



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MARIA EDUARDA SANTANA VERÍSSIMO

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS INTERMITENTES NO SEMIÁRIDO**

**CAMPINA GRANDE - PB
OUTUBRO DE 2020**

MARIA EDUARDA SANTANA VERÍSSIMO

**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS INTERMITENTES NO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Licenciada em Ciências Biológicas

Área de concentração: Ecologia

Orientadora: Prof. Dr^a Joseline Molozzi

Coorientador: Me. Marcos Medeiros
Cavalcanti Júnior

**CAMPINA GRANDE- PB
OUTUBRO DE 2020**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

V517e Veríssimo, Maria Eduarda Santana.
Eficiência de diferentes métodos de amostragem de invertebrados aquáticos em rios intermitentes no semiárido [manuscrito] / Maria Eduarda Santana Verissimo. - 2020.
26 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2020.
"Orientação : Profa. Dra. Joseline Molozzi , Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."
"Coorientação: Prof. Dr. Marcos Medeiros Cavalcanti Júnior , UEPB - Universidade Estadual da Paraíba"
1. Invertebrados aquáticos. 2. Grupo trófico funcional. 3. Litter bags. 4. Surber. I. Título

21. ed. CDD 592

MARIA EDUARDA SANTANA VERÍSSIMO

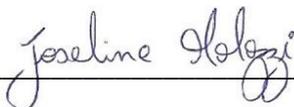
**EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE
INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS INTERMITENTES NO SEMIÁRIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito para a obtenção do título de licenciatura em ciências biológicas.

Área de concentração: Ecologia.

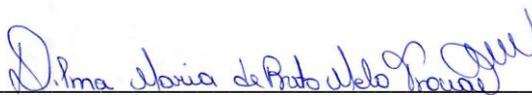
Aprovada em: 15/ 10 / 2020.

BANCA EXAMINADORA



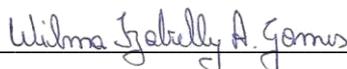
Prof^a. Dr^a. Joseline Molozzi (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof^a. Dr^a. Dilma Maria de Brito Melo Trovão

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dr^a. Wilma Izabelly Ananias Gomes

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico aos meus pais e familiares que sempre
acreditaram em mim e nos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado meus caminhos, me fortalecido e permitido que vencesse mais uma etapa.

Agradeço aos meus pais, Marleide Santana e Eduardo Veríssimo, por terem confiado e investido nesse meu sonho de fazer uma faculdade (ainda mais em outro estado) e por sempre estarem me apoiando, instruindo, cuidando e me amando incondicionalmente. Assim como meus familiares (Magaly Batalha Verissimo, Célia Santana, Silvia Santana, Nelson Nogueira..) que sempre me apoiaram e me ajudaram.

A minha orientadora Joseline Molozzi, por me aceitar no seu laboratório, me ensinar, me orientar nessa fase importante do curso e transmitir os seus conhecimentos sobre ecologia de uma forma que encanta e inspira demais. Sou muito grata por tudo.

Ao meu coorientador Marcos Medeiros Cavalcanti Junior, por acreditar e confiar em mim durante todo esse processo. Sou eternamente grata por toda ajuda, ensinamentos, conselhos e principalmente pela sua paciência comigo.

Ao laboratório de ecologia de bentos, em especial Climélia, Rafaella, Vitória, Valeska, Érica e Larissa e todos os outros membros que de alguma forma me ajudaram, pois, este trabalho é fruto de um trabalho em equipe e sem essa ajuda nada disso seria possível.

A todos que participaram das coletas, foram momentos únicos e inesquecíveis. Agradeço também pelos livramentos.

Agradeço a minha turma de graduação, especialmente meus amigos Brunna, Anna Lívia, Breno, Bruno, Valeska, Ana Carla e Rebecca que desde o início do curso estamos juntos nas alegrias e nos desesperos. Sou eternamente grata a cada um por que não estaria aqui sem a ajuda de vocês.

Aos professores que tive oportunidade de conhecer e que contribuíram muito com meu aprendizado e formação.

Agradeço a Luilton meu amigo e namorado que esteve ao meu lado nessa trajetória me dando forças e me ajudando sempre. Obrigada por ser essa pessoa maravilhosa e paciente comigo.

A Cnpq pelo financiamento desse estudo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	9
2.1 Área de estudo	9
2.2 Experimento de campo	10
2.2.1 <i>Litter bags</i>	10
2.2.2 <i>Surber</i>	11
2.3 Procedimento de laboratório	11
2.3 Análise de dados	11
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM RIOS INTERMITENTES NO SEMIÁRIDO

Maria Eduarda Santana Veríssimo

RESUMO

As comparações entre estudos podem ser impedidas devido aos diferentes objetivos, métricas, esforços amostrais e metodologias de coleta/amostragem utilizados por cada pesquisador. Visto isso o objetivo do presente trabalho foi analisar a eficiência amostral de dois diferentes métodos de coleta de invertebrados aquáticos (surber e *litter bag*) em função da riqueza taxonômica, da composição dos grupos tróficos funcionais e dos índices de diversidade. As nossas hipóteses foram: (i) o surber apresentará uma maior riqueza taxonômica; (ii) o grupo trófico funcional coletor-catador será mais frequente no método litter bags devido ao substrato foliar que proporciona uma acumulação de matéria orgânica particulada fina e o predador no método surber devido sua mensuração direta do sedimento do rio comportando uma maior heterogeneidade que está relacionada com grupo trófico funcional representado pelos predadores. O estudo foi desenvolvido nos rios Paraíba, Boa Vista e Taperoá, pertencentes a bacia hidrográfica do rio Paraíba, entre os meses de abril e julho de 2019, período chuvoso da região. As coletas foram realizadas em 12 pontos em cada rio. Em cada ponto uma amostra composta de surber (área de 900 cm², malha de 250 µm) foi coletada e três litter bags (área de 225 cm², malha de 10mm) foram fixados na região central do ponto. Nos litter bags foram incubadas folhas senescentes (2.5 ± 0.01 g) de *Aspidosperma pyriformium* Mart.. Após a coleta as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e apenas as amostras do surber foram fixadas ainda em campo com álcool 70%. O material foi levado para o laboratório, lavado sobre uma peneira de 250 µm de abertura, armazenado em potes com álcool 70%. A triagem dos invertebrados foi realizada com o auxílio de uma lupa para as amostras do litter bags e caixa de luz para as amostras do surber, e a identificação seguiu até o menor nível taxonômico possível (família ou gênero). Foram encontrados 2.075 indivíduos em 41 *taxa* nos litter bags e 14.970 indivíduos em 54 *taxa* no surber. Ceratopogonidae e *Labrundinia* apresentam a maior contribuição na dissimilaridade entre os métodos litter bags e surber. Já para a composição dos grupos tróficos funcionais houve uma pequena variação, o litter bags apresentou maior frequência de coletor-catador (51%) e predador (40%), e o surber apresentou uma maior frequência de predador (50%) e coletor catador (26%), confirmando nossa hipótese inicial. Observamos que o método surber é mais eficiente para mensurar a fauna de invertebrados de rios, visto que apresentou maiores valores de abundância e riqueza taxonômica. Também verificamos que ambos os métodos são eficientes para a mensuração de grupos tróficos funcionais em rios, visto que ambos apresentaram porcentagens de grupos tróficos funcionais similares. Porém, Vale salientar que a eficiência de cada método dependerá do objetivo de estudo do pesquisador, com isso escolhendo o método que melhor responde aos seus objetivos.

Palavra-chave: Eficiência amostral. Grupo trófico funcional. Litter bags. Surber.

EFFICIENCY OF DIFFERENT METHODS OF SAMPLING AQUATIC INVERTEBRATES IN INTERMITTENT RIVERS IN THE SEMI-ARID

Maria Eduarda Santana Veríssimo

ABSTRACT

Comparisons between studies can be prevented due to the different objectives, metrics, sampling efforts and collect / sampling methodologies used by each researcher. In view of this, the aim of this study was to analyze the sampling efficiency of two different methods of collecting aquatic invertebrates (surber and leaf bag) in function on taxonomic richness, functional feeding groups composition and diversity indices. Our hypotheses were: (i) surber has a higher taxonomic richness; (ii) collector-gatherer group is more frequent in leaf bag method due to the leaf substrate that provides an accumulation of fine particulate organic matter and predator in surber method due to its direct measurement of the river sediment with greater heterogeneity that is related to the functional feeding group represented by predators. The study was developed on the Paraíba, Boa Vista and Taperoá rivers, belonging hydrographic basin river Paraíba, between the months of April and July 2019, the rainy season in the region. Samples were collected at 12 points in each river. At each point a composite sample of surber (900 cm² area, 250 µm mesh size) was collected and three litter bags (225 cm² area, 10 mm mesh) were fixed in the central region of the point. Senescent leaves (2.5 ± 0.01 g) of *Aspidosperma pyrifolium* Mart. were incubated in litter bags. After collection, the samples were stored in plastic bags and only surber samples were fixed in the field with 70% alcohol. The material was taken to the laboratory, washed over a 250 µm opening sieve, stored in pots with 70% alcohol. Invertebrate screening was performed with the aid of a magnifying glass for litter bags and a light box for surber ones, and the identification followed up to the lowest possible taxonomic level (often family). 2,075 individuals were found at 41 *taxa* in litter bags and 14,970 individuals at 54 *taxa* in surber. Ceratopogonidae and *Labrundinia* present the greatest contribution to the dissimilarity between the litter bags and surber methods. For the functional feeding groups composition, there was a small variation, the litter bags showed a higher frequency of collector-gatherers (51%) and predator (40%), and surber showed a higher frequency of predator (50%) and collector-gatherers (26%), confirming our initial hypothesis. We note that surber method is more efficient to measure the river invertebrate fauna, since it presented higher values of abundance and richness. We also found that both litter bags and surber methods are efficient for measuring functional feeding groups in rivers, since both had very similar percentages of groups. However, it is worth noting that the efficiency of each method will depend on the researcher's study objective, thereby choosing the method that best meets your goals.

Keyword: Functional feeding groups. Litter bags. Sampling efficiency. Surber.

1 INTRODUÇÃO

Na ecologia o modo mais eficaz de se obter informações sobre um conjunto de organismos (e.g. populações, comunidades) é analisar partes menores, as amostras (ANDREW & MAPSTONE, 1987). As amostras podem ser obtidas de modo aleatório, podendo ter a mesma probabilidade de ser incluída numa amostra; sistemático, quando a primeira amostra é realizada ao acaso e os demais com um intervalo regular; ou preferencial, que vai de acordo com a preferência do pesquisador (PILLAR, 2004). As diferentes formas de amostragens possibilitam a quantificação de dados de um universo amostral e são de extrema importância uma amostragem eficiente e comparável.

As comparações entre estudos podem ser impedidas devido aos diferentes objetivos, métricas, esforços amostrais e metodologias de coleta/amostragem utilizados por cada pesquisador (GOTELLI & COWELL, 2001). Porém, com base em determinados critérios de amostragem é possível identificar qual método consegue melhor atender uma necessidade. Parâmetros como a riqueza taxonômica, índices de diversidade e os grupos funcionais são muito importantes na área da limnologia e comumente utilizados por refletirem as condições ambientais do meio que os organismos estão inseridos (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Riqueza taxonômica e diversidade, por exemplo, são medidas mais simples de analisar a estrutura de uma comunidade, através do número de espécies que nela contém, riqueza, e a diversidade refere-se a variedade de espécies de uma determinada comunidade (RICKLEFS, 2010). Já os grupos tróficos funcionais está relacionado com a preferência alimentar dos organismos (YULE *et al.*, 2009). Os organismos modelos nos ecossistemas aquáticos são geralmente fitoplâncton, zooplâncton, invertebrados e peixes, e suas diversidades indicam se o ambiente possui uma alta ou baixa qualidade, por isso e entre outros fatores, esses organismos são bons indicadores do meio que estão inseridos (ESTEVES, 1998).

A diversidade e a distribuição de invertebrados no ambiente são determinadas por fatores como o tamanho do rio, tipo de sedimento, temperatura, disponibilidade de recursos, entre outros (TUNDISI & TUNDISI, 2008). E essa diversidade dos organismos também é influenciada pela heterogeneidade do sedimento, a entrada de nutrientes e as concentrações de oxigênio, pois esses organismos possuem uma relação íntima com o sedimento dos corpos aquáticos ou então por viver na coluna d'água (ESTEVES, 1998). A teoria do *River Continuum Concept* explica a distribuição desses fatores e prediz sobre a distribuição dos organismos que seguem um gradiente fluvial, fazendo com que comunidades tenham diferentes ocorrências espaciais (VANNOTE, 1980). Assim, é possível perceber a necessidade da adoção de métodos de amostragens eficientes, devido aos múltiplos fatores que interferem na distribuição dos invertebrados, especialmente em rios.

Os invertebrados aquáticos podem ser encontrados em ambientes aquáticos lóticos ou lênticos (MARQUES *et al.*, 1999), e associados a diferentes substratos (HEPP & RESTELLO, 2007). Os diferentes tipos de substratos suscitam a necessidade de métodos de coleta eficazes em sua amostragem, algo que varia de acordo com o objetivo da pesquisa. Dentre os métodos de coleta mais comuns para amostragem de invertebrado em rios estão o surber (SILVEIRA *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2014), rede tipo D (BRITO, 2016), kick net, (BARBOSA *et al.*, 2011; GOMES *et al.*, 2017). E recentemente tem sido utilizado como um amostrador o método litter bags, além de sua principal utilização que é analisar a taxa de decomposição foliar (SABATINO *et al.*, 2017; LIGEIRO *et al.*, 2010; HEPP *et al.*, 2016).

O surber é um método quantitativo que explora uma área fixa do sedimento pré-determinada pelo amostrador, e que requer réplicas de amostras no local (SANTOS *et al.*, 2014). É uma metodologia indicada para sistemas aquáticos lóticos (SILVEIRA *et al.*, 2004). Esse equipamento geralmente tem uma área amostral de 900 cm² (MARTINI *et al.*, 2013; LIBÓRIO, 2017) e uma malha coletora de 225 µm (DIAS *et al.*, 2009), 250 µm (TELES *et al.*,

2013; CALLISTO *et al.*, 2001) ou 500 μm (GIULIATTI & CARVALHO, 2009). Sabendo que o surber explora o sedimento do fundo dos rios, ou seja, comporta uma maior heterogeneidade de substratos, este método mensura maiores concentrações de abundâncias e riqueza da comunidade bentônica do corpo aquático (GIULIATTI & CARVALHO, 2009; SABATINO *et al.*, 2017). Visto isso, a heterogeneidade de substratos comporta mais microhabitats que está relacionado com maiores disponibilidades de recursos e áreas de refúgios, comportando concentrações maiores do grupo trófico funcional representado pelos predadores (CUNHA, 2013).

Litter bags, ou leaf bag, é um método quantitativo de coleta de invertebrados que utiliza folhas para a amostragem, sendo uma ótima ferramenta para avaliação das características estruturais e funcionais da comunidade biótica (SABATINO, 2014). O litter bags geralmente tem dimensões médias de 15x20 cm (MORMUL *et al.*, 2006; LOURENÇO, 2016; CORREIA, 2015) e uma abertura da malha (frequentemente de nylon) que varia entre 0,5 mm (PUJARRA, 2017), 2 mm (MORMUL *et al.*, 2006) ou 10 mm (BIASI, 2013; ROBAYO & SMITH, 2015). Comparada com o surber, o litter bags mostra-se menos invasivo por ser um método não destrutivo (SABATINO *et al.*, 2017), uma vez que elimina a necessidade de revolver o sedimento. Frequentemente o litter bags tem sido utilizado, além do supracitado, para avaliação da qualidade de corpos aquáticos (REMOR *et al.*, 2013), análise da decomposição de detritos foliares (GAYER *et al.*, 2015; TONELLO *et al.*, 2014) e colonização de invertebrados (NIN, 2010; ROBAYO & SMITH, 2015). Segundo Sabatino (2017) o litter bags possui uma melhor representação da estrutura e da organização funcional do que o surber, embora não aponte quais fatores podem influenciar nessa estrutura. Mas sabemos que devido ao substrato homogêneo do litter bags, folhas, restringe os organismos que vão colonizá-lo devido as suas preferencias alimentares, como o caso do grupo trófico coletor-catador que se espera encontrar em maiores concentrações neste método (GONÇALVES *et al.*, 2006; CALLISTO *et al.*, 2004).

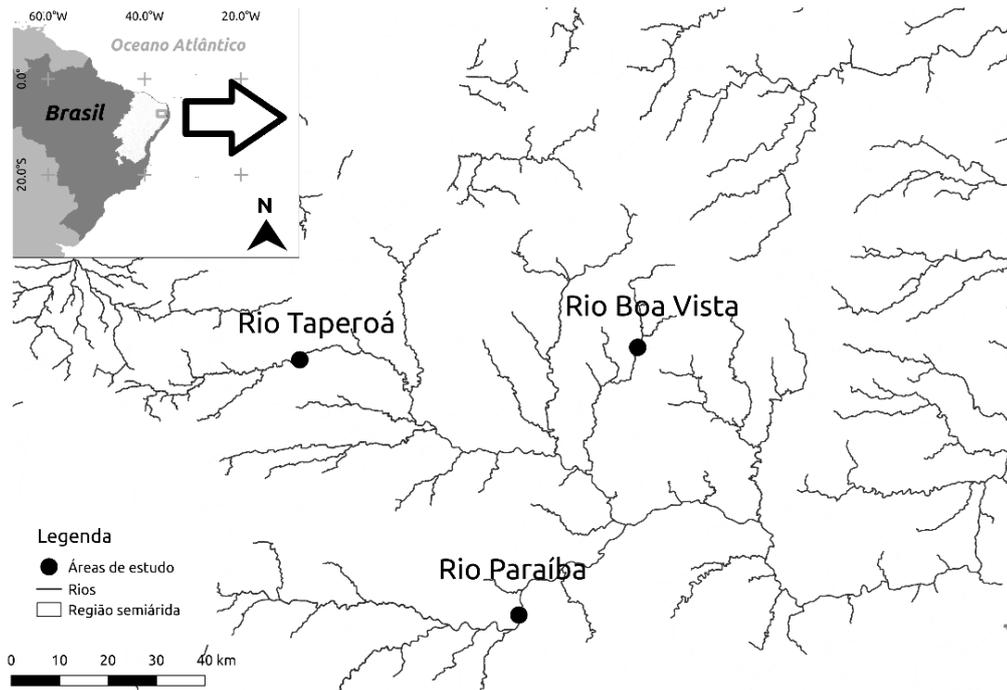
O presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência amostral de dois diferentes métodos de coleta de invertebrados aquáticos em função da riqueza taxonômica, das proporções dos grupos tróficos funcionais e dos índices de diversidade. Para tanto, nossas hipóteses são de que (i) o surber apresentará uma maior riqueza taxonômica; (ii) o grupo trófico funcional coletor-catador esteja mais frequente no método litter bags e o predador no método surber.

2 MÉTODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido nos rios Paraíba, Boa Vista e Taperoá (Figura 1). Todos os rios são pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraíba (entre 6°51'31" e 8°26'21" S; 34°48'35" e 37°2'15" W), que é uma das maiores e mais importantes bacias hidrográficas do semiárido brasileiro. A bacia do rio Paraíba abrange uma área com elevada ocupação humana, cerca de 1.800.000 habitantes, e drena uma área de 20.071,83 Km², estando localizada na região semiárida do Brasil (AESAs, 2018).

Figura 1: Localização geográfica dos rios estudados: Taperoá, Paraíba e Boa Vista, Paraíba pertencente ao semiárido brasileiro.



Fonte: Sistemas de coordenadas Geográficas - Datum SIRGAS 2020 - Bases cartográficas: IBGE (2017), AESA (2020), CAVALCANTI JR, M.M.; VERISSIMO, M. E. S.

Segundo a classificação Koppen a região estudada é do tipo Bsh, ou seja, semiárido quente com uma baixa pluviosidade média em torno de 400 mm de precipitação anual com desvio padrão de 196,6 mm, devido a uma estação seca de 6 a 8 meses (AES A, 2020). Esse clima tem a característica de irregularidade do regime pluviométrico, em que o período chuvoso pode ficar ausente por meses, por consequência, seus rios são de características intermitentes onde o fluxo de água superficial desaparece durante seu período de estiagem (MALTCHIK, 1999).

A vegetação predominante da bacia hidrográfica do rio Paraíba é caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia, e as espécies de maiores ocorrências nessas regiões são o *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (pereiro), *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna), *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro), *Cydonia oblonga* Mill. (Marmeleiro), *Mimosa tenuiflora* Mart. (jurema preta) e *Prosopis juliflora* Sw. (algaroba) (MORAES et al., 2014; LACERDA et al., 2005; ALVES et al., 2012; SOUSA et al., 2008). Essa vegetação sofre com o efeito da sazonalidade, durante o período de seca é comum ver a vegetação típica da Caatinga totalmente sem folhas sendo uma estratégia de adaptação ao ambiente (AZEVEDO & ALVES, 2015).

2.2 Experimento de campo

Dois amostradores, surber e litter bags, foram utilizados para coletar amostras de invertebrados em rios no semiárido brasileiro entre os meses de abril e julho do ano de 2019, período chuvoso da região.

2.2.1 Litter bags

Para o substrato do litter bags foram coletadas folhas senescentes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart., espécie comum da vegetação riparia do semiárido brasileiro (Lacerda et al, 2005). As folhas foram coletadas no início do período seco da região com auxílio de redes suspensas fixadas abaixo da copa das árvores.

A espécie vegetal utilizada como modelo para colonização de invertebrados no litter bag pode determinar a estrutura da assembleia de invertebrados (BASTIAN *et al.*, 2007). Cada organismo possui uma preferência foliar, relacionada com as concentrações de nutrientes, a palatabilidade e a dureza foliar, e isso pode limitar a ocorrência de *taxa* de invertebrados (MORETTI *et al.*, 2009). Desse modo, a escolha de *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) é adequada, uma vez que é uma espécie comum da região semiárida brasileira, e se encontra distribuída em algumas margens dos rios de estudo.

Após a coleta das folhas, foram secas ao ar livre (25°C), pesadas ($2,5 \pm 0,1$ g), incubada nos rios e retiradas após 30 dias.

As concentrações dos nutrientes foliares assim como a colonização microbiana variam com o tempo de exposição na água (GRAÇA, 2001), com isso influenciando a estrutura das comunidades de invertebrados aquáticos que vão colonizar este detrito em determinado estágio de decomposição (LIGEIRO *et al.*, 2010). Estudos comprovam que a colonização do substrato foliar apresenta maiores abundâncias de invertebrados após o período de 30 dias de incubação (GESSNER & DOBSON, 1993; TANAKA *et al.*, 2006). Essas informações sustentam a nossa escolha em analisar litter bags incubados no período de 30 dias, visto que apresentam maiores concentrações de organismos

As coletas foram realizadas em 12 pontos equidistantes em cada rio com aproximadamente 40m de extensão total cada. Em cada ponto as amostras dos litter bags (área de 225 cm², malha de 10mm) foram fixados na região central do ponto e composta por três réplicas.

2.2.2 Surber

Em cada ponto as amostras de surber (área de 900 cm², malha de 250 µm) foram realizadas por uma amostra composta (uma na margem esquerda, uma no centro e outra na margem direita do ponto). No dia 30 que foi retirado os litter bags do rio, foram realizadas as coletas com o Surber, com esforço amostral de 1 minuto de revolvimento do sedimento.

2.3 Procedimentos de laboratório

Após o procedimento de coleta as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e apenas as amostras do Surber foram fixadas ainda em campo com álcool 70%. O material foi levado para o laboratório, lavado sobre uma peneira de 250 µm de abertura, armazenado em potes com álcool 70%, e as amostras do surber coradas com o corante rosa de bengala. A triagem dos invertebrados foi realizada com o auxílio de uma lupa para as amostras do litter Bags e caixa de luz para as amostras do Surber, e a identificação seguiu até o nível de família (exceto Chironomidae, em nível de gênero) com auxílio de chaves taxonômicas especializadas (MUGNAI, NESSIMIAN E BAPTISTA, 2010; TRIVINHO-STRIXINO, 2011; SEGURA *et al.*, 2011; PINHO, 2008). As classificações dos grupos tróficos funcionais foram realizadas com auxílio de uma chave de identificação (CUMMINS *et al.*, 2005).

2.4 Análise de dados

Para analisar a contribuição na composição de *taxa* entre os métodos (litter bags e surber) foi utilizado uma análise de Similaridade de Porcentagem (SIMPER).

Para estimar a diversidade em uma população, analisando riqueza e equitabilidade (AYRES, 2007), foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (SHANNON & WEAVER 1963), que é calculado pela fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

Onde,

p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra

O índice de Margalef estima a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisada, que é calculada pela fórmula:

$$DMg = (S-1)/\ln N$$

Onde,

S = soma das espécies

N = total de indivíduos

Para quantificar e analisar as frequências dos grupos tróficos funcionais foram calculadas as proporções (%) com base na abundância total dos organismos em cada método (BARBOZA, 2020)

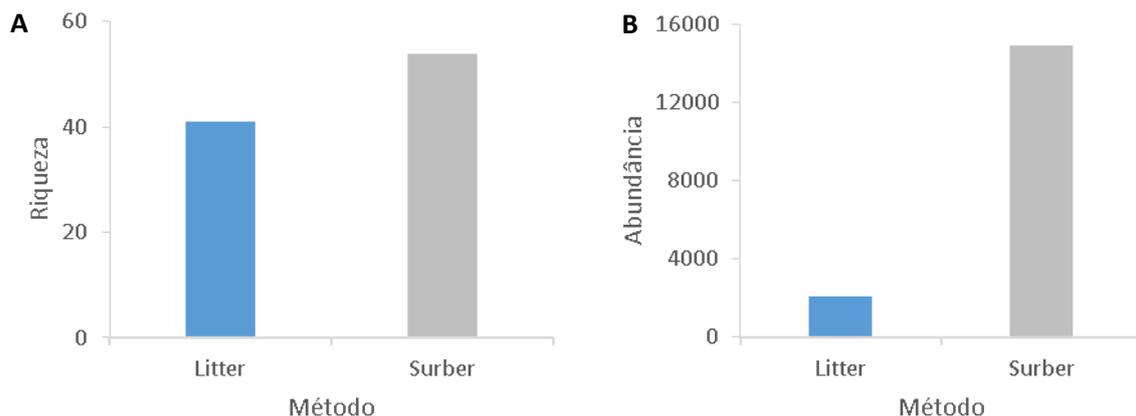
Para avaliar a eficiência do esforço amostral que representa a riqueza taxonômica, foi calculada a curva do coletor que é uma técnica que permitem uma padronização e comparação significativas dos conjuntos de dados (GOTELLI & COLWELL, 2001).

Todas as análises foram realizadas no Primer 6 (ANDERSON *et al.*, 2008), R software e Rstudio (R core team, 2018- versão 1.1.456), os dois últimos com auxílio dos pacotes *Permute*, *Lattice* e *Vegan*.

3 RESULTADOS

Nos litter bags foram encontrados 2.075 indivíduos distribuídos em 41 *taxa* e no surber foram encontrados 14.970 indivíduos distribuídos em 54 *taxa* (Figura 2).

Figura 2: A) Riqueza taxonômica e B) abundância de invertebrados aquáticos coletados com Litter bags e Surber nos rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista durante o período chuvoso no semiárido brasileiro.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

No método litter bags os invertebrados com maiores contribuições para abundância total foram *Asheum* (22,8%), *Goeldchironomus* (16,3%) e *Oligochaeta* (12%). No Surber foram *Ceratopogonidae* (23,2%), *Culicidae* (13%), *Labrudiina* (11,2%). Cinco *taxa* estiveram presentes apenas nas amostras do litter bags (*Stratiomidae*, *Dryopidae*, *Pleidae*, *Scirtidae* e *Polycentropodidae*) enquanto que dezesseis estiveram apenas no Surber (*Aedokritus*, *Coelotanipus*, *Cricotopus*, *Djalmabatista*, *Onconeura*, *Parakiefferiella*, *Paratendipes*,

Procladius, *Saetheria*, *Pelomus*, Polymirtacidae, Notonectidae, Veliidae, Cordulidae, Hydroptilidae e *Collembola*) (Tabela 1).

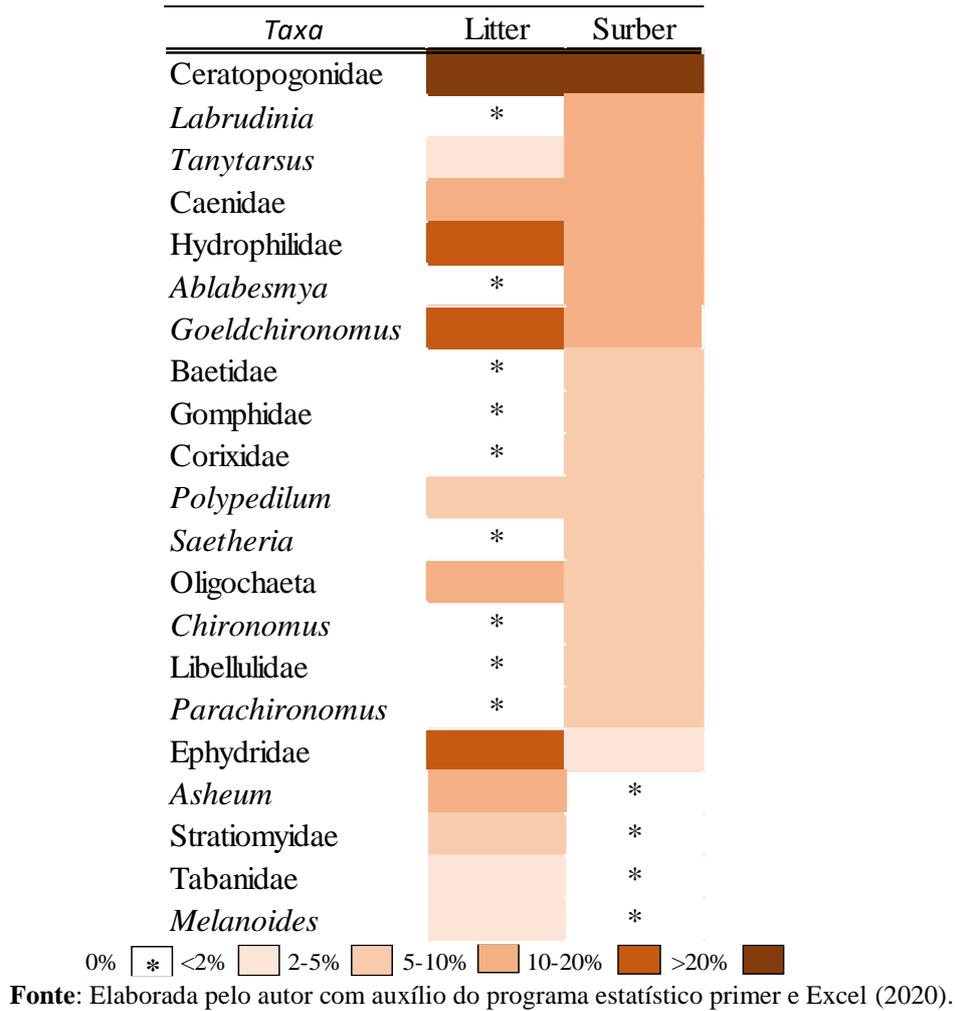
Tabela 1: Lista de *taxas* da comunidade de invertebrados aquáticos e seu respectivo Grupo Trófico Funcional (GTF). Valores de abundância (nº de indivíduos), riqueza taxonômica, índices de diversidade de Shannon-Winner e índice de Margalef da comunidade de invertebrados aquáticos nos métodos de coleta litter bags e surber em rios do semiárido brasileiro no período chuvoso. (Cc- coletor-catador, Pr- predador, Cf- coletor-filtrador, R- raspador, F- fragmentadores).

<i>Taxa</i>	Litter	Surber	GTF
MOLLUSCA			
<i>Melanoides Tubercularia</i> (Müller, 1774)	30	203	R
Planorbidae	20	20	R
Pomacea	5	13	R
Sphaeriidae	14	50	R
ANELLIDA			
Oligochaeta	247	103	Cc
DIPTERA			
Ceratopogonidae	143	3469	Pr
Culicidae	6	1935	Cf
Dolichopodidae	12	4	Pr
Ephydriidae	218	465	Cc
Stratiomyidae	33	*	Cc
Tabanidae	9	8	Pr
Chironomidae			
<i>Ablabesmya</i> (Johannsen, 1905)	46	413	Pr
<i>Asheum</i> (Sublette & Sublette, 1983)	472	35	Pr
<i>Aedokritus</i> (Roback, 1958)	*	3	Cc
<i>Apedilum</i> (Townes, 1945)	6	396	Cc
<i>Chironomus</i> (Meigen, 1803)	18	253	Cc
<i>Coelotanypus</i> (Kieffer, 1913)	*	115	Pr
<i>Cricotopus</i> (Van der Wulp, 1874)	*	83	Cc
<i>Djalmabatista</i> (Fittaku, 1968)	*	34	Pr
<i>Dicrotendipes</i> (Kieffer, 1913)	2	1	Cc
<i>Fissimentum</i> (Cranston; Nolte, 1996)	1	7	Cc
<i>Goeldchironomus</i> (Fittkau, 1965)	338	204	Cc
<i>Labrudinia</i> (Fittkau, 1962)	14	1674	Pr
<i>Onconeura</i> (Andersen et Saether, 2005)	*	6	C
<i>Parachironomus</i> (Lenz, 1921)	8	146	Cc
<i>Parakiefferiella</i> (Thienemann, 1936)	*	1	Cc
<i>Paratendipes</i> (Kieffer, 1911)	*	16	Cc
<i>Polypedilum</i> (Kieffer, 1912)	31	277	Cc
<i>Procladius</i> (Sukse, 1889)	*	1	Cc
<i>Saetheria</i> (Jackson, 1977)	*	91	Cc

<i>Tanytarsus</i> (Wulp, 1879)	39	643	Cf
<i>Pelomus</i> (Reiss, 1989)	*	1	C
EPHEMEROPTERA			
Baetidae	7	597	Cc
Caenidae	178	1245	Cc
Polymirtacidae	*	24	Cc
HEMIPTERA			
Belastomatidae	9	4	Pr
Corixidae	25	622	Pr
Mesoveliidae	2	5	Pr
Notonectidae	*	7	Pr
Pleidae	1	*	Pr
Veliidae	*	2	Pr
ODONATA			
Coenagrionidae	4	16	Pr
Corduliidae	*	2	Pr
Gomphidae	1	298	Pr
Libellulidae	5	170	Pr
COLEOPTERA			
Dryopidae	2	*	F
Dytiscidae	12	37	Pr
Elmidae	2	6	Cc
Hydrophilidae	82	1238	Pr
Scirtidae	4	*	Pr
Staphylinidae	16	5	Pr
TRICHOPTERA			
Hydropsichidae	*	10	Cf
Hydroptilidae	1	2	Cc
Polycentropodidae	5	*	Cf
ARACHNIDA			
Acarina	3	4	Pr
ORTHOPTERA			
1	1	Cc	
COLLEMBOLA			
*	5	Cc	
Abundância	2072	14970	
Riqueza taxonômica	41	54	
Margalef	2,556	3,669	
Shannon	1,609	2,303	

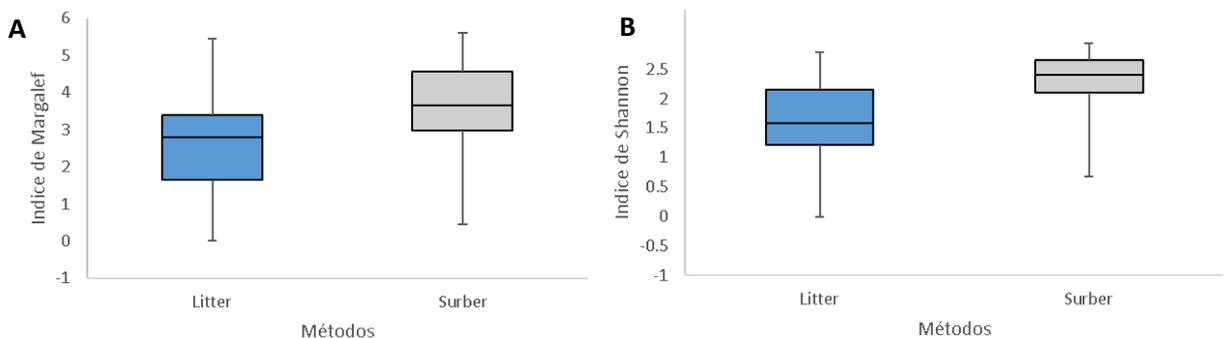
Através da Simper foi possível identificar os taxa que apresentam a maior contribuição na dissimilaridade entre os métodos litter bags e surber, sendo os dois principais representantes Ceratopogonidae e Labrundinia pertencentes a ordem Diptera (Figura 3).

Figura 3: Porcentagem da Simper entre métodos de coletas de invertebrados aquáticos em rios no semiárido brasileiro, utilizando dois métodos de coletas litter bags e surber. (*) Não apresentou contribuição significativa



Com relação aos índices de diversidade analisados verificamos que o índice de Margalef e Shannon apresentaram maiores valores para o método surber (Figura 4).

Figura 4: Boxplot do (A) índice de Margalef e do (B) índice de Shannon para analisar a diversidade dos métodos de coleta nos rios do semiárido brasileiro. Os gráficos mostram as médias e os desvios padrão.

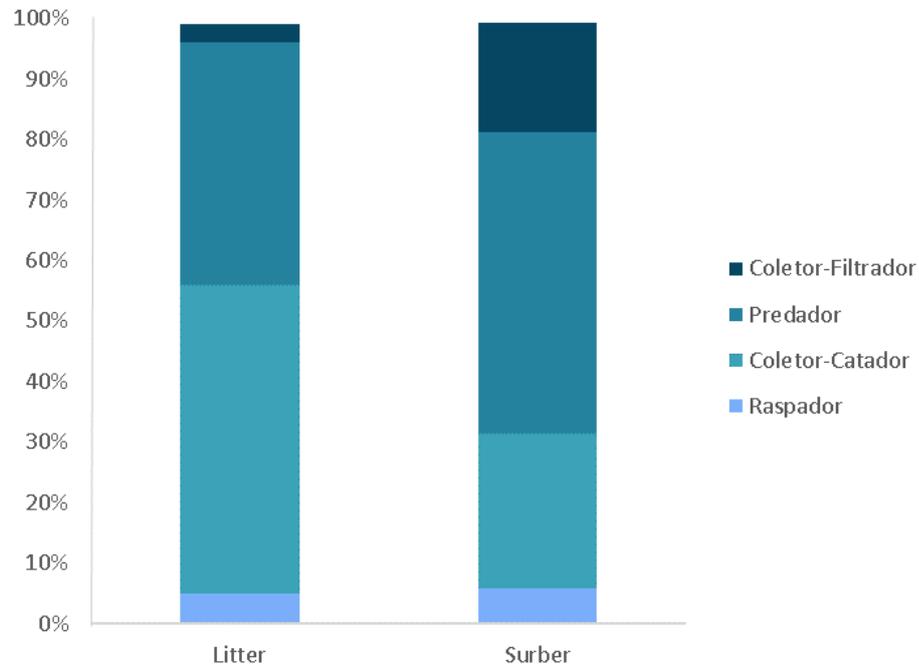


Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

A composição dos grupos tróficos funcionais com maior contribuição variou quando comparado aos diferentes métodos (Figura 5). O litter bags apresentou uma maior frequência de coletor-catador (51%) e predador (40%), e no surber teve uma maior frequência de predador

(50%) e coletor catador (26%). Ambos os métodos apresentaram uma equivalência na mensuração de raspadores (litter bags 5% e Surber 6%).

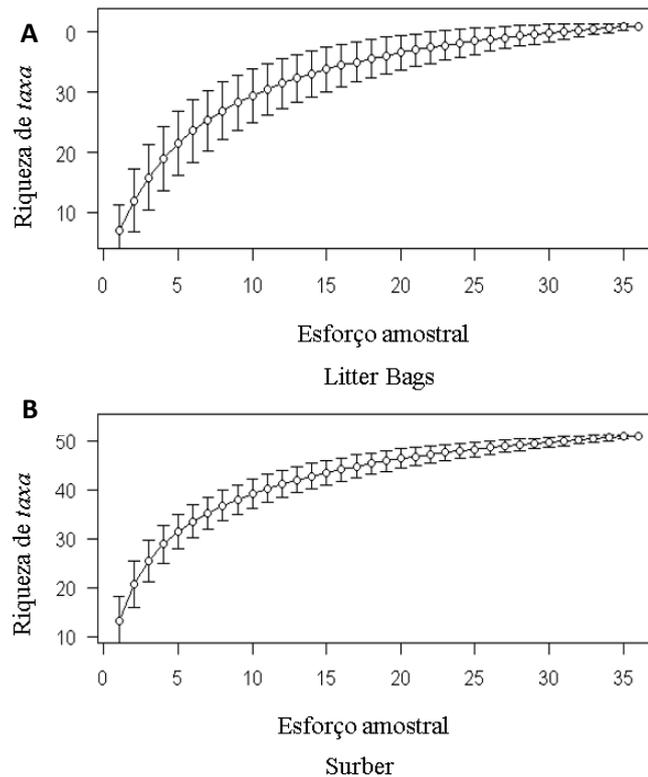
Figura 5: Porcentagem de abundância de grupos tróficos funcionais de invertebrados em diferentes métodos de coletas (Litter bags e Surber) em rios no semiárido brasileiro.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

Na curva de acumulação de espécies é possível ver que o surber (Figura 6B) atinge a assíntota mais rapidamente que o litter bags (Figura 6A). Com isso, a suficiência amostral foi atingida após a 30^a amostra no litter bags e na 25^a amostra no surber, quando a maioria dos *taxa* identificados nas amostras já haviam sido adicionado na análise.

Figura 6: Curva de acumulação de *taxa* utilizando os 36 pontos para amostragem de suficiência amostral do litter bags (A) e do Surber (B) em rios dos semiárido brasileiro. Os pontos demonstram a curva cumulativa média, gerada pela adição aleatória das amostras e as barras indicam o desvio padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com auxílio do programa estático R estúdio (2020).

4 Discussão

Nossos resultados apontaram que o método surber foi mais eficiente na mensuração da abundância, riqueza taxonômica e nos índices de diversidade de Shannon e Margalef, confirmando nossa primeira hipótese. Além disso, também verificamos que o grupo trófico funcional coletor-catador foi mais representativo no método litter bags e o grupo trófico dos predadores foram mais representativos no método surber, confirmando também nossa segunda hipótese. Com isso, foi possível verificar a importância de diferentes substratos sobre a diversidade da comunidade de invertebrados do rio.

A abundância de organismos amostrada diferiu drasticamente entre os métodos. Isso pode ser justificado, pois o litter bags pode mensurar alguns *taxa* que provavelmente colonizem o ambiente aquático com populações extremamente baixas (PERALTA-MARAVÉ *et al.*, 2011). Isso é percebido em Scirtidae, Dryopidae, Polycentropodidae e Pleidae que foram encontrados apenas no litter bags com uma abundância relativa menor que 0,3%. Já o surber apresentou maiores abundâncias devido a sua maior área amostral, com isso mensurando mais microhabitats (GURSKI *et al.*, 2014). Assim, justificando a diferença discrepante entre as abundâncias, visto que a área amostral do surber é maior.

A maior riqueza taxonômica encontrada no surber pode ser explicada por ser uma ferramenta que mensura diretamente o sedimento do rio, com isso, mensurando um substrato heterogêneo. A riqueza taxonômica é influenciada por fatores ambientais e bióticos, substratos heterogêneos auxiliam a disponibilidade de refúgios contra predadores e aumentam o número de habitats disponíveis (COWIE, 1985; HART e HORWITZ 1991;). Além disso, o substrato é o principal fator que distingue estes métodos. Em geral os substratos heterogêneos proporcionam uma maior variedade de microhabitats sustentando altas taxas de riqueza taxonômica e diversidade, pois proporciona além dos pontos supracitados maior disponibilidade de material orgânico para alimentação, local para nidação e abrigo (CUNHA, 2013; GURSKI *et al.*, 2014; KÖNIG & SANTOS, 2013; RAE, 2004; RAIÓ *et al.*, 2011). Esses

trabalhos corroboram com nossos resultados, pois o surber mensura diretamente a riqueza do sedimento, abrangendo uma maior heterogeneidade de habitat. Os litter bags, por sua vez, mensuram somente a riqueza do substrato foliar, porém, mesmo com pequenas abundâncias o litter bags conseguiu mensurar taxa que constituíam o surber como foi possível ver na tabela 1.

Através dos nossos resultados foi possível notar que a riqueza taxonômica se apresentou similar entre o litter bags e o surber, podendo ocorrer devido alguns fatores. Alguns *taxa* ocorreram apenas no litter bags, e isso pode ser devido ao substrato vegetal que pode selecionar os indivíduos que o colonizem, seja para refúgio contra predadores, recurso alimentar para determinados grupos tróficos ou até mesmo proteção contra correnteza do rio (RICHARDSON, 1992; SANSEVERINO & NESSIMIAN, 2008). Como foi o caso do táxon Stratiomidae, pertencente a ordem Diptera, na sua forma larval pode ser agrupado em ecossistemas terrestres e aquáticos, em que as larvas aquáticas podem ser encontradas em todos os tipos de água continentais, e estão associados principalmente à vegetação ou ao substrato não consolidado (PUJOL-LUZ *et al.*, 2004). Assim, o tipo de substrato influencia a presença e ausência dos invertebrados, de acordo com suas preferências alimentares, de habitats e de refúgio.

Dentre os grupos tróficos o litter bags conseguiu amostrar todos os grupos funcionais em proporções próximas ao surber. O grupo coletor-catador apresentou maiores abundâncias no método litter bags, corroborando com outros autores (CALLISTO *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2006; VAZ *et al.*, 2019). A dominância desse grupo no método litter bags é associada à acumulação de matéria orgânica particulada fina proveniente do substrato foliar, ou de partículas orgânicas presentes que acumulam na superfície dos substratos (RICHARDSON, 1992; SERRA *et al.*, 2013). Sabemos que o substrato vegetal que compõe o litter bags é um ótimo atrativo para organismos que buscam alimento, proteção contra predadores e habitats (MEDEIROS, 2017; TIEGS *et al.*, 2008), mas o fator determinante para a colonização dos invertebrados nesse método é devido ao recurso alimentar disponível (RICHARDSON, 1992). Justificando assim o maior número de coletores catadores encontrado.

Uma característica marcante dos rios intermitentes é apresentar uma alta taxa de predação devido ao seu ciclo de seca e cheia, aumentando diretamente o confronto das presa-predador devido as sequenciais reduções de área (BOULTON & LAKE, 1992). Além disso, os predadores são menos seletivos, sendo possível encontrá-los em vários tipos de ambientes (VANNOTE *et al.*, 1980) o que justifica as concentrações de predadores bastante altas e próximas entre os métodos de coletas analisados. O surber por mensurar diretamente do sedimento do rio comporta uma maior heterogeneidade de habitats. Essa heterogeneidade de habitats está diretamente relacionada com a disponibilidade de refúgios e nichos, suportando maiores abundâncias de organismos que se tornam recursos alimentares para os predadores (CUNHA, 2013; COWIE, 1985), com isso aumentando suas concentrações. Devido ao surber mensurar a comunidade de invertebrados diretamente do sedimento já esperávamos encontrar uma maior concentração de predadores, pois ela está diretamente associada à heterogeneidade de habitats do ambiente.

A SIMPER apontou os principais *taxa* que contribuíram para a dissimilaridade entre os métodos: Ceratopogonidae, *Labruidinia*, Caenidae, *Tanytarsus* e Ephydriidae. Destes *taxa* a ordem Diptera foi a mais representativa (SOUZA, 2012; ABÍLIO, 2007; SOUZA & ABÍLIO, 2008). Diptera é um dos mais importantes grupos participantes efetivamente da composição faunística de ecossistemas fluviais e ocorrem em elevadas densidades numéricas na condição de larvas (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995, FROUZ *et al.*, 2003), além de ser um dos grupos mais importantes por exercer a ciclagem de nutrientes e o processo de bioturbação (GOULART & CALLISTO, 2003). Com isso, o método surber pode refletir melhor os aspectos da assembleia de invertebrados ligados ao funcionamento do sistema aquático.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo observamos que o método surber foi mais eficiente para mensurar a fauna de invertebrados aquáticos de rios no semiárido, visto que apresentou maiores valores de abundância, riqueza taxonômica e diversidade segundo os índices de Shannon e Margalef. Além disso, concluímos que ambos os métodos são eficientes para a mensuração de grupos tróficos funcionais em rios, visto que ambos apresentaram porcentagens de grupos tróficos funcionais bem similares. Ambos os métodos possuem seus pontos positivos e negativos. Visto que o surber demanda mais tempo para processar as amostras (em relação ao litter bags) devido ao seu grande volume, porém ele se demonstrar ser mais eficiente na mensuração da comunidade bentônica. Já o litter bags por ser uma ferramenta que necessita permanecer incubado nos rios por dias, por consequência fica sujeito a interferências externas como ser retirado do local por animais ou populações locais. Mas, a decisão de qual método de coleta usar depende do pesquisador e dos seus objetivos/variáveis de interesse, além da quantidade de tempo e dos recursos disponíveis.

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO F. J. P.; RUFFO T. L. M.; SOUZA A. H. F. F.; FLORENTINO H. S.; JUNIOR E. T. O.; MEIRELES B. N.; SANTANA A. C. D. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade Ambiental de corpos aquáticos da caatinga**. Oecol. Bras., 11 (3): 397-409, 2007.
- ALVES, T. L. B.; LIMA, V. L. A.; FARIAS, A. A. **Impactos ambientais no rio paraíba na área do município de caraúbas-pb: região contemplada pela integração com a bacia hidrográfica do rio são francisco**. Caminhos de Geografia, V. 13, n. 43. 2012.
- ANDERSON, M.J.; GORLEY, R N; CLARKE, K.R..**PERMANOVA+ for PRIMER:Guide to Software and statistical Methods**. PRIMER-E Plymouth. 2008.
- ANDREW, N. L.; MAPSTONE, B. D. **Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology**. Oceanography and Marine Biology, v. 25, p. 39-90, 1987.
- AZEVEDO, P. V.; ALVES, T. L. B. **Análise da variação espacial e temporal do índice de vegetação e sua relação com parâmetros climáticos na bacia hidrográfica do alto curso do rio paraíba, estado da paraíba, Brasil**. Boletim Goiano de Geografia, vol. 35, núm. 3, pp. 530-553. 2015.
- BARBOSA, F. F.; GODOY, B. S.; OLIVEIRA, L. G. **Fauna imatura de Trichoptera Kirby (Insecta) da Bacia do Rio das Almas e Rio Paranã, Goiás, Brasil, com novos registros para alguns gêneros**. Biota Neotrop. vol.11 no.4 Campinas. 2011
- BARBOZA, A. C. G. **Estrutura taxonômica e trófico-funcional de comunidades de macroinvertebrados bentônicos de riachos de florestas tropicais de interior e litoral**. Dissertação de mestrado. Uberlândia. 2020
- BASTIAN, M.; BOYERO, L.; JACKES, B. R.; PEARSON, R. G. **Leaf litter diversity and shredder preferences in na Australian tropical rain-forest stream**. Journal of Tropical Ecology. V. 23, p.219-229. 2007.
- BIASI, C. **Macroinvertebrados associados ás folhas em decomposição de riachos neotropicais: influência da qualidade química, variedade de espécies vegetais, biomassa de fungo e tempo de exposição**. Dissertação de mestrado. Rio Grande do Sul. 2013.
- BOULTON, A. J.; LAKE, P. S. **The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia: III. Temporal changes in faunal composition**. Freshwater Biology, v. 27, n. 1, p. 123-138, 1992.

- BRITO, J. G. **Comunidade de invertebrados aquáticos como ferramenta para avaliar o efeito do uso da terra sobre riachos da amazônia oriental, brasil.** Tese de doutorado. Manaus-Amazonas. 2016.
- CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A.; MORENO, P.; ROSA, C. **Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil.** Brazilian Journal of Biology, 64(4), 743-755. 2004.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. **Efeitos de florestas ripárias em restauração em ecossistemas de riachos tropicais numa paisagem agrícola.** RBRH- vol.6 n.1, 71-82. Jan/Mar. 2001.
- CORREIA, P. R. S. **Matéria orgânica proveniente da vegetação ripária e o processo de decomposição de detritos foliares em um córrego de cabeceira no cerrado.** Dissertação de mestrado. Minas Gerais. 2015.
- COWIE, B. **An analysis of changes in the invertebrate community along a southern New Zealand montane stream.** Hydrobiologia 120, 35-46. 1985.
- CUMMINS, K. W.; MERRITT, R. W.; ANDRADE, P. C. **The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil.** Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40(1), 69-89. 2005.
- CUNHA, E. R. **Separando os efeitos diretos e indiretos da complexidade e heterogeneidade de habitat sobre a riqueza de espécies e abundância de macroinvertebrados aquáticos.** Dissertação de mestrado. Maringá. 2013
- DIAS, A. S.; MOLOZZI, J.; PINHEIRO, A. **Distribuição e ocorrência de macroinvertebrados bentônicos em rios nas áreas com cultura orizícola no vale do itajaí-SC.** Holos environmet, v.9 n.1, p-45. 2009.
- Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros.** São Carlos. 229p. 1995
- ESTEVES, F. A. **fundamentos de limnologia.** Interciência. 2ª Ed. Rio de Janeiro. 1998
- FROUZ, J.; MATENA, J.; ALI, A. **Survival strategies of chironomids (Diptera: Chironomidae) living in temporary habitats: a review.** European Journal of Entomology, 100, 459–465. 2003.
- GAYER, P. R.; GÜTHS, A. K.; SOSINSK, L. T. W. **Efeito de diferentes malhas de bolsas de decomposição sobre a degradação da biomassa vegetal em áreas úmidas.** XII Congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas, Minas Gerais. 2015.

- GESSNER, M. O.; DOBSON, M. **Colonisation of fresh and dried leaf litter by lotic macroinvertebrates**. *Archiv für Hydrobiologie*, V. 127, n. 2, 141-149. 1993.
- GIULIATTI, T. L.; CARVALHO, E. M. **Distribuição das assembléias de macroinvertebrados bentônicos em dois trechos do córrego laranja doce, dourados/ms**. *Interbio* v.3 n.1. ISSN 1981-3775. 2009.
- GOMES, D. F.; SANCHES, N. A. O.; SAHM, L. H.; GORNI, G. R. **Oligoquetos aquáticos (Annelida: Clitellata) na reserva extrativista Lago do Cuniã, Amazônia Ocidental Brasileira**. *Biota Neotrop.* vol.17, n.1. 2017.
- GONÇALVES JR, J. F.; FRANÇA, J. S.; MEDEIROS, A. O.; ROSA, C. A.; CALLISTO, M. **Leaf breakdown in a tropical stream**. *International Review of Hydrobiology*, 91(2), 164-177 2006.
- GOTELLI, N.; COLWELL, R. K. **Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness**. *Ecology Letters*, 4, 379 - 391. 2001.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. *Revista da FAPAM*, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.
- GRAÇA, M. A. S. **The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams—a review**. *International Review of Hydrobiology* 86: 383–393. 2001.
- GURSKI, F. D. A.; PINHA, G. D.; MORETTO, Y.; TAKEDA, A. M.; BUENO, N. C. **Effect of habitat heterogeneity in the composition and distribution of Chironomidae (Diptera) assemblage in different microhabitats of preserved streams in the Brazilian Atlantic Forest**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 26, n. 2, p. 163-175, 2014.
- HART, D. D.; HORWITZ R. J. **Habitat diversity and the species–area relationships: alternative models and tests**. In: Bell, S. S., E. D. McCoy e H. R. Mushinsky (eds) *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*. Chapman and Hall, London, p. 3–27. 1991.
- HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas do alto uruguaí gaúcho**. *Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares / organização de Sônia Balvedi Zakrzewski*. - Erechim, RS: EdiFapes, 2007.
- HEPP, L. U.; URBIM, F. M.; TONELLO, G.; LOUREIRO, R. C.; SAUSEN, T. L.; RESTELLO, R. M. **Influência do uso da terra sobre a composição estrutural e funcional da comunidade de macroinvertebrados associados a detritos em riachos subtropicais da Floresta Atlântica**. *Acta limnologica brasileira*. vol.28. Rio Claro. 2016

- Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia.** Editores Neusa Hamada, Jorge Luiz Nessimian, Ranyse Barbosa Querino. --- Manaus: Editora do INPA, 2014.
- KÖNIG, R.; SANTOS, S. **Chironomidae (Insecta: Diptera) of different habitats and microhabitats of the Vacacaí-Mirim River microbasin, Southern Brazil.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 85, no. 3, p. 975-985. 2013.
- LACERDA, A. D.; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. **Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil.** Acta Botânica Brasílica, 19(3):647-656. 2005.
- LIBÓRIO, R. A. **Efeitos de florestas ripárias em restauração em ecossistemas de riachos tropicais numa paisagem agrícola.** Tese de doutorado. São Paulo. 2017.
- LIGEIRO, R.; MORETTI, M. S.; GONÇALVES, J. F.; CALLISTO, M. **What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species?.** Hydrobiologia 654, 125–136. 2010.
- LOURENÇO, D. K. **Invertebrados e fungos na decomposição foliar da Nectandra megapotamica em um riacho neotropical.** Dissertação de mestrado. Polotina. 2016.
- MALTCHIK, L. G. **Ecologia de rios intermitentes tropicais.** Perspectivas da limnologia no Brasil. São Luís: União. p. 77-89. 1999.
- MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. **A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas carioca e da barra, parque estadual do rio doce, MG.** Revista brasileira de biologia. Vol.59 no.2. São Carlos, maio, 1999.
- MARTINI, A. G.; RESENDE, D. M. C.; SILVA, L. F. R.; DUARTE, M. A. **Distribuição espacial e temporal da fauna de invertebrados bentônicos na apa do município de coqueiral, mg, com ênfase em odonata.** Revista Brasileira de zoociências, v.15, n 1,2,3. 2013.
- MEDERIOS, M.C.J. **Atributos foliares de espécies do semiárido como fatores regulatórios para invertebrados aquáticos.** Dissertação de mestrado. Campina Grande. 2017.
- MORAIS, L. G. B. L.; FRANCISCO, P. R. M.; MELO, J. A. B. **Análise da cobertura vegetal das terras de região semiárida com o uso de geotecnologias.** Polêm! ca, V. 13, n. 3, p. 1345-1363. 2014.
- MORETTI, M.S.; LOYOLA, R.D.; BECKER, B.; CALLISTO, M. **Leaf abundance and phenolic concentrations codetermine the selection of case-building materials by *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae).** Hydrobiologia. 2009.

MORMUL, R. P.; VIEIRA, L. A.; JÚNIOR, S. P.; MONKOLSKI, A.; SANTOS, A. M.

Sucessão de invertebrados durante o processo de decomposição de duas plantas aquáticas (*Eichhornia azureae* e *Polygonum ferrugineum*). Acta Sci. Biol. Sci Maringá, v. 28, n. 2, p. 109-115, April/June, 2006.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Technical Books, 176 p. 2010.

NIN, C. S. **Quebra foliar e colonização de macroinvertebrados em riachos do Bioma Pampa.** Dissertação de mestrado. 2010.

PERALTA-MARAVÉ, I.; LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M.J.; FENOGLIO, S. BO, T., LUZÓN-ORTEGA, J.M.; TIerno DE FIGUEROA; J.M. **Macroinvertebrate colonization of two different tree species leaf packs (native vs. introduced) in a Mediterranean stream.** J.Freshw Ecol. 26, 495–505. 2011.

PILLAR, V.D. **Suficiência amostral.** In Amostragem em Limnologia (C.E.M. Bicudo & D.C. Bicudo, eds.). Editora Rima, São Carlos, p.25-43. 2004.

PINHO, L.C. **Diptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.** Froehlich, C.G. (org.). 2008.

PUJARRA, S. **Efeitos de atividades antrópicas sobre a decomposição foliar.** Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná. 2017.

PUJOL-LUZ, J. R.; XEREZ, R. D.; VIANA, G. G. **Descrição do pupário de *Raphiocera armata* (Wiedemann)(Diptera, Stratiomyidae) da Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, 21(4), 995-999. 2004.

RAE, J. G. **The colonization response of lotic chironomid larvae to substrate size and heterogeneity.** Hydrobiologia 524: 115–124. 2004.

RAIO, C. B.; ESPINOZA, A. V.; BENNEMANN, S. T. **Similarity and diversity between aquatic insect populations in streams of first and second order, south of Brazil.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 32, no. 1, p. 69-76. 2011.

REMOR, M. B.; HERMOSO, M.; SGARBI, L. F.; PRESTES, T. M. V.; CÂMARA, C. D. **Qualidade da água do Rio das Pedras utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.** Cascavel, v.6, n.2, p.97-111, 2013.

RICHARDSON, J. S. **Food, microhabitat, or both? Macroinvertebrate use of leaf accumulations in a montane stream.** Freshw. Biol., 27:169-176. 1992.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 6ª Ed. Guanabara Koogan. 2010.

- ROBAYO, H. M.; SMITH, W. S. **Macroinvertebrados aquáticos e sua relação com a mata ciliar na conservação de um rio na floresta nacional de Ipanema, sp, Brasil. XXI Simpósio brasileiro de recursos hídricos.** Brasília, 2015.
- SABATINO, A. D.; CRISTIANO, G.; PINNA, M.; LOMBARDO, P.; MICCOLI, F. P.; MARINI, G.; VIGNINI, P.; CICOLANI, B. **Structure, functional organization and biological traits of macroinvertebrate assemblages from leaf-bags and benthic samples in a third-order stream of Central Apennines (Italy).** *Ecological indicators*, v. 46, p. 84-91, 2014.
- SABATINO, A. D.; CRISTIANO, G.; VIGNINI, P.; MICCOLI, F. P.; CICOLANI, B. **A modification of the leaf-nets method for sampling benthic invertebrates in spring habitats**. *Journal of limnology*. 2017.
- SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. **Larvas de Chironomidae (Diptera) em depósito de folhiços submerso em um riacho de primeira ordem da Mata Atlântica (Rio de Janeiro, Brasil).** *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 52, nº. 1, p. 95-104. 2008.
- SANTOS, M. R.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; SHIMABUKURO, E. M.; PEREIRA, A. A.; PAMPLIN, P. A. Z. **Análise comparativa de três métodos de coleta de macroinvertebrados aquáticos no córrego do espraído– São Carlos/SP. 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS, At Pouso Alegre – MG.** 2014.
- SERRA, M. N.; ALBARIÑO R.; VILLANUEVA V. D. **Invasive *Salix fragilis* alters benthic invertebrate communities and litter decomposition in northern Patagonian streams.** *Hydrobiologia*, 701:173-188. 2013.
- SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos.** Jaguariúva: EMBRAPA, 2004.
- SOUSA, R. F.; BARBOSA, M. P.; JÚNIOR, S. P. S.; NERY, A. R.; LIMA, A. N. **Estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista-PB, utilizando geoprocessamento.** *Revista Caatinga*, V. 21, n. 3. 2008.
- SOUZA A. H. F. F.; ABÍLIO F. J. P. **Colonização e Sucessão Ecológica do Zoobentos em Substratos Artificiais no Açude Jatobá I, Patos – PB, Brasil.** *Revista de biologia e ciências da terra*. Volume 8 - Número 2 - 2º Semestre 2008
- SOUZA B. B. **Macroinvertebrados associados à macrófitas aquáticas em lagoas intermitentes no semi-árido.** Dissertação de Mestrado. 2012.

- TANAKA, MO.; RIBAS, ACA.; SOUZA, ALT. **Macroinvertebrate succession during leaf litter breakdown in a perennial karstic river in Western Brazil.** *Hydrobiologia*, vol. 568, p. 493-498. 2006.
- TELES, H. F.; LINARES, M. S.; ROCHA, P. A.; RIBEIRO, A. S. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no parque nacional da serra de itabaiana, Sergipe, Brasil.** *Revista Brasileira de zoociências*, v.15, n 1,2,3. 2013.
- TIEGS, S. D.; PETER, F. D.; ROBINSON, C. T.; UEHLINGER, U.; GESSNER, M. O. **Leaf decomposition and invertebrate colonization responses to manipulated litter quantity in streams.** *Journal of the North American Benthological Society*, v. 27, n. 2, p. 321-331, 2008.
- TONELLO, G.; LOUREIRO, R. C.; KRAUSE, P.; SILVA, C.; ONGARATTO, R. M.; SEEP, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. **Colonização de invertebrados durante a decomposição de diferentes detritos vegetais em um riacho subtropical.** *Revista Brasileira de biociências* v. 12, n.2 2014.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. **Larvas de Chironomidae: Guia de identificação.** São Carlos: UFSCar, 371 p. 2011.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. Oficina de Textos. Ed. 1. 2008.**
- VANNOTE R. L.; MINSHALL G. W.; CUMMINS K. W.; SEDELL J. R.; CUSHING C. E. **The River Continuum Concept.** *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Volume 37, Ottawa, Nr. 1, p. 130–137. 1980.
- VAZ, A. A.; VAZ, A. A.; PELIZARI, G. P.; GOMES, D. B.; SMITH, W. S. **Colonização de folhas por invertebrados aquáticos em um riacho tropical: há diferenças entre espécies nativas e *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) nas épocas chuvosa e seca?** *Biotemas*, 32(3), 51-64. 2019.
- YULE, C. M.; LEONG M. Y.; LIEW K. C.; RATNARAJAH, L.; SCHMIDT, K.; HOOI MING WONG, H. M.; RICHARD, G.; PEARSON, R. G.; BOYERO, L. **Shredders in Malaysia: abundance and richness are higher in cool upland tropical streams.** *Journal of the North American Benthological Society*, p. 404–415, 2009.