



# Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil

Herlânia F. Teles<sup>1,\*</sup>; Marden S. Linares<sup>1</sup>; Patricio A. Rocha<sup>2</sup> & Adauto S. Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/Departamento de Biologia/Laboratório de Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zoologia Universidade Federal da Paraíba

\*autor correspondente: herlaniateles@hotmail.com

**Abstract. Benthic Macroinvertebrates as Bioindicators on Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brazil.** Water quality is represented by a set of chemical, physical and biological characteristics. The aim of this study was to evaluate the composition of bioindicators in streams of the National park of Serra de Itabaiana called Coqueiro, Água Fria, Negros and Vermelho, and also sought to contribute in the management plan of the water resources. Samples were collected during the rainy and dry in the 4 streams. The physical and chemical parameters were measured in situ and the benthic communities were collected with Surber collector. On each site 3 replicates were made, with 2 pseudoreplicates on each. The physico-chemical parameters remained within the limits of CONAMA Resolution No. 357 (2005). A total of 5389 macroinvertebrates were collected and identified in 50 families. Chironomidae represented 42% of total invertebrates collected (n = 2,260). The stream segment with the largest number of organisms was the Coqueiro (n = 1,304) and the one with lower was Agua Fria (n = 622). Significant difference (p < 0.05) was found among dry n = 3790 and n = 1599 rainy invertebrates. Among the streams in the park boundaries there was high similarity (H > 0.92). Among the insects, 970 individuals belonged to EPT orders, with a predominance of Trichoptera (n = 478, 50%). All functional feeding groups were registered, the most frequent being the collectors-gatherers with 3489 individuals (64.74%) distributed among 8 taxa, whereas the shredders showed only 50 individuals (0.92%) distributed among 6 taxa. In short, the results indicate that areas within the conservation area had more favorable environmental conditions.

**Keywords:** Water resources, water quality, sustainability.

**Resumo.** A qualidade da água é representada por um conjunto de características que envolvem a natureza química, física e biológica. Esta pesquisa objetivou avaliar a composição de bioindicadores nos riachos da Serra de Itabaiana denominados Coqueiro, Água Fria, Negros e Vermelho como também pretendeu contribuir no plano de manejo e gestão desses recursos. As amostragens foram realizadas nos períodos chuvoso e seco nos 4 riachos. Os parâmetros físicos e químicos foram mensurados in situ e amostras de sedimentos para o estudo das comunidades bentônicas foram coletadas com coletor tipo Surber. As amostras foram realizadas em réplicas, seguidas de duas pseudoréplicas por ponto. Os parâmetros físico-químicos mantiveram-se dentro dos limites da Resolução CONAMA n° 357 (2005). No total, 5.389 macroinvertebrados foram coletados e identificados em 50 famílias. Chironomidae representaram 42% do total de invertebrados coletados (n=2.260). O segmento de riacho com maior número de organismos foi o Coqueiro (n=1.304) e o com menor o Água Fria (n=622). Foi constatada uma diferença significativa (p<0,05), sendo no seco n=3.790 e no chuvoso n=1.599 invertebrados. Os riachos nos limites do parque apresentaram semelhança (H>0,92). Dentre os insetos, foram encontrados 970 indivíduos das ordens EPT, com predomínio de Trichoptera (n=478, aproximadamente 50%). Os riachos possuem todos os grupos funcionais de alimentação, registrando 3.489 coletores-catadores (64,74%) distribuídos

em 8 táxons; já os fragmentadores apresentaram apenas 50 indivíduos (0,92%) com 6 táxons. Em suma, os resultados indicam que as áreas dentro da unidade de conservação apresentaram condições ambientais mais favoráveis.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, qualidade da água, sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural com diversas utilidades, como exemplo, irrigação ou usos domésticos (TUCCI, 2007). A degradação da sua qualidade e sua escassez estão entre os principais itens das políticas ambientais em nível global. Os modelos de desenvolvimento baseados na utilização irracional dos recursos do meio ambiente motivaram reações e a busca de soluções para atender a exploração econômica e manuseio racional dos estoques de recursos naturais (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Dentre as ferramentas a disposição para a gestão de recursos hídricos, o biomonitoramento se destaca por se basear nas respostas da biota a mudanças no ambiente, sejam estas naturais ou causadas pelo homem (MATTHEWS *et al.*, 1985), possibilitando não apenas detecção e compreensão dos efeitos das ações antropogênicas, mas também o entendimento das variações às quais os ecossistemas naturais estão sujeitos. Com esse intuito as comunidades bentônicas de ecossistemas aquáticos continentais vêm sendo inventariadas de modo que, como relatam CAIRNS JR. & PRATT (1993), tem adquirido caráter essencial e de grande relevância nos trabalhos de avaliação de impactos em sistemas aquáticos visto que as alterações na organização dessas comunidades representam informações importantes sobre sua dinâmica.

O conhecimento sobre a dinâmica ambiental dos ecossistemas aquáticos é de fundamental importância, pois possibilita não apenas detecção e compreensão dos efeitos das ações antropogênicas, mas também, o entendimento das variações

naturais às quais ele está sujeito. Bacias hidrográficas tropicais suportam uma rica, mas pouco conhecida biota, de modo que um importante esforço deve ser feito para desenvolver modelos realísticos da estrutura e funcionamento de ambientes lóticos tropicais (TOMANOVA *et al.*, 2006).

Dentre os vários táxons que contribuem para a biodiversidade dos ecossistemas lóticos, os macroinvertebrados tem um papel central na ecologia de muitos sistemas e estão entre os mais diversos e ubíquos grupos de organismos (ROSENBERG & RESH, 1993; BUSS *et al.*, 2003). Os macrobentos refletem alguns dos processos chave do ecossistema, como a decomposição de detritos (AKAMATSU, 2011) e a liberação e transporte de nutrientes (WALLACE & WEBSTER, 1996). Dados de sua distribuição em uma bacia hidrográfica podem ser utilizados para definir as características e prever mudanças no sistema (VANNOTE *et al.*, 1980; CAIRNS JR. & PRATT, 1993). Assim, um bom entendimento dos papéis relativos do habitat e da química da água na estrutura da comunidade bentônica é essencial (NICOLA *et al.*, 2010).

Macroinvertebrados bentônicos são definidos por ROSENBERG & RESH (1993) como organismos que habitam o substrato de fundo (sedimento, macrófitas, algas filamentosas, galhos, entre outros substratos naturais e artificiais) de habitats aquáticos, durante pelo menos parte do seu ciclo de vida. Trata-se de uma comunidade de animais encontrada em todo tipo de ambiente aquático continental e constituída por larvas de inseto, moluscos, anelídeos, entre muitos outros grupos.

A legislação vigente no Brasil, regulamentada pela Resolução CONAMA 357 de 2005, determina apenas a utilização de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para a avaliação da qualidade ambiental de rios, lagos e outros ambientes aquáticos (SILVEIRA, 2004). Em geral, as avaliações da qualidade da água através destes parâmetros atendem aos usos para agricultura, consumo doméstico e industrial, mas não atendem às dimensões estéticas de lazer ou ecológicas (BAPTISTA *et al.*, 2001). Em complemento, os métodos biológicos podem ser mais efetivos em programas de monitoramento e subsidiar a proposição de medidas de manejo, somando aos métodos tradicionais e fornecendo subsídios para decisões e estratégias de gestão (KARR, 1999; LINKE *et al.*, 2005).

Em função da rápida modificação do ambiente diante das atividades humanas surgiu a necessidade de criar áreas que assegurem os benefícios causados pela água. As Unidades de Conservação (UCs) são áreas de proteção que foram criadas na intenção de preservar ambientes dentro de um espaço geográfico definido, gerido por meios legais que visam à conservação em longo prazo, dispondo de serviços associados ao ecossistema e valores culturais. No entanto,

essas áreas vêm sendo estabelecidas sem o adequado planejamento, colocando em risco a estabilidade dos ecossistemas (AGUIAR NETTO & GOMES, 2010).

Este estudo tem como objetivo avaliar a condição da biota em relação a qualidade da água apresentada nos riachos do Parque Nacional Serra de Itabaiana, pequenos tributários do rio Jacarecica, e contribuintes para a fonte de abastecimento público de algumas cidades no Estado de Sergipe. E diante da composição e estrutura dos macroinvertebrados avaliar quanto a qualidade ambiental associando-os a índice de diversidade, percentuais de EPT (Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera) e FFG (Grupos Tróficos Funcionais).

## MATERIAL E MÉTODOS

O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) está situado nas coordenadas 10°25'15" S e 37°25'15" W (Figura 1), com uma área de 7.966 hectares (BOTELLI, 2010). As matas do Parque Nacional Serra de Itabaiana são classificadas como formação florestal ecotonal entre a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Floresta Estacional Semidecídua Submontana (DANTAS & RIBEIRO, 2010).



**Figura 1.** Localização do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe (DANTAS & RIBEIRO, 2010).

Essa unidade de conservação é formada por uma zona de transição entre os biomas da mata atlântica e da caatinga. No aspecto ecológico-paisagístico, a mata atlântica do PARNASI apresenta: 1- proximidade com a caatinga, 2- vegetação composta por áreas fechadas e abertas, e 3- altitude. A mata atlântica em contato com o semiárido estabelece na região uma zona de transição, com fauna e flora de ambas as regiões (CARVALHO *et al.*, 2005).

Os riachos da serra de Itabaiana, lado leste, são perenes e apresentam uma largura média de 1,5 m, cujas águas fluem sobre um afloramento de quartzito maciço, não esclarecível, praticamente em toda a sua extensão; as margens são limitadas por terrenos acidentados, com um grau de declividade variando entre 20 a 40% (ADEMA, 1985). Os riachos do estudo são o Coqueiro, Água Fria, Negros e Vermelho. Geograficamente o riacho Coqueiro encontra-se com o

riacho Água Fria nos limites do PARNASI, em seguida formam um único corpo hídrico que desemboca na barragem do Jacarecica II, este segmento foi denominado Coqueiro-Água Fria; os riachos Negros e Vermelho também apresentam uma junção dentro do PARNASI e originam um corpo hídrico denominado Negros-Vermelho até a barragem.

Foram realizadas amostragens de macroinvertebrados bentônicos para determinar a composição e estrutura dos organismos por riachos na Serra de Itabaiana. As amostras perfizeram um total de 30 em cada estação por período, divididos entre cinco tipos de substrato: folhiço em rápido, em tronco, retido em cascalho, remanso e banco de areia, em cada segmento de riacho houve coleta de 5 amostras. A área de coleta foi delimitada 20m acima e 20m abaixo do ponto georeferenciado com auxílio de uma corda em cada segmento de riacho (Tabela 1).

**Tabela 1.** Localização dos pontos de coleta dos parâmetros biológicos nos riachos da Serra de Itabaiana, PARNASI-SE.

Ponto	Localização
Coqueiro	S10°46.027'; W037°20.360'
Água Fria	S10°45.280'; W037°19.651'
Negros	S10°44.954'; W037°20.321'
Vermelho	S10°44.322'; W037°20.034'
Coqueiro-água fria	S10°45.236'; W037°19.346'
Negros-vermelho	S10°44.681'; W037°19.431'

As amostras foram obtidas com um amostrador do tipo Surber com 900cm<sup>2</sup> e malha de 250µm. O material recolhido foi acondicionado em sacos plásticos e fixadas com álcool 70%. No Laboratório de Biologia da Conservação da UFS/São Cristovão, o material coletado foi lavado (peneira 500µm), triado e identificado.

A identificação até o nível de família foi realizada com auxílio das chaves de classificação de PEREZ (1988) e MUGNAI *et al.* (2010). Posteriormente, os organismos foram classificados em grupos tróficos funcionais (FFG) segundo MERRITT & CUMMINS (1996) e CUMMINS *et al.* (2005) em: fragmentadores, coletores-filtradores, coletores-catadores, raspadores e pre-

dadores. Os exemplares foram depositados na Coleção do Laboratório de Biologia da Conservação/UFS.

A diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi estimada, para cada ponto e estação do ano, pelo Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (MAGURRAN, 1988). Para a dominância entre as espécies foi aplicado o Índice de Simpson ( $D$ ) e para calcular o padrão de distribuição de indivíduos entre espécies utilizou-se a Equitabilidade de Pielou ( $E$ ). Na análise de diversidade aplicou-se o teste de similaridade entre os segmentos com o método de agrupamento completo e coeficiente Morisita-Horn através do programa PAST. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os programas Bioestat 5.0 e PCOrd (MCCUNE & MEFFORD, 1995).

A avaliação da qualidade da água ocorreu através do Índice de diversidade de Shannon como proposto por BARBOSA *et al.* (2001) e WILHM & DORRIS (1968). Para esta avaliação também foi calculada

a abundância relativa das ordens de EPT e para riqueza e composição dos macroinvertebrados: abundâncias relativas de fragmentadores (%SHR), coletores-filtradores (%COF), coletores-catadores (%COG), raspadores (%SCR) e predadores (%PRE).

## RESULTADOS

As amostragens realizadas nos segmentos de riachos do Parque Nacional Serra de Itabaiana registraram a presença de 5.389 macroinvertebrados bentônicos, pertencentes a 12 ordens e 50 famílias. Da classe Insecta, a ordem Diptera representou 64% da abundância total dos macroinvertebrados, seguida da ordem Coleoptera com 15%, Trichoptera com 9%, Ephemeroptera com 7%, Plecoptera com 2% e a Odonata com 1%. O maior número de indivíduos foi da ordem Diptera com 3.430 indivíduos coletados. Nesta ordem a família Chironomidae apresentou maior abundância, 42% dos indivíduos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Distribuição e abundância de Taxa em nível de família encontradas nos segmentos de riachos da Serra de Itabaiana, Sergipe.

Taxa	Estações		Abundância	Abundância relativa
	chuva	seca		
<b>Decapoda</b>				
Trichodactylidae	5	4	9	0,17%
<b>Acari</b>				
Hydracarina	5	1	6	0,11%
<b>Coleoptera</b>				
Elmidae	188	505	693	12,84%
Curculionidae	1	0	1	0,02%
Torrindicolidae	4	1	5	0,09%
Hidrophilideo	0	6	6	0,11%
Lampyridae	0	1	1	0,02%
Scirtidae	2	77	79	1,61%

continuação da Tabela 2

Taxa	Estações		Abundância	Abundância relativa
	chuva	seca		
Ptylodactilidae	1	0	1	0,02%
<b>Diptera</b>				
Ceratopogonidae	46	173	219	4,06%
Chironomidae	759	1501	2260	41,88%
Culicidae	9	0	9	0,17%
Dixidae	2	0	2	0,04%
Empididae	1	44	45	0,83%
Simulidae	235	608	843	15,62%
Psychodidae	2	5	7	0,13%
Muscidae	1	4	5	0,09%
Tabanidae	0	2	2	0,04%
Tipulidae	10	28	38	0,70%
<b>Ephemeroptera</b>				
Caenidae	1	1	2	0,04%
Leptophlebiidae	100	223	323	5,98%
Baetidae	16	55	71	1,32%
Leptohyphidae	1	0	1	0,02%
<b>Hemiptera</b>				
Mesoveliidae	2	0	2	0,04%
Veliidae	13	7	20	0,37%
Naucoridae	1	7	8	0,15%
Helotrephidae	1	0	1	0,02%
Notonectidae	1	5	6	0,11%
<b>Lepidoptera</b>				
Pyralidae ind.	2	1	3	0,06%
<b>Megaloptera</b>				
Corydalidae	11	29	40	0,74%
<b>Odonata</b>				
Aeshnidae	1	4	5	0,09%
Calopterygidae	2	9	11	0,20%

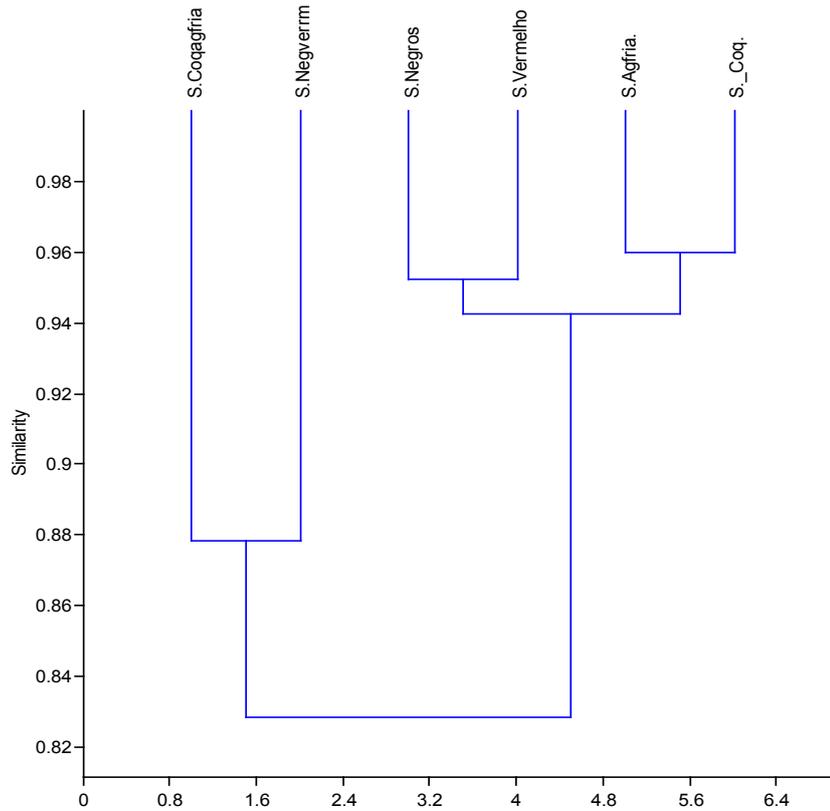
continuação da Tabela 2

Taxa	Estações		Abundância	Abundância relativa
	chuva	seca		
Dicteriadidae	1	0	1	0,02%
Gomphidae	4	12	16	0,30%
Libellulidae	25	6	31	0,57%
Megapodagrionidae	0	10	10	0,19%
Perilestidae	1	4	5	0,09%
<b>Plecoptera</b>				
Perlidae	14	70	84	1,56%
Gripopterydidae	1	0	1	0,02%
<b>Trichoptera</b>				
Calamoceratidae	0	1	1	0,02%
Helicopsichidae	5	1	6	0,11%
Hydropsychidae	45	242	287	5,32%
Hydroptilidae	9	7	16	0,30%
Hydrobiosidae	1	2	3	0,06%
Leptoceridae	16	32	48	0,89%
Limnephilidae	20	17	37	0,69%
Odontoceridae	13	16	29	0,54%
Polycentropodidae	12	20	32	0,59%
Philopotamidae	1	38	39	0,72%
<b>Gastropoda</b>				
Thiaridae	9	10	19	0,35%
<b>TOTAL</b>	<b>1599</b>	<b>3790</b>	<b>5389</b>	<b>100%</b>

Em relação à abundância de indivíduos por riacho, o Coqueiro obteve um total de 1.304 macroinvertebrados, o Negro apresentou 1.059 indivíduos, o Vermelho 958 indivíduos, o Coqueiro-Água Fria 778 indivíduos, o Negro-Vermelho 668 indivíduos e o Água Fria com 622 indivíduos.

De acordo com a análise de classificação realizada obteve-se um forte padrão de similaridade

entre os segmentos Coqueiro (coq) e Água Fria (agfria), e entre Negro e Vermelho, em termos de estrutura de comunidades. Distintos dos demais riachos e próximos entre si foram o Coqueiro-Água Fria (coqagfria) e o Negro-Vermelho (negverm). Ressalta-se que todos os segmentos apresentaram elevada similaridade, ou seja, foram homogêneos entre si (Figura 2).



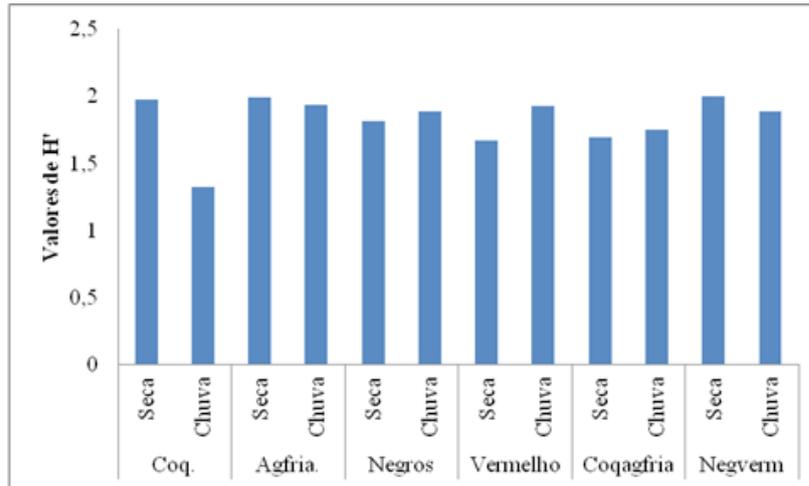
**Figura 2.** Dendrograma de similaridade entre os segmentos de riachos da Serra de Itabaiana-SE, realizado a partir da matriz de dados biológicos, utilizando-se do método de agrupamento completo e o coeficiente de similaridade Morisita-Horn.

O índice de Simpson (D), ou índice de dominância, relatou que o Negro-Vermelho ( $D=0,8188$ ) apresenta menor dominância de espécies, enquanto que o Coqueiro ( $D=0,6992$ ) possui maior dominância de espécies entre os riachos estudados. O índice de Shannon apresentou valores elevados para a diversidade de espécies.

O segmento Coqueiro-Água Fria apresentou Shannon igual a  $H'=1,759$ , enquanto que houve uma variação para os segmentos estudados separadamente para este índice sendo o Coqueiro o valor  $H'=1,919$  e o Água Fria ( $H'=2,054$ ) (Tabela 3; Figura 3).

**Tabela 3.** Matriz de dados biológicos com a taxa de famílias, número de indivíduos, índice de Shannon ( $H'$ ), Índice de Simpson (D) e Equitabilidade de Pielou (E) dos segmentos de riachos da Serra de Itabaiana/Sergipe.

	Coqueiro	Água Fria	Negros	Vermelho	Coqueiro- Água Fria	Negros -Vermelho
<b>Taxa de Famílias</b>	31	23	29	33	23	30
<b>Indivíduos</b>	1304	622	1059	958	778	668
<b>Shannon_H</b>	1,919	2,054	1,899	1,872	1,759	2,107
<b>Simpson_1-D</b>	0,6992	0,7603	0,7498	0,7368	0,7347	0,8188
<b>Equitability_J</b>	0,5589	0,655	0,564	0,5353	0,5535	0,6195

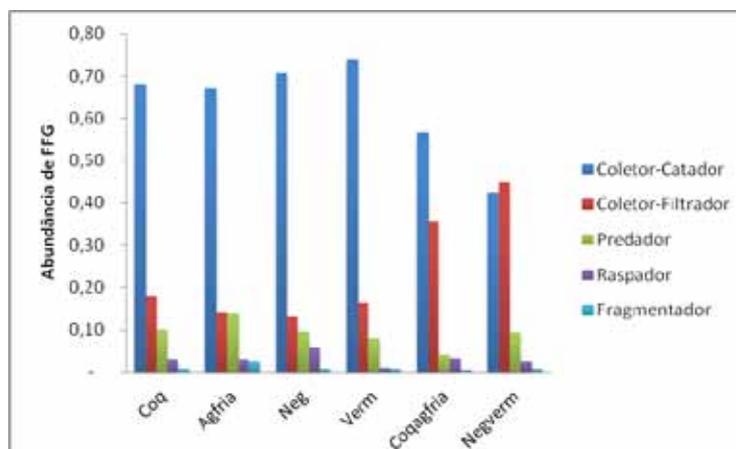


**Figura 3.** Índice de diversidade de Shannon-Weiner (H') nos períodos de seca e chuva (2011) dos segmentos de riachos da Serra de Itabaiana, PARNASI, Sergipe.

Neste estudo foram coletados 974 exemplares das ordens de EPT, correspondendo a 18,07% do total de indivíduos. A Trichoptera foi a mais abundante, tanto para o número de indivíduos ( $n=478$ ) quanto para taxa ( $n=10$ ). A Ephemeroptera correspondeu a 4 taxa e 397 indivíduos e a plecoptera registrou duas taxa e 95 indivíduos.

Por riacho, a dominância das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foi de 0,1617% no Coqueiro, Água Fria 0,229%, Negros 0,1398%, Vermelho 0,2140%, Coqagfria 0,1493%, e o Negverm 0,2635%.

Quanto às categorias funcionais de alimentação, no estudo foram encontrados fragmentadores-FR (6 taxa e 50 indivíduos), raspadores-RA (6 taxa e 168 indivíduos), coletores-filtradores-CF (7 taxa e 1.193 indivíduos), coletores-catadores-CC (8 taxa e 3.489 indivíduos) e predadores-PR (24 taxa e 489 indivíduos). Neste cenário são visíveis as diferenças nos tipos de habitats oferecidos e conseqüentemente pode repercutir na abundância de grupos tróficos funcionais da área (Figura 4).



**Figura 4.** Abundância relativa de grupos funcionais de macroinvertebrados nos segmentos de riachos da Serra de Itabaiana/SE.

## DISCUSSÃO

Os segmentos de riachos da Serra de Itabaiana apresentam maior abundância de indivíduos, principalmente nos recursos dentro da unidade de conservação. Para BUENO *et al.* (2003), a maior abundância e riqueza de invertebrados em Tainhas (RS) pode ser decorrente do maior grau de preservação ambiental, com cobertura vegetal a montante do trecho amostrado, esse produz grande quantidade de folhiço, que serve de alimento e abrigo para muitas larvas de inseto. Nos riachos do PARNASI observa-se uma elevada produção de folhiço de origem alóctone, principalmente no verão e nos recursos hídricos dentro da unidade de conservação, fato este que permite uma boa quantidade de alimento e hábitat favoráveis aos macroinvertebrados.

Segundo BALDAN (2006), a maior abundância de organismos dá-se à maior oferta de substratos heterogêneos e a boa cobertura da mata ripária, esta dispõe de maior aporte de material alóctone para servir de recursos alimentares e substrato para as comunidades. No estudo, o recurso hídrico com maior abundância de indivíduos foi o coqueiro, onde se verifica uma boa manutenção da vegetação ripária e entrada constante de material alóctone.

Os resultados obtidos por BAPTISTA *et al.* (2001), mostraram que os substratos orgânicos (folhiço de fundo e de superfície) foram os que apresentaram maior riqueza de espécies dentre os analisados; a coleta de macroinvertebrados foi por folhiços de hábitats diferentes, mas com presença de bastante folhiço de fundo e na superfície, provavelmente influenciou a elevada diversidade de famílias. Para o índice de Simpson o resultado do coqueiro foi o mais distinto demonstrando uma maior dominância de algumas espécies, enquanto os demais ria-

chos com valores mais elevados informaram uma menor dominância entre as espécies.

Os valores de Shannon apresentados por riacho estudado foram comparados com a classificação de BARBOSA *et al.* (2001). Assim, possivelmente indicando que os riachos do PARNASI encontram-se dentro de um nível moderado de poluição. De acordo com os autores, a relação do índice de Shannon com a qualidade do recurso hídrico indica para  $H' \geq 3,0$  uma água saudável; entre  $1,5 \leq H' < 3,0$  – ambiente afetado moderadamente; e  $\leq 1,5$  poluição das águas. E no enquadramento de WILHM & DORRIS (1968), a qualidade da água é estabelecida por  $H' < 1,0$  em forte poluição;  $H'$  entre 1,0 e 3,0 poluição moderada; e  $H' > 3,0$  a água está sem poluição; e os valores ocorridos na Serra de Itabaiana corroboram também com este índice. Para SILVEIRA *et al.* (2004), o índice de diversidade de Shannon pode diminuir em resposta ao impacto no ambiente.

De acordo com BIASI *et al.* (2010) em estudos de biomonitoramento em riachos do alto Uruguai (RS), a família Chironomidae apresenta-se com grande diversidade e abundância nos riachos do estudo. Seus representantes ocorrem em todos os tipos de hábitats e em condições ambientais adversas, esses organismos possuem grande habilidade fisiológica para tolerar ambientes diversos. QUEIROZ *et al.* (2000) e STRIXINO & TRIVINHO-STRIXINO (1998) ratificam que é comum a abundância de larvas da ordem Diptera (Chironomidae) em ambientes aquáticos continentais, essas perfazem mais da metade do número total de espécies de macroinvertebrados nesses ambientes e também são o grupo de insetos com a maior distribuição geográfica. Diversos fatores podem ter contribuído para esse resultado, dentre eles um característico da Serra de Itabaiana, elevada quantidade de material alóctone proveniente da

vegetação ciliar durante o período seco. No período seco, as amostras registraram maior quantidade de folhizo em relação ao período chuvoso.

Segundo KIKUCHI & UIEDA (1998), uma maior frequência de indivíduos no período seco pode está relacionada à diminuição do volume de água, o aumento do volume no período de chuva pode ocasionar maior velocidade da correnteza e provocar uma remoção dos organismos. Para esses autores também há contribuição do material alóctone que pode servir de alimento, substrato e abrigo para as espécies presentes.

Todos os segmentos apresentaram as ordens de EPT. Dentre os insetos aquáticos, o papel das ordens de EPT, como bioindicadores de qualidade de água, deve-se à sua presença em um ambiente aquático, sua abundância na estrutura das comunidades bentônicas, e contribuição à diversidade de espécies (CALLISTO *et al.*, 2001).

De acordo com trabalhos desenvolvidos no rio do Pinto (Paraná), o índice de EPT aplicado caracterizou percentuais de abundância relativa em torno de 0 a 24% para águas de ruim qualidade (BALDAN, 2006; GONÇALVES, 2007). Os segmentos da Serra de Itabaiana apresentaram percentuais abaixo desses citados, indicando uma possível baixa na qualidade da água desses recursos. Claro que para a afirmação de qualidade de água ruim, seriam necessários outros estudos complementares e maior quantidade de amostras para comparação e discussão de novos resultados.

De acordo com os percentuais obtidos o Negros-Vermelho possui uma maior abundância de organismos das ordens citadas como bioindicadoras; no entanto, o percentual do coqueiro-água fria foi relativamente baixo, com o menor número de organis-

mos dessas ordens e apenas um organismo da família Perlidae, caracterizada por habitar águas limpas.

Na bacia do Rio das Velhas, o percentual de EPT variou bastante, principalmente no rio do Peixe (3,27%) e nos demais trechos estudados variou entre 32,27 a 21,76%; esses últimos trechos foram considerados pelo autor como valores elevados (PAZ *et al.*, 2008). Em relação aos resultados deste estudo, os valores apresentados pelos segmentos em comparação aos de Minas Gerais, bacia do Rio das Velhas, obteve-se valores consideravelmente menores, possivelmente há um indício de diminuição na qualidade da água oferecida pelos recursos hídricos da Serra de Itabaiana.

Os índices calculados com os organismos do grupo EPT, indicaram uma maior dominância nos segmentos Vermelho, Coqueiro-Água Fria e Negros-Vermelho. Em relação à riqueza de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, o coqueiro-água fria apresentou um decréscimo na taxa, este pode ser correspondente às alterações ambientais observadas no local. O índice de Shannon demonstrou decréscimo nos valores, podendo ser justificado pela baixa preservação ambiental dos locais estudados, sendo que ambientes mais preservados apresentam maiores valores. Para SILVEIRA (2004), uma das medidas bioindicadoras de qualidade ambiental apresenta-se pelo índice de diversidade de Shannon (H'), este deve responder diante de um impacto com a diminuição dos seus valores. E a riqueza de EPT pode sofrer uma queda com o aumento da poluição no recurso hídrico.

O riacho coqueiro apresentou os maiores valores de diversidade e EPT, estes devem ser relacionados às características físicas do ambiente bem conservado, no entanto, coqueiro-água fria surge uma diminuição da taxa e do valor de Shannon. Esse dado

pode corresponder às modificações da mata ciliar do recurso, sendo esta de pastagem, além de atividades registradas ao longo do curso como lavagem de roupa, deposição de resíduos provenientes de chiqueiros de porcos e diminuição na diversidade dos habitats.

Em VANNOTE *et al.* (1980), as variáveis físicas de um rio apresentam gradiente contínuo de montante para jusante, com as comunidades biológicas se ajustando, através da substituição de espécies, no sentido de usar com maior eficiência a energia. Em trechos de pequena ordem, como é o caso dos riachos da Serra de Itabaiana, foi registrado diversidade de grupos funcionais.

Na microbacia do rio Cambará (Rio Grande do Sul), foram coletados 516 predadores distribuídos em 14 taxa, 187 coletores em 8 taxa, os raspadores somaram 221 indivíduos em 7 taxa, os fragmentadores com 116 indivíduos e 4 taxa, os 23 filtradores foram distribuídos em 2 taxa e os 270 filtradores coletores em 1 taxa. A existência desses grupos funcionais pode representar a diversidade de nichos tróficos, com organismos que exploram diferentes recursos e habitats, disponíveis no ambiente, reduzindo os efeitos da competição (COPATTI *et al.*, 2010). Foi observado, na maioria dos riachos da Serra, diversidade de habitats, exemplificados por rápidos, remansos, bancos de areia e outros que permitem diferentes formas de abrigo para os organismos locais.

O grupo funcional representativo foi o dos predadores com 27 taxa. Número bastante superior em relação aos demais grupos coletados. Segundo COPATTI *et al.* (2010), em Cambará (RS), também obteve um elevado número da taxa predadores (n=14) dentre os grupos apanhados. Para CALLISTO *et al.* (2001), existe uma relação entre a composição dos

grupos tróficos funcionais e os tipos de habitats, os habitats com vegetação ciliar e pedras no canal principal possibilita o domínio de indivíduos predadores e coletores. Essa caracterização é evidente nos riachos desse estudo localizados na unidade de preservação (PARNASI).

Em vista da disponibilidade de recursos alimentares observou-se que nos segmentos Coqueiro, Água Fria, Negros, Vermelho e Negros-Vermelho existe uma grande quantidade de folhigo, principalmente no período de seca, nas margens e no leito dos riachos. No entanto, no coqueiro-água fria ocorreu uma diminuição da produção de folhigo e aumento de capim proveniente da pastagem circundante.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados bióticos, a unidade de conservação é eficiente para proteger os trechos amostrados na Serra de Itabaiana, em virtude do controle de uso e ocupação do solo. Os macroinvertebrados coletados apresentaram uma significativa diversidade e abundância na fauna dos riachos na Serra de Itabaiana. Por outra via, a avaliação pelo índice de Shannon, demonstrou uma possível diminuição na qualidade ambiental dos riachos. Embora BARBOSA *et al.* (2001) e WILHM & DORRIS (1968) tenham estabelecidos parâmetros de qualidade da água e condições indicando níveis de poluição, é necessário repensar a aplicabilidade dos índices para estudos futuros. Os serviços ecossistêmicos corresponderam às condições locais. Os grupos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera foram representativos nos segmentos. E para os grupos funcionais, os riachos da unidade de conservação analisados foram constituídos basicamente por coletores, organismos típicos de locais com bastante vegetação ciliar preservada.

Em virtude de inúmeras características físicas e biológicas apresentadas pelo segmento Coqueiro-Água Fria, este demonstrou uma deficiente conservação ambiental provavelmente por sua localização fora dos limites da unidade de preservação integral e sendo tratado como fonte de água para criação de animais.

Áreas protegidas podem ser fundamentais para a conservação dos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente dos organismos neles presentes, além de serem referências na avaliação da qualidade ambiental em comparação com áreas modificadas. A permanência e apoio a manutenção de unidades de conservação devem ser uma das prioridades nas políticas públicas brasileiras que visam resguardar a mata atlântica e fontes de águas continentais. Essas áreas apresentam endemismos, diversidade biológica, abriga inúmeras nascentes de corpos hídricos, além de possuir um imensurável valor simbólico.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMA – ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 1985. **Avaliação dos recursos naturais renováveis das microbacias coqueiro, ribeira, pau-grande, água-fria, privot, poxim e pitanga**. Brasil, Aracaju.
- AGUIAR NETTO, A.O. & GOMES, L.J. 2010. **Percepção ambiental como estratégia de planejamento e gestão em unidades de conservação**. São Cristovão, Editora UFS.
- AKAMATSU, F., KOBAYASHI, S., AMANO, K., NAKANISHI, S. & OSHIMA, Y. 2011. Longitudinal and seasonal changes in the origin and quality of transported particulate organic matter along a gravel-bed river. **Hydrobiologia** **669**: 183-197.
- ALBA-TECEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *In*: IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA), Almeria: 203-213.
- AMORIM, A.C.F. & CASTILLO, A.R. 2009. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo rio Perequê. **Biodiversidade Pampeana** **7**: 16-22.
- BALDAN, L.T. 2006. **Composição e diversidade da taxocenose de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização na avaliação de qualidade de água no Rio do Pinto Morretes, Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 83 p.
- BAPTISTA, D.F.; DORVILLÉ, L.F.M.; BUSS, D.F. & NESSIMIAN, J.L. 2001. Spatial and temporal organization of aquatic insect assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Brazilian Journal of Biology** **61**: 295-304.
- BARBOSA, F.A.R.; CALLISTO, M. & GALDEAN, N. 2001. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. **Aquatic Ecosystem Health and Management Society** **4**: 51-59.
- BIASI, C.; KÖNIG, R.; MENDES, V.; TONIN, A.M.; SENSOLO, D.; SOBCHAK, J.R.S.; CARDOSO, R.; MILESI, S.V.; RESTELLO, R.M. & HEPP, L.U. 2010. Biomonitoramento das águas pelo uso de macroinvertebrados bentônicos: oito anos de estudos em riachos da região do alto uruguai (RS). **PERSPECTIVA** **34**: 67-77.
- BOTELLI, Â.A.K. 2006. **O uso de plantas medicinais nas comunidades do entorno do Parque Nacional da Serra de Itabaiana: A (des/re) construção do saber tradicional**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. 83p.

- BUENO, A.A.P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B.D.P. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**: 115-125.
- BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F. & NESSIMIAN, J.L. 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cadernos de Saúde Pública** **19**: 465-473.
- CAIRNS JR., J. & PRATT, J.R. 1993. A History of Biological Monitoring using benthic macroinvertebrates. Pp. 10-27. *In*: ROSENBERG, D.M. & RESH, V.H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Nova York, Chapman & Hall.
- CARVALHO, C.M.; VILAR, J.C. & OLIVEIRA, F.F. 2005. Répteis e Anfíbios pp. 39-61. *In*: **Parque Nacional Serra de Itabaiana – Levantamento da Biota**. Carvalho, C.M. & Vilar, J.C. (Coord.). Aracaju, Ibama.
- CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. 2005. **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** **6**: 71-82.
- COPATTI, C.E.; SCHIRMER, F.G. & MACHADO, J.V.V. 2010. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil. **Perspectiva** **34**: 79-91.
- CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W. & ANDRADE, P.C.N. 2005. 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**: 69-89.
- DANTAS, T.V.P. & RIBEIRO, A.S. 2010. Caracterização da vegetação do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe – Brasil. **Biotemas** **23**: 9-18.
- FARIA, M.L. & ALMEIDA, G.W. 2007. Monitoramento da fauna de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Ipanema - Ipatinga, MG: uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d'água II. **Iniciação Científica no Unileste – MG** **1**: 82-92.
- GONÇALVES, F.B. 2007. **Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 43 p.
- KARR, J.R. 1999. Defining and measuring river health. **Freshwater Biology** **41**: 221-234.
- KIKUCHI, V.M. & UEIDA, V.S. 1998. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. p. 157-173. *In*: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, E. **Ecologia de insetos aquáticos**. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- LINKE, S.; NORRIS, R.H. FAITH, D.P. & STOCKWELL, D. 2005. ANNA: A new prediction method for bioassessment programs. **Freshwater Biology** **50**: 147-158.
- MAGURRAN, A.E. 1998. **Ecological diversity and its measurement**. London, Chapman and Hall, 179p.
- MATTHEWS, R.A.; BUIKEMA, A.L. & CAIRNS JR., J. 1982. Biological monitoring part IIA: Receivingsystem functional methods relationships, and indices. **Water Research** **16**: 129-139.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1995. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach, MJMSoftware Design.

- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. 1993. **An introduction to the aquatic insects of North America**. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L. & BAPTISTA, D.F. 2010. **Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books.
- NICOLA, G.G.; ALMODÓVAR, A. & ELVIRA, B. 2010. Effects of environmental factors and predation on benthic communities in headwater streams. **Aquatic Sciences 72**: 419-429.
- PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L. & CALLISTO, M. 2008. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). **Neotropical Biology and Conservation 3**: 149-158.
- PAPARISTO, A.; KEÇI, E.; PEPA, B. & MURYANYI, D. 2008. Preliminary data ONN using insects and other invertebrate groups as biological indicators of water quality in some albanian Rivers. **Balwois**: 27-31.
- PÉREZ, G.R. 1998. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá, Fondo Fen Colombia/Colciencias/ Universidad de Antioquia.
- QUEIROZ, J.F.; TRIVINHO-STRIXINO, S. & NASCIMENTO, V.M.C. 2000. **Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco**. Comunicado técnico EMBRAPA meio ambiente 3.
- SILVEIRA, M.P. 2004. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. Jaguariúna, EMBRAPA.
- SILVEIRA, M.P.; QUEIROZ, J.F. & BOEIRA, R.C. 2003. **Metodologia para obtenção e preparo de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Jaguariúna, EMBRAPA.
- STRIXINO, G. & TRIVINHO-STRIXINO, S. 1998. Povoamento de Chironomidae (Diptera) em lagos artificiais. *In*: NESSIMIAN, J.L. & CARVALHO, A.L. **Ecologia de Insetos Aquáticos**.
- TOMANOVA, S.; GOITIA, E. & HELESIC, J. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. **Hydrobiologia 556**: 251-264.
- TUCCI, C.E. M. & SILVEIRA, A.L.L. (ORG.). 2007. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37**: 130-137.
- WALLACE, J.B. & WEBSTER, J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in the stream ecosystem function. **Annu. Rev. Entomol. 41**: 115-139.
- WILHM, J. & DORRIS, T. 1968. Biological parameters for water quality criteria. **Biological Science 18**: 477-481.

Recebido: 16/01/2013

Revisado: 03/04/2013

Aceito: 09/10/2013

