

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS -
COMPORTAMENTO E BIOLOGIA ANIMAL**

Jenifer de Souza Didimo Castro Lau

**INVERTEBRADOS ASSOCIADOS A PEDRAS EM CÓRREGOS DA MATA
ATLÂNTICA**

**Juiz de Fora
2016**

Jenifer de Souza Didimo Castro Lau

**INVERTEBRADOS ASSOCIADOS A PEDRAS EM CÓRREGOS DA MATA
ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Comportamento e Biologia Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas. Área de concentração: Comportamento e Biologia em diferentes grupos animais.

Orientador: Prof. Dr Roberto da Gama Alves

**Juiz de Fora
2016**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

de Souza Didimo Castro Lau, Jenifer.

Invertebrados Associados a pedras em córregos da Mata Atlântica / Jenifer de Souza Didimo Castro Lau. -- 2016.
38 f.

Orientador: Roberto da Gama Alves

Coorientador: Beatriz F. Jabour V.Rosa

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas: Comportamento Animal, 2016.

1. macroinvertebrados. 2. aninhamento. 3. pedras. I. da Gama Alves, Roberto, orient. II. F. Jabour V.Rosa, Beatriz, coorient. III. Título.

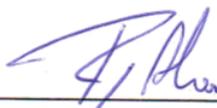
**INVERTEBRADOS ASSOCIADOS A PEDRAS EM CÓRREGOS DA MATA
ATLÂNTICA**

Jenifer de Souza Didimo Castro Lau

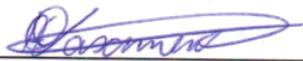
Orientador: Dr. Roberto da Gama Alves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas: Comportamento e Biologia Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (área de concentração: Comportamento e Biologia Animal).

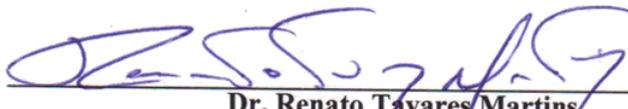
Aprovada em 26 de fevereiro de 2016



Prof. Orientador: Dr. Roberto da Gama Alves
Universidade Federal de Juiz de Fora- UFJF (Orientador)



Dr. Haroldo Lobo dos Santos Nascimento
Universidade Federal de Juiz de Fora- UFJF



Dr. Renato Tavares Martins
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA

AGRADECIMENTOS

Início os agradecimentos à minha família, em especial à minha avó por me apoiar e me incentivar em todos os momentos da minha vida, e que mesmo não tendo cursado nem o ensino fundamental via a educação como algo imprescindível na vida; ao meu pai e avô pelo apoio financeiro no início da jornada, estes também sem ter cursado o ensino superior, compartilhavam das suas ideias.

Aos amigos de vida, pelo apoio nos momentos de crise, de desespero, quando achava que não iria conseguir e me davam a palavra de incentivo e também me chamavam pra sair, para espairecer.

Ao pessoal do laboratório, Guilherme, Lidimara, e aos demais, que me acolheram e fizeram do laboratório além de um lugar de aprendizado, me ajudaram nos momentos de dúvidas e incertezas. Ao meu orientador Roberto pela oportunidade de realizar o mestrado, por acreditar em mim, mesmo não tendo me acompanhado durante a graduação. À minha coorientadora Beatriz F. J. V. Rosa por ter tido a paciência de estar comigo ajudando em todas as fases da dissertação, desde a confecção do pré-projeto, assim como pelo companheirismo. Aos membros da banca, pela disponibilidade do seu tempo para ler, estudar, propor sugestões e pela presença na defesa.

À Universidade Federal de Juiz de Fora pelas instalações do prédio do programa de pós graduação em comportamento e biologia animal, bem como pelo fornecimento de transporte para as coletas

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de fomento.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda’

(Paulo Freire)

RESUMO

O conhecimento dos padrões de organização da fauna bentônica em córregos auxilia no entendimento da relação entre a diversidade de habitats e a riqueza e abundância de invertebrados. Pedras constituem importantes microhabitats para invertebrados bentônicos de córregos, normalmente abrigando grande diversidade de táxons. Neste estudo nós testamos a existência de relação positiva entre o tamanho das pedras e a abundância e riqueza de famílias de invertebrados, bem como se a composição da fauna nas pedras de menor tamanho representa um subconjunto presente nas pedras de maior tamanho (padrão aninhado). Também testamos se trechos próximos dentro de um mesmo córrego seriam mais similares na composição e estrutura da fauna. O estudo foi desenvolvido na estação seca de 2014, em três córregos de primeira ordem localizados em um fragmento de Mata Atlântica, na região Sudeste de Minas Gerais. Em três trechos de cada córrego, separados por uma distância de 100 m, foram amostradas um total de 180 pedras (20 por trecho) e medidas as variáveis ambientais. Encontramos um total de 751 indivíduos distribuídos em 44 táxons, com predominância de larvas de Chironomidae em todos os córregos, seguida de Elmidae (córrego I), Amphipoda (córrego II) e Simuliidae (córrego III). A baixa abundância de invertebrados foi relacionada a baixa velocidade média do fluxo nos trechos estudados. A composição de táxons das pedras dos córregos I e III apresentou um padrão aninhado de organização, explicado pela maior frequência de táxons generalistas na ocupação do habitat, na maioria das pedras. Nenhuma relação foi registrada para o tamanho das pedras e a abundância e riqueza de táxons. A composição de táxons diferiu entre córregos e entre alguns trechos adjacentes de um mesmo córrego. Tais resultados representam aspectos importantes que devem ser considerados em estudos para conservação e manejo destes ecossistemas.

Palavras-chave: Ambientes lóticos, aninhamento, macroinvertebrados

ABSTRACT

Knowing the organization patterns of the benthic fauna in streams helps on the comprehension of the relations between habitat diversity and the invertebrates' richness and abundance. Stones make up important microhabitats for the stream's benthic invertebrates, usually hosting a great diversity of taxa. On this study, we tested the existence of a positive relation between the size of stones and the abundance and richness of invertebrate families, as well as if the fauna composition on smaller stones represents a subset present on bigger stones (nested pattern). We also tested if fragments within a same stream would be more similar regarding fauna composition and structure. This study was carried out in the dry season of 2014 in three different first order streams located in an Atlantic Rainforest fragment in the Southeastern region of the Minas Gerais state. In three segments of each stream, 100m away from each other, we sampled 180 stones (20 per segment) and measured environmental variables. We found a total 751 individuals distributed in 44 taxa, with a predominance of Chironomidae larvae in all streams, followed by Elmidae (stream I), Amphipoda (stream II) and Simuliidae (stream III). Low invertebrate abundance was related to low medium speed of the stream flow in the studied segments. Taxa composition on the stones of streams I and III showed nested organization pattern, which can be explained by the higher frequency of generalist taxa in the occupation of the habitat, represented in most of the stones. No relation was recorded between stone size and taxa abundance and richness. Taxa composition differed among streams and among adjacent segments within each stream. Such results represent important aspects that must be taken in consideration for studies on conservation and management of these ecosystems.

Key words: Lotic environments, nested, macroinvertebrates

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa com a localização dos córregos amostrados pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).....	15
Figura 2	Esquema mostrando o eixo intermediário (b) e o eixo maior (a) de um substrato de pedra.....	16
Figura 3	Pedras parcialmente submersas e pedras submersas em trecho de corredeira pertencentes aos córregos localizados na Fazenda Floresta, Juiz de Fora (MG).....	16
Figura 4	Média e desvio padrão da riqueza e abundância de invertebrados associados a pedras nos três córregos localizados na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).....	21
Figura 5	Ordenação dos trechos A, B e C de cada um dos três córregos (I, II e III) localizados na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).....	23
Figura 6	Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego I localizados na Fazenda Floresta.....	24
Figura 7	Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego II localizados na Fazenda Floresta.....	25
Figura 8	Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego III.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classes de tamanho das pedras coletadas em três córregos localizados na fazenda Floresta, Juiz de Fora (MG).....	15
Tabela 2	Médias e desvio padrão das variáveis ambientais dos três córregos localizados na fazenda Floresta pertencentes, Juiz de Fora (MG).....	19
Tabela 3	Profundidade entre os córregos.....	19
Tabela 4	pH entre os córregos.....	20
Tabela 5	Condutividade entre os Córregos.....	20
Tabela 6	Velocidade entre os córregos.....	20
Tabela 7	Oxigênio dissolvido entre os córregos.....	20
Tabela 8	Temperatura entre os córregos.....	20
Tabela 9	Variação na riqueza e na abundância entre os trechos do Córrego III em relação aos demais.....	21
Tabela 10	Correlação entre as variáveis e a estrutura da fauna.....	22
Tabela 11	Resultado da análise MRPP realizada entre a fauna de invertebrados associados a pedras em três córregos (I, II e III) localizados na Fazenda Floresta pertencentes a bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).....	23
Tabela 12	Valores do aninhamento observados entre linhas (N_Li) e colunas (N_Cl) e os gerados pelos dois modelos nulos (Er e Ce) para as pedras coletadas em cada córrego localizado na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	HIPÓTESES.....	12
3	OBJETIVO GERAL.....	13
3.1	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.2	VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	14
4.3	OBTENÇÃO DA FAUNA.....	15
4.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	17
4.5	ANINHAMENTO.....	18
5	RESULTADOS.....	19
5.1	VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	19
5.2	FAUNA.....	20
5.2.1	ANINHAMENTO.....	23
6	DISCUSSÃO.....	27
7	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

INTRODUÇÃO

A riqueza e abundância de invertebrados normalmente variam entre as diferentes escalas espaciais: de microhabitats (cm) a bacias hidrográficas inteiras (Km) (Cooper et al., 1997). A hierarquia natural de rios engloba as escalas de microhabitats, habitats, segmentos de rios e bacias hidrográficas. Escalas menores, como os microhabitats, sofrem influência sucessiva dos processos e características das escalas maiores, e por isso, mesmo se tratando de habitats similares, variações em suas características podem ocorrer entre diferentes trechos, córregos e bacias (Frissel, 1986). Mesohabitats de corredeiras podem apresentar variação na densidade de invertebrados de acordo com a disponibilidade de habitats e recursos, como também os invertebrados possuem a capacidade de sobreviverem em baixos fluxos por meio de adaptações fisiológicas, em um estudo, que analisou essas condições, a comunidade de invertebrados foi composta principalmente por Chironomidae e Trichoptera (Lancaster e Downes, 2014; Brooks e Haeusler, 2016; Gorbach et al; 2014)

Em substratos de pedra, entre as características que podem favorecer maior abundância e riqueza de invertebrados estão a presença de fendas e reentrâncias, bem como a cobertura por musgos e perifiton, que ajudam na retenção de organismos em deriva e de pequenas partículas de matéria orgânica que servem de alimento para muitos táxons (Robson; Barmuta, 1998). De modo geral, é esperado que pedras de maior tamanho abriguem maior riqueza, por oferecem maior área para colonização, além de serem menos suscetíveis ao rolamento (Allan e Castilho, 2007). Além disso, Lopes et al. (2009) sugerem que o tamanho das pedras e sua estabilidade em relação às perturbações é um fator de grande importância na organização da comunidade de riachos.

A condutividade relaciona-se à variação da precipitação durante o ano, indicando variações sazonais e a base geológica em que o corpo d'água está inserido. Os valores abaixo dos parâmetros normais de condutividade indicam menor concentração de íons dissolvidos e pouca quantidade de matéria orgânica, o que pode ser uma evidência que aponta para impactos ambientais (Cunha et al., 2014). Outras características que podem influenciar a estrutura e composição da fauna de invertebrados nestes substratos são a profundidade da água e velocidade da corrente (Downes et al.,1995). Normalmente, a maior velocidade da água pode favorecer a abundância de organismos em deriva e as pedras atuarem como estruturas de retenção da fauna, enquanto a profundidade pode ter um efeito adverso sobre a abundância e diversidade de invertebrados, já que influencia negativamente a biomassa de perifiton (Brooks et al., 2005). Da mesma forma, períodos prolongados de baixo fluxo podem ter efeitos sobre a fauna de córregos (Lake, Doeg e Morton, 1995), e desta forma, causar

alteração na estrutura da comunidade de organismos associados a pedras ou a outros substratos. Além disso, os períodos de baixo fluxo podem afetar os invertebrados através de alterações hidrológicas, influenciar na aquisição de recursos, dispersão e também por promover alterações no ambiente abiótico, como alterações na taxa de oxigênio dissolvido e na temperatura da água (Boulton, Lake, 1990; Sharpe, Downes, 2006). Considerando que a velocidade associa-se com a eficiência de alimentação dos organismos filtradores, logo que com a redução da velocidade há a redução de partículas de matéria orgânica suspensa (Rolls, Leigh e Sheldon, 2012).

Variáveis físicas como declividade, velocidade da água, profundidade e cobertura vegetal normalmente variam tanto entre trechos de córregos como entre córregos, criando condições distintas que podem resultar em variações na estrutura da comunidade de invertebrados. Assim, trechos de córregos com habitats semelhantes podem não ser representativos de seções maiores do córrego (Downes et al., 1995).

As variações estruturais existentes entre os habitats de córrego podem gerar padrões previsíveis de organização da fauna bentônica, nas diferentes escalas do habitat. O aninhamento ocorre quando sítios de espécies pobres são subconjuntos das assembleias de locais ricos, logo o grau de aninhamento quantifica a sobreposição de composição de espécies entre áreas de baixa e alta diversidade (McAbendroth, Rundle e Bilton, 2005). Uma das causas principais é a perda local de espécies (Atmar e Patterson 1993), tanto a longo como a curto prazo (Hausdorf e Hennig, 2003), devido a fatores como imigração local ou dispersão (Cook e Quinn, 1995). A capacidade de dispersão de organismos aquáticos e a distância que viajam são difíceis de precisar para toda a biota (Bohonak e Jenkins, 2003), o que dificulta a compreensão na estruturação de comunidades (Lindstrom e Langenheder, 2012).

Considerando a variação significativa que pode ocorrer na composição e organização da fauna de córregos, mesmo se tratando de locais próximos ou tipos similares de substratos, estudos ecológicos são importantes para o melhor conhecimento destes ambientes e sua relação com a diversidade de invertebrados associados. Este é um aspecto evidente diante das constantes intervenções do homem sobre os ecossistemas lóticos, como desvios do fluxo, construção de barragens, retirada da mata ciliar, entre outras intervenções, para a criação de medidas eficazes de contenção dos impactos e conservação.

2. HIPÓTESES

As hipóteses levantadas para o presente estudo são:

- Pedras maiores, por apresentarem maior área de superfície, apresentarão maior abundância e riqueza de invertebrados quando comparadas a pedras de menor tamanho.
- Trechos distintos de um mesmo córrego devem possuir habitats com características próximas, logo deverão ser mais similares entre si na composição e estrutura da fauna de invertebrados, quando comparados a trechos de córregos distintos.
- A fauna das pedras menores deverá representar um subconjunto aninhado da fauna das pedras maiores, as pedras menores apresentarão as famílias presentes nas pedras maiores.

3. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição e distribuição de invertebrados bentônicos associados a pedras de diferentes tamanhos em trechos de corredeiras de córregos florestados de Mata Atlântica, bem como a abundância e a riqueza nesse tipo de substrato.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar a similaridade na composição e estrutura da fauna de invertebrados entre pedras de diferentes tamanhos, trechos e córregos;
- Identificar as variáveis ambientais associadas à abundância e riqueza da fauna nas pedras, trechos e córregos;
- Verificar se a composição de famílias associadas às pedras em cada córrego apresentou padrão aninhado de organização.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em três córregos de primeira ordem pertencentes à sub-bacia Marmelos (Figura 1), localizados entre as coordenadas 21°44'40"S e 43°18'35"O (Córrego I), 21°44'45"S; 43°17'23"O (Córrego II) e 21°44'15"S; 43°17'42"O (Córrego III), na Fazenda Floresta, em um fragmento de Mata Atlântica de aproximadamente 370 ha, localizado no município de Juiz de fora, Minas Gerais. Os três córregos amostrados apresentam mata ciliar bem preservada.

4.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis ambientais foram obtidas concomitantemente à coleta da fauna, nos meses de julho e agosto de 2014 (período seco) em uma única vez em cada trecho. Foram tomadas medidas em campo, no ato da coleta, do pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido e a condutividade através da utilização do pHmetro (Digimed DM-22), oxímetro (Instrutherm MO-900) e condutivímetro (Digimed DM-3p), enquanto a profundidade e velocidade da água foram obtidas com uso de uma régua de 15 cm e pelo método do flutuador (Martinelli e Krushe, 2007), respectivamente. Os valores de velocidade do fluxo foram classificados com base na metodologia de Lancaster (1999) na qual considera: Velocidade baixa < 0,4 m/s; Velocidade média entre 0,4 e 0,7 m/s; e velocidade alta > 0,7 m/s.

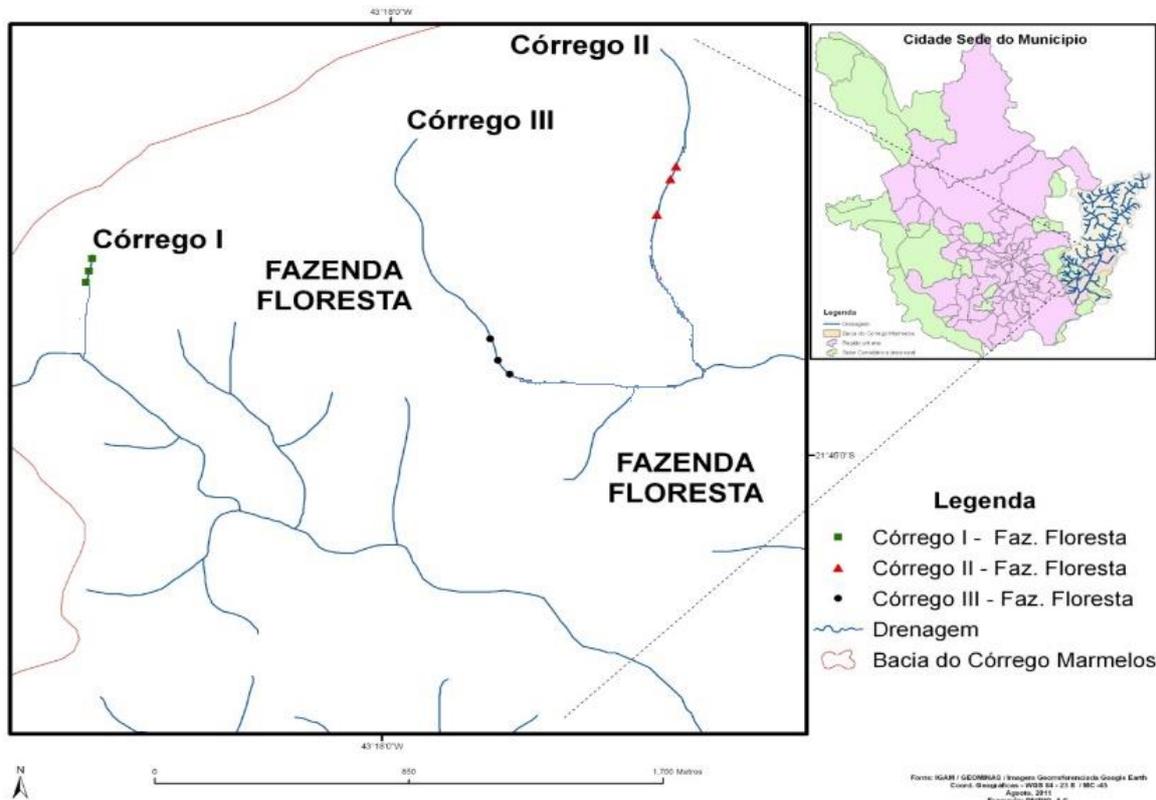


Figura 1: Mapa com a localização dos pontos amostrados em cada córrego, pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG). Fonte: Alex Campos Divino

4.3. OBTENÇÃO DA FAUNA

Em cada córrego foram selecionados três trechos com aproximadamente 20 m de extensão e distantes aproximadamente 100m um do outro. Em cada trecho 20 pedras foram obtidas, apenas em áreas de corredeiras, totalizando 180 pedras (3 córregos x 3 trechos x 20 pedras).

As pedras coletadas foram medidas com uma régua graduada em centímetros. Os dois eixos medidos (maior e menor), conforme representados na figura 2 foram multiplicados com base na metodologia de Cabin (2009) para se estabelecerem classes de tamanho para cada pedra. As pedras foram agrupadas em 11 classes de tamanho que variaram entre 20 e 400 cm² (Tabela 1). As pedras coletadas não apresentavam briófitas associadas e encontravam-se submersas ou parcialmente submersas (Figura 3).

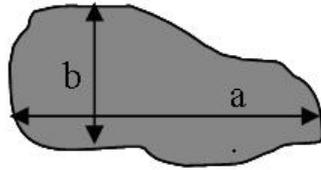


Figura 2: Esquema mostrando o eixo menor (b) e o eixo maior (a) de um substrato de pedra. Fonte: Cabin Field manual (2009).

Tabela 1: Classes de tamanho das pedras, referentes à multiplicação do eixo maior e menor de cada pedra, coletadas em três córregos localizados na fazenda Floresta, Juiz de Fora (MG).

Tamanhos (cm ²)	Classes
$5 \geq X \leq 20$	c1
$20 > X \leq 40$	c2
$40 > X \leq 60$	c3
$60 > X \leq 80$	c4
$80 > X \leq 100$	c5
$100 > X \leq 120$	c6
$120 > X \leq 140$	c7
$140 > X \leq 160$	c8
$160 > X \leq 180$	c9
$180 > X \leq 200$	c10
$200 > X \leq 400$	c11



Figura 3: Pedras parcialmente submersas e pedras submersas em trecho de corredeira pertencentes aos córregos localizados na Fazenda Floresta, Juiz de Fora (MG). (Fonte: o autor)

As pedras foram lavadas manualmente com água do próprio córrego com um saco plástico específico para cada amostra posicionado abaixo da pedra, de modo a reter a fauna. No laboratório as amostras foram conservadas em álcool 70°GL, triadas e os invertebrados identificados em nível de família em microscópio estereoscópico, tendo como referências as seguintes chaves de identificação: McCafferty (1981), Merritt e Cummins (1996), Carvalho e Calil (2000), Fernández e Domínguez (2001), Costa e Simonka (2006), Pes, Hamada e Nessimian (2005) Domínguez e Fernández (2009), Mugnai, Nessimian e Baptista (2010).

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para cada classe de tamanho de pedra, trecho e córrego foram obtidas a riqueza e abundância de invertebrados. Foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar diferença significativa dos parâmetros analisados entre as classes de tamanho das pedras e, para verificar variação entre os trechos e córregos. Para detectar diferenças nas variáveis ambientais entre os córregos foi utilizada análise de variância (ANOVA- um caminho). A correlação entre variáveis ambientais e estrutura da fauna nos trechos e córregos foi realizada pela análise Bioenv, pacote Vegan (Programa R, versão 2015). Os dados referentes ao meio abiótico e biótico foram plotados em planilhas txt separadas para a análise no programa. Para realizar esta análise nós abrimos o programa Excel, separamos os dados em duas planilhas, uma para dados abióticos e outra para dados bióticos, ambas em formato txt, a fim de entrar com esses dados no R. Neste programa abrimos o pacote “vegan” e digitamos os comandos do script da Bioenv previamente definido. Bem como, para comparar os valores destes entre os córregos utilizamos Anova- um caminho (Past, versão 2.17). A análise de Similaridade Percentual (Simpser) foi utilizada para verificar os táxons mais associados a cada classe de tamanho de pedra. Nesta análise utilizou-se o índice de similaridade de Bray-Curtis (programa Past versão 2.3) (Hammer e Harper, 2001). A relação entre a abundância e riqueza de táxons (variáveis resposta) e a velocidade, profundidade da água e tamanho das pedras (variáveis preditoras) foi obtida por meio da análise de regressão linear simples (programa STATISTICA, versão 7.0, STATSOFT).

Análise multidimensional não-métrica (NMDS) foi realizada para verificar a ordenação da fauna de acordo com cada trecho e córrego. Diferenças significativas entre os grupos formados na NMDS foram testadas pela análise não-paramétrica de permutação (MRPP) (programa PC-ORD Version 5.15) (McCune e Mefford, 2006).

4.5 ANINHAMENTO

Os dados de abundância de cada córrego foram transformados em uma matriz de presença e ausência. As linhas de cada matriz corresponderam às pedras em ordem decrescente de tamanho, e as colunas representaram os táxons em ordem decrescente de frequência de ocorrência. Para medir o aninhamento da matriz nós calculamos o valor da métrica NODF (Nestness metric on basic Overlapping and Decreasing Fill) (Almeida-Neto et al., 2008) no programa ANINHADO (Guimarães e Guimarães, 2006). Uma matriz com aninhamento perfeito (NODF=100) ocorre quando há o preenchimento de 50% de colunas da esquerda para direita e de cima para baixo nas linhas ou diminuindo os totais marginais em todos os pares de colunas e todos os pares de linhas (Almeida-Neto et al., 2008).

5. RESULTADOS

5.1. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Os três córregos amostrados na Fazenda Floresta apresentam águas ácidas, claras e bem oxigenadas, com temperaturas médias variando entre 15,33 °C e 17,27 °C condutividade em torno de 23,27 e 32,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A profundidade da água variou de 3 cm a 12,67 cm nos trechos e córregos (Tabela 2), os valores de velocidade do fluxo nos córregos foram considerados baixos para todos os trechos estudados. Não houve diferença entre os córregos nos parâmetros velocidade e oxigênio dissolvido, e as demais variáveis apresentaram diferenças significativas, conforme pode ser visualizado nas tabelas 3 a 8.

Tabela 2: Médias e desvio padrão das variáveis ambientais dos três córregos localizados na fazenda Floresta pertencentes a sub-bacia de Marmelos, Juiz de Fora (MG).

Córregos e trechos	Prof. (cm)	Ph	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Vel. (m/s)	OD (mg/L)	T (°C)	Turb. (UTM)
1A	10,80±5,77	5,18±0,02	31,57±1,63	0,16±0,02	14,67±1,05	17,27±17,26	0,00
1B	10,60±6,79	5,2±0,01	27,60±0,00	0,15±0,02	14,66±2,17	17,10±1,48	0,04
1C	11,83±5,86	5,16±0,01	29,58±0,00	0,24±0,00	12,63±0,20	16,76±0,55	0,00
2A	3,10±0,69	5,24±0,00	23,27±0,40	0,11±0,02	13,3±1,25	15,10±0,24	0,00
2B	2,67±0,47	5,25±0,00	23,60±0,29	0,19±0,04	14,37±1,91	15,33±0,41	0,00
2C	2,67±0,23	5,24±0,00	24,10±0,45	0,10±0,00	12,6±1,14	15,66±0,41	0,00
3A	12,67±3,68	5,25±0,00	31,77±0,41	0,18±0,09	13,83±0,91	15,90±0,21	0,00
3B	4,18±2,09	5,23±0,00	31,41±0,13	0,13±0,00	13,77±0,40	16,30±0,16	0,00
3C	3,00±0,00	5,24±0,00	32,30±0,00	1,28±0,79	13,00±0,00	16,00±0,00	0,00

Tabela 3: Profundidade entre os córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0, 03813	0, 2549
Córrego II	4,658		0, 349
Córrego III	2, 514	2,144	

Tabela 4: pH entre os córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0,002903	0, 003766
Córrego II	8, 227		0, 9501
Córrego III	7,794	0,433	

Tabela 5: Condutividade entre os Córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0,002403	0,1334
Córrego II	8,559		0,0005768
Córrego III	3,24	11,8	

Tabela 6: Velocidade entre os córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0, 9857	0, 535
Córrego II	0, 2295		0, 4518
Córrego III	1, 591	1,82	

Tabela 7: Oxigênio dissolvido entre os córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0,7319	0,814
Córrego II	1,093		0,9876
Córrego III	0,8798	0,2135	

Tabela 8: Temperatura entre os córregos

	Córrego I	Córrego II	Córrego III
Córrego I		0, 0006273	0,007659
Córrego II	11,56		0, 03267
Córrego III	6,722	4,841	

5.2. FAUNA

Nos três córregos investigados, foram encontrados 751 indivíduos distribuídos em 44 táxons. Chironomidae foi a família mais abundante nos três córregos. No Córrego I, foram registrados 205 indivíduos distribuídos em 26 táxons, e Elmidae foi a segunda família mais abundante. No Córrego II foram identificados 60 indivíduos distribuídos em 26 táxons, sendo Amphipoda o segundo grupo mais abundante. No córrego III, identificaram-se 486 indivíduos distribuídos em 15 táxons, e Simuliidae foi a segunda família mais abundante.

Contrariando a hipótese deste trabalho, pedras maiores não abrigaram maior abundância de organismos nem maior riqueza de táxons. A maior abundância e a menor

riqueza de invertebrados foram registradas no Córrego III. Estas métricas foram similares entre os trechos de cada córrego e entre as classes de tamanho das pedras, com exceção do Córrego III, em que a riqueza variou entre seus trechos, como pode ser visualizado na Tabela 9 e Figura 4. A condutividade e o pH foram as variáveis ambientais mais correlacionados com a estrutura da fauna, embora suas taxas tenham variado muito pouco entre os trechos e entre os córregos. A análise Bioenv mostrou que estas duas variáveis apresentaram correlação de 65%, o maior valor de correlação encontrado em todas as comparações. Como pode ser visto na tabela 10.

Tabela 9: variação na riqueza e na abundância entre os trechos do Córrego III em relação aos demais

	Córrego I		Córrego II		Córrego III	
	Trechos	Pedras	Trechos	Pedras	Trechos	Pedras
Abundância	F=0,756; P=0,482; df=2	H=14,27; P=0,169	F=0,465; p=0,633; df=2	H=11,75; p=0,227	H=2; p=0,844	H=9,74; p=0,463
Riqueza	F=3,076; p=0,511; df=2	H=9,51; p=0,407	F=0,364; p=0,698; df=2	H=14,2; p=0,123	F=3,18 p=0,006;df=2	H= 7,06; p= 0,676

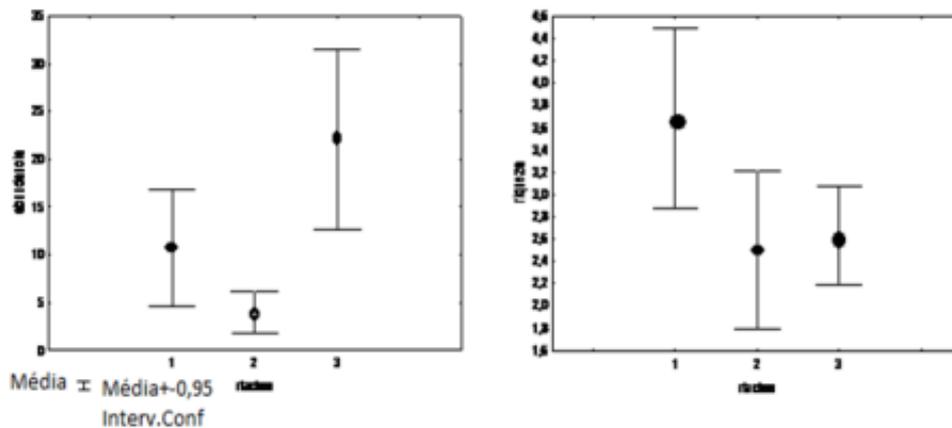


Figura 4: Média e desvio padrão da riqueza e abundância de invertebrados associados a pedras nos três córregos localizados na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).

Tabela 10: Correlação entre as variáveis e a estrutura da fauna

	Tamanho da Correlação
cond 1	0.6069
pH cond 2	0.6584
pH cond T 3	0.427
prof pH cond T 4	0.3102
prof pH cond OD 5	0.2142
prof pH condvel OD T 6	0.139
prof pH condvel OD T Turb 7	0.0396

Através da análise de Simper foi possível verificar a maior associação de Chironomidae com as pedras de menor tamanho (classe 1) nos córregos I e III (abundância relativa= 21,0 no córrego I e 24,5 no córrego III), seguida de Simuliidae (abundância relativa = 21,5) no córrego III. No córrego II a família Elmidae foi mais associada às pedras de tamanho intermediário (classe 5, abundância relativa= 3,33).

A análise NMDS separou a fauna do córrego III dos demais e a maior distinção do trecho A do córrego I e C do córrego II (Figura 5). A análise MRPP confirmou diferenças significativas na composição de invertebrados do córrego III em relação aos outros dois córregos (Tabela 11).

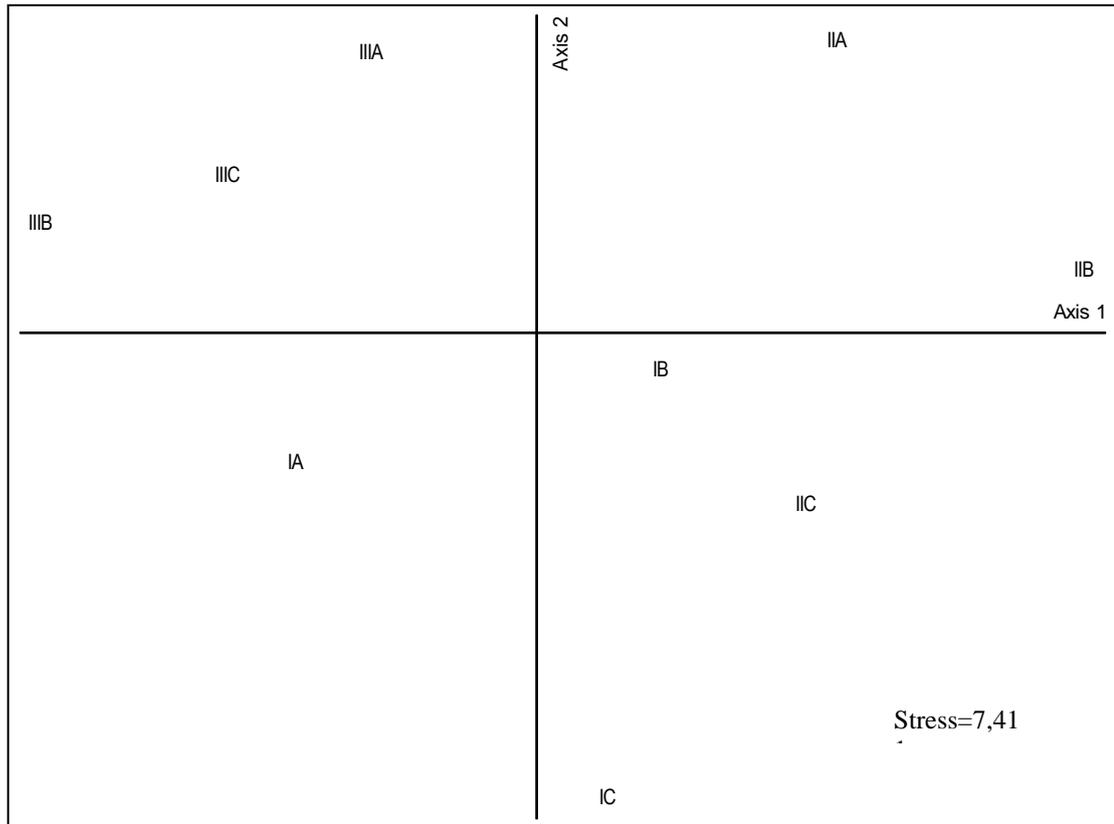


Figura 5: Ordenação dos trechos A, B e C de cada um dos três córregos (I, II e III) localizados na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).

Tabela 11: Resultado da análise MRPP realizada entre a fauna de invertebrados associados a pedras em três córregos (I, II e III) localizados na Fazenda Floresta pertencentes a bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).

Córregos		p
córrego I	vs. córrego II	0.056
córrego I	vs. córrego III	0.041
Córrego II	vs. córrego III	0.024

5.2.1 ANINHAMENTO

As pedras dos córregos I e III mostraram um padrão aninhado de organização da fauna, com táxons mais generalistas na ocupação do habitat associados à maioria das pedras, Chironomidae e Simuliidae no córrego I e Chironomidae, Simuliidae e Elmidae, no córrego. III. Na tabela 12 estão apresentados os valores de aninhamento e as matrizes de ordenação dos táxons coletados em cada córrego representadas nas figuras 6, 7, 8.

Tabela 12: Valores do aninhamento observados entre linhas (N_Li) e colunas (N_Cl) e os gerados pelos dois modelos nulos (Er e Ce) para as pedras coletadas em cada córrego localizado na Fazenda Floresta pertencentes à bacia do Ribeirão Marmelos, Juiz de Fora (MG).

<i>Córrego</i>	<i>N_Ln</i>	<i>N_Cl</i>	<i>N_Total</i>	<i>NODF(Er)</i>	<i>p(Er)</i>	<i>NODF(Ce)</i>	<i>p(Ce)</i>
1	37.81	27.87	29.31	21.84	0.02	25.81	0.2
2	19.26	16.67	16.96	16.41	0.44	18.27	0.63
3	62.73	38.83	47.83	29.97	0.00	37.26	0.04

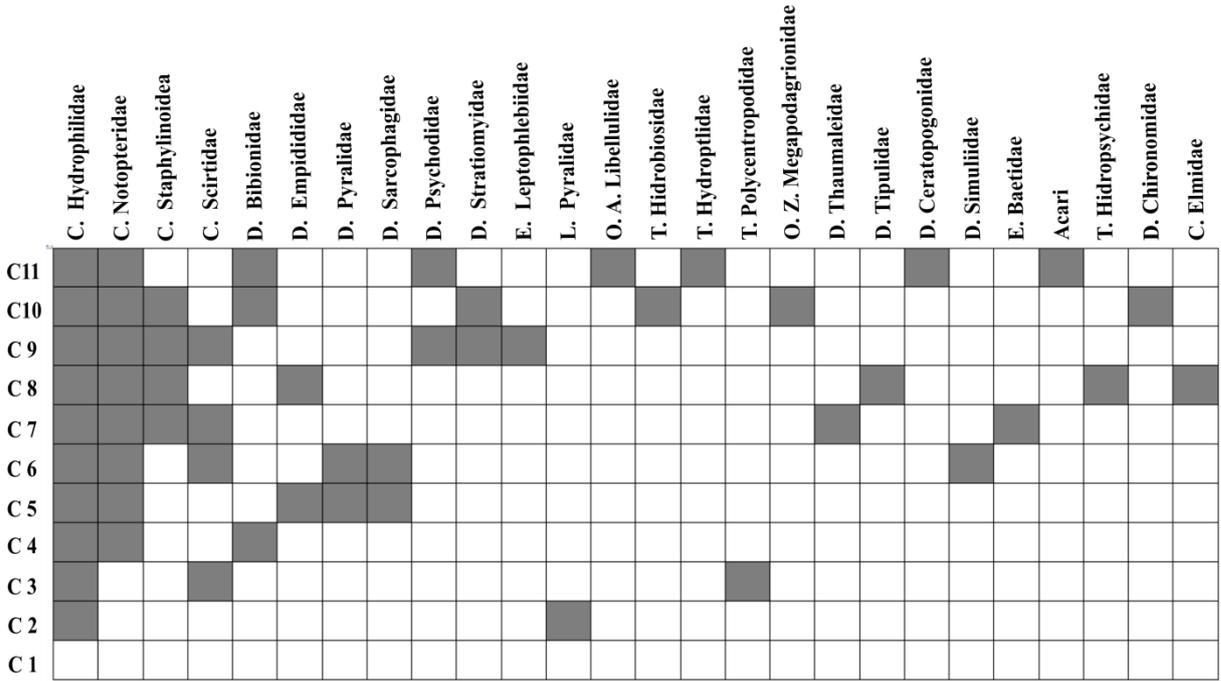


Figura 6: Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego I localizado na Fazenda Floresta. As células preenchidas representam as presenças e as vazias as ausências. As linhas de cada matriz corresponderam às pedras em ordem decrescente de tamanho, e as colunas, em ordem decrescente de frequência de ocorrência dos táxons.

	Acari	C. Elmidae	C. Psephenidae	C. Scirtidae	C. Ptylodactilidae	C. Amphipoda	D. Ceratopogonidae	D. Chironomidae	D. T. Tanipoda	D. Dixidae	D. Pyralidae	D. Psychodidae	D. Simuliidae	D. Stratiomyidae	D. Tipulidae	E. Baetidae	E. Hanguenulopsis	E. Euthyplocidae	E. Leptophlebiidae	O. Z. Megapodagrionidae	P. Perlidae	T. Helycopsychidae	T. Hydrobiosidae	T. Hydroptychidae	T. Leptoceridae	T. Polycentropodidae
C11																										
C9																										
C8																										
C7																										
C6																										
C5																										
C4																										
C3																										
C2																										
C1																										

Figura 7: Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego 2. As linhas de cada matriz corresponderam às pedras em ordem decrescente de tamanho, e as colunas, em ordem decrescente de frequência de ocorrência dos táxons.

	D. Dytiscidae	D. Empididae	O. Z. Calopterygidae	T. Traverlyfles	T. Polycentropodidae	E. Ephemeridae	T. Glossomatidae	T. Hidropsychidae	Oligochaeta	C. Haliplidae	O. Z. Megapodagrionidae	C. Elmidae	D. Simuliidae	D. Chironomidae
C11														
C10														
C9														
C8														
C7														
C6														
C5														
C4														
C3														
C2														
C1														

Figura 8: Matriz ordenada dos táxons coletados em pedras no Córrego 3. As linhas de cada matriz corresponderam às pedras em ordem decrescente de tamanho, e as colunas, em ordem decrescente de frequência de ocorrência dos táxons.

6. DISCUSSÃO

A baixa velocidade do fluxo registrada nos córregos deste estudo pode ter influenciado a composição da fauna, principalmente representada por larvas de Chironomidae, Elmidae (táxons mais generalistas na ocupação do habitat) e Simuliidae, e pouco representada por insetos EPT, grupo de insetos com preferências mais específicas em relação ao fluxo da água. Um aspecto importante que contribuiu para a baixa velocidade do fluxo nos córregos e influenciou a abundância de invertebrados nas pedras é o fato de as nossas coletas terem sido realizadas apenas na estação seca, período onde as condições de fluxo são mais estáveis e há menores quantidades de organismos em deriva, passíveis de colonizarem as pedras.

A distância espacial entre os córregos pode ter influenciado na dispersão dos invertebrados, entre os córregos estudados, principalmente, devido a distância entre estes, visto que os insetos apresentam diferentes capacidades de dispersão. Fatores como condutividade, pH, diversidade de escala e o habitat em escala local foram os mais influentes para as assembleias de invertebrados, informações sobre a toxicidade do pH sobre os invertebrados é limitada, assim como os efeitos da condutividade sobre os invertebrados e uma vez que estudos que focam nessas variáveis se concentram em áreas impactadas pouco se sabe sobre os processos ocasionados a fisiologia e comportamento dos indivíduos de córregos preservados.

Rosa et al. (2013) e Leite (2010), ao coletarem número similar de pedras por córrego (30 e 25, respectivamente) em fragmentos da Mata Atlântica, observaram que este substrato normalmente apresenta boas condições de refúgio para a fauna bentônica. Comparado a estes trabalhos, pode-se considerar que o presente estudo obteve baixa abundância de invertebrados nos três córregos investigados.

Somente tratamentos mais ácidos apresentaram efeitos negativos sobre a fauna, com menor número de indivíduos. As mudanças nas composições das espécies mostram diferentes graus de sensibilidade nos níveis de ordem, família e gênero, e a resposta aos tratamentos mais ácidos é dependente também do tamanho dos indivíduos (Courtney e Clements, 1998). A taxa de indivíduos que emergem com sucesso diminui à medida que o pH cai (pH entre 5,0 e 5,9)(Bell,1971), e a sensibilidade dos macroinvertebrados às águas ácidas pode estar relacionada ao seu modo de existência, já que larvas enterradas em sedimento podem ser menos afetadas do que as que estão diretamente expostas. A ausência ou presença de efeitos podem estar relacionados à sensibilidade dos grupos dominantes da comunidade; dentre os

fatores que podem afetar a sensibilidade dos invertebrados estão os hábitos alimentares, a procura por alimento, as fases da vida e a fisiologia (Allard e Guy, 1987).

A condutividade, pH, diversidade de escala e o habitat em escala local foram os fatores mais influentes para as assembleias de invertebrados em estudo realizado por Liu et al. (2016), o qual avaliou o efeito de escalas espaciais sobre a fauna bentônica e diatomáceas, separadamente em corredeiras e remansos. Neto et al. (2016) verificaram que a vegetação, condutividade e temperatura da água afetaram a distribuição de invertebrados em corredeiras de córregos de baixa ordem em diferentes habitats amostrados (godo, cascalho, areia, lama, matéria orgânica, madeira, vegetação aquática e serrapilheira). Outros fatores diferentes do tamanho do substrato podem ser mais determinantes da estrutura da fauna bentônica associada a pedras em córregos, como verificado por Culp, Walde e Davies (1983), ao registrarem que a densidade de invertebrados foi mais influenciada pela composição do substrato (cascalho grande, pequenos seixos, areia e uma mistura destes materiais), e Downes et al. (1995) e Brooks et al. (2005) que constataram maior influência da rugosidade da superfície e da velocidade da água na fauna bentônica de pedras.

A baixa velocidade da água pode propiciar maior isolamento de habitats e menor deriva dos organismos, quando comparados a trechos mais turbulentos sujeitos a maior taxa de deriva da fauna (Egglisshaw, 1969), abrigando, dessa forma, composições faunísticas distintas. Brooks (2005) observou que diferenças em pequenas escalas nas condições hidráulicas, criadas por combinações de profundidade, velocidade e rugosidade do substrato, influenciaram na distribuição espacial da fauna dentro das corredeiras de um mesmo córrego. Já foi descrita uma relação positiva entre organismos filtradores e velocidade da água, períodos de baixo fluxo, com maiores densidades nas maiores velocidades. Já em períodos de fluxos intermediários constatou-se uma relação negativa entre velocidade da água e abundância de invertebrados. Áreas de alta velocidade de corredeiras podem servir de refúgio para filtradores em períodos de baixo fluxo (Brooks e Haeusler, 2016). Insetos de córregos podem mostrar diferentes preferências de fluxo, de acordo com suas necessidades fisiológicas e adaptações morfológicas (Hynes, 1970). Wood (1998) observou que trechos com velocidade média de fluxo (0,4 m/s) foram importantes para a distribuição de larvas de Trichoptera, mais especialistas na ocupação do habitat. Lancaster (1999) verificou que ninfas de Ephemeroptera e Plecoptera foram mais abundantes em habitats com velocidade entre 0,6 e 0,8 m/s, enquanto espécies de besouros da família Dytiscidae foram mais abundantes em habitats com velocidade de fluxo muito baixa (0,04 m/s). Os grupos de insetos mais representativos neste estudo foram compostos por muitos organismos com adaptações para fixação em substratos

de pedra (Brown, 1987; Hamada et al., 2014, Trivinho-Strixino, 2011), como a presença de garras (Elmidae), produção de seda (Simuliidae) e casulos fixos (Chironomidae), que permitem a adesão em pedras com baixo custo energético para se manterem (Brooks et al., 2005). Além disso, larvas de Chironomidae reproduzem-se rapidamente e são conhecidas pela sua rápida capacidade de colonização e ocupação de novos habitats (Armitage et al., 1995, Failla et al., 2015) e, portanto, um grupo normalmente bastante abundante na maioria dos substratos em córregos.

Os fatores acima descritos ajudam a explicar a maior frequência dos grupos insetos generalistas em pedras de diferentes classes de tamanhos, inclusive em pedras de menor tamanho (classe 1: entre 5 e 20 cm), nas quais foram associadas larvas de Chironomidae, Simuliidae e Elmidae nos córregos I e III. Por outro lado, táxons mais especialistas como insetos do grupo EPT tenderam a ocupar as pedras de maior tamanho, como mostrado nas matrizes de ordenação (Figuras 5 e 7), que se posicionaram nas linhas superiores. Isso explica o padrão aninhado de organização da fauna encontrado nas pedras dos córregos I e III, quando avaliamos a distribuição dos táxons em relação ao tamanho das pedras, e confirma nossa segunda hipótese para tais córregos. Este padrão tem sido investigado em estudos recentes (Lopes et al., 2009, Florencio, 2011; Milsei e Melo, 2014) e pode ser utilizado para caracterizar alterações na estrutura do habitat, tanto por processos naturais como por perturbações antrópicas. Neste contexto nossos resultados podem auxiliar no entendimento de como a diversidade de habitats em um mesmo córrego pode influenciar o padrão de organização da fauna bentônica e contribuir para reconhecer possíveis mudanças causadas por fatores naturais (tais como sazonalidade) daquelas induzidas pelo homem. Karna et al. (2015) verificou que a distribuição dos dispersores passivos estava mais associada a diferenças entre locais em comparação a dispersores ativos, e que as menores classes de tamanho estavam mais fortemente associadas a distâncias de custo do que os maiores tamanhos, já que apresentam dispersão a distâncias mais limitadas, ocasionando efeitos na composição da assembleia. Assim como as condições de vento e topografia podem influenciar em sua distribuição e a limitação da dispersão pode contribuir para diferenças na estrutura da comunidade local, como também diferenças nas condições locais, responsáveis pela abundância e riqueza local (Ross et al, 2006). Para Heino (2013) Coleóptera, Odonata e Dytiscidae foram considerados como dispersores aéreos com adultos de voo forte e por isso mostraram menor estruturação espacial relativa na comunidade e maior controle ambiental, devido à sua rápida capacidade de deslocamento, e Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Tipulidae, Tabanidae e Empididae seriam dispersores aéreos com adultos de voo intermediário, limitados pelas distâncias

locais. Ceratopogonidae e Chironomidae seriam dispersores aéreos fracos, com adultos de voo distribuído por longas distâncias por ventos fortes. Já Oligochaeta, e crustáceos são dispersores passivos fracos com adultos aquáticos.

Na escala de córrego e entre os trechos de um mesmo córrego (trechos do Córrego III), registramos diferentes composições da fauna, um achado contrário à segunda hipótese deste trabalho. Este resultado provavelmente reflete a grande heterogeneidade física existente dentro do córrego, mesmo se tratando de trechos próximos. Tais diferenças na composição da fauna entre trechos próximos de corredeiras implicam no fato de que estes locais não podem ser vistos como representativos de seções maiores ou inteiras de córregos, mesmo se tratando de córregos de baixa ordem, um aspecto importante a ser considerado em estudos para conservação da fauna de invertebrados nestes ecossistemas.

7. CONCLUSÃO

O estudo permitiu constatar que fatores não diretamente relacionados ao tamanho do substrato podem influenciar a abundância e riqueza de invertebrados em pedras. O padrão aninhado, encontrado na distribuição da fauna entre as pedras dos córregos I e III, com táxons generalistas presentes na maioria das pedras com diferentes tamanhos, inclusive em pedras de menor tamanho, é provavelmente dinâmico, podendo ser alterado de acordo com as condições do habitat, e, desta forma, pode ajudar a distinguir diferentes tipos de intervenções em córregos de baixa ordem. É provável que o menor número de invertebrados em deriva na estação seca tenha influenciado a baixa abundância de invertebrados encontrados nas pedras. Este baixo fluxo provavelmente contribuiu para a dissimilaridade na composição da fauna entre trechos próximos de um mesmo córrego. Isto indica que trechos de corredeira podem não ser representativos de seções inteiras de córregos, um aspecto importante a ser considerado em estudos de conservação e manejo destes ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, M; GUY, G. **Effects of experimental acidification on a lotic macroinvertebrate community.** *Hydrobiologia*, vol. 144, p. 37 – 49, 1987.
- ALLAN, J. D. & M. M. CASTILLO. **Stream ecology– structure and function of running waters.** New York, Springer, 2 ed, 2007.
- ALMEIDA-NETO, M. *et al.* **A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement.** *Oikos*, vol.117, p.1227-1239, 2008.
- ARMITAGE P.D, CRANSTON P.S, PINDER L.C.V. **The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges.** Chapman and Hal, 1995.
- ATMAR, W. AND PATTERSON, B. D. **The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat.** *Oecologia* vol. 96, p.373-382, 1993.
- BELL, H.L. **Effect of low pH on the survival and emergence of aquatic insects.** Of low pH on the survival and emergence of aquatic insects. *Water Research*, vol. 5, p. 313- 319, 1971.
- BOHONAK, A. J; JENKINS, D. G. **Ecological and evolutionary significance of dispersal by fresh water invertebrates.** *Ecology Letters*, vol.6, p. 783–796, 2003.
- BOULTON, A. J; P. S. LAKE. **The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. I. Multivariate analysis of physico-chemical features.** *Freshwater Biology*, vol. 24, p.123–141, 1990.
- BROOKS, ANDREW *et al.* **Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles,** *Freshwater Biology*, v. 50, p. 331-344, 2005.
- BROOKS, A.J., HAUSLER, T. **Invertebrate responses to flow: trait-velocity relationships during low and moderate flows.** *Hydrobiologia*. 2016
- BROWN, H. P. **Biology of riffle beetles.** *Annual review of entomology*. vol.32, p. 253-273, 1987.
- CABIN FIELD MANUAL. **Canadian Aquatic Biomonitoring Network.** 2009
- CARVALHO, A. L; CALIL, E. R. 2000. **Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas.** *Papéis Avulsos de Zoologia*, vol. 41, n.15, p. 223-241.
- COOK, R. R, QUINN, J. F. **The influence of colonization in nested species subsets.** *Oecologia*, vol. 102, p.413–424, 1995.
- COOPER, SCOTT *et al.* **Quantifying spatial heterogeneity in streams.** *Journal of the North American Benthological Society*, vol.16, p. 174-188, 1997.

COSTA, C.; IDE, S; SIMONKA, C. E. **Insetos Imaturos: Metamorfose e identificação.** Holos, Ribeirão Preto. 2006

Courtney, L. A; Clements, W. H. **Effects of acidic Honbenthic macroinvertebrate communities in stream microcosms.** Hydrobiologia, vol. 379, p.135–145, 1998.

CULP, J. M, WALDE, S. J , DAVIES, R.W. **Relative Importance of substrate particle size and detritus to stream benthic macroinvertebrate Microdistribution,**vol. 40, p.1568-1574.1983.

CUNHA *et.al.***Benthic macrofauna and the limnological parameters of a first-order stream in Atlantic Forest of Brazilian Northeast.** Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 26, no. 1, p. 26-34 , 2014.

DOMÍNGUEZ, E. , FERNÁNDEZ, H. R. **Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología.** Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.656 p. 2009.

DOWNES, B.J, LAKE, P.S. and SCHREIBER, E. S. G. **Habitat structure and invertebrate assemblages on stream stones: A multivariate view from the riffle** Freshwater Biology , 30, p. 119–132. 1995.

EGGLISHAW, J. H. **The distribution of benthic invertebrates on substrata in fast-flowing streams.** Journal of Animal Ecology, vol. 38, n. 1 , p. 19-33, 1969.

FAILLA *et al.***The ecological, economic and public health impacts of nuisance chironomids and their potential as aquatic invaders.** Aquatic Invasions, vol. 10, ed. 1, p. 1-15. 2015

FERNÁNDEZ, H. R; DOMÍNGUEZ, E. **Guía para La determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.** Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. 282p., 2001.

FLORENCIO, M. PANIAGUA, C. D. **Spatio-temporal nested patterns in macroinvertebrate assemblages across a pond network with a wide hydroperiod range.** Oecologia, vol. 166, p. 469–483, 2011.

FRISSEL, CHRISTOPHER *et al.* **A hierarchical framework for stream habitat classification : viewing streams in a watershed context.** Environmental Management, 10, p. 199-214.1986

GORBACH, K. R. **Benthic Community Responses to Water Removal in Tropical Mountain Streams.** River Research and applications, vol. 30, p. 791– 803, 2014.

GUIMARÃES, JR.P.R, GUIMARÃES, P. **Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices.** Environmental Modelling e Software, p. 1512-1513, 2006.

HAMADA, N., NESSIMIAN, J. L., QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia / Manaus.** Editora do INPA. 724 p, 2014.

HAMMER, O, HARPER, D .A .T, AND RYAN, P. D. Past. **Paleotological Statistics software package for education and data analysis**. Palaeontologia Electronica, vol.4, p.1- 9, 2001.

HAUSDORF , B, HENNIG, C. **Nestedness of north-west European and snail ranges as a consequence of diferential immigration from Pleistocene glacial refuges**. Oecologia, vol. 135, p.102–109, 2003.

HEINO, J .**Environmental heterogeneity, dispersal mode, andco-occurrence in stream macroinvertebrates**. Ecologyand Evolution, 2013.

HYNES, H. B. N., & HYNES, H. B. N. **The ecology of running Waters**.Liverpool University Press, vol. 555, 1970.

KARNA, O.M 1; GRONROOS, M; ANTIKAINEN, H; HJORT, J; ILMONEN, J; PAASIVIRTA, L; HEINO, J.**Inferring the effects of potential dispersal routeson The metacommunity structure of stream insects: as the crowflies, as the fishs wimsor as the fox runs?** Journal of Animal Ecology, 2015.

LAKE, P. S, DOEG, T. MORTON, D. W. **The macroinvertebrate community of Stones in na Australian upland stream**. Verh.Inernat.Verein.Limnol, vol. 22, p. 2141-2147, 1985.

LANCASTER, J. **Small-scale movements of lotic macroinvertbrates with variations in flow**. Freshwater Biology, vol. 41,p. 605-619,1999.

LANCASTER, J. E DOWNES, B. J. **Maternal behaviours may explain riffle-scale variations in some stream insect populations**. Freshwater Biology v. 59, p. 502–513, 2014.

LEITE, R. C. **Distribuição espacial de Chironomidae (Diptera) em riachos da região norte da Serra do Mar, Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências-etomologia), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. 2010

LINDSTROM, E.S.; LANGENHEDER, S. **Local and regional factors influencing bacterial community assembly**. Environmental Microbiology Reports, vol. 4, p. 1–9, 2012.

LIU, SHUORU *et al.* **Different roles of environmental variables and spatial factors in structuring stream benthic diatom and macroinvertebratein Yangtze River Delta, China**. Ecological Indicators, vol. 61, p. 602–611, 2016.

LOPES *et.al.* **Pedras em riachos e a comunidade de macroinvertebrados aquáticos**.Curso de pós-graduação em ecologia,Universidade de São Paulo,2009,p.1-4.

MARTINELLI, L. A; KRUSCHE, A.V. **Amostragem de invertebrados bentônicos**. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Org.). Amostragem em Limnologia, vol. 2. São Carlos: Rima, p. 263-279. 2007.

MCABENDROTH, L. F. A, RUNDLE S. D, BILTON D.T. **Unravelling nestedness and spatial pattern in pond assemblages**. Journal of Animal Ecology, vol. 74, p.41–49, 2005.

McCAFFERTY, W. P. **Aquatic Entomology**. Jones and Bartlett publishers. Boston. 1981.

MCCUNE, B. AND M. J. MEFFORD. **PC-ORD Version 5.15**,2006.

MERRITT, W., CUMMINS, K.W. **An Introduction to the aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt Publishing Company. 3 ed. 3, 862p.1996.

MILESI, S. V. MELO, A. S. **Conditional effects of aquatic insects of small tributaries on mainstream assemblages: position within drainage network matters**. Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences, vol.71, p. 1–9, 2014.

MUGNAI, NESSIMIAN, BAPTISTA. **Manual de identificação de invertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Technical Books Editora, 1ed, 176 p., 2010.

NETO, FRANCISCO *et al.* **Toward a practical use of Neotropical odonates as bioindicators: Testing congruence across taxonomic resolution and life stages**. Ecological Indicators, vol. 61, Part. 2, p. 952–959,2016.

PES, A. M. O. HAMADA, N. & NESSIMIAN, J. L. **Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil**. Revista Brasileira de Entomologia vol. 49 n. 2, p. 181-204, 2005.

R DEVELOPMENT CORETEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.2012

ROBSON, B.J.; BARMUTA, L.A. **The effect of two scales of habitat architecture on benthic grazing in river**. Freshwater Biology, vol. 39, p. 207-220, 1998.

ROLLS, R. J., C. LEIGH & F. SHELDON, 2012. **Mechanistic effects o flow-flow hydrology on river in eecosystems: ecological principles and consequences of alteration**. Freshwater Science , vol.31,p.1163–1186,2012.

ROSA, B. F. J. V, VASQUES, M.&ALVES, R.G. **Chironomidae (Insecta, Diptera) associated with stones in a first-order Atlantic Forest stream**. Revista Chilena de Historia Natural, vol. 86, p. 291-300, 2013.

ROSS, THOMPSON;COLIN, TOWNSEND. **A trucewith neutral theory: local deterministic factors, specie straits and dispersal limitation together determine patterns of diversity in stream invertebrates**. Journal of Animal Ecology, vol. 75, p. 476–484, 2006.

SHARPE, A.K. & DOWNES, B.J. (2006) **The effects of potential larval supply, settlementand post-settlement processes on the distribution of two species of filter-feeding caddisflies**. Freshwater Biology, 51, 717–729.

STATSOFT. Programa Statistica versão 7.0.

TRIVINHO, S. S. **Larvas de Chironomidae- Guia de identificação**. Universidade Federal de São Carlos, 2011.

WOOD P.J. **The ecological impact of the 1995-1996 drought on a small groundwaterfed stream. In Hydrology in a Changing Environment**. Wheaton H, Kirby C (eds.). Wiley: Chichester, vol. 301, 311p.,1998.