e milho e a possível influência dessas iscas para estudo da composição da assembleia de peixes, em dois tipos de habitats no Rio Xingu, Amazônia. Deste modo, Schmid *et al.* (2017) concluíram que houve variação nos resultados obtidos de acordo com a isca.

Não existe até o momento na região neotropical, estudos realizados com BRUVs em corpos d'água de menor porte, como riachos de primeira ordem. Na Austrália a técnica já tem sido utilizada para estudos em riachos de cabeceira, obtendo resultados satisfatórios para amostragem da assembleia de peixes.

Recentemente, estudos em ambientes de riachos vem aumentando no Brasil, principalmente pela falta de informação sobre estes ambientes, que são extremamente sensíveis a impactos antrópicos (Kieling-Rubio *et al.* 2015). A ictiofauna presente em riachos é composta principalmente por indivíduos de pequeno porte (<15cm), com baixo interesse comercial, que possuem limitado potencial de dispersão e apresentam alto grau de endemismo (Casatti 2001; Abilhoa 2008; Miranda 2012).

Estudos com BRUVs em riachos permitirão a obtenção de dados relevantes sobre a ictiofauna, sendo capazes de amostrar espécies raras e pouco abundantes, sem que haja grandes prejuízos à população, causados principalmente pela remoção dos organismos estudados, preenchendo uma

importante lacuna de informação sobre a ecologia de peixes nesses ambientes.

Considerando o cenário exposto, em relação ao potencial uso de BRUVs para estudo de assembleias de peixes também em ambientes de água doce e a possível influência das iscas para as amostragens, torna-se importante avaliar esse último fator para possibilitar melhor direcionamento de futuros estudos a serem realizados utilizando esse método. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi testar se diferentes tipos de iscas (milho, ração, sardinha) presentes em BRUVs podem influenciar a amostragem da composição da assembleia de peixes em um riacho de altitude. Especificamente, o presente trabalho buscou responder às seguintes hipóteses: 1º) As quatro iscas irão influenciar nos resultados adquiridos de riqueza e abundância, refletindo na estrutura da comunidade amostrada por cada tratamento. 2º) A composição taxonômica das espécies amostradas é alterada em razão do tipo de isca utilizada na BRUV. 3º) Os peixes são registrados de acordo com o hábito alimentar, sendo amostrados pelas BRUVs com diferentes iscas agrupados por grupos funcionais.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A coleta de dados foi realizada a partir de filmagens subaquáticas utilizando BRUVs, em um riacho de altitude denominado Mangues (sub-bacia do Rio das Mortes, bacia do Alto Rio Grande) (21°07min14segS, 44°12min16segW) presente na Serra São José. A serra está localizada na mesorregião Campos das Vertentes, sudoeste do estado de Minas Gerais, com

trechos pertencendo aos municípios de Tiradentes, Coronel Xavier Chaves, Prados, Santa Cruz de Minas e São João Del Rei.

A Serra São José é uma importante área de conservação regional, acrescentada à reserva da Biosfera (UNESCO) em 1993, e desde 2007 é reconhecida pelo governo do estado de Minas Gerais como um mosaico de unidades de conservação englobando a APE – Área de Proteção Especial, a APA - Área De Proteção Ambiental São José e a REVS – Refúgio Estadual Da Vida Silvestre Libélulas da Serra São José, compreendendo uma área de conservação de 4.780 hectares (Cirino 2008; Januário 2008, Vieira 2009)(Fig.1).

Com altitudes que variam entre 900 a 1.350 metros, pode se observar pelo menos três fitofisionomias distintas e marcantes na serra: Mata Atlântica, Campo Rupestre e Cerrado. A serra possui períodos secos (abril-setembro) e chuvosos (outubro-março), e precipitações médias anuais de 1.435 milímetros. Compreende nascentes e quedas d'água, apresentando alguns riachos de altitudes elevadas com a formação de piscinas naturais com diferentes profundidades (Pellegrini Filho 2000; Cirino 2008).

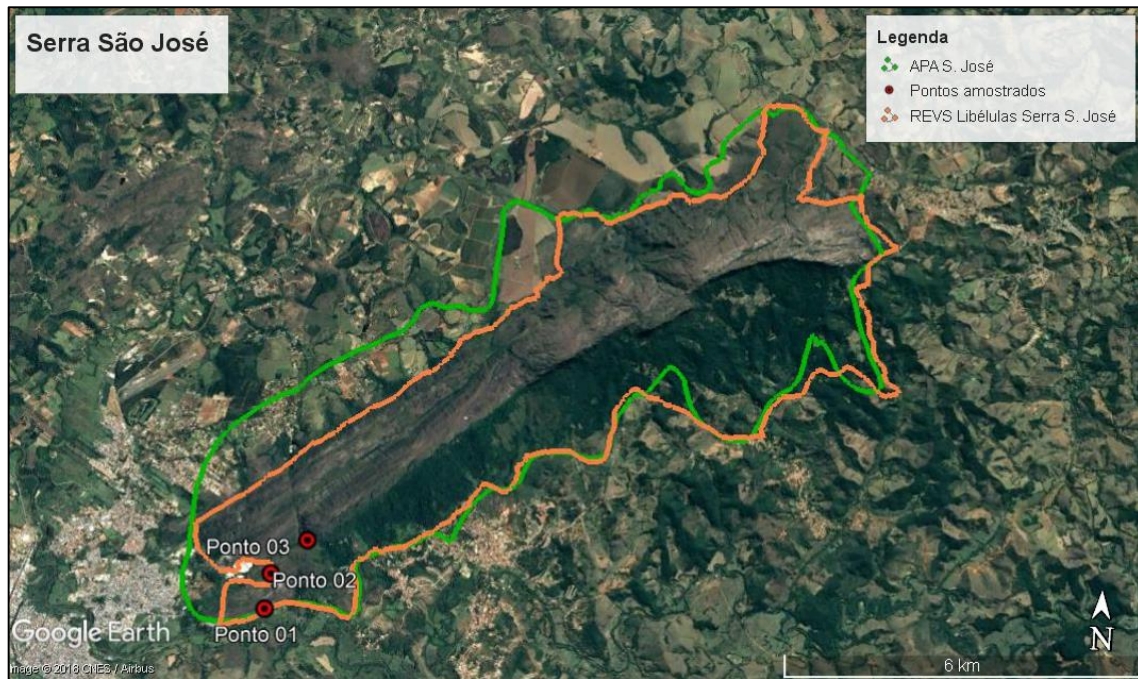


Figura 1 Mapa da Serra São José com os limites das unidades de conservação e pontos amostrados com BRUVs no riacho Mangues.

O riacho onde este estudo foi realizado (Fig. 2) fica localizado a aproximadamente 880 metros de altitude e devido aos diversos desníveis que compõem a serra, exhibe em sua extensão diferentes microhabitats como poços, cachoeiras e corredeiras. Além disso esse riacho possui pequeno porte e profundidade, e em seu curso de 5 km percorre a parte sul da Serra São José desaguando no rio das Mortes, sub bacia do Alto Rio Grande (Cirino 2008).

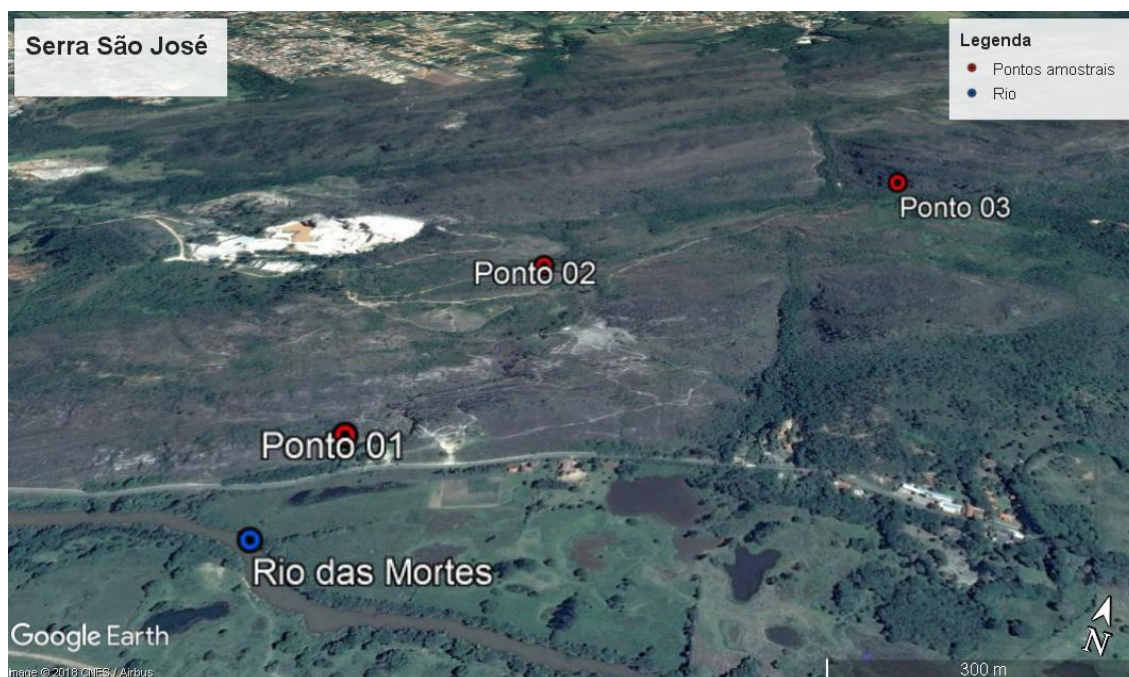


Figura 2 Mapa da Serra São José com os pontos amostrados com BRUVs no riacho Mangues e indicação do Rio das Mortes.

Foram selecionados três pontos amostrais para a amostragem com BRUVs (Fig. 2, Tabela 1). Os pontos encontram-se localizados na porção inferior (menor altitude) e média do riacho, apresentando a maior riqueza de espécies segundo Melo *et al.* (2017).

Tabela 1 Caracterização dos pontos de amostragem selecionados no riacho Mangues para a amostragem realizada por BRUVs.

	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03
Altitude (m)	880	1000	1005
Vegetação ripária	Não	Não	Sim
Tipo de substrato	Fundo pedregoso, seixos ausentes e areia média	Poucos seixos, areia média, areia fina e argila	Seixos abundantes, cascalhos e areia fina
Profundidade (m)	0,3 a 2,3	0,3 a 2	0,5 a 1,3

### Desenho experimental

Para avaliação da influência dos diferentes tipos de isca nas amostragens com BRUVS foram utilizados 4 grupos experimentais (tratamentos) a saber: i) sardinha triturada (crua e com vísceras); ii) ração

comercial para peixe (parte moída e parte inteira); iii) milho-verde fermentado (grãos de milho verde cru, retirados da espiga e mantidos submersos em água, por no mínimo cinco dias) e iv) sem isca.

As quatro BRUVS contendo os diferentes tratamentos foram expostas simultaneamente em um mesmo ponto amostral, com uma distância mínima de seis metros entre elas. A disposição das BRUVS foi realizada de modo que todos os quatro tratamentos fossem expostos simultaneamente em um dia de coleta, ocorrendo nos três dias subsequentes uma rotação na posição em que cada tratamento foi exposto (Fig. 4, Tabela 2). Assim, ao longo de quatro dias por mês de coleta, todos os tratamentos foram expostos em um mesmo local de cada ponto amostral, sem repetições. A ordem em que os tratamentos foram dispostos nas BRUVS foi selecionada de forma aleatória.

*Tabela 2 Exemplo da disposição de tratamentos durante a amostragem realizada por BRUVS em um mês em um ponto.*

	BRUV A	BRUV B	BRUV C	BRUV D
1º Dia	Milho	Ração	Sardinha	Sem Isca
2º Dia	Ração	Sem Isca	Milho	Sardinha
3º Dia	Sem Isca	Sardinha	Ração	Milho
4º Dia	Sardinha	Milho	Sem Isca	Ração

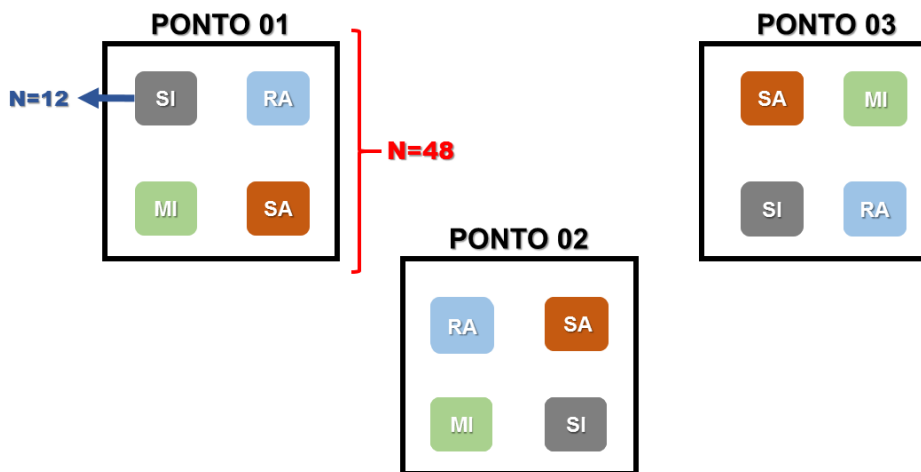


Figura 3 Desenho experimental com pontos e tratamentos. SI- sem isca, RA- ração, MI- milho e SA- sardinha.

### Coleta de dados

Os dados foram coletados durante os meses de novembro de 2017, janeiro e março de 2018. Esta metodologia pôde ser aplicada nestes meses pois, mesmo durante os períodos chuvosos, o grau de visibilidade neste riacho permaneceu elevado, com uma distância vertical de visualização de cerca de 2 metros. As coletas de dados foram iniciadas pela manhã e finalizadas no fim da tarde. Não foram realizadas coletas noturnas ou crepusculares devido à falta de segurança na área de estudo.

As amostragens foram realizadas com BRUVs que ficaram expostas (filmando) por um período de 60 minutos. As BRUVs consistiram em uma estrutura de PVC onde foram acopladas uma câmera de alta resolução (GoPro Hero 5 Black), uma lanterna subaquática (1.000 lumens), uma haste com um recipiente (plástico com furos) de isca (Fig. 3).





Figura 4 Estrutura de pvc da BRUV, com haste para suporte de isca, câmera de filmagem subaquática e lanterna.

Os vídeos realizados pelas câmeras foram gravados em um formato “.mp4”, a uma velocidade de 60 fps (frames per second) e uma resolução de 1.080 pixels. Os vídeos obtidos foram triados utilizando o software de reprodução de vídeo VLC media player (2018), que permite executar os vídeos em diferentes velocidades de reprodução, facilitando a visualização dos indivíduos. Para a identificação das espécies foram utilizados como referências guias com imagens da ictiofauna (Oyakawa *et al.* 2006; Vieira *et al* 2015), indivíduos fixados presentes na coleção do Laboratório de Biologia e Ecologia Animal (UFSJ) e auxílio em especialistas da área (em caso de dúvidas).

### **Análise dos dados**

Durante as análises dos vídeos foram registrados dados de riqueza (numero de espécies); abundância máxima de cada espécie, a partir do número total de indivíduos presente em um único quadro de filmagem (MaxN);

o tempo em que o MaxN de cada espécie foi atingido, a partir do momento de exposição da BRUV (TNmax); e o momento do vídeo em que foi registrado o aparecimento do primeiro indivíduo de uma dada espécie (T1ºind). Além disso, em cada vídeo analisado foi registrada a abundância de cada espécie de 5 em 5 minutos da filmagem, sendo o primeiro registro aos 5 minutos do vídeo e o último aos 60.

Um dos fatores essenciais para a caracterização das comunidades é a riqueza de espécies. Considerando que a riqueza amostrada com BRUVs pode ser influenciada pelo tipo de isca, assim como sua possível capacidade diferenciada de atração, foi testada a suficiência amostral de cada tratamento. Para tal, foram avaliadas curvas de acumulação de espécies para cada tratamento utilizado os softwares R (2017) e RStudio (2016) com o auxílio do pacote Vegan (Jari *et. al* 2018).

A frequência de ocorrência das espécies também pode refletir diferenças importantes para a comunidade amostrada. Para testar se houve diferença na ocorrência das espécies ao longo das amostragens, calculou-se o índice de Constância (C) como proposto por Dajoz (ANO) para todas as espécies em cada tratamento. Esse índice foi calculado a partir da equação  $C = n / N \times 100$ ; onde C é a constância, n é o número de vezes que a espécie foi registrada pelo tratamento analisado e N é o número total de amostras realizadas. Assim, cada espécie pode ser classificada em uma de três categorias de constância: espécie constante ( $C > 50\%$ ), espécie acessória ( $25 < C < 50\%$ ) e espécie rara ( $C < 25\%$ ).

Com a possibilidade de atração diferenciada pelas iscas a comunidade retratada por cada amostra poderia diferir estruturalmente dependendo do

tratamento (tipo de isca) utilizado. Para testar se houve diferença estrutural quando comparadas as comunidades pelos diferentes tratamentos foi realizado, no programa PAST (Hammer et al. 2003), uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS). O nMDS foi realizado baseado na distância de Bray-Curtis e teve por objetivo classificar e ordenar os dados para, assim, verificar a estrutura da comunidade de acordo com a isca.

Nas análises a seguir, utilizando dados de abundância, foram excluídos os dados de *Cichlassoma* sp. e *Synbranchus marmoratus* devido à baixa abundância dessas espécies amostrada. Todos os dados de Nmax foram transformados com  $\text{Log } x+1$ , para evitar problemas com o registro de valores nulos para abundância das espécies.

Para testar Nmax, TNmax e T1°ind foi executada uma sequência de teste, agrupando-se os dados por guilda alimentar e, também, analisando os dados por espécies. As guildas foram separadas por carnívoros onde a dieta desses animais compreende peixes, pequenos crustáceos e/ou insetos, e onívoras quando a dieta é composta por pelo menos algum dos itens citados em carnívoros mais componentes vegetais. Testou-se a distribuição dos dados utilizando-se o teste Shapiro-Wilk. Para dados com distribuição não normal foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para analisar se houve diferença significativa das variáveis resposta testadas (Nmax, TNmax e T1°ind) por cada tipo de tratamento, seguido pelo teste de Wilcoxon para identificar entre quais tratamentos a diferença estava presente. Nos casos em que os dados apresentaram distribuição normal, realizou-se o teste de ANOVA one way para comparação entre tratamentos e o Teste t a posteriori para comparar

grupos com eventuais diferenças significativas. As análises foram executadas utilizando o software STATISTICA® (StatSoft, 2007).

Para avaliar se houve diferença entre os tratamentos na atração dos indivíduos, influenciando assim as estimativas de abundância, foram avaliados o tempo de registro do primeiro indivíduo de uma dada espécie ( $T1^{\circ}ind$ ) assim como o tempo em que o MaxN foi atingido ( $TN_{max}$ ), a partir do minuto inicial de exposição. Tais dados permitem observar se alguma espécie apresentou maior ou menor atração por algum tipo de tratamento.

A avaliação de como a abundância (somada de todas as espécies) variou ao longo do tempo, para cada tratamento, foi realizada graficamente com os dados de abundância registrados com intervalo de 5 minutos.

## RESULTADOS

Ao todo foram analisados 144 horas de vídeo coletados com as BRUVs, onde foram registradas 9 espécies, sendo três espécies carnívoras *Synbranchus marmoratus*, *Oligosarcus* sp. e *Hoplias* sp.; e seis espécies onívoras *Australoheros* sp., *Cichlassoma* sp., *Geophagus brasilienses*, *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Knodus moenkhausii*, e *Phalloceros uai*. Com exceção de *Cichlassoma* sp. registrada apenas no tratamento com milho e *Synbranchus marmoratus* registrada apenas no tratamento com sardinha, todas as demais espécies foram registradas em todos os tratamentos. *Hyphessobrycon bifasciatus* foi amostrado constantemente (milho 91.67, ração 94.44, sardinha 100 e sem isca 97.22) com a maior média de abundância em todos os tratamentos, registrando uma abundância média de  $13,11 \pm 13,99$  (média  $\pm$  DP) indivíduos em amostragens realizadas com milho,  $20,08 \pm 22$

indivíduos com ração,  $10,47 \pm 10,84$  com sardinha e  $9,86 \pm 11,48$  indivíduos no tratamento controle. Já *P. uai* teve ocorrência rara independente do tratamento observado com uma Nmax médio menor que meio em todas as iscas (Tab. 3).

As curvas de acumulação de espécies referentes aos tratamentos ração e sem isca se estabilizaram, sendo que a curva de ração atingiu sua assíntota com um menor número de repetições (Fig. 5). De acordo com o nMDS, não foi possível observar um agrupamento claro dos dados amostrados em função das iscas utilizadas (Fig. 6).

Tabela 3 Médias da abundância mais desvio padrão, médias do tempo para atingir a maior abundância e Constância de Dajoz por cada espécie amostrada por BRUV com diferentes tipos de iscas.

	Milho				Ração				Sardinha				Sem Isca			
	$\bar{x}$ nMax $\pm$ $\sigma$	$\bar{x}$ TNmax	$\bar{x}$ T1ind	Constância	$\bar{x}$ nMax $\pm$ $\sigma$	$\bar{x}$ TNmax	$\bar{x}$ T1ind	Constância	$\bar{x}$ nMax $\pm$ $\sigma$	$\bar{x}$ TNmax	$\bar{x}$ T1ind	Constância	$\bar{x}$ nMax $\pm$ $\sigma$	$\bar{x}$ TNmax	$\bar{x}$ T1ind	Constância
<i>Australoheros</i> sp.	0.03 $\pm$ 0.17	0.02	0.02	Rara (2.78)	0.17 $\pm$ 0.51	2.21	0.64	Rara (11.11)	0.06 $\pm$ 0.33	0.55	0.12	Rara (2.78)	0.11 $\pm$ 0.52	2.04	2.04	Rara (5.56)
<i>Cichlassoma</i> sp.	0.03 $\pm$ 0.17	1.63	1.63	Rara (2.78)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geophagus brasilienses</i>	1.78 $\pm$ 3.01	3.55	0.22	Acessória (33.33)	4.64 $\pm$ 7.75	8.26	0.18	Acessória (33.33)	2.06 $\pm$ 3.12	3.33	2.8	Acessória (41.67)	2.22 $\pm$ 4.22	1.78	0.22	Acessória (33.33)
<i>Hoplias</i> sp.	0.33 $\pm$ 0.53	6.17	6.17	Acessória (30.56)	0.39 $\pm$ 0.6	11.6	9.91	Acessória (33.33)	0.39 $\pm$ 0.55	9.55	9.43	Acessória (36.11)	0.33 $\pm$ 0.53	7.11	6.7	Acessória (30.56)
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i>	13.11 $\pm$ 13.99	12.05	3.22	Constante (91.67)	20.08 $\pm$ 22	23.24	0.88	Constante (94.44)	10.47 $\pm$ 10.84	15.05	1.03	Constante (100)	9.86 $\pm$ 11.48	9.33	2.78	Constante (97.22)
<i>Knodus moenkhausii</i>	2.11 $\pm$ 5.09	3.46	1.78	Rara (22.22)	1.92 $\pm$ 6.35	3.66	0.9	Acessória (25)	2.14 $\pm$ 6.28	1.94	1.78	Rara (16.67)	1.14 $\pm$ 2.77	4.84	0.07	Rara (19.44)
<i>Oligosarcus</i> sp.	1.36 $\pm$ 1.87	12.94	6.96	Constante (52.78)	2.14 $\pm$ 3.14	10.63	3.19	Constante (58.33)	2.17 $\pm$ 2.2	16.27	7.53	Constante (77.78)	0.86 $\pm$ 1.2	10.63	5.03	Acessória (47.22)
<i>Phalloceros uai</i>	0.44 $\pm$ 1.21	4.76	3.08	Rara (19.44)	0.31 $\pm$ 0.95	2.59	2.53	Rara (13.89)	0.39 $\pm$ 0.87	6.59	5.38	Rara (22.22)	0.39 $\pm$ 0.99	6.07	5.06	Rara (19.44)
<i>Synbranchus marmoratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03 $\pm$ 0.17	0.57	0.57	Rara (2.78)	-	-	-	-

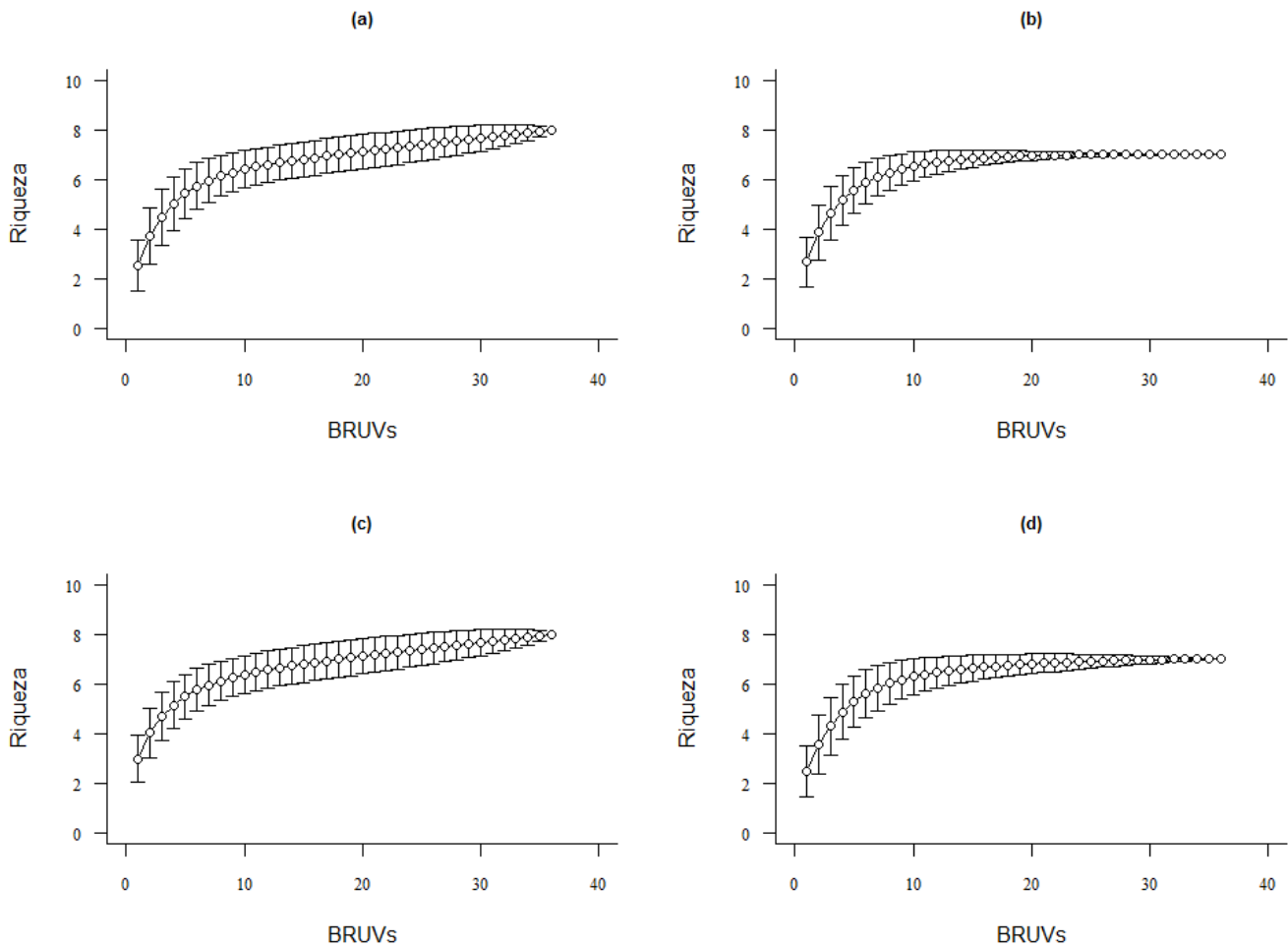


Figura 5 Curvas de acumulação de espécies para quatro tipos de tratamentos, (a) milho, (b) ração, (c) sardinha e (d) sem isca, amostradas com BRUVs durante 36 repetições. As barras verticais indicam o erro padrão.

### *N*max

Independentemente do tipo de isca, os MaxN médios foram maiores para as espécies onívoras (1,1277) quando comparados aos carnívoros (0,3707). Houve diferença significativa para o Nmax dos onívoros ( $p=0,0329$ ), entre os tratamentos de ração e sardinha ( $p=0,0257$ ), e ração e sem isca ( $p=0,0074$ ), sendo que ração apresentou maior Nmax quando comparado aos esses dois tratamentos (Fig. 7).

Quando observados por espécie, os dados de abundância de *H. bifasciatus* apresentaram diferença entre tratamentos ( $p < 0,05$ ), sendo a

abundância da ração significativamente maior ( $p = 0,29$ ) que sem isca. *Oligosarcus* sp. também apresentou variação significativa do MaxN por tratamento utilizado ( $p=0,1803$ ), sendo essas diferenças entre milho e sardinha ( $p=0,0464$ ) e entre sardinha e sem Isca ( $p=0,00298$ ), sendo que sardinha apresentou maior abundância registrada para essa espécie quando comparada a esses outros dois tratamentos (Fig. 8).

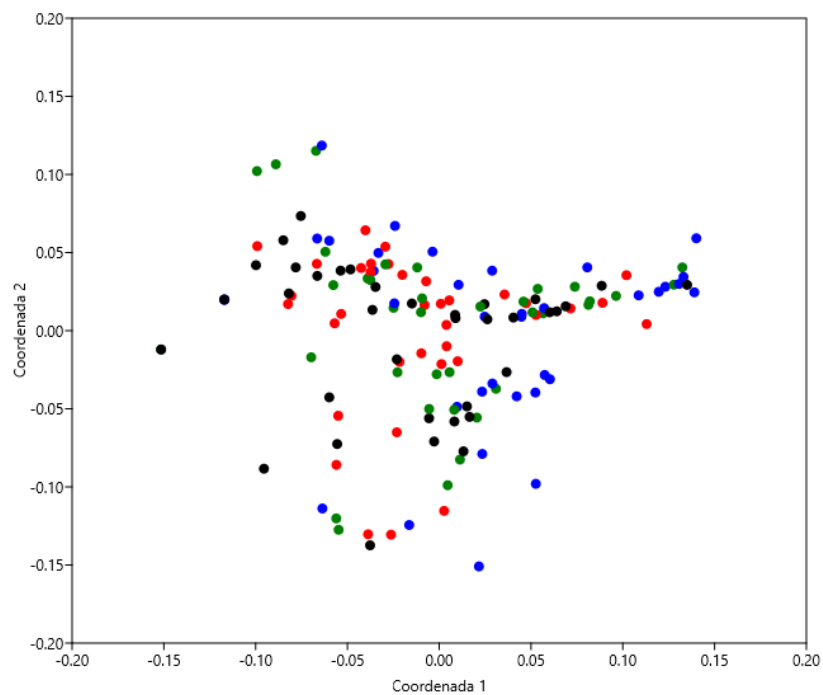


Figura 6 Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), da comunidade de milho (verde), ração (azul), sardinha (vermelho) e sem isca (preto). Stress=0,1803.

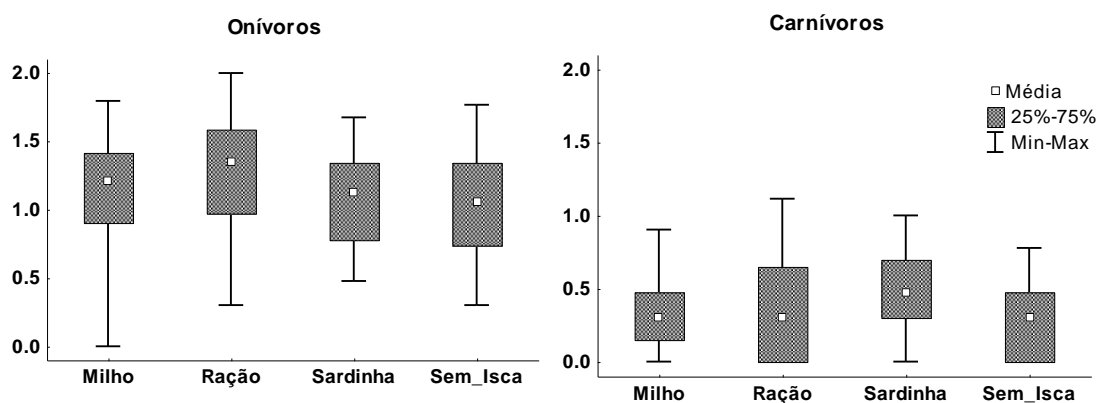


Figura 7 Box-plot com as médias das abundâncias amostradas por BRUVS, por guilda alimentar, separadas por tipo de isca, onde o número da abundância (eixo x) foi transformado por  $\log x+1$ .



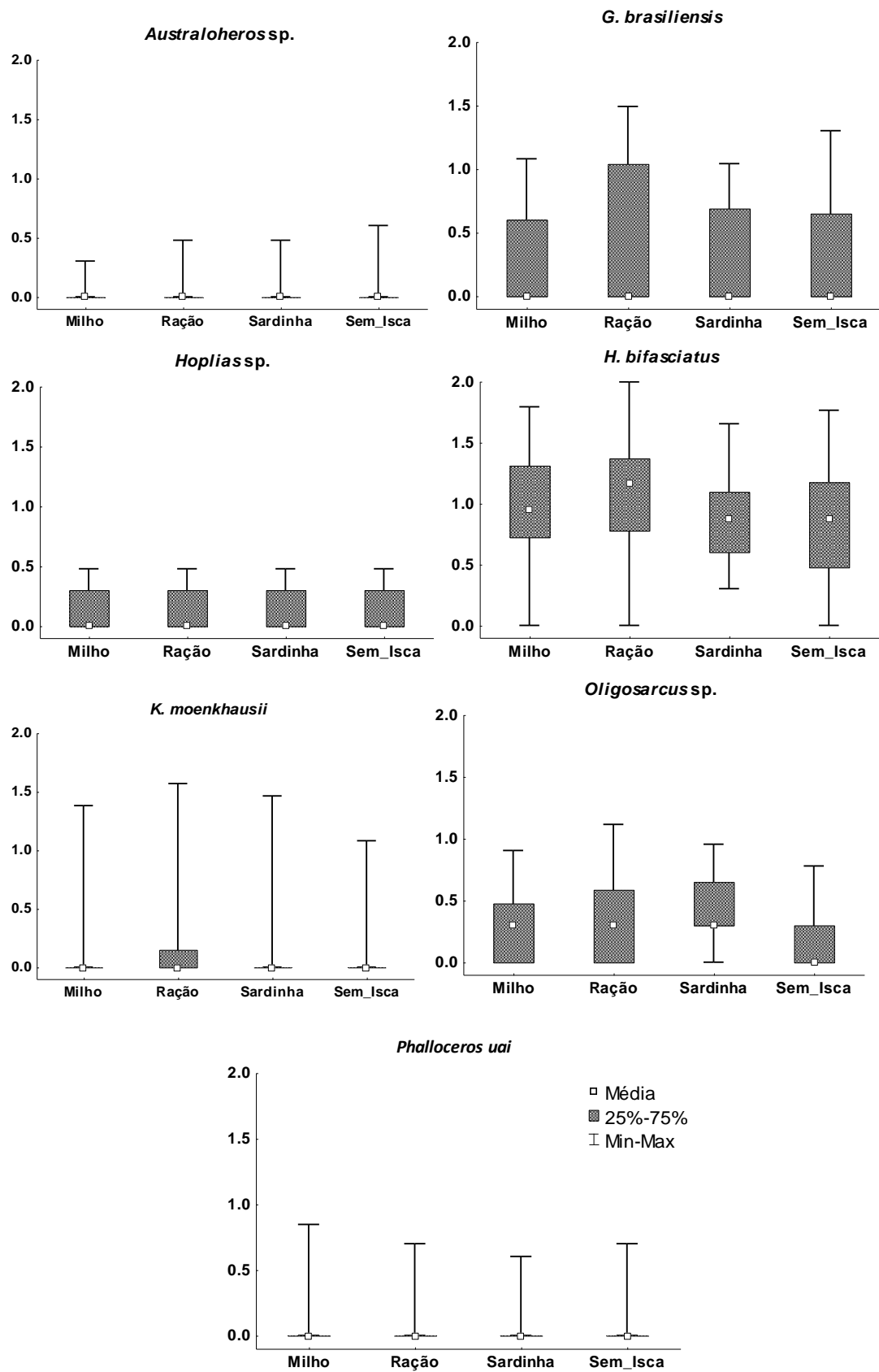


Figura 8 Box-plot com as médias das abundâncias amostradas por BRUVS, por guilda espécie, separadas

por tipo de isca, onde o número da abundância (eixo x) foi transformado por  $\log x + 1$ .

### Tempo do Nmax

O tempo médio em que o Nmax foi registrado (TNmax), a contar do momento em que a BRUV foi exposta, não variou significativamente para carnívoros (21,37') e onívoros (29,24'). Por outro lado, houveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no TNmax para onívoros entre Milho x Ração e Ração x Sem Isca, com milho e sem isca atraindo o Nmax com maior rapidez. Para o TNmax ordenados por espécie, registrou-se diferença para *Hyphessobrycon bifasciatus* ( $p = 0.0027$ ) repetindo o padrão encontrado nas análises de onívoros, sendo as diferenças presentes entre Milho x Ração ( $p = 0.004861$ ) e Ração x Sem Isca ( $p = 0.000857$ ).

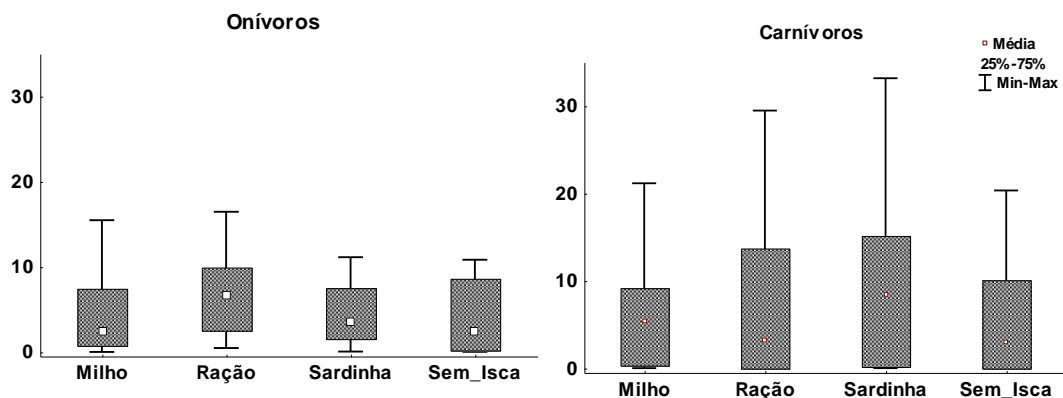
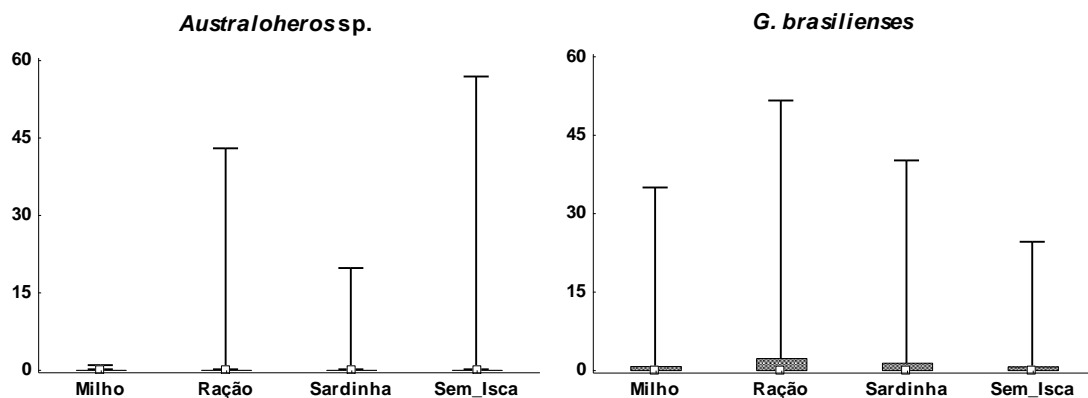


Figura 9 Box-plot com as médias dos tempos necessários para atingir as maiores abundâncias, amostradas por BRUVS, por guilda alimentar, separadas por tipo de isca, por minutos (eixo x).



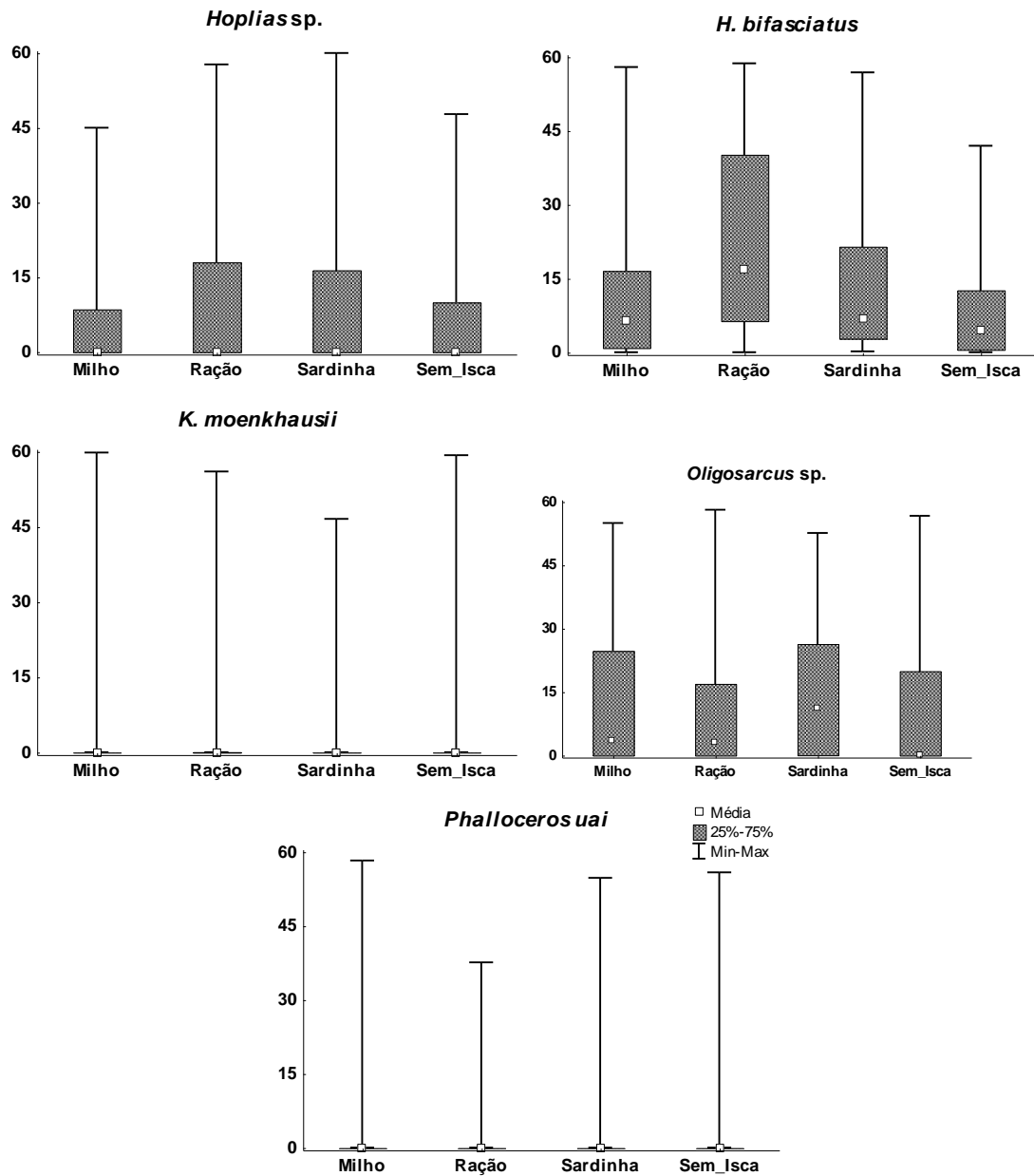


Figura 10 Box-plot com as médias dos tempos necessários para atingir as maiores abundâncias, amostradas por BRUVS, por espécie, separadas por tipo de isca, por minutos (eixo x).

O tempo de visualização dos primeiros indivíduos de cada espécie não diferiram significativamente dentre as espécies ou guildas tróficas. Também não houveram diferenças significativas nas abundâncias ao longo dos 60 minutos de exposição, quando comparados os tratamentos, apesar da ração apresentar uma abundância aparentemente maior.

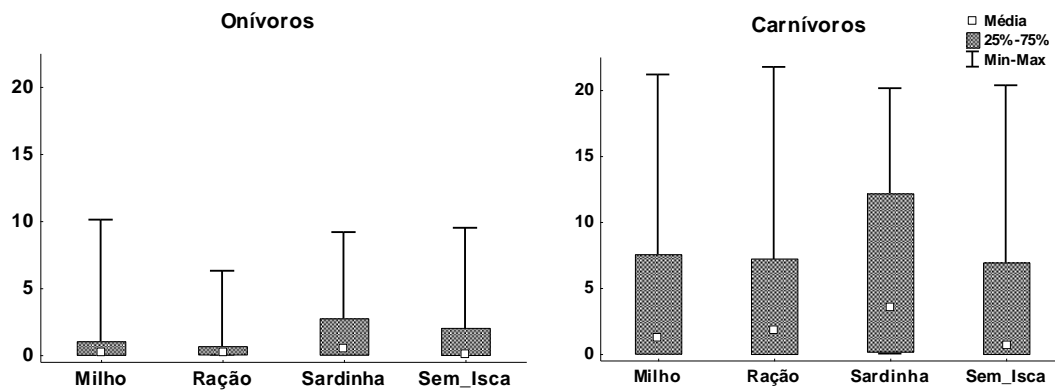
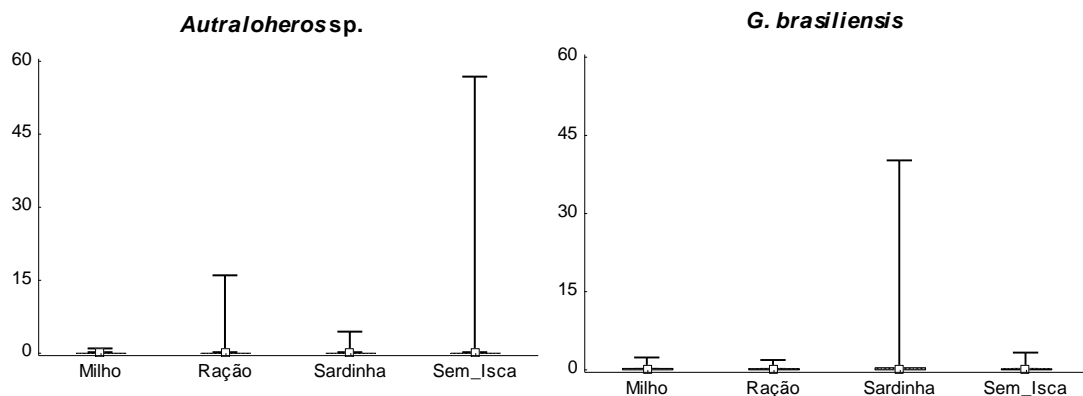


Figura 11 Box-plot com as médias dos tempos necessários para amostrar o primeiro indivíduo de cada espécie, amostradas por BRUVS, por guilda alimentar, separadas por tipo de isca por minutos (eixo x)..



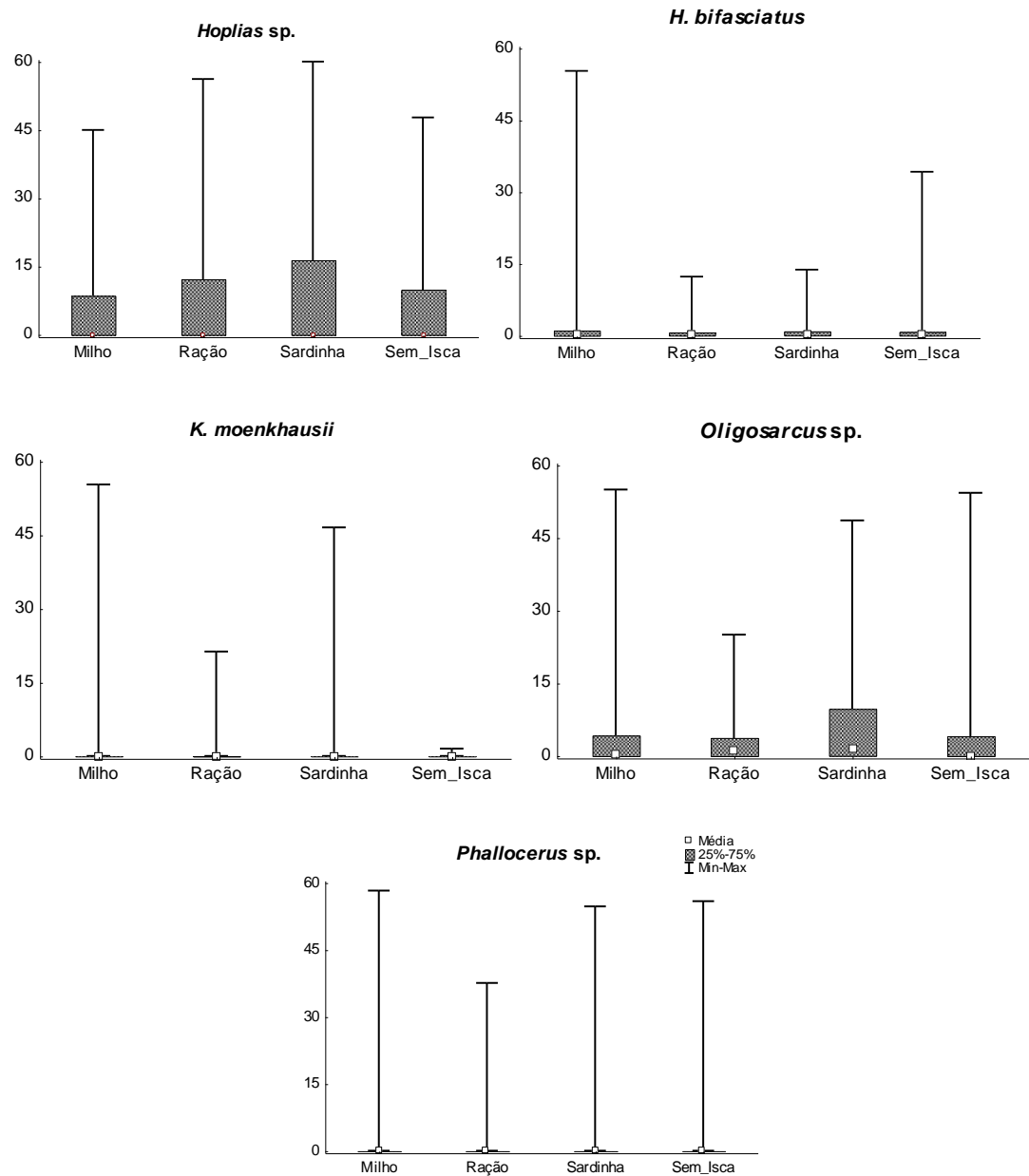


Figura 12 Box-plot com as médias dos tempos necessários para amostrar o primeiro indivíduo de cada espécie, amostradas por BRUVS, por espécie, separadas por tipo de isca por minutos (eixo x).

## DISCUSSÃO

A riqueza de nove espécies obtida pelas BRUVS no riacho de altitude “Mangues” não foi um resultado inesperado. O número de espécies amostradas ambientes de riachos é comumente baixo quando comparados a rios de maior vazão, mesmo em estudos onde outras metodologias como

peneira, redes de arrasto de malha fina e pesca elétrica são empregadas (Galves *et al.* 2007, Cetra *et al.* 2009, Felipe e Rondon Suárez 2010).

Em parte, a ausência de diferenças notórias nas curvas do coletor para os diferentes tratamentos pode ser explicada por se tratar de um ambiente de baixa riqueza de espécies, onde todos os tratamentos foram eficientes para registrar a maioria das espécies. Dorman *et al.* (2012) encontraram resultado semelhante testando iscas em um recife de coral na Austrália, sendo que o número de espécies não diferiu significativamente entre diferentes tipos de isca.

Os resultados da curva do coletor apresentaram estabilização para ração e o tratamento controle, indicando que esses tratamentos atingiram um número próximo ao máximo que poderiam coletar. A riqueza encontrada nesses dois tratamentos foi a mesma, entretanto a utilização da isca ração foi mais eficiente e atingiu a assíntota com um número menor de amostragens. Assim, pode-se considerar que, indicando assim que a metodologia que utiliza estações de vídeos iscadas com ração pode ser mais benéfica que estações de vídeo não iscadas, pois podem diminuir o tempo e, conseqüentemente, esforço empregado, principalmente em estudos que necessitam dos dados de levantamento da riqueza em riachos de altitude.

As curvas do coletor de espécies referentes aos tratamentos milho e sardinha não atingiram a assíntota ao final da amostragem realizada. O não alcance da estabilidade da curva indica que esses tratamentos ainda podem amostrar diferentes espécies com uma amostragem maior, isso pode significar que as BRUVs iscadas com milho e sardinha são mais sensíveis a espécies pouco abundantes ou espécies raras. Neste estudo, as iscas milho e sardinha

conseguiram amostrar uma espécie diferente para cada tratamento, onde o milho registrou um indivíduo de *Cichlassoma* sp. e a sardinha um indivíduo de *S. marmoratus*.

*Australoheros* sp. e *P. uai* foram raras em todos os tratamentos utilizados. Estudos realizados com outras metodologias de amostragem reportaram preferência, parte dos indivíduos do gênero *Phalloceros*, por uma faixa estreita de habitat com águas rasas, pouca correnteza e substrato de folhas (Aranha 1998; Leal 2011). Além disso, indivíduos de *P. uai* são comumente avistados nadando próximo à lâmina d'água, o que pode ter comprometido a detecção de mais indivíduos nesse trabalho. Sendo assim, o posicionamento de BRUVs em ambientes mais rasos com a câmera obtendo imagens mais próximas da lâmina d'água, poderia aumentar o sucesso de detecção de *P. uai* pelo método utilizado.

Apesar do baixo stress, o nMDS mostrou que não houve uma distinção clara entre os grupos formados pelas amostragens em diferentes tratamentos, deste modo, não existiu diferenças nas composições da comunidade apresentadas pelos diferentes tipos de isca. Este resultado foi muito diferente do encontrado para o teste de isca realizado por Schmid *et al.* (2017) no rio Xingu onde, além das variações encontradas na abundância, apenas quatro das 56 espécies amostradas ocorreram no mesmo habitat pelo mesmo tratamento, existindo uma grande diferença na composição da fauna de peixes amostradas por diferentes iscas.

Nas análises de abundância (MaxN) referente aos organismos onívoros, a isca de ração comercial para peixes apresentou um maior sucesso na atração de indivíduos, atraindo um maior número, quando comparado aos tratamentos

sardinha e controle. Este mesmo padrão (maior número de indivíduos) foi observado a nível específico para *H. bifasciatus*. Esse padrão pode ocorrer devido a ração comercial para peixes apresentar em sua composição um misto de grãos, normalmente milho, soja, sorgo e trigo, que podem ativar reações em organismos onívoros com diferentes preferências alimentares (Sonoda *et al.* 2016). Apesar da ração ter apresentado a atração com uma maior abundância de onívoros, não houve diferença significativa quando comparado ao tratamento utilizando milho fermentado. Uma possibilidade é que essa diferença não tenha ocorrido devido aos grãos de milho presentes também na formulação da ração comercial.

Ao se analisar as diferentes guildas tróficas, não houveram diferenças significativas no MaxN dentre os diferentes tratamentos para organismos carnívoros. A diferença significativa entre tratamentos ocorre quando analisamos os dados para cada espécie, sendo que a isca sardinha se apresentou mais eficiente para amostrar um maior número de indivíduos quando comparados aos tratamentos sem isca e milho. A diferença pode não ter acontecido com o tratamento ração também devido a sua composição, que apresenta farinha de carne, farinha de penas e farinha de peixe, entretanto, diferentemente do que ocorreu com os organismos onívoros, a isca fresca, neste caso sardinha, apresentou um número médio maior de abundância (Fig. 7), isso pode indicar que os organismos predadores possivelmente possuam uma maior atração por alimentos frescos, sendo seus sentidos mais sensíveis a este tipo de recurso.

Além disso, a sardinha é uma isca que possui uma carne macia com grande quantidade de óleo, que pode produzir uma pluma de odor mais



duradoura e que se dispersa por uma maior área (Schmid *et al.* 2017). Alguns predadores, como é o caso de *Hoplías* sp., apresentam hábito de viver solitariamente, retratando normalmente uma baixa densidade (Vera 2011). Uma isca com uma pluma mais duradoura, no caso de indivíduos que apresentam baixa densidade, podem ser mais eficientes, devido ao fato de permanecerem mais tempo atuando, aumentando a probabilidade de atingir e atrair algum indivíduo.

Quanto ao tempo necessário para registrar o NMax (TNMax), foi observada uma diferença significativa dentre os tratamentos em onívoros. Para a metodologia utilizada quanto menor for o tempo necessário de exposição para se atingir o Nmax, mais eficiente pode-se apresentar o tratamento. Entretanto, quando se cruza do dados de abundância máxima (Nmax) com o tempo gasto para atingir essa abundância (TNMax), se tem um panorama de como a abundância de espécies aconteceu. Um maior tempo necessário para atingir um NMax pode ser vantajoso, caso esse acréscimo de tempo venha acompanhado de uma amostragem superior da abundância, uma vez que o tempo “extra” é convertido em uma melhor representação da comunidade.

Ao cruzar os dados de Nmax com os dados de TNmax, pode se observar em quais casos o maior tempo gasto refletiu uma maior abundância.

Ao olhar as diferenças significativas de TNmax para onívoros, houve uma distinção entre milho e ração, que não ocorreu no Nmax. É possível inferir que o tratamento utilizando a isca milho fermentado foi mais eficiente para atingir aproximadamente a mesma abundância de onívoros em um menor tempo (Fig. 9).

Comparando os dados de Nmax e TNmax individualmente para cada espécie, pode-se concluir que, para a mesma abundância de *H. bifasciatus*, o tratamento ração demorou significativamente mais tempo, sendo menos eficiente que o tratamento milho fermentado.

Os dados de visualização do primeiro indivíduo não foram diferentes significativamente, sendo que todas as espécies exceto *Hoplias* sp. apresentaram a visualização do primeiro indivíduo nos primeiros 15 minutos de vídeo. A *Hoplias* sp. é um predador, que conforme relatado utiliza do comportamento “senta e espera” para atacar as suas presas, esse comportamento pode influenciar para que a detecção dos indivíduos dessa espécie seja mais tardia, uma vez que, sua movimentação é mais regulada.

Aparentemente, o tempo de 60 minutos de imersão de BRUVs foram suficientes para amostrar a comunidade de peixes presente no riacho, assim como demonstrado por Gladstone *et al.* (2012) para assembleias de peixes estuarinos. Para ambientes de riachos o tempo médio de visualização dos primeiros indivíduos de cada espécie não foi maior que 10 minutos e tempo médio mais desvio padrão para atingir o Nmax não ultrapassou 45 minutos.

Do ponto de vista da análise a nível específico, somente *H. bifasciatus* e *Oligosarcus* sp. apresentaram preferências retratadas em dados de abundância e tempo para alcançar a abundância máxima. Sendo *H. bifasciatus* melhor amostrado por milho fermentado, e *Oligosarcus* sp. por sardinha. Porém, quando observado a nível de guilda trófica, os organismos apresentaram uma preferência maior pelo tratamento ração, atingindo maior abundância.

Neste estudo, a utilização de diferentes tipos de isca comparadas ao controle em BRUVs em ambientes de riachos, foi significativa apenas em casos específicos, sendo que todos os tratamentos foram satisfatórios para amostrar a comunidade. O que contradiz o estudo apresentado para um Rio Neotropical de maior porte como o Xingu. A isca no estudo de Schmid *et al.* 2017 foi extremamente seletiva para a amostragem da comunidade. O menor fluxo d'água e profundidade característicos de riachos de cabeceira, podem ser responsáveis por tal diferença encontrada entre estudos, onde a dinâmica de dispersão da isca é diferenciada.

Além do fato das iscas distintas não terem apresentado diferenças significativas em seus resultados, para este riacho não houve grandes diferenças na composição das comunidades amostradas pelo tratamento controle, quando comparadas a qualquer tratamento com isca. As dimensões reduzidas do riacho proporcionam uma maior probabilidade de se filmar indivíduos sem que haja atração pela isca, além disso apenas a inserção da BRUV com tratamento controle no riacho, já gera uma movimentação diferenciada no ambiente e uma possível atração da ictiofauna, uma vez que peixes tendem a apresentar comportamentos de inspeção ou mesmo curiosidade (Volpato 2007).

BRUVs podem ser uma importante ferramenta de estudo em áreas de riacho, sendo capazes tanto de possibilitar o entendimento da estrutura das comunidades, quanto viabilizar estudos de comportamento das espécies de riacho em ambientes naturais, sem que ocorra influência da presença do mergulhador como ocorre em censos visuais. Além disso, a utilização de um método não invasivo para estudos de riachos, podem ser de grande

importância, visto a baixa abundância em riachos e, uma vez que os indivíduos são retirados das populações, é impossível calcular o impacto gerado. Métodos não invasivos permitem um melhor acompanhamento das populações ao longo do tempo, principalmente de espécies críticas, e uma maior facilidade para a obtenção de autorizações para estudos em áreas de preservação, devido a não necessidade de coleta de indivíduos.

Para que estudos de BRUVs em riachos sejam realmente viáveis, é necessário que a aplicação dessa técnica continue sendo profundamente estudada, para a formulação de um protocolo que possa ser aplicado em diferentes riachos, permitindo uma amostragem mais eficaz com resultados comparáveis. Em ambientes marinhos, estudos demonstram cálculos que possibilitam determinar de forma padronizada a área de alcance da isca, estudos como esses, auxiliariam no estabelecimento dessa metodologia para ambientes de água doce. Ademais, é necessária a criação de um banco de dados compartilhado e guias de espécies de riachos com imagens de indivíduos vivos, com alta resolução, para que se possa contornar de maneira mais eficiente a dificuldade encontrada na identificação por vídeo de espécies de água doce de pequeno porte.

### **Conclusão**

A BRUV se mostrou como uma boa ferramenta metodológica para a realização de estudos que necessitam do levantamento da ictiofauna em riachos, sendo que as BRUVs foram de fácil aplicação em todos os pontos amostrais e não ocorreram problemas durante a execução do método. Os

dados coletados pelas BRUVS apresentaram importantes resultados sobre a composição e estrutura da comunidade presente no riacho “Mangues”.

A utilização das iscas no riacho estudado não foi essencial para que o método realizasse uma adequada caracterização da comunidade, visto que o tratamento controle, sem isca, amostrou o mesmo número de espécies e abundâncias similares ao tratamento ração. Sendo assim, não há benefícios significativos em usar ração em BRUVS em riacho, a utilização da estação de vídeo remota sem isca é suficiente para realizar de forma satisfatória a amostragem geral da ictiofauna com uma melhor relação custo/benefício.

Apesar das diferenças entre tratamentos não serem significativas e da presença da isca aparentemente não ser muito relevante para a composição geral da comunidade, as iscas sardinha e milho apresentaram um espécime diferente cada, indicando que esses tratamentos podem ser mais sensíveis a espécies raras ou pouco abundantes. Sendo assim, a utilização de BRUV com esses tratamentos em ambientes de riacho são melhores quando o estudo desenvolvido dá relevância a espécies raras e pouco abundantes.

Para a realização de um protocolo que irá viabilizar a utilização de BRUVS em riachos de maneira eficiente é necessário mais estudos sobre o assunto. Teste de iscas utilizando um mix de sardinha e milho poderiam ser uma boa opção para tentar alcançar a otimização do método e registrar espécies raras e pouco abundantes de diferentes iscas. Além disso, é de extrema urgência a confecção de um catálogo com imagens de boa qualidade de indivíduos vivos, uma vez que, animais fixados perdem grande parte de características importantes para a identificação visual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abilhoa, V., Duboc, L. F., & de Azevedo Filho, D. P. (2008). A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **25**(2), 238-246.
- Aranha, J. M. R., Takeuti, D. F., & Yoshimura, T. M. (1998). Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, **46**(4), 951-959.
- Bond, M. E., Babcock, E. A., Pikitch, E. K., Abercrombie, D. L., Lamb, N. F., & Chapman, D. D. (2012). Reef sharks exhibit site-fidelity and higher relative abundance in marine reserves on the Mesoamerican Barrier Reef. *PloS one*, **7**(3), e32983.
- Brooks, E., Sloman, K. A., Sims, D. W. & Danylchuk, A. J. (2011). Validating the use of baited remote underwater video surveys for assessing the diversity, distribution and abundance of sharks in the Bahamas. *Endangered Species Research* **13**, 231–243.
- Cappo, M. C., Harvey, E. S., Malcolm H. A. & Speare, P. J., 2003. Potential of video techniques to design and monitor diversity, abundance and size of fish in studies of Marine Protected Areas. In Beumer, J. P. & D. C. Smith (eds), *Aquatic Protected Areas – What Works Best and How Do We Know?*. *World Congress on Aquatic Protected Areas*, Cairns: 455–464.
- Casatti, L., Langeani, F., & Castro, R. (2001). Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*, 1-15.

- Casselman, J. M., Penczak, T., Carl, L., Mann, R. H., Holcik, J., & Woitowich, W. A. (1990). An evaluation of fish sampling methodologies for large river systems. *Pol. Arch. Hydrobiol*, **37**(4), 521-551.
- Cetra, M.; Ferreira, F. C.; Carmassi, A. L. (2009). Caracterização das assembléias de peixes de riachos de cabeceira no período chuvoso na bacia do rio Cachoeira (SE da Bahia, NE do Brasil). *Biota Neotropica*, p. 107-115.
- Cirino, J. F.; LIMA, J. E. de. (2008). Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José-MG: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, **46**, n. 3, p. 647-672.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (1994). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (144 pp.). UK: *Natural Environment Reserch Council*.
- Cousins, S., Kennard, M. J., & Ebner, B. C. (2017) Depth-related composition and structuring of tropical riverine fish assemblages revealed by baited video. *Marine and Freshwater Research*.
- Dorman, S. R., Harvey, E. S., & Newman, S. J. (2012). Bait effects in sampling coral reef fish assemblages with stereo-BRUVs. *PLoS One*, **7**(7), e41538.
- Ebner, B. C., & Morgan, D. L. (2013). Using remote underwater video to estimate freshwater fish species richness. *Journal of Fish Biology*, **82**, 1592-1612.
- Ellender, B. R., Becker, A., Weyl, O. L., & Swartz, E. R. (2012). Underwater video analysis as a non-destructive alternative to electrofishing for sampling imperilled headwater stream fishes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **22**(1), 58-65.

- Felipe, T. R. A.; Rondon Suárez, Y. (2010). Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembléias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*, **10**, n. 2, 2010.
- Galves, W.; Jerep, F. C.; Shibatta, O. A. (2007). Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **2**, n. 1, p. 55-65.
- Ghazilou, A., Shokri, M. R., & Gladstone, W. (2016). Animal v. plant-based bait: does the bait type affect census of fish assemblages and trophic groups by baited remote underwater video (BRUV) systems?. *Journal of fish biology*, **88**(5), 1731-1745.
- Gladstone, W., Lindfield, S., Coleman, M., & Kelaher, B. (2012). Optimisation of baited remote underwater video sampling designs for estuarine fish assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **429**, 28-35.
- Habera, J. W., Strange, R. J., Carter, B. D., & Moore, S. E. (1996). Short-term mortality and injury of rainbow trout caused by three-pass AC electrofishing in a southern Appalachian stream. *North American Journal of Fisheries Management*, **16**(1), 192-200.
- Harvey, E. S., Cappo, M., Butler, J. J., Hall, N., & Kendrick, G. A. (2007). Bait attraction affects the performance of remote underwater video stations in assessment of demersal fish community structure. *Marine Ecology Progress Series*, **350**, 245- 254.



- Januário, M. V. da C. (2008). Turismo em área de proteção ambiental: o caso da Serra de São José em Tiradentes–Minas Gerais. *Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Santa Cruz.*
- Klages, J., Broad, A., Kelaher, B. P., & Davis, A. R. (2014). The influence of gummy sharks, *Mustelus antarcticus*, on observed fish assemblage structure. *Environmental biology of fishes*, **97**(2), 215-222.
- Kieling-Rubio, M. A., Benvenuti, T., Costa, G. M., Petry, C. T., Rodrigues, M. A. S., Schmitt, J. L., & Droste, A. (2015). Integrated Environmental Assessment of streams in the Sinos River basin in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **75**(2), 105-113.
- Leal, CG, Junqueira, NT e Pompeu, PS (2011). Morfologia e uso de habitat por peixes da bacia do Rio das Velhas no sudeste do Brasil. *Environmental Biology of Fishes*, **90** (2), 143-157.
- Lowry, M., Folpp, H., Gregson, M., & Suthers, I. (2012). Comparison of baited remote underwater video (BRUV) and underwater visual census (UVC) for assessment of artificial reefs in estuaries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **416**, 243-253.
- Mallet, D., & Pelletier, D. (2014). Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: a review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research*, **154**, 44-62.
- Melo, N. O., Silva, L. G. M., Castro, A. L. F. (2017) Composição da ictiofauna de córregos de altitude na Serra de São José, MG, avaliada por vídeos remotos subaquáticos (RUV). - *XXII Encontro Brasileiro De Ictiologia, Anais EBI 2017.*

- Miranda, J. C. (2012). Ameaças aos peixes de riachos da Mata Atlântica. *Natureza on line*, **10**(3), 136-139.
- Murphy, H. M., & Jenkins, G. P. (2010). Observational methods used in marine spatial monitoring of fishes and associated habitats: a review. *Marine and Freshwater Research*, **61**(2), 236-252.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; Mcglinn, D.; Minchin, P. R.; O'hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens M. H. H.; Szoecs, E.; Wagner, H. (2018). *vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-2*. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Oyakawa, O. T., Akama, A., Mautari, K. C., & Nolasco, J. C. (2006). Peixes de riachos da Mata Atlântica. São Paulo: *Editora Neotropica*.
- Pelletier, D., K. Leleu, G. Mou-Tham, N. Guillemot & P. Chabanet, 2011. Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research* **107**: 84–93.
- Pellegrini Filho, A. (2000). Turismo cultural em Tiradentes: estudo de metodologia aplicada. *Editora Manole Ltda*.
- Perry, D., Staveley, T. A., & Gullström, M. (2018). Habitat connectivity of fish in temperate shallow-water seascapes. *Frontiers in Marine Science*, **4**, 440.
- Pita, P., Fernández-Márquez, D., & Freire, J. (2014). Short-term performance of three underwater sampling techniques for assessing differences in the absolute abundances and in the inventories of the coastal fish communities of the Northeast Atlantic Ocean. *Marine and Freshwater Research*, **65**, 105-113.
- Possamai, B.; Da Rosa, L. C.; Corrêa, M. F. M. (2014). Seletividade de armadilhas e atrativos na captura de pequenos peixes e crustáceos em

- ambientes estuarinos. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, **18**, n. 2, p. 11-17.
- R CORE TEAM (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ribeiro, O. M., & Zuanon, J. (2006). Comparação da eficiência de dois métodos de coleta de peixes em igarapés de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, **36**(3), 389-394.
- Rizzari, J. R., Frisch, A. J., & Connolly, S. R. (2014). How robust are estimates of coral reef shark depletion?. *Biological Conservation*, **176**, 39-47.
- RSTUDIO TEAM (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Ruppert, J. B., & Muth, R. T. (1997). Effects of electrofishing fields on captive juveniles of two endangered cyprinids. *North American Journal of Fisheries Management*, **17**(2), 314-320.
- Schmid, K., Reis-Filho, J. A., Harvey, E., & Giarrizzo, T. (2017). Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia*, **784**(1), 93-109.
- Snyder, D. E. (2003). Invited overview: conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. *Reviews in fish biology and fisheries*, **13**(4), 445-453.
- Soldal, A. V., Svellingen, I., Jørgensen, T., & Løkkeborg, S. (2002). Rigs-to-reefs in the North Sea: hydroacoustic quantification of fish in the vicinity of a “semi-cold” platform. *ICES Journal of marine Science*, **59**, S281-S287.

- STATSOFT, Inc. (2007). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stobart, B., García-Charton, J. A., Espejo, C., Rochel, E., Goñi, R., Reñones, O., ... & Planes, S. (2007). A baited underwater video technique to assess shallow-water Mediterranean fish assemblages: Methodological evaluation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **345**(2), 158-174.
- Vera, A. A. C., Guimarães, T. de F. R., de Castro, W. A. C., Ferreira, B. F. L., L. P. (2011) Distribuição de tamanho de uma população de *Hoplias malabaricus*. *Ecologia do Pantanal*, 97.
- Vieira, F., Gomes, J. P., Maia, B. P., & Silva, L. G. (2015). Peixes do Quadrilátero Ferrífero-Guia de Identificação. *Fundação Biodiversitas*, Belo Horizonte.
- Vieira, P. F. da S. P. (2009). Valoração econômica das unidades de conservação da Serra de São José, MG: abordagem da disposição ao trabalho voluntário. *Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa*.
- VIC media player 3.0.3 vetinari (2018). disponível em <https://www.videolan.org/vlc/releases/3.0.0.html> . Consultado em [24 de julho de 2018].
- Volpato, G. L., Albano, J. O., & Yamamoto, M. E. (2007). Uso de pontos colocados na parede externa do aquário como uma ferramenta para investigar motivação alimentar na tilápia-do-nilo. VIII CEB
- Sonoda, D. Y.; França, E. D.; Cyrino, J. E. P. (2016). Modelo de preço de ração para peixe no período de 2001 a 2015. *Revista iPecege*, **2**, n. 3, p. 57-71.

- Ueida, V. S., & Corrêa, R. M. (1999). Coleta e fixação de peixes de riachos. *Oecologia Brasiliensis*, **6**(1), 1.
- Walsh, AT, Barrett, N., & Hill, N. (2017). Eficácia de sistemas de vídeo subaquáticos remotos com isca e tipo de isca na zona de temperatura fria para monitoramento de reservas de “no-take”. *Marine and Freshwater Research* ,
- Wraith, J., Lynch, T., Minchinton, T. E., Broad, A., & Davis, A. R. (2013). Bait type affects fish assemblages and feeding guilds observed at baited remote underwater video stations.