



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

LORRANE AESHA MALTA FEITOZA

**LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS E SUA
FUNÇÃO NO PROCESSAMENTO DE DETRITOS FOLIARES EM IGARAPÉS
DE CABECEIRA NA SERRA BONITA, CANTÁ – RR**

BOA VISTA, RR

2013

LORRANE AESHA MALTA FEITOZA

**LEVANTAMENTO DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS E SUA
FUNÇÃO NO PROCESSAMENTO DE DETRITOS FOLIARES EM IGARAPÉS
DE CABECEIRA NA SERRA BONITA, CANTÁ – RR**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Naturais, do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PRONAT, da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, com área de concentração em Manejo e Conservação de bacias hidrográficas.

Orientadora: Lucília Dias Pacobahyba.

Coorientadora: Vânia Graciele Lezan Kowalczuk.

BOA VISTA, RR

2013

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

F3111 Feitoza, Lorrane Aesha Malta.

Levantamento de macroinvertebrados aquáticos e sua função no processamento de detritos foliares em igarapés de cabeceira na Serra Bonita, Cantá-RR / Lorrane Aesha Malta Feitoza. – Boa Vista, 2013.
60 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Lucília Dias Pacobahyba.

Coorientadora: Profa. Dra. Vânia Graciele Lezan Kowalczuk.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais - PRONAT.

1 - Relações ecológicas. 2 - Fragmentadores. 3 - Decomposição.
I - Título. II - Pacobahyba, Lucília Dias (orientadora). III - Kowalczuk, Vânia Graciele Lezan (coorientadora).

CDU - 581.5(811.4)

Ficha Catalográfica elaborada pela:
Bibliotecária/Documentalista: Maria de Fátima Andrade Costa - CRB-11/453-AM

LORRANE AESHA MALTA FEITOZA

Levantamento de macroinvertebrados aquáticos e sua função no processamento de detritos foliares em igarapés de cabeceira na serra Bonita, Cantá-RR

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 27 de agosto de 2013 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:



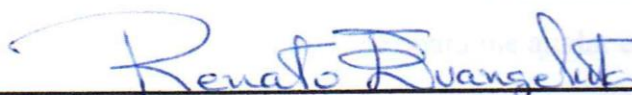
Prof. Dra. Lucilia Dias Pacobahyba
Orientadora – PRONAT



Prof. Dr. Sérgio de Melo
Membro – Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof. Dra. Patrícia Macedo de Castro
Membro – Universidade Estadual de Roraima



Prof. Dr. Renato Augusto de Oliveira Evangelista
Membro – Universidade Federal de Roraima

Agradecimentos

Aos meus pais, Rosa e Marivaldo, minhas irmãs, Lorena e Loriane, e meu companheiro Bruno Jorge, pelo apoio, paciência e força que me deram, não apenas ao longo desses dois anos, mas em muitos momentos de minha vida.

Às minhas orientadoras/mães, Lucília Pacobahyba e Vânia Kowalczyk, que estão comigo há muitos anos, sempre me incentivando, confiando e dando assistência no que precisei. Gostaria também de agradecer aos professores José Julio de Toledo, Marcos Vital, Gardênia Cabral, Henrique da Silva, Gilmara Duarte e Vladimir Souza, que me ensinaram e me ajudaram, tal ajuda que foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Ao Márcio Teixeira, que sempre me ajudou nas idas ao campo, seja qual dia fosse, seja quão cansado estivesse, estava lá comigo, com seu humor irradiante e seu jaboti voador. Sua ajuda foi impagável.

Ao Roberto Carlos Caleffi, por ter nos acompanhado na ida ao campo e ceder suas belas fotos que fez do nosso trabalho.

À Érica Veras e Delman Veras, por ter nos cedido sua fazenda (Fazenda Águas da Serra), onde o experimento foi implantado. Agradecemos a hospitalidade, por ter nos acompanhado e mostrado a área. Gostaria também de agradecer o Sr. Mineiro, caseiro da fazenda, que nos recepcionava e dava seus conselhos.

À equipe do Laboratório de Invertebrados Aquáticos (em ordem alfabética): Caio Santos, Daniela Carvalho, Keyty Oliveira, Lidiane Ferreira, Nailton Freitas Jr., Rodrigo Lopes e Thiago Vinícius, que auxiliaram muito nos trabalhos de campo e laboratoriais, perdendo fins de semana e noites bem dormidas para me ajudar e também me divertir, porque não havia momentos sem gargalhadas ou piadas.

À toda equipe que trabalhou no projeto do Bionorte em Roraima: Amanda Roxane, Andréia Alencar, Dinamara Mildred, Eduardo Brito, Eloísa Maia, Jafet da Silva, Madalena Oliveira, Mariana Camargo e Wilson Lima Jr. Foram muitos fins de semana e madrugada adentro processando amostras e mais amostras. Sem o trabalho de vocês, o meu também não seria possível.

À equipe do Laboratório de Química, coordenado pelo Prof. Henrique Silva, especialmente à técnica Elenilda Rebouças, que realizaram as análises químicas da água.

À minha amiga Raissa Paiva, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo sua ajuda e amizade, assim como minhas amigas Bruna Arenhart e Gabriele Abreu me proporcionaram momentos de alegria e apoio nesse jornada.

À ajuda externa, que me respondeu quanto tive dúvidas e me apontou soluções: Amaraína Maia, Ana Katarina Nogueira, Anelise Marques, Patrícia Oliveira, Paula Moraes, Neusa Hamada e Sheyla Couceiro, assim como toda a equipe da Rede Bionorte.

Aos meus colegas de turma do Pronat, os quais compartilhei momentos de angústia, raiva e alegria... Obrigada pelo companheirismo e apoio de vocês, especialmente à Adriana Lacerda. Muitas amizades que fiz irão seguir ao meu lado por toda a vida.

Por fim, a todos que ajudaram direta ou indiretamente na minha formação: equipe do Pronat, do CBio, da UFRR, UFT e CNPq.

Não há fé inabalável senão aquela que pode encarar a razão face a face, em todas as épocas da Humanidade.

(Allan Kardec)

RESUMO

Estudos sobre a decomposição de detritos orgânicos em igarapés tropicais são escassos, além de esses ecossistemas estarem sob constante ameaça pela degradação da vegetação ripária, podendo ser perdida uma biodiversidade ainda não conhecida. Estudos sobre macroinvertebrados em Roraima são escassos, principalmente no que diz respeito à caracterização do habitat, relações biológicas e ecológicas das fases imaturas. O objetivo deste trabalho foi conhecer a fauna de macroinvertebrados aquáticos associados ao folhiço submerso em igarapés da Serra Bonita, Cantá – RR, visando compreender quais grupos participam do processamento da matéria orgânica alóctone. Foram selecionados três igarapés de uma mesma bacia hidrográfica, em cada um foi delimitado um ponto amostral. As amostragens foram realizadas entre junho e novembro de 2012. As folhas foram coletadas em baldes suspensos a 1m da coluna d'água. Após 30 ± 2 dias, as folhas foram coletadas, pesadas e colocadas em pacotes de malha grossa (com cinco folhas ou aproximadamente 5g) e incubadas no igarapé por 30 ± 2 dias. Após este período, os pacotes foram coletados e lavados sob peneira de malha de 250 μm , para retenção dos macroinvertebrados. Das folhas, foram cortados quatro discos de cada, um para calcular o peso seco livre de cinzas e os demais para outras análises microbiológicas. Tanto as folhas quanto os discos foram secos em estufa e pesadas para calcular a taxa de decomposição, baseada no modelo de exponencial negativo de decaimento ($W_t = W_0 - e^{-kt}$). Foram também analisados parâmetros abióticos da água, como temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, Nitrito, Nitrato, Amônia, Fósforo total e vazão. Foi aplicado o índice de similaridade para comparar os táxons nos diferentes pontos de amostragem. Para verificar a relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores e macroinvertebrados foi aplicada Regressão Linear Simples. Foram realizadas PCA e NMDS, cujos principais eixos foram correlacionados para analisar se a mudança das variáveis abióticas muda a composição da fauna de macroinvertebrados. Foram coletados 20.079 indivíduos distribuídos em 91 táxons, sendo Chironomidae o grupo mais abundante, seguido por Ceratopogonidae, Oligochaeta e Leptoceridae. O ponto dois apresentou maior riqueza e abundância, com 64 táxons e 43,55% do total de indivíduos coletados. No período seco, houve maior entrada de matéria orgânica, maiores concentrações de nutrientes na água, maiores taxas de decomposição e aumento no número de macroinvertebrados. A categoria trófica predominante foi predador, seguida por coletor e raspador. Ao relacionar os eixos da PCA com do NMDS, pode-se verificar que a comunidade de macroinvertebrados varia de acordo com as variáveis abióticas. Não houve relação significativa entre o número de fragmentadores e as taxas de decomposição; houve relação significativa entre o número de macroinvertebrados e a taxa de decomposição apenas no ponto três. Esses resultados podem ser explicados pelo abandono dos fragmentadores dos *litterbags* pela perda da qualidade das folhas após os 30 ± 2 dias de incubação e pela capacidade maior de retenção do folhiço no ponto três. O estudo sobre a decomposição nesta região apresentam dados inéditos, incrementando o conhecimento a cerca deste processo tão importante nos ambientes tropicais.

Palavras-chave: Relações ecológicas. Fragmentadores. Decomposição.

ABSTRACT

Studies of litter decomposition in tropical streams are scarce, and these ecosystems are under constant threat by the degradation of riparian vegetation, and may be lost in biodiversity not yet known. Studies about macroinvertebrates in Roraima are scarce, especially regarding the characterization of habitat, biological and ecological relationships of the immature stages. The aim of this study was to know the fauna of aquatic macroinvertebrates associated with submerged litter in streams of the Serra Bonita, Cantá - RR, to understand which groups participate in the allochthonous organic matter processing. It was selected three streams of the same river basin, in each one a sample point was delimited. Sampling was carried out between June and November 2012. The leaves were collected in buckets suspended at 1m from the bed of the stream. After 30 ± 2 days, the leaves were collected, weighed and placed in packages of coarse mesh (with about 5g or 5 leaves) and incubated at 30 ± 2 days on stream. After this time the packages were collected and washed under $250 \mu\text{m}$ mesh to retain the macroinvertebrates. Leaves were cut from 4 discs each, to calculate the ash-free dry weight, and the other for other analysis. Both the leaves as the discs were dried and weighed to calculate the decomposition rate based on the model of negative exponential decay ($W_t = W_0 - e^{-kt}$). Water abiotic parameters were also analyzed, such as temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen, nitrite, nitrate, ammonia, total phosphorus and flow. We used the similarity index to compare the taxa in different sampling points. To verify the relationship between decomposition rate and number of macroinvertebrate and shredders, simple linear regression was applied. Were performed PCA and NMDS, whose major axes were correlated to examine whether the change of abiotic variables changes the composition of the macroinvertebrate community. We collected 20,079 individuals in 91 taxa, Chironomidae being the most abundant, followed by Ceratopogonidae, Oligochaeta and Leptoceridae. Point two showed higher richness and abundance, with 64 taxa and 43.55% of the total individuals. In the dry period, there was a greater input of organic matter, higher concentrations of nutrients in the water, higher rates of decomposition and increase the number of macroinvertebrates. Predator was the predominant trophic category, followed by collector and scraper. By relating the PCA axes with the NMDS, it can be seen that the macroinvertebrate community varies with the abiotic variables. There was no significant relationship between the number of shredders and decomposition rates; there significant relationship between the number of macroinvertebrates and the rate of decomposition only in point three. These results can be explained by the abandonment of the shredders of litterbags the loss of quality of the leaves after 30 ± 2 days of incubation and the highest capacity retention of leaf litter in point three. The study of litter decomposition in this region is an unpublished data, increasing the knowledge about this important process in tropical environments.

Key-works: Ecological relationships. Shredders. Decomposition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Igarapé um (ponto um), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.....	21
Figura 2 – Igarapé dois (ponto dois), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.....	21
Figura 3 – Igarapé três (ponto três), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	22
Figura 4 – Mapa de localização dos pontos estudados, na Serra Bonita, Cantá, Roraima (elaborado por Marcelo Almeida).	22
Figura 5 – Disposição de baldes para coleta do aporte vertical (Fonte: UFT, 2011).....	23
Figura 6 – 6a) Uma das fileiras com seis baldes; 6b) Largura dos baldes para captura das folhas senescentes da vegetação ripária.....	24
Figura 7 – Esquema do trecho selecionado em cada igarapé, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	24
Figura 8 – Litterbag utilizado para incubar as folhas provenientes do aporte vertical.....	25
Figura 9 – Litterbags incubados no leito do igarapé por 30 dias (± 2), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	26
Figura 10 – Precipitação média mensal (mm) durante os meses de coleta, na Estação Meteorológica de Boa Vista (Fonte: BDMEP – INMET, 2013).....	30
Figura 11 – Velocidade média do vento (m/s) na Estação Meteorológica de Boa Vista durante o período do experimento no Cantá (Fonte: BDMEP – INMET, 2013).	30
Figura 12 – Amanahyphes sp. (Ephemeroptera - Leptohiphidae), que representa a primeira ocorrência para o estado, coletado na Serra Bonita, Cantá, Roraima.....	35
Figura 13 – Relação entre as variáveis abióticas da água com a comunidade de macroinvertebrados aquáticos na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2 = 0,59$; $F_{1;16} = 23,33$; $p = 0,0018$).....	37
Figura 14 – Massas ovíferas de Trichoptera aderidas às folhas incubadas nos litterbags durante o mês de outubro, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.....	38
Figura 15 – Número de táxons por categoria trófica de macroinvertebrados da Serra Bonita, Cantá, Roraima (C: Coletor; C/R: Coletor/Raspador; C/F: Coletor/Fragmentador; C/R/F: Coletor/Raspador/Fragmentador; F: Fragmentador; R: Raspador; R/F: Raspador/Fragmentador; O: Onívoros; P: Predador; P/FF: Predador/Fragmentador facultativo; P/C/F: Predador/Coletor/Fragmentador).	39
Figura 16 – Macroinvertebrados fragmentadores coletados na Serra Bonita, Cantá, Roraima (A: Phylloicus sp. dentro do abrigo; B: Triplectides sp.)	39

Figura 17 – Número de indivíduos por categoria trófica de macroinvertebrados da Serra Bonita, Cantá, Roraima (C: Coletor; C/R: Coletor/Raspador; C/F: Coletor/Fragmentador; C/R/F: Coletor/Raspador/Fragmentador; F: Fragmentador; R: Raspador; R/F: Raspador/Fragmentador; O: Onívoros; P: Predador; P/FF: Predador/Fragmentador facultativo; P/C/F: Predador/Coletor/Fragmentador).	40
Figura 18 – Taxa de decomposição média por ponto amostral durante os meses de coleta, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	41
Figura 19 – Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto um, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0,2089$; $F_{1,6}= 1,0561$; $p= 0,364$).....	42
Figura 20 – Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto dois, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.5314$; $F_{1,6}= 4.5365$; $p= 0.0997$).....	43
Figura 21: Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto três, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.3643$; $F_{1,6}= 2.2923$; $p= 0.2039$).....	43
Figura 22 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto um, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.464$; $F_{1,5}= 3.4622$; $p= 0.1356$).....	44
Figura 23 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto dois, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.5681$; $F_{1,5}= 5.2616$; $p= 0.0831$).	44
Figura 24 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto três, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.6599$; $F_{1,5}= 7.7604$; $p= 0.0497$).	45
Figura 25 – Folha após 28 dias de incubação no igarapé localizado na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis físico-químicas da água entre os meses de junho a novembro de 2012, na Serra Bonita, RR – Temperatura (°C), Oxigênio Dissolvido (OD – mg/L), pH, Condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S/s}$), Amônia (mg/L), Nitrito (mg/L), Nitrato (mg/L) e Fosfato total (mg/L).....	31
Tabela 2 – Peso seco (g) da matéria orgânica alóctone nos três pontos amostrados na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	19
2.1 GERAL.....	19
2.2 ESPECÍFICOS	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 ÁREA DE ESTUDO	20
3.2 DESENHO EXPERIMENTAL.....	23
3.3 COLETA E ANÁLISE DO MATERIAL BIOLÓGICO AMOSTRADO	27
3.4 ANÁLISE DE DADOS	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE	30
4.2 MACROINVERTEBRADOS COLONIZADORES DO FOLHIÇO	33
4.3 TAXA DE DECOMPOSIÇÃO	41
4.4 MACROINVERTEBRADOS X TAXA DE DECOMPOSIÇÃO	42
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50
ANEXOS	57
Anexo I – Macroinvertebrados coletados nos três pontos de amostragem na Serra Bonita, Cantá, Roraima.	57

1 INTRODUÇÃO

Os detritos orgânicos são uma importante fonte de energia para os ecossistemas aquáticos e existem duas formas de entrada destes detritos: autóctone, onde se destacam as macrófitas aquáticas, e alóctone, composta principalmente por folhas providas da vegetação ripária (além de galhos, flores, frutos, etc.). Essa última é o principal recurso energético em igarapés de cabeceira com mata ciliar bem desenvolvida (GIMENES et al., 2010; GONÇALVES-Jr, 2005).

A matéria orgânica alóctone é fundamental nos ambientes onde o dossel da mata ciliar é fechado e impede a entrada de luz (e conseqüentemente a produção primária), sendo a principal fonte de carbono e energia para os organismos. Até mesmo em ambientes onde há presença de macrófitas aquáticas, a entrada de material alóctone é importante para a comunidade aquática (ELOSEGI; POZO, 2005).

No Conceito de Rio Contínuo (*River Continuum Concept*), os igarapés de cabeceira – menor largura – são fortemente influenciados pela vegetação ripária, que vai perdendo sua função de principal fonte de energia conforme a largura do corpo d'água aumenta, possibilitando a entrada de luz e a produção primária por algas e plantas (VANNOTE et al., 1980).

A vegetação ripária desempenha outros papéis ecológicos muito importantes, principalmente no que diz respeito à qualidade e quantidade de água dos vários ecossistemas que compõem uma bacia hidrográfica. Sua preservação, diversidade e densidade influenciam o ciclo da água, a composição química da água de drenagem, o transporte de matéria orgânica, a intensidade do escoamento superficial e a descarga dos aquíferos (ATTANASIO, 2008; TUNDISI; TUNDISI, 2010).

A matéria orgânica pode ser representada de duas formas nos ambientes aquáticos: a matéria orgânica particulada grossa – CPOM (folhas, galhos, cascas, flores, frutos, etc.) e a matéria orgânica particulada fina – FPOM (detritos animais e vegetais, como, por exemplo, fezes). Em ambientes lóticos, essa matéria orgânica pode ser proveniente de plantas aquáticas ou da vegetação ripária, sendo a última mais importante como fonte de energia. Essas partículas podem ser utilizadas como alimento e habitat para muitos insetos (WARD, 1992).

Dentre essas categorias de matéria orgânica, a particulada grossa é a principal fonte de energia nos ambientes aquáticos continentais. O estudo da decomposição desse

tipo de matéria orgânica (basicamente formada por detritos foliares) é fundamental para a compreensão do fluxo de energia e manutenção do metabolismo destes ecossistemas aquáticos continentais, especialmente os ecossistemas lóticos. A matéria orgânica de origem animal é pouco significativa nos ecossistemas aquáticos, comparada a necromassa de origem vegetal ou matéria orgânica particulada grossa (ESTEVES; GONÇALVES-Jr, 2011).

O processo de transformação da vegetação morta em detritos a serem utilizados por outros componentes biológicos do ecossistema pode apresentar taxas de decomposição variáveis, que dependem de fatores físicos (velocidade e temperatura) e químicos (nutrientes dissolvidos) da água, e agentes biológicos (microrganismos e detritívoros). Nos ambientes tropicais há uma grande variedade de plantas vasculares, podendo essa taxa também sofrer interferência pelas características da folha (WANTZEN et al., 2008).

Segundo Bianchini-Jr (1999), o processo de decomposição é constituído por três mecanismos básicos: a lixiviação (os compostos solúveis são reduzidos pela ação da água), a fragmentação (processo físico relacionado à alimentação dos fragmentadores, onde os resíduos gerados são excretados em partículas menores e com composição química diferente do material ingerido) e o catabolismo (compostos orgânicos complexos são transformados em moléculas pequenas e simples, inorgânicas ou orgânicas). Há ainda a colonização e degradação microbiológica, conhecida como condicionamento (ABELHO, 2001).

Através de estudo da decomposição de folhiço em igarapés no Canadá, Lecerf e Richardson (2010) mostraram quão sensíveis são os igarapés de cabeceira a alterações florestais, podendo incorporá-la como indicador funcional em programas de biomonitoramento.

A comunidade bentônica participa do processo de decomposição na redução de partículas e repassa nutrientes ao ser predada por outros organismos maiores, como peixes. Atuam também no biorrevolvimento, liberando nutrientes principalmente para superfície (ESTEVES, 1998).

Macroinvertebrados são os invertebrados que possuem tamanho superior a 0,5 mm ou tamanho suficiente para serem vistos a olho nu. A maioria desses organismos vive na região bentônica dos ambientes aquáticos, sendo comumente referidos como macrobentos (JACOBSEN et al., 2008).

Eles podem ser classificados de acordo com seus grupos tróficos funcionais, o que permite uma análise de como o detrito é processado e utilizado, a partir do hábito alimentar. Podem ser predadores, que se alimentam de tecido de outros animais, raspadores, que raspam o biofilme aderido a diversos substratos e, coletores, que se alimentam da matéria orgânica particulada fina (GONÇALVES-Jr, 2006).

Os macroinvertebrados fragmentadores são aqueles que têm suas peças bucais adaptadas para se alimentar de grandes partículas de matéria orgânica, como as folhas em decomposição. Em ambientes temperados, a maioria é formada por insetos e crustáceos, tais como Plecoptera, Trichoptera, Amphipoda e Isopoda (COBO, 2005). Nesses ambientes, a influência dos fragmentadores na decomposição do folhiço em seus igarapés é bem mais conhecida do que nos igarapés de florestas tropicais (SHIEH et al., 2007). Dentre esses macroinvertebrados, os Decapoda também podem ser importantes contribuintes na produção de alguns igarapés, de tal forma que compensaria uma menor produção dos insetos (JACOBSEN et al., 2008).

Segundo Vannote e colaboradores (1980), em igarapés de pequena ordem são predominantes os macroinvertebrados fragmentadores, que se alimentam das folhas submersas, geralmente associadas com a biomassa microbiana. O igarapé deve ter a capacidade de reter o folhiço em seu leito, pois é nesta forma que ele fica disponível aos macroinvertebrados e microrganismos; a capacidade de retenção é crucial para determinar o processo de decomposição (DOBSON, 2005).

O processo de sucessão ecológica é a principal força motora para o desenvolvimento da comunidade de invertebrados na colonização do detrito. Outro fator que também influencia é o estágio da colonização da comunidade microbiana no tecido foliar, composição química do detrito e o estágio de decomposição que se encontra esse detrito (GONÇALVES-Jr, 2006).

Nos ambientes tropicais, os macroinvertebrados fragmentadores parecem ser menos abundantes em relação aos ambientes temperados; conseqüentemente, menos importantes no processamento da matéria orgânica. Porém, mais estudos a respeito desse assunto devem ser realizados para se confirmar essa premissa (WANTZEN et al., 2008).

Com o intuito de analisar o papel dos fragmentadores na decomposição em pequenos rios da Alemanha, Tiegs e colaboradores (2008) realizaram experimentos em que folhas foram colocadas dentro de pacotes com diferentes tipos de malha e deixadas nos corpos d'água. Eles verificaram a influência dos fragmentadores na decomposição,

onde os pacotes com malha grossa (para que os macroinvertebrados possam entrar) apresentaram taxa de decomposição maior do que em pacotes com malha fina, reforçando a importância desses organismos neste processo.

Em estudo realizado por Moretti e colaboradores (2007) sobre colonização em folhicho proveniente de plantas nativas no sudeste do Brasil - MG, a participação de macroinvertebrados na decomposição das folhas foi pequena, sugerindo que aquele substrato serve principalmente como abrigo e indiretamente como fonte alimentar. Já Landeiro e colaboradores (2010) encontraram uma relação positiva entre a densidade de fragmentadores e a taxa de decomposição em igarapés de pequena ordem da Amazônia, bacia do rio Urubu.

Gonçalves-Jr. e colaboradores (2006) observaram que os principais grupos colonizadores e presentes em todo o processo de decomposição do folhicho, em um igarapé tropical, foram Chironomidae e Ephemeroptera, por possuírem a capacidade de colonizar diferentes detritos foliares. O estudo também indicou que os fragmentadores tendem a ser mais abundantes quando há um aumento de microrganismos nas folhas.

O folhicho submerso é o principal substrato na coleta de insetos aquáticos em igarapés de terra-firme, pois abriga uma grande diversidade destes (LOPES et al., 2008). Em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central, esse substrato (em áreas de correnteza) foi o que apresentou maior abundância e riqueza de táxons (FIDELIS; NESSIMIAN; HAMADA, 2008).

No que diz respeito à biodiversidade em ambientes de água doce, alguns grupos específicos de animais, principalmente os de maior porte e os que são utilizados diretamente na alimentação humana, têm maior foco nas pesquisas. Porém, estudos dos padrões de diversidade de invertebrados ainda são escassos, mesmo sendo um dos grupos de maior importância no funcionamento destes ambientes. Estudos que abrangem desde inventários até os mecanismos que geram os padrões de diversidade são desafios importantes e urgentes para que possam ser identificadas as ameaças à manutenção desses ecossistemas (SCHNECK; HEPP, 2010).

Embora ainda não se tenha estudos sobre a função destes animais no processo de decomposição de folhas em igarapés roraimenses, nos últimos anos alguns trabalhos sobre macroinvertebrados aquáticos, principalmente insetos, foram desenvolvidos no Estado. A maioria trata sobre dípteros vetores de doenças, muitos deles relacionados à sua fase adulta (BARROS; HONÓRIO; ARRUDA, 2011; BARROS; HONÓRIO;

ARRUDA, 2010; BARROS et al., 2007; GOMES et al., 2008; NAGM et al., 2007; ROSA-FREITAS, 2007).

O primeiro inventário geral de insetos aquáticos em Roraima foi realizado por Couceiro e colaboradores (2010), onde foram amostrados 48 pontos entre os anos de 2000 a 2007, e encontradas 58 famílias. Segundo os autores, ainda são poucos estudos sobre os insetos aquáticos de Roraima, estando concentrados em alguns locais e envolvem os adultos terrestres. A caracterização do habitat, relações biológicas e ecológicas das fases imaturas são escassas ou inexistentes.

Outros estudos sobre insetos aquáticos foram realizados no Estado. Falcão, Salles e Hamada (2011) descreveram as espécies de Baetidae (Ephemeroptera) ocorrentes em Roraima, com novos registros. No levantamento feito na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) foram também citados espécimes coletados no Estado, das famílias Leptophlebiidae – Ephemeroptera e Hydropsychidae – Trichoptera (RIBEIRO et al., 2009; RIBEIRO et al., 2008).

Há ainda outros trabalhos importantes sobre grupos das ordens Trichoptera, Heteroptera e Coleoptera, com descrição de novas espécies e novas ocorrências para o Estado, relações ecológicas e levantamento taxonômico (ALBINO; PES; HAMADA, 2011; BARBOSA; NESSIMIAN; FERREIRA-KEPPLER, 2010; BENTES et al., 2008; FERNANDES; PASSOS; HAMADA, 2011; MOREIRA et al., 2011; PASSOS et al., 2010).

O conhecimento sobre a decomposição foliar e todos os agentes envolvidos neste processo vem crescendo na última década e isto pode ser visualizado por meio do aumento das discussões sobre essa temática em simpósios e congressos e pelo número cada vez maior de trabalhos apresentados, principalmente no Congresso Brasileiro de Limnologia.

Segundo Moretti, Gonçalves-Jr e Callisto (2007), estudos sobre a decomposição de detritos orgânicos em igarapés tropicais são escassos e pouco é conhecido sobre este processo. Além disso, esses ecossistemas estão sob constante ameaça pela degradação da vegetação ripária, de modo que pode ser perdida uma biodiversidade ainda não conhecida.

Estudos sobre a importância do papel dos macroinvertebrados para o processamento da matéria orgânica são contraditórios em ambientes aquáticos de diferentes regiões geográficas. Nesse sentido, este trabalho será importante porque fornecerá dados inéditos sobre esse processo no estado de Roraima. Estudos

semelhantes a este estão sendo desenvolvidos em igarapés de primeira e segunda ordem nos diversos ambientes brasileiros. Desta forma, poderá ser verificada a existência de um ou mais padrões de decomposição em ecossistemas aquáticos brasileiros.

Em relação aos macroinvertebrados aquáticos (representados principalmente por insetos), poucos são os levantamentos de fauna deste grupo em Roraima. Segundo Couceiro e colaboradores (2010), além da pouca informação, as atividades humanas e diferentes usos da terra no Estado afetam os insetos aquáticos, onde parte dessa fauna pode ser perdida sem ao menos ser conhecida.

Desta forma, é necessário, além de conhecer a macrofauna de invertebrados em igarapés de cabeceira no Estado, buscar entender a função dessa comunidade no processamento da matéria orgânica em ecossistemas aquáticos tropicais.

2 OBJETIVOS

Durante o estudo, buscou-se alcançar os seguintes objetivos:

2.1 GERAL

Conhecer a fauna de macroinvertebrados aquáticos associada ao folhiço submerso em igarapés da Serra Bonita, Cantá – RR, visando compreender quais grupos participam do processamento da matéria orgânica alóctone.

2.2 ESPECÍFICOS

Inventariar os macroinvertebrados aquáticos encontrados no folhiço submerso;

Verificar em quais categorias tróficas estão inseridos os macroinvertebrados encontrados no folhiço;

Caracterizar a comunidade de macroinvertebrados espacial e temporalmente nas amostras coletadas;

Determinar a taxa de massa foliar decomposta em 30 (± 2) dias;

Relacionar a taxa de decomposição com o número de fragmentadores e o número de macroinvertebrados;

Relacionar as variáveis abióticas da água com a comunidade de macroinvertebrados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste projeto foi baseada no Protocolo Experimental Dinâmica de Matéria Orgânica e Decomposição de Detrito Vegetal por Comunidades Microbianas (UFT, 2011). Este protocolo foi aplicado em alguns Estados da região Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-oeste do Brasil, a fim de padronizar a metodologia de estudo da dinâmica da matéria orgânica e como esta se comporta na região tropical.

A maioria dos estudos sobre o processamento da matéria orgânica é feito através da utilização de pacotes de folhas. As folhas constituem mais de 60% da massa dos detritos de origem vegetal, são decompostas mais rápido em relação aos galhos, troncos e gravetos, enquanto as outras estruturas, como flores, frutos e sementes são efêmeros e sazonais, representando pouca energia e nutrientes ao longo do tempo (GONÇALVES-Jr et al., 2013).

Dentre outras vantagens de se utilizar esses substratos nos estudos em limnologia estão seu baixo custo e aparato técnico simples, permitem flexibilidade de escolha do local da amostragem, além de que podem fornecer um nível único de replicabilidade de amostras (SILVEIRA; QUEIROZ, 2006). Os experimentos em pequenas partes do sistema (microcosmos) possuem importantes vantagens, tais como velocidade, replicabilidade, poder estatístico, elucidação de mecanismos e exequibilidade (CARNEIRO; ATTAYDE; BOZZELI, 2005).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município do Cantá está localizado na região centro-leste de Roraima e possui uma área de 7.691 km², equivalendo a 3,41% do território do Estado. Seu clima é do tipo quente e semiúmido, com período de seca nos meses de outubro a março e período chuvoso entre os meses de abril a setembro. Seu relevo é predominantemente plano, com algumas elevações isoladas e áreas de relevo fortemente ondulado. Tem como principais rios o Branco, Quitauaú e Baraúna. Sua temperatura média é de 27,5° C e a precipitação pluviométrica total anual é de 1.750 a 2.000 mm (RORAIMA, 2011).

O experimento foi aplicado em três igarapés (figuras 1, 2 e 3), sendo dois de primeira ordem que se encontram e formam o terceiro, de segunda ordem, segundo a classificação de Strahler (1957).

Figura 1 – Igarapé um (ponto um), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Foto: R. C. Caleffi.

Figura 2 – Igarapé dois (ponto dois), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Foto: R. C. Caleffi.

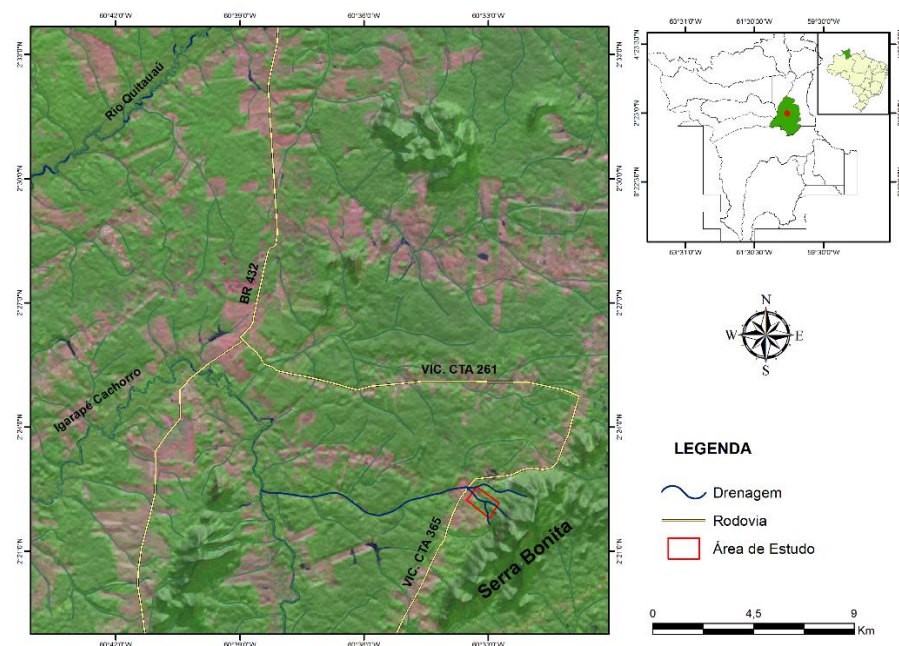
Figura 3 – Igarapé três (ponto três), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Foto: R. C. Caleffi.

Os igarapés estão situados na Serra Bonita (N 02° 22' 133"; W 60° 33' 171"), na estrada Confiança três, no município do Cantá (figura 4). A área é coberta por vegetação ripária preservada, possibilitando o acúmulo de folhas no fundo dos igarapés.

Figura 4 – Mapa de localização dos pontos estudados, na Serra Bonita, Cantá, Roraima (elaborado por Marcelo Almeida).



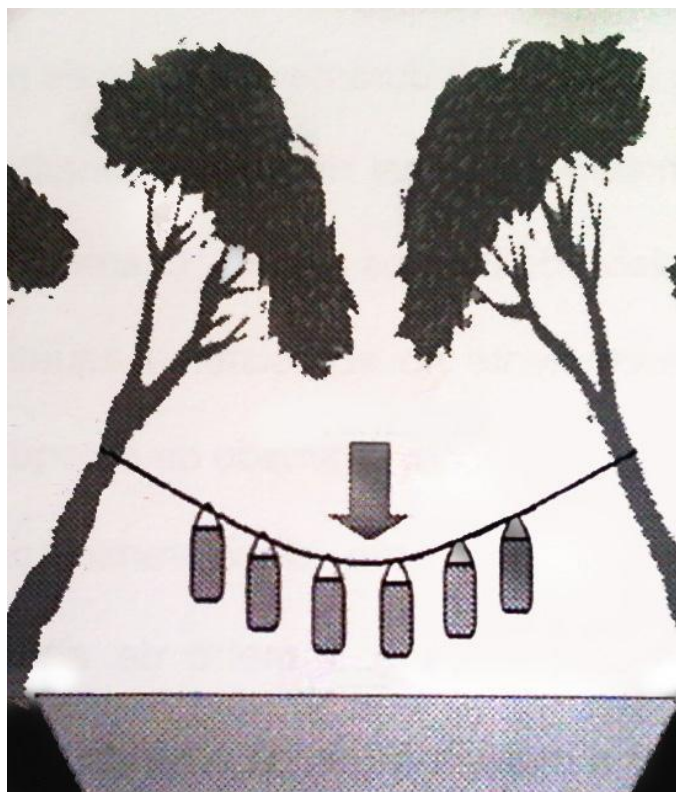
Os dados climatológicos mensais, como precipitação média e velocidade média do vento, da região foram coletados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013). Os dados apresentados são da estação de Boa Vista, uma vez que não há estação no município do Cantá.

3.2 DESENHO EXPERIMENTAL

A instalação do experimento ocorreu entre os meses de março a maio de 2012. A seguir, serão descritas as etapas desde a instalação até as coletas do material biológico. Foram realizadas coletas mensais – 30 dias (± 2) – durante os meses de junho a novembro de 2012.

Para realizar a instalação do experimento, em março de 2012, foram colocados baldes sobre os igarapés no intuito de coletar as folhas do aporte vertical – AV (figura 5).

Figura 5 – Disposição de baldes para coleta do aporte vertical (Fonte: UFT, 2011).



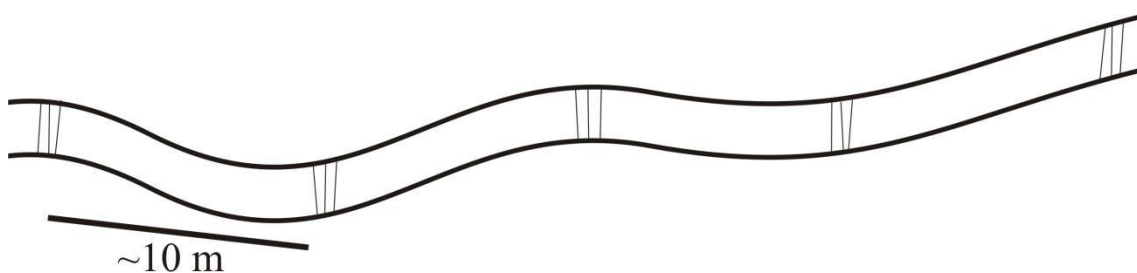
Foram instalados cinco transectos de três fileiras em cada igarapé. Cada fileira possui seis baldes (com 26 cm de abertura – figuras 6a e 6b), perfurados no fundo para evitar o acúmulo de água das chuvas, sustentados por uma corda, a um metro de altura sobre a coluna d'água. As cordas foram amarradas nos troncos de árvores próximas à margem. As três fileiras foram dispostas uma ao lado da outra, próximas.

Figura 6 – 6a) Uma das fileiras com seis baldes; 6b) Largura dos baldes para captura das folhas senescentes da vegetação ripária.



Os transectos foram colocados a uma distância média de 10 metros, em um trecho de aproximadamente 50 metros do igarapé (figura 7).

Figura 7 – Esquema do trecho selecionado em cada igarapé, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



O material do AV capturado nos baldes foi incubado para o estudo da dinâmica da decomposição. Para isso, a partir do segundo mês de experimento (30 ± 2 dias da instalação dos baldes), foi coletado o material botânico do AV, o qual foi armazenado em sacolas plásticas estéreis (nunca usadas), para evitar contaminação, uma vez que o material também foi utilizado para análise microbiológica por outros pesquisadores. Os *litterbags* foram confeccionados em laboratório e incubados no fundo do igarapé, logo

abaixo dos baldes instalados para coleta do aporte vertical, durante o próximo período de 30 ± 2 dias.

Os *litterbags* (figura 8) foram confeccionados com rede de malha grossa (1,5 cm de abertura), no tamanho 30 cm x 30 cm, e costurados com corda de nylon. Em cada um foi colocada uma etiqueta plástica de identificação, especificando cada *litterbag*, em ordem crescente. Por exemplo, no primeiro transecto, são os *litterbags* L1, L2 e L3; no seguinte, L4, L5 e L6; assim por diante.

Figura 8 – *Litterbag* utilizado para incubar as folhas provenientes do aporte vertical.



Logo após sua coleta, o AV foi espalhado em uma bandeja branca e limpa, para triagem e seleção das folhas a serem colocadas no *litterbags*, sendo cinco folhas em cada pacote. As folhas selecionadas deveriam estar íntegras, pois seriam retirados quatro discos de cada folha após a incubação para diversas análises, buscando selecionar diferentes tipos foliares. As folhas separadas foram colocadas em bandejas de alumínio para serem pesadas e posteriormente colocadas nos *litterbags*. O peso das folhas foi anotado e inserido num banco de dados, para análise de perda de massa foliar e cálculo da taxa de decomposição.

Os *litterbags* com as folhas selecionadas foram acondicionados em sacolas plásticas, armazenados em caixa térmica e transportados ao campo, onde foram fixados sobre o leito do igarapé, logo abaixo dos baldes de coleta do AV, três em cada transecto, onde ficaram incubados por 30 ± 2 dias (figura 9).

Figura 9 – *Litterbags* fixados sobre o leito do igarapé por 30 dias (± 2), na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Foto: R. C. Caleffi.

Um *litterbag* extra por transecto foi confeccionado para retornar ao laboratório após a coleta para verificar a variação de peso devido ao tempo de ida ao campo – controle negativo ou controle zero.

A partir do terceiro mês, o procedimento foi parecido ao do mês anterior, a diferença é que além da coleta do AV (para retirada de mais folhas a serem incubadas), também foram coletados os *litterbags* incubados há 30 dias (± 2). Estes procedimentos foram repetidos até os seis meses do experimento.

Concomitantemente a essas coletas, do terceiro mês em diante, foram retirados dois litros de água de cada transecto, utilizando garrafa PET (de água mineral ainda não utilizada, desprezando o conteúdo e lavando três vezes com a água do igarapé), para análise de nutrientes da água (Nitrito, Nitrato, Amônia e Fósforo total). A análise da água foi realizada com no máximo três dias após a coleta da água e realizada pela equipe do Laboratório de Química da UFRR, utilizando a metodologia apresentada por Eaton e colaboradores (2005). Outras variáveis foram determinadas no momento da coleta, utilizando aparelhos portáteis: temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH.

3.3 COLETA E ANÁLISE DO MATERIAL BIOLÓGICO AMOSTRADO

Decorridos os 30 dias (± 2) de incubação, com auxílio de luvas os *litterbags* foram retirados do igarapé, colocados em sacolas estéreis e levados ao laboratório. Neste, foram lavados com água destilada e esterilizada, utilizando pisseta, com jatos leves para não deslocar a comunidade microbiana aderida às folhas, utilizadas por outra equipe do Projeto Bionorte. A lavagem foi feita sob uma bacia plástica de no máximo 1000 ml, e depois peneirada (malha de 250 μm). Os macroinvertebrados encontrados foram acondicionados em recipientes, devidamente identificados, contendo álcool a 80%, e armazenados para posterior identificação.

Os organismos encontrados foram identificados no menor nível taxonômico possível, utilizando chaves de identificação tais como: McCafferty (1981), Melo (2003), Merrit e Cummins (1996) – também utilizado para determinação da categoria trófica, Pereira, Melo e Hamada (2007), Pes, Hamada e Nessimian (2005) e Salles (2006).

Os indivíduos da família Chironomidae não foram identificados em nível de gênero, pois a identificação das larvas se dá através da confecção de lâminas, e uma vez que um grande número de indivíduos foi coletado, não houve tempo hábil para montagem das lâminas e identificação destes organismos.

As folhas foram separadas para a retirada de quatro discos de cada. Um disco foi utilizado para análise de Peso Seco (PS) e Peso Seco Livre de Cinzas (AFDM) e os demais utilizados para análises microbiológicas e enzimáticas diversas, que não compõem o presente trabalho. Os discos foram cortados com um perfurador de cortiça de aço inoxidável esterilizado.

Após a retirada dos discos, as folhas dos *litterbags* foram à estufa a 60°C por 72 h e posteriormente foram pesadas para obtenção do peso seco. Em seguida, as folhas foram armazenadas em envelopes de papel e mantidas em coleção para posterior análise da composição química foliar, que será realizada por outra equipe do projeto.

Em laboratório, as folhas do controle negativo (*litterbag* extra) foram colocadas em estufa a 60°C por 48 horas e posteriormente pesadas; depois foi realizada a relação entre o peso úmido inicial e o peso seco do Controle Negativo, onde foi feita a curva de correção do peso e multiplicado o coeficiente dos pesos úmidos dos *litterbags*. Desse resultado foi obtido o valor de peso seco inicial de cada *litterbag* (W_0).

Para o cálculo da taxa de decomposição, foi utilizado o peso das folhas antes de serem incubadas (W_0), o peso das folhas após a decomposição e retirada dos discos, e peso seco dos discos foliares.

Os discos destinados ao peso seco e ao peso seco livre de cinzas foram levados à estufa por 72 horas a 60°C e depois pesados para obtenção do peso seco dos discos (peso seco estável). Depois, os discos foram levados à mufla por quatro horas a 550°C e então foram novamente pesados. Os dois valores foram subtraídos para obter o peso seco livre de cinzas. Esse valor final foi multiplicado por quatro, uma vez que o total de discos retirados foi 20 (quatro discos de cinco folhas), e somado com o peso seco final das folhas. Assim, foi obtido o valor final do peso seco restante após a decomposição (W_t).

3.4 ANÁLISE DE DADOS

A taxa de decomposição (k) foi estimada baseada no modelo de exponencial negativo de decaimento:

$$W_t = W_0 - e^{-kt}$$

Onde:

W_t : peso seco restante no tempo t ;

W_0 : peso seco inicial;

k : constante de decaimento;

t : período em dias que o pacote esteve submerso.

O valor de k indica a velocidade do processo de decomposição.

Para comparar a fauna nos diferentes pontos amostrados, foi utilizado o Índice de Similaridade de Sorensen (JClass) com a seguinte fórmula (ODUM, 1985):

$$JClass = 2 * S_{1,2} / S_1 + S_2$$

Onde:

S_1 : número de táxons na amostra A

S_2 : número de táxons na amostra B

$S_{1,2}$: número de táxons comuns a ambas as amostras

Foi aplicada a Regressão Linear Simples para testar o efeito do número de macroinvertebrados na taxa de decomposição e do número de fragmentadores na taxa de decomposição amostrados nos *litterbags*.

Para verificar se há relação entre as variáveis da água com a comunidade de macroinvertebrados, primeiramente foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) com as variáveis abióticas e, em seguida, um Escalonamento Multimenssional Não Métrico (NMDS) com a comunidade de macroinvertebrados, sendo a matriz de distância executada através do Índice de Bray-Curtis. Enfim, os principais eixos da PCA e do NMDS foram relacionados para analisar se a mudança das variáveis abióticas muda a composição da fauna de macroinvertebrados.

Para tais análises estatísticas, foram utilizados os programas BioEstat 5.3 (Regressão Linear Simples) e R – 3.0.1 (PCA e NMDS).

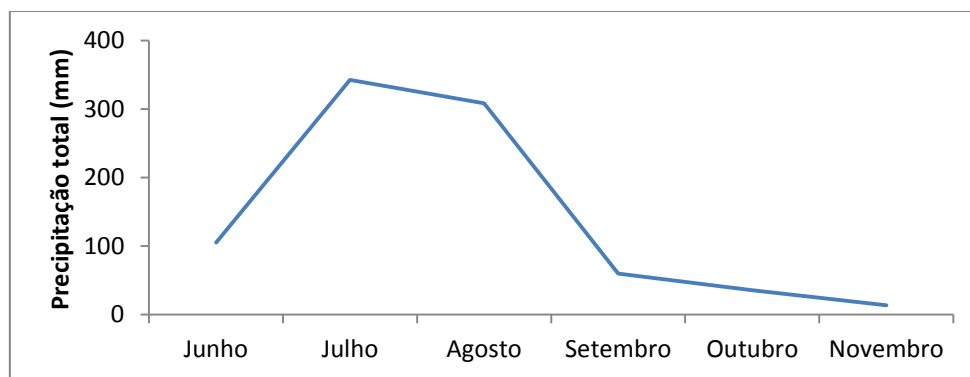
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a melhor compreensão, os resultados obtidos estão discutidos nas subseções a seguir.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

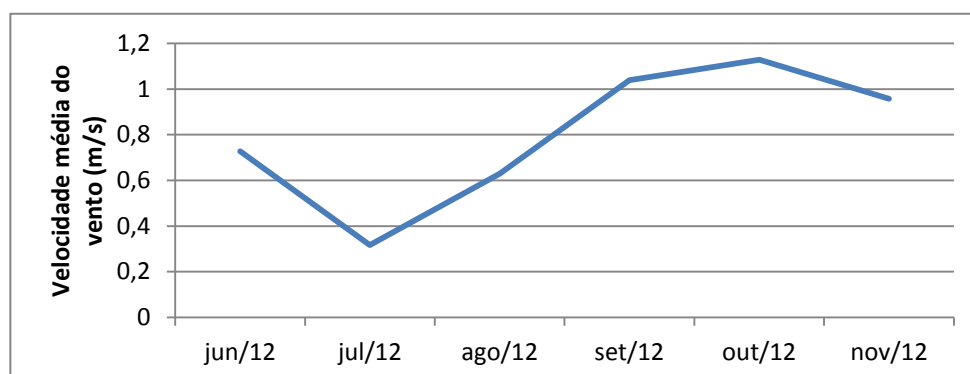
Com exceção do mês de junho, há uma diminuição gradual na precipitação total de cada mês (figura 10).

Figura 10 – Precipitação média mensal (mm) durante os meses de coleta, na Estação Meteorológica de Boa Vista (Fonte: BDMEP – INMET, 2013).



A velocidade média do vento foi o inverso da precipitação média mensal, com exceção do mês de novembro, em que houve certo o declínio (figura 11). A velocidade do vento pode influenciar na queda de folha das árvores na área de estudo, aumentando a entrada de matéria orgânica no ecossistema estudado.

Figura 11 – Velocidade média do vento (m/s) na Estação Meteorológica de Boa Vista durante o período do experimento no Cantá (Fonte: BDMEP – INMET, 2013).



Essa região nordeste do estado é influenciada pelos fortes ventos (alísios), que correm do hemisfério norte em direção à linha do Equador, ajudando no prolongamento da estação seca nesta região, por causa do deslocamento do ar. O pico de chuvas se dá principalmente entre os meses de maio a junho (BARBOSA, 1997).

Nos primeiros meses de coleta, principalmente no mês de julho, ocorreram enxurradas, onde houve queda de árvores e algumas fileiras de baldes foram derrubadas, assim como alguns conjuntos de *litterbags* foram levados pela água, principalmente no mês de julho. Já nos meses finais de coleta, houve uma redução no volume da água e aumento da correnteza.

Em relação às variáveis abióticas da água, houve um aumento na quantidade de nutrientes dissolvidos na água, conforme o passar dos meses (tabela 1).

Tabela 1 – Variáveis físico-químicas da água entre os meses de junho a novembro de 2012, na Serra Bonita, RR – Temperatura (°C), Oxigênio Dissolvido (OD – mg/L), pH, Condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S/s}$), Amônia (mg/L), Nitrito (mg/L), Nitrato (mg/L) e Fosfato total (mg/L).

Mês	Ponto	Temp	OD	pH	CE	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fosfato Total
jun/12	P1	24.8	6.95	6.28	22.2				
	P2	24.7	6.7	6.16	16.23				
	P3	24.6	7.73	6.1	19.52				
jul/12	P1	24.4	6.99	6	21.9	$0,7863 \pm 0,0198$	*	*	*
	P2	23.8	7.21	5.92	14.19	$0,5067 \pm 0,0198$	*	*	*
	P3	24	6.91	5.98	17.21	$0,6350 \pm 0,0197$	*	*	*
ago/12	P1	25.3	6.83	6.67	20.7	$1,069 \pm 0,0198$	$0,9727 \pm 0,0568$	$3,060 \pm 0,0670$	$0,0189 \pm 0,000$
	P2	24.7	7.74	6.05	19.66	$0,800 \pm 0,0196$	$0,4570 \pm 0,0569$	$2,719 \pm 0,0645$	$0,0156 \pm 0,000$
	P3	24.3	6.94	7.1	18.67	$0,9513 \pm 0,0196$	$0,7479 \pm 0,0569$	$2,874 \pm 0,0674$	$0,0124 \pm 0,000$
set/12	P1	25.5	6.93	6.32	20.3	$1,143 \pm 0,0201$	$1,170 \pm 0,0574$	$3,324 \pm 0,0660$	$0,0308 \pm 0,0046$
	P2	25.4	7.14	6.12	19.96	$0,8917 \pm 0,0198$	$0,6686 \pm 0,0568$	$2,626 \pm 0,0660$	$0,0276 \pm 0,0047$
	P3	25.3	6.54	7.42	19.33	$1,019 \pm 0,0201$	$0,9331 \pm 0,0568$	$3,277 \pm 0,0674$	$0,0222 \pm 0,000$
out/12								$5,862 \pm$	
	P1	25.7	6.87	8.78	19.99	$1,322 \pm 0,020$	$1,248 \pm 0,0560$	0,0775	$0,0722 \pm 0,0047$
	P2	25.6	6.59	8.85	20.8	$1,097 \pm 0,020$	$0,7195 \pm 0,0572$	$4,363 \pm 0,0775$	$0,0461 \pm 0,0047$
	P3	26.9	6.17	7.65	20.7	$1,289 \pm 0,020$	$0,9180 \pm 0,0568$	$3,246 \pm 0,0660$	$0,0635 \pm 0,0046$
nov/12	P1	25.7	6.08	6.99	23	$1,492 \pm 0,000$	$1,540 \pm 0,0520$	$4,689 \pm 0,067$	$0,0820 \pm 0,0047$
	P2	25.9	6.7	8.25	19.8	$1,218 \pm 0,0186$	$0,9727 \pm 0,0570$	$3,851 \pm 0,066$	$0,0559 \pm 0,0047$
	P3	26.9	6.16	8.01	20.8	$1,432 \pm 0,0201$	$1,223 \pm 0,0570$	$4,301 \pm 0,067$	$0,0722 \pm 0,0047$

O mês de junho apresentou dados não confiáveis, por isso seus valores não foram considerados neste trabalho.

*Não detectável.

Os valores de temperatura, pH e condutividade elétrica aumentaram pouco e gradativamente conforme houve diminuição das chuvas, já o oxigênio dissolvido apresentou algumas oscilações, diminuindo um pouco seus valores em relação aos meses chuvosos.

A disponibilidade de nutrientes é controlada por fatores externos e internos do ecossistema. Dentre os fatores externos, temos: ventos, precipitação e radiação incidente que, em grande parte, interferem nos fatores internos controladores da disponibilidade de nutrientes: turbulência, estratificação e desestratificação da coluna d'água e taxa de decomposição da matéria orgânica. O Nitrogênio tem como uma de suas principais fontes naturais o material orgânico e inorgânico de origem alóctone, assim como o fosfato (ESTEVES, 1998).

Ainda, segundo o autor, o pH é uma das variáveis ambientais mais importantes, assim como uma das mais difíceis de se interpretar. O pH alcalino geralmente é encontrado em ambientes onde a precipitação é menor que a evaporação ou em regiões ricas em cálcio.

Pode-se observar, também, que com a grande entrada de matéria orgânica, através do peso seco do aporte vertical (tabela 2), houve um aumento no pH da água. Assim como no ponto um, em novembro, houve uma diminuição na entrada da matéria orgânica e também uma diminuição no pH.

Apesar de parte da bibliografia citar o pH mais ácido para ambientes com maiores taxas de decomposição, o presente estudo apresenta maiores valores de pH, principalmente nos meses de outubro e novembro. Um estudo realizado por Pagioro; Thomaz (1999) sobre a influência da decomposição de *Eichhornia azurea* nas variáveis abióticas da água, apontou aumento nos valores de pH, nitrogênio amoniacal e as concentrações de oxigênio dissolvido nas fases finais da decomposição.

Na tabela a seguir, podemos observar que houve aumento de entrada de matéria orgânica alóctone conforme foram passando os meses de coleta (exceto no Ponto um, em novembro). Conforme as folhas entram no igarapé, as concentrações de Nitrogênio geralmente aumentam, principalmente pela ação dos microrganismos (GRAÇA; CANHOTO, 2006).

Tabela 2 – Peso seco (g) da matéria orgânica alóctone nos três pontos amostrados na Serra Bonita, Cantá, Roraima.

Ponto	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
P1	223,19	233,58	306,96	576,05	677,99	458,65
P2	136,74	219,24	276,71	536,48	588,3	635,22
P3	96,03	153,4	106,08	498,76	505,66	687,94
Total	455,96	606,22	689,75	1611,29	1771,95	1781,81

4.2 MACROINVERTEBRADOS COLONIZADORES DO FOLHIÇO

Foi encontrado um total de 20.079 indivíduos, distribuídos em entre os seguintes grupos: Annelida (Oligochaeta – 2,75%), Arachnida (Aranae - 0,02%; Hidracarina – 0,30%), Crustacea (Decapoda - 0,015%), Insecta (Blattodea - 0,025%; Collembola - 0,055%; Coleoptera - 1,39%; Diptera - 88,11%; Ephemeroptera - 1,98%; Heteroptera - 0,05%; Lepidoptera - 0,01%; Odonata - 0,16%; Plecoptera - 0,11% e; Trichoptera - 4,96%), Mollusca (Gastropoda - 0,029%), e Porifera (0,013%) – ANEXO A.

No trabalho apresentado por Couceiro e colaboradores (2010), foram encontradas 58 famílias de insetos aquáticos em Roraima, coletados em diferentes ambientes e fitofisionomias do estado. No presente trabalho, foram encontradas 47 famílias, destas, 33 são comuns com as do trabalho citado. Isso aponta o potencial da área estudada na conservação dos insetos aquáticos.

Em relação aos ambientes roraimenses estudados pelos autores acima citados, as áreas de floresta apresentam 57 famílias, com apenas a família Ephydriidae ocorrente exclusivamente no ambiente de savana. Esta família não foi encontrada em nossa área de estudo.

Diptera apresentou maior número de indivíduos, devido à família Chironomidae, que apresentou não só maior abundância (94,7% dos Diptera e 83,44% do total), mas também a maior ocorrência, estando presente em todos os pontos e períodos amostrados. Estes dados corroboram com a literatura que relata que os integrantes dessa família apresentam-se de forma significativa na composição faunística

e ocorrem em elevadas densidades no estágio larval (TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 1995).

Outros grupos mais abundantes foram Ceratopogonidae (776 indivíduos), Oligochaeta (553 indivíduos), Leptoceridae (239 indivíduos), Glossosomatidae (227 indivíduos) e Hydropsychidae (220). O grande número de Trichoptera coletado está em consonância com os resultados apresentados por Rezende (2007), que encontrou maior abundância de Trichoptera em depósitos de folhiço submerso, tanto em áreas de correnteza como remanso, destacando-se a família Hydropsychidae, em igarapés da Amazônia Central.

Alguns grupos apresentaram apenas um indivíduo, assim como única ocorrência durante o estudo: *Orchesella* (Entomobryidae), *Hydrotrupes* e *Lacophillus* (Dytiscidae), *Rhizelmis*, *Stenelmis* e *Zaitzevia* (Elmidae), *Hydrochara* (Hydrophilidae), *Anopheles* (Culicidae), *Hylemya* (Muscidae), Tipulidae, *Americabaetis*, *Cloeodes* e *Guajirolus* (Baetidae), *Macunahyphes* (Leptohyphidae), *Fittkaulus* e *Leentvaria* (Leptophlebiidae), Gerridae, Hebridae, Mesoveliidae, *Pelocoris* (Naucoridae), *Acanthagrion* (Coenagrionidae), *Polyplectropus* (Polycentropodidae) e *Valdivia serrata* (Trichodactylidae).

Esses grupos contribuíram para uma maior riqueza de gêneros, mas pouco numericamente. Ligeiro e colaboradores (2010) também encontraram grupos com maior riqueza, mas com pouca densidade numérica em igarapés do cerrado mineiro, onde 81% dos táxons coletados tinham cerca de 1% do total da abundância. No presente estudo, os táxons com um indivíduo apenas representam 25,27% dos táxons identificados.

Coleoptera, assim como Ephemeroptera, apresentou maior riqueza de gêneros. Coleoptera apresenta 18 gêneros em seis famílias: Dytiscidae (*Agabinus*, *Hydrotrupes*, *Lacophillus* e *Neoclypeodytes*), Elmidae (*Ancyronyx*, *Helichus*, *Heterelmis*, *Macrelmis*, *Noelmis*, *Rhizelmis*, *Stenelmis* e *Zaitzevia*), Gyrinidae (*Gyretes*), Hydrophilidae (*Helobata*, *Hydrochara* e *Hydraena*), Scirtidae (*Cyphon*) e Staphilinidae (gênero não determinado). Ephemeroptera também apresentou 18 gêneros em seis famílias: Baetidae (*Adebrotus*, *Americabaetis*, *Cloeodes*, *Guajirolus*, *Waltzoyphius* e um gênero não determinado), Caenidae (*Caenis*), Euthyplociidae (*Campylocia*), Leptohyphidae (*Amanahyphes* e *Macunahyphes*), Leptophlebiidae (*Askola*, *Farrodes*, *Fittkaulus*, *Hagenulopsis*, *Leentvaria*, *Miroculis* e *Ulmeritoides*) e Polymitarcyidae (*Campsurus*). Em uma amostra, foram coletados 129 indivíduos de Ephemeroptera não identificados

em nível de família, pois eram muito pequenos, não sendo possível a visualização das estruturas diagnósticas.

Em um estudo realizado por Falcão, Salles e Hamada (2011), foram registrados para o Estado 18 gêneros de Baetidae. Dos gêneros coletados na Serra Bonita, todos são descritos no referido trabalho. *Amanahyphes* (Leptohyphidae – Figura 12) apresenta primeira ocorrência em Roraima, sendo reportado apenas para os estados do Amazonas, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Pará. As informações sobre a ocorrência desse gênero foram retiradas do site Ephemeroptera do Brasil (EPHEMEROPTERA DO BRASIL, 2013), com a lista de espécies atualizadas em julho de 2013.

Figura 12 – *Amanahyphes* sp. (Ephemeroptera - Leptohyphidae), que representa a primeira ocorrência para o estado, coletado na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Outras ordens apresentaram menor número de gêneros, mas maior número de famílias. Diptera apresentou 12 famílias, mas algumas não foram identificadas em nível de gênero, como Chironomidae, Dolichopodidae, Tipulidae e Thaumaleidae. Então foram identificados oito gêneros: Anopheles (Culicidae), Bezzia (Ceratopogonidae), Dixia (Dixidae), Hemerodromia (Empididae), Hylemya (Muscidae), Pericoma (Psychodidae), Simulium (Simuliidae) e Tabanus (Tabanidae).

Alguns trabalhos relatam um grande número de gêneros pertencentes à família Chironomidae. No Amazonas, Silva, Hamada e Fusari (2010) encontraram 19 gêneros, em diferentes tipos de substrato (incluindo folhiço), mas não foi observada diferença na composição nem na abundância. Em outro estudo realizado no Amazonas, em Igarapés

impactados e não impactados, foram identificados 38 gêneros, todos ocorrentes em igarapés não impactados (GOMES; HAMADA; COUCEIRO, 2010).

A menor riqueza de gêneros de Diptera encontrada no presente trabalho, entretanto, pode estar subestimada, pois os exemplares da família Chironomidae foram identificados apenas neste nível taxonômico.

Novembro apresentou maior número de indivíduos (46,9%) e maior número de táxons (49), enquanto julho apresentou menores valores de indivíduos (3,04%) e táxons (28). Durante o período com maior incidência de chuvas (junho – agosto) foram coletados 2.770 indivíduos e 68 táxons, e durante os meses mais secos (setembro-novembro) foram coletados 17.309 indivíduos e 63 táxons.

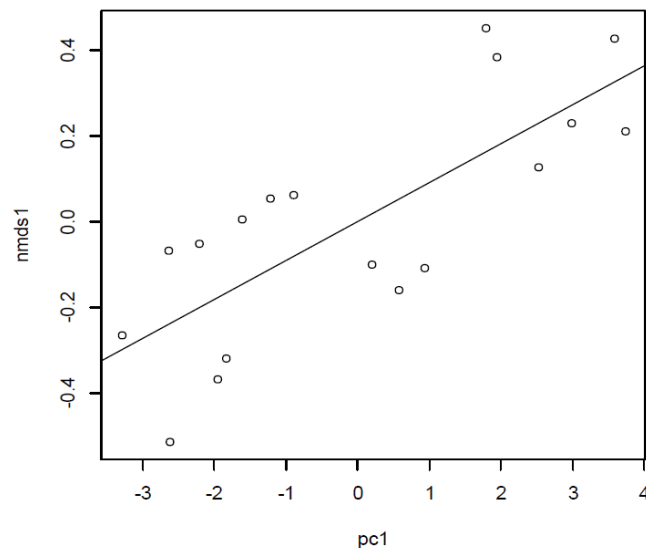
Maior abundância de macroinvertebrados durante o período seco foi encontrada no Mato Grosso do Sul, com 23.043 indivíduos coletados neste período e 2.071 coletados no período chuvoso (RIGHI-CAVALLARO et al., 2010). Há ainda outros estudos onde houve maior número de indivíduos coletados durante o período seco, como Silva e colaboradores (2008), Ribeiro e Uieda (2005) e Kikushi e Uieda (1998). Uma explicação para este possível padrão de diminuição de macroinvertebrados no período chuvoso pode ser dada pelo aumento do volume da água e da velocidade da correnteza em razão das enxurradas ocorrentes na área de serra, removendo os organismos.

A redução da coluna d'água, juntamente com a ação dos ventos, aumentam o teor de oxigênio dissolvido que, juntamente com a entrada de matéria orgânica alóctone são fatores estimulantes para maiores densidades de organismos bentônicos (CALLISTO; ESTEVES, 1995).

Outro fator determinante no menor número de macroinvertebrados no período de maior incidência de chuvas, principalmente no mês de julho, foi à remoção dos *litterbags* pelas enxurradas. Alguns foram levados pela correnteza ou foram conduzidos às margens, onde após baixar o nível da água, não permaneceram submersos.

Pode-se observar que houve um aumento na concentração de nutrientes e no número de macroinvertebrados nos meses mais secos. Ao relacionar os eixos da PCA e do NMDS, pode-se observar que há mudança na comunidade de macroinvertebrados aquáticos conforme há mudança nas variáveis da água ($r^2 = 0,59$; $F_{1;16} = 23,33$; $p = 0,0018$ – figura 13).

Figura 13 – Relação entre as variáveis abióticas da água com a comunidade de macroinvertebrados aquáticos na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2 = 0,59$; $F_{1,16} = 23,33$; $p = 0,0018$).



Os grupos que estiveram presentes em todos os períodos de coleta foram *Cyphon* (Scirtidae), *Bezzia* (Ceratopogonidae), Chironomidae, *Simulium* (Simuliidae), *Caenis* (Caenidae), *Askola* (Leptophlebiidae), *Mortoniella* (Glossosomatidae), *Macronema* e *Smicridea* (Hydropsychidae), *Oecetis* (Leptoceridae) e Oligochaeta.

Bezzia é um gênero de Ceratopogonidae comum em diferentes tipos de zonas úmidas, principalmente córregos, lagos e lagoas, além de outros ambientes, como campos de plantação de arroz, troncos de árvores e tanques de bromélias (SPINELLI; RONDEROS, 2001). Neste trabalho, este gênero esteve presente em todos os pontos e períodos amostrados, além de representar 3,8% de todos os indivíduos coletados.

Simulium, apesar de presente em todos os períodos, foi coletado apenas nos trechos onde há maior velocidade da correnteza, como trechos mais estreitos, localizados principalmente nos pontos um e dois, onde houve maior ocorrência.

As larvas da família Simuliidae colonizam de forma abundante o folhicho depositado em área de correnteza, pelo fato de apresentarem adaptações morfológicas direcionadas à utilização do oxigênio dissolvido e captura de alimento relacionado aos ambientes com correnteza. Os microhabitats de velocidade mais elevada também podem servir de refúgio contra predadores que não possuem certas adaptações para ambientes lóticos (FIGUEIRÓ; DOCILE, 2007; REZENDE, 2007).

Na coleta realizada no mês de outubro, foram encontradas massas ovígeras aderidas às folhas dos litterbags. Essas massas encontradas eram principalmente de Trichoptera (figura 14), sugerindo que estes grupos preferem este período para sua reprodução. Além disso, o número de indivíduos de Trichoptera aumentou consideravelmente de outubro para novembro, sendo 271 indivíduos coletados em outubro e 603 indivíduos coletados em novembro. Nos meses anteriores, o número de Trichoptera foi muito menor, sendo coletados 113 indivíduos somando os meses de junho, julho, agosto e setembro.

Figura 14 – Massas ovígeras de Trichoptera aderidas às folhas incubadas nos *litterbags* durante o mês de outubro, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Entre os pontos amostrados, o ponto dois apresentou maior riqueza, com 64 táxons, seguido pelo ponto um, com 61 táxons e ponto três, com 54 táxons. Em relação ao número de indivíduos, o ponto dois também apresentou maior abundância, com 43,55% do total de indivíduos coletados. Os pontos um e três apresentaram, respectivamente, 22,06% e 34,39%.

O índice de similaridade apontou maior semelhança entre os pontos um e dois ($J_{Clas} = 0,78$). Os pontos dois e três apresentaram semelhança de $J_{Clas} = 0,71$, e os pontos um e três de $J_{Clas} = 0,69$. Esses resultados foram esperados, uma vez que os pontos um e dois estão situados em igarapés de primeira ordem.

A categoria trófica predominante foi Predador, com 31 táxons, seguida por Coletor, com 23 táxons e Raspador, com oito táxons (Figura 15). Os fragmentadores (Figura 16) apresentaram apenas cinco táxons: *Fittkaulus*, *Ulmeritoides*, *Acentria*, *Phylloicus* e *Triplectides*. Outros grupos, porém, podem atuar como fragmentadores, tais como *Helichus*, *Heterelmis*, *Macrelmis*, *Rhizelmis*, *Stenelmis* e *Zaitzevia*.

(Coletor/Raspador/Fragmentador), *Cyphon* (Coletor/Fragmentador), Staphilinidae (Predador/Coletor/Fragmentador), Tipulidae, *Nectopsyche*, *Pseudopalaemon*, *Valdivia serrata* (Fragmentador/Coletor) e *Oecetis* (Predador/Fragmentador Facultativo).

Figura 15 – Número de táxons por categoria trófica de macroinvertebrados da Serra Bonita, Cantá, Roraima (C: Coletor; C/R: Coletor/Raspador; C/F: Coletor/Fragmentador; C/R/F: Coletor/Raspador/Fragmentador; F: Fragmentador; R: Raspador; R/F: Raspador/Fragmentador; O: Onívoros; P: Predador; P/FF: Predador/Fragmentador facultativo; P/C/F: Predador/Coletor/Fragmentador e outros).

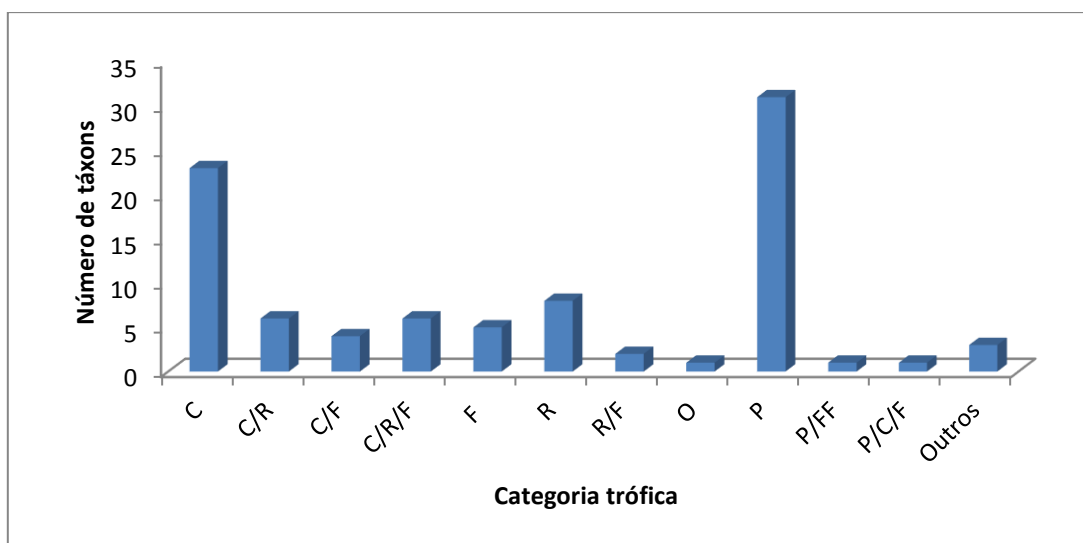
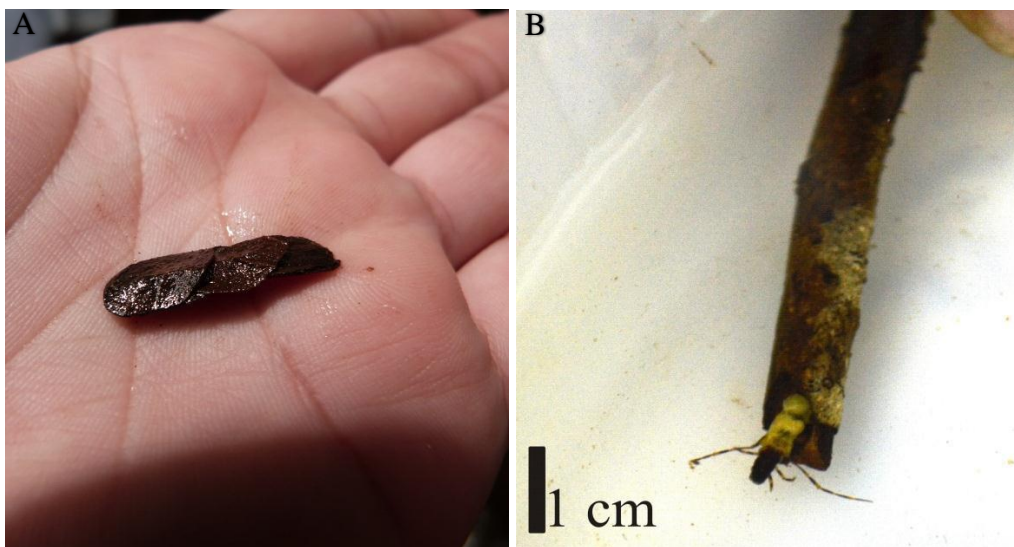


Figura 16 – Macroinvertebrados fragmentadores coletados na Serra Bonita, Cantá, Roraima (A: *Phylloicus* sp. dentro do abrigo; B: *Triplectides* sp.)



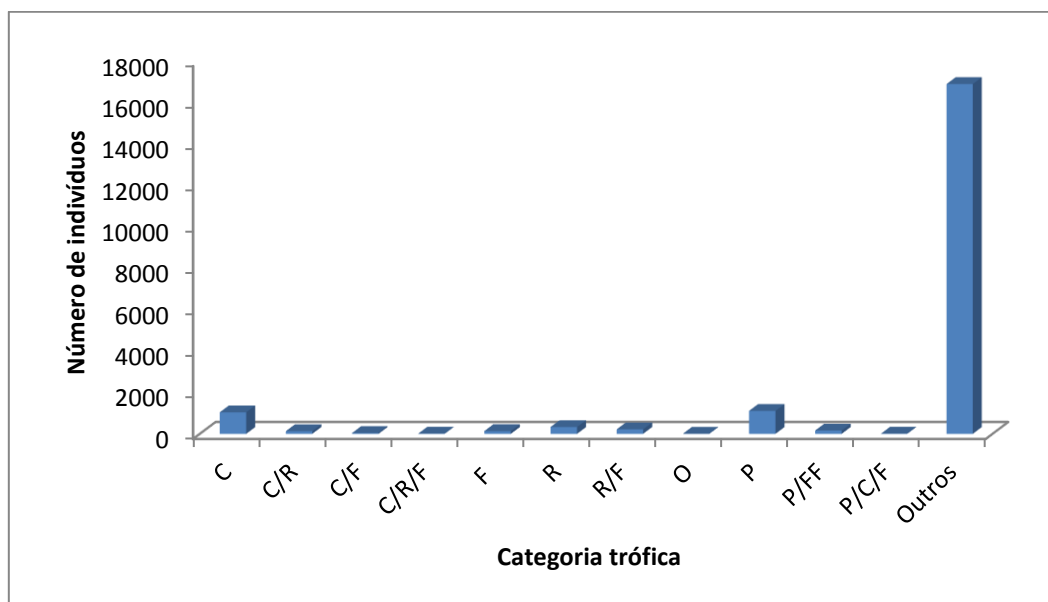
Para alguns gêneros não foi encontrada na bibliografia a sua categoria trófica, então foram classificados de acordo com a categoria trófica de sua família. Outros

grupos, como Chironomidae, possuem um hábito alimentar muito diverso entre seus gêneros, por isso foram classificados como “Outros”. Em novembro, foi encontrado um número alto de Ephemeroptera (n: 129) em algumas amostras do Ponto três, mas como se tratava de insetos imaturos e muito pequenos, não foi possível a identificação a nível de família nem de sua categoria trófica, também sendo classificados como “Outros”.

Em relação ao número de organismos, a categoria trófica “Outros” apresentou maior valor (n: 16.886), pelo fato de Chironomidae estar inserido nesta (Figura 17). Em seguida, estão as categorias tróficas Predador (n: 1.112), Coletor (n: 1.043) e Raspador (n: 329).

Maior abundância de predadores e coletores em pacotes de folha de diferentes espécies incubados em um igarapé de primeira ordem foi encontrada em estudo realizado por Janke e Trivinho-Strixino (2007), na Reserva Legal da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

Figura 17 – Número de indivíduos por categoria trófica de macroinvertebrados da Serra Bonita, Cantá, Roraima (C: Coletor; C/R: Coletor/Raspador; C/F: Coletor/Fragmentador; C/R/F: Coletor/Raspador/Fragmentador; F: Fragmentador; R: Raspador; R/F: Raspador/Fragmentador; O: Onívoros; P: Predador; P/FF: Predador/Fragmentador facultativo; P/C/F: Predador/Coletor/Fragmentador).

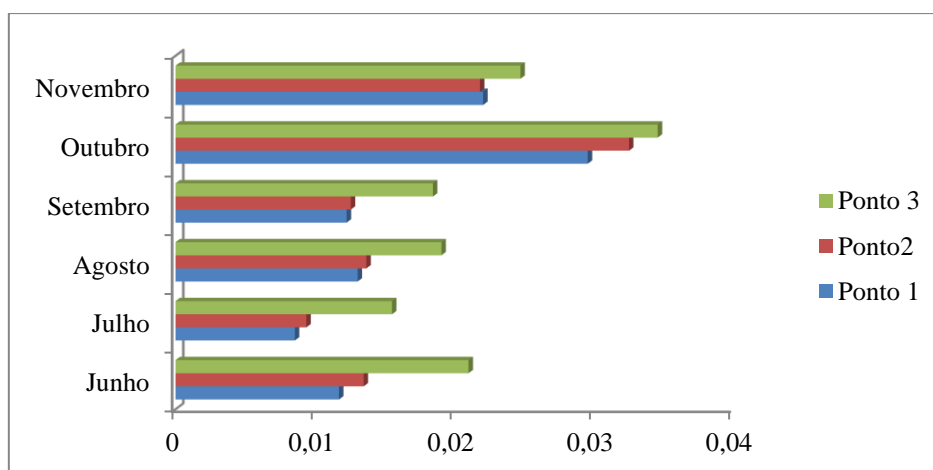


4.3 TAXA DE DECOMPOSIÇÃO

As taxas de decomposição média variaram de média (0.0085 dia^{-1}), em junho, a alta (0.0345 dia^{-1}), em outubro (figura 18). O ponto três apresentou as maiores taxas de decomposição em todos os períodos, e menores taxas foram observadas no ponto um (com exceção do mês de junho).

Pode-se observar que entre os meses de julho a outubro houve um crescimento gradativo nos valores das taxas de decomposição, da mesma forma que também houve um aumento na concentração dos nutrientes dissolvidos na água. De acordo com Chung e Suberkropp (2008), os níveis das concentrações de nutrientes na água exercem grande efeito na atividade e na comunidade de hifomicetos aquáticos, aumentando, entre outros fatores, as taxas de decomposição.

Figura 18 – Taxa de decomposição média por ponto amostral durante os meses de coleta, na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Gimenes, Cunha-Santino e Bianchini-Jr. (2010) compararam as taxas de decomposição de vários estudos realizados em diferentes climas. A taxa de decomposição média dos ambientes tropicais foi de $0,028 \text{ dia}^{-1}$ (rápida), mas as taxas de todos os tipos climáticos foram também consideradas rápidas.

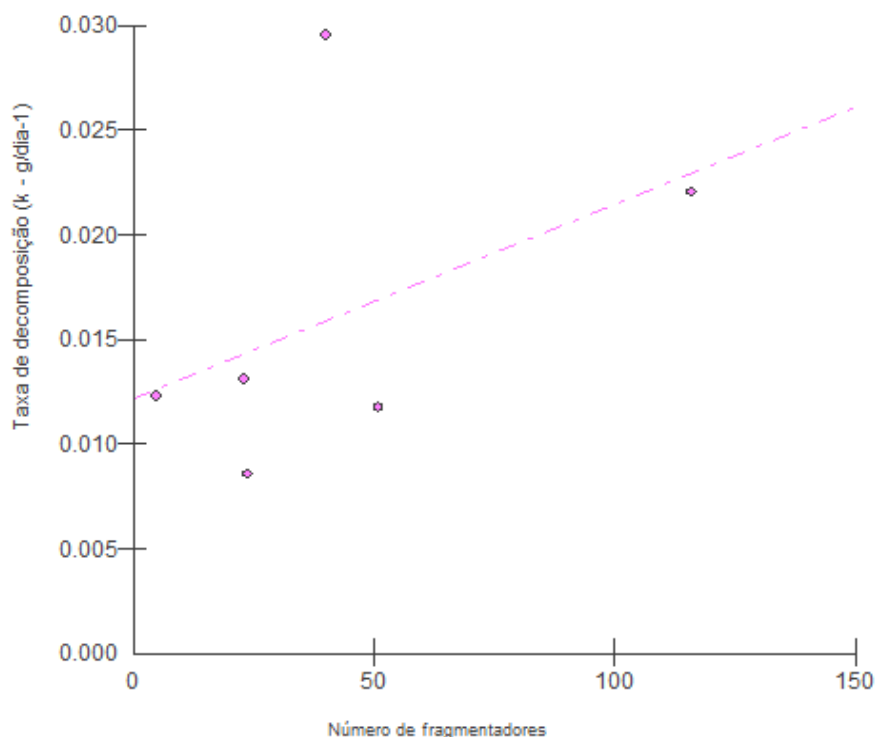
Em um riacho situado no Rio Grande do Sul, Trevisan e Hepp (2007) estudaram o processo de decomposição de duas espécies arbóreas, sendo uma nativa e outra exótica. A espécie nativa apresentou taxa de decomposição alta ($0,024 \text{ dia}^{-1}$) e a exótica apresentou menor taxa ($0,005 \text{ dia}^{-1}$). O presente estudo utilizou folhas de espécies nativas e apresentou taxas de decomposição que variaram de média a alta.

No cerrado brasileiro, as taxas de decomposição em dois igarapés (0.0020 - 0.0088 dia⁻¹), durante o período seco, foram menores do que as taxas de decomposição do presente estudo, não apresentando diferença significativa entre as taxas de decomposição das espécies em pacotes de folha individuais e mistos, demonstrando também que essas taxas não dependem da diversidade de folhas acumuladas no fundo do igarapé (MORETTI; GONÇALVES-JR.; CALLISTO, 2007).

4.4 MACROINVERTEBRADOS X TAXA DE DECOMPOSIÇÃO

Através da Regressão linear simples, não foi observada relação entre a taxa de decomposição com o número de macroinvertebrados fragmentadores em nenhum dos pontos amostrados: ponto um ($r^2 = 0,2089$; $F_{1;6} = 1,0561$; $p = 0,364$ – figura 19), ponto dois ($r^2 = 0.5314$; $F_{1;6} = 4.5365$; $p = 0.0997$ – figura 20) e ponto três ($r^2 = 0.3643$; $F_{1;6} = 2.2923$; $p = 0.2039$ – figura 21).

Figura 19 – Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto um, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2 = 0,2089$; $F_{1;6} = 1,0561$; $p = 0,364$).



Verificou-se aqui que a dificuldade em classificar os macroinvertebrados em sua categoria trófica pode ter alterado a relação entre a taxa de decomposição e o número de macroinvertebrados fragmentadores, pois alguns Chironomidae podem ser classificados como fragmentadores e este grupo apresentou maior número de indivíduos coletados.

Figura 20 – Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto dois, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.5314$; $F_{1;6}= 4.5365$; $p= 0.0997$).

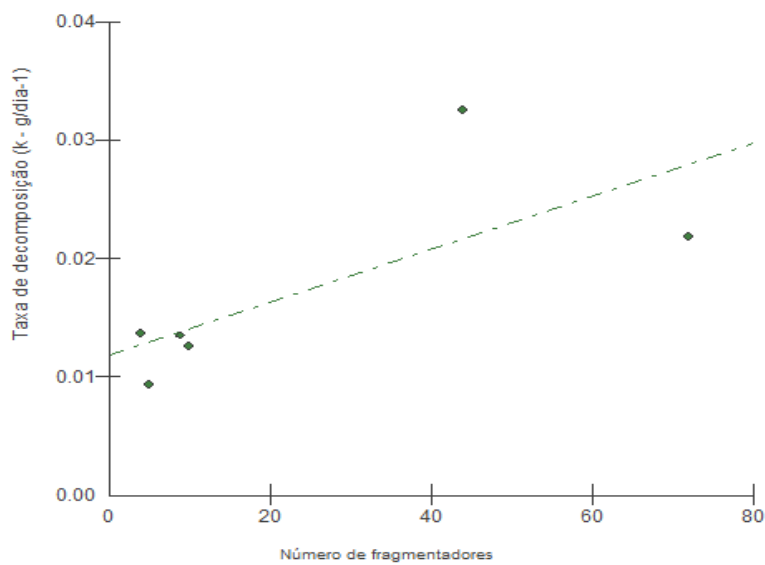
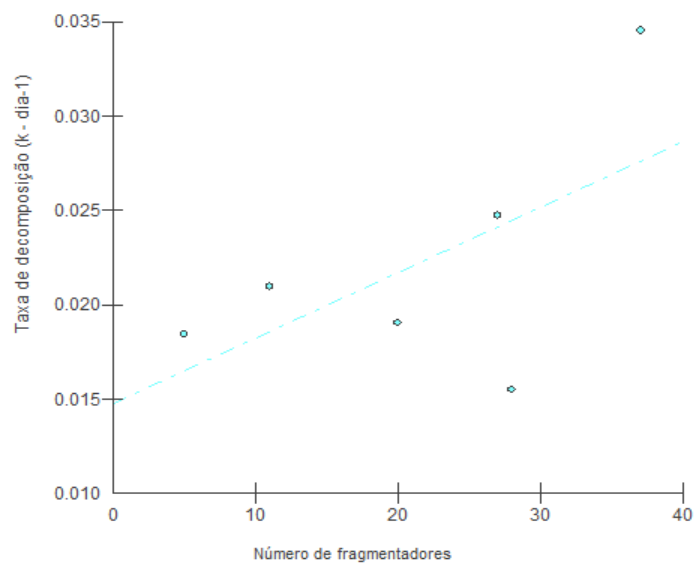


Figura 21: Relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores, durante os meses de coleta no ponto três, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.3643$; $F_{1;6}= 2.2923$; $p= 0.2039$).



Considerando que alguns grupos podem atuar como fragmentadores, além da não inclusão de Chironomidae na relação acima, foi realizada também a Regressão Linear Simples entre as taxas de decomposição e o número de macroinvertebrados dos pontos amostrados, a fim de saber se outros grupos podem estar atuando neste processo (figuras 22, 23 e 24).

Figura 22 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto um, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.464$; $F_{1;5}= 3.4622$; $p= 0.1356$).

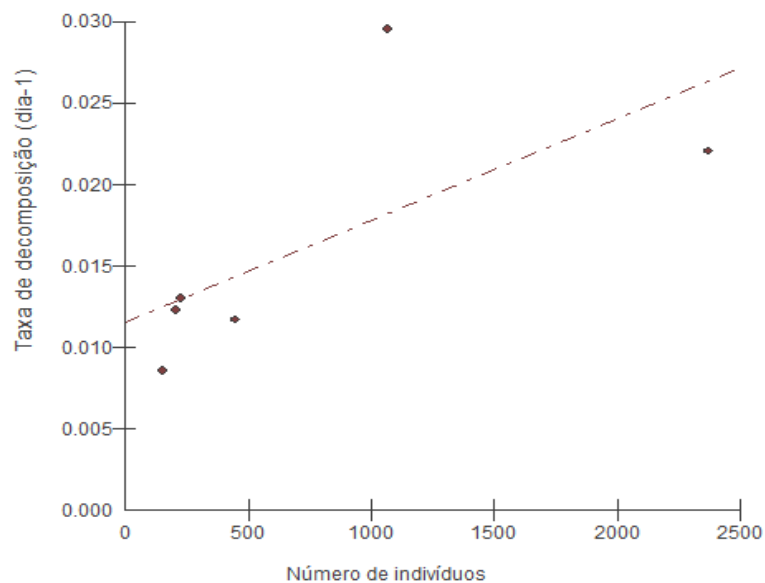


Figura 23 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto dois, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.5681$; $F_{1;5}= 5.2616$; $p= 0.0831$).

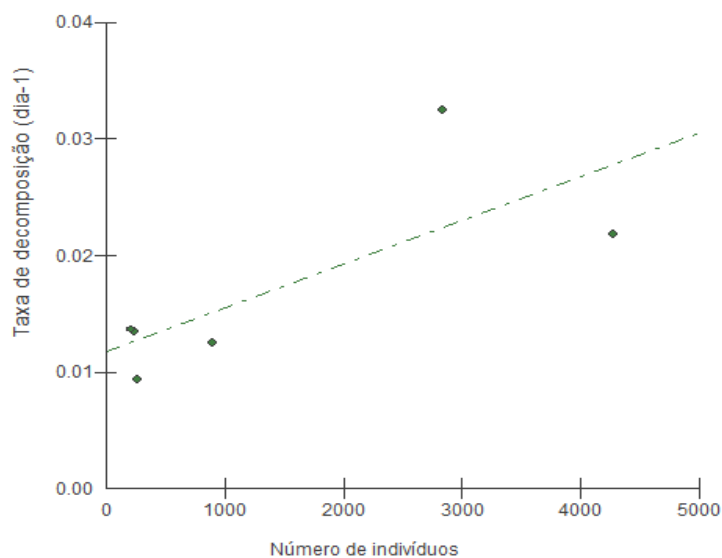
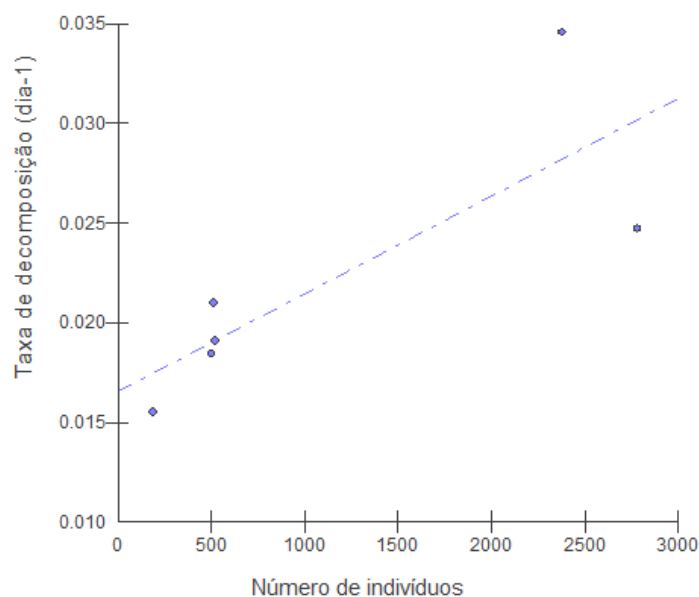


Figura 24 – Relação entre taxa de decomposição e número de macroinvertebrados, durante os meses de coleta no ponto três, na Serra Bonita, Cantá, Roraima ($r^2= 0.6599$; $F_{1;5}= 7.7604$; $p= 0.0497$).



Quando foram relacionados à taxa de decomposição com o número de macroinvertebrados, pode-se observar que no ponto três o número de macroinvertebrados teve efeito positivo na taxa de decomposição ($r^2= 0.6599$; $F_{1;5}= 7.7604$; $p= 0.0497$), porém, nos pontos um e dois essa relação não foi significativa ($r^2= 0.464$; $F_{1;5}= 3.4622$; $p= 0.1356$ e $r^2= 0.5681$; $F_{1;5}= 5.2616$; $p= 0.0831$, respectivamente).

Os pontos um e dois apresentam mais áreas de correnteza, com menor largura e menor retenção do folhicho, já o ponto três, apresenta maior largura e áreas de remanso, proporcionando uma maior retenção do folhicho, o que pode contribuir para a relação positiva entre a colonização de macroinvertebrados com as taxas de decomposição. De acordo com Dobson (2005), a capacidade de retenção do folhicho é determinante na taxa de decomposição.

Alguns trabalhos relatam pouca relação entre os macroinvertebrados com as taxas de decomposição, onde vários fatores podem contribuir com essa situação, tais como capacidade de retenção do folhicho, período climático e qualidade do alimento (tecido foliar).

Landeiro e colaboradores (2010) encontraram relação entre a taxa de decomposição e o número de fragmentadores em igarapés da Amazônia Central, porém, apenas no 19º dia de incubação, sendo que em cinco e 28 dias de incubação não houve

tal relação. Essa baixa relação entre taxa de decomposição e número de fragmentadores após cerca de um mês de incubação está relacionada com a baixa qualidade dos tecidos foliares, fato que pode ter contribuído com a não relação dos fragmentadores com a taxa de decomposição também no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Janke e Trivinho-Strixino (2007) na Reserva Legal da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. O estudo mostrou que houve uma redução no número de indivíduos nos primeiros (sete) e últimos (35) dias de incubação.

Ao estudar o sistema hídrico Swale-Ouse, no nordeste da Inglaterra, Stockley, Oxford e Ormond (1998) concluíram que os invertebrados aquáticos não contribuem significativamente na decomposição de folhas neste sistema. Existe alguma contribuição sim, mas não é mensurável usando pacotes de folha e é pequena em comparação com os efeitos da fragmentação física e degradação microbológica.

Pode-se observar, principalmente nos meses de outubro e novembro, que houve uma grande diminuição da massa foliar das amostras incubadas, onde algumas folhas apresentavam apenas nervuras após os dias de incubação (figura 25).

Figura 25 – Folha após 28 dias de incubação no igarapé localizado na Serra Bonita, Cantá, Roraima.



Abelho (2008) estudou os macroinvertebrados que colonizaram pacotes com diferentes espécies de folhas, em Portugal. Em seu estudo, a autora observou que os fragmentadores tendem a ser mais abundantes em folhas com maior qualidade dos tecidos, assim como sua abundância diminui em pacotes com folhas com menor

qualidade. Esse padrão sugere que os fragmentadores colonizam os pacotes a procura de alimento, de forma a maximizar a qualidade do recurso.

Graça e Canhoto (2006) também relacionam o número de fragmentadores com a qualidade dos tecidos foliares. Os fragmentadores que se movem mais rápido ficam pouco tempo no banco de folhiço com menor qualidade do alimento. Porém, os de menor mobilidade não tem grande seletividade de alimento, sendo mais eficientes no aproveitamento desses recursos.

Outros trabalhos ainda relatam que o total de macroinvertebrados e a densidade de fragmentadores variam de acordo com o estágio do processo de decomposição, como o realizado por Sampaio, Cortes e Leão (2004) no nordeste de Portugal, porém, eles encontraram maior relação entre os fragmentadores e a taxa de decomposição no 56º dia de incubação, além de que os fungos são positivamente correlacionados com o total de macroinvertebrados e coletores.

Em igarapés no sudeste da Colômbia também não houve uma relação aparente entre macroinvertebrados com a decomposição do folhiço submerso; a baixa proporção de fragmentadores indica que eles fracamente influenciam na decomposição das espécies de folhas incubadas (MATHURIAU; CHAUVET, 2003).

Em igarapés do sudeste do Brasil, houve pequena participação dos invertebrados na decomposição, sugerindo que ela está relacionada principalmente com a comunidade microbológica, que é responsável pela perda de massa das folhas. Além disso, o estudo concluiu que os invertebrados devem usar o folhiço submerso como abrigo, fonte indireta de alimento e, apenas em menor escala, como recurso direto de carbono e outros nutrientes (MORETTI et al., 2007).

Tiegs e colaboradores (2008) estudando a colonização de macroinvertebrados em pacotes de diferentes malhas (fina e grossa), na Floresta Negra, Alemanha, apontam que os fragmentadores causam grande perda da massa foliar, agregando-se em pacotes de folha em trechos onde o estoque bêntico é escasso, mas não se agregam a pacotes de folhas em trechos onde o estoque bêntico é abundante. Este fator pode ter, também, influenciado nossos resultados, uma vez que os igarapés estudados apresentam depósitos de folhiço submerso abundantes.

5 CONCLUSÃO

Foi observada uma grande riqueza de macroinvertebrados aquáticos, com 91 táxons identificados no total, sendo a maioria representada por insetos aquáticos. O mês de novembro não só apresentou maior número de indivíduos como maior número de táxons, da mesma forma que ocorreu no ponto dois.

Foi registrada uma nova ocorrência para o estado de Roraima: *Amanahyphes* (LeptoHyphidae – Ephemeroptera). Até então, este gênero tinha sido reportado para os estados do Amazonas, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Pará.

Houve um aumento no número de indivíduos durante os últimos meses de estudo, no período seco, onde há maior disponibilidade de alimento e maior retenção do folhijo, uma vez que as enxurradas no período chuvoso levam parte do material depositado no fundo. Pode-se observar também, que essa comunidade pode sofrer mudanças conforme há alterações nas variáveis abióticas da água.

Dentre as categorias tróficas estudadas, predador apresentou maior número de táxons, seguido por coletor e raspador. Porém, os indivíduos da família Chironomidae não foram identificados conforme sua categoria trófica específica, podendo este resultado apresentar alterações.

As taxas de decomposição média variaram de média a alta, sendo os valores mais elevados nos meses mais secos e menores nos meses mais chuvosos.

Não houve relação entre o número de fragmentadores e a taxa de decomposição, sugerindo que outros fatores podem ter influenciado nessa taxa ou ainda que houve a saída dos fragmentadores do material, que pode já ter perdido a qualidade para estes. Houve relação entre o número de macroinvertebrados com a taxa de decomposição no ponto três, onde há maior retenção de folhijo. Este resultado corrobora com a ideia de que a retenção do folhijo é determinante na taxa de decomposição e colonização por macroinvertebrados.

Os nutrientes dissolvidos na água tiveram valores mais altos nos meses mais secos, onde teve maior entrada de matéria orgânica alóctone na água a maiores taxas de decomposição. Pode-se observar que há mudança na comunidade de macroinvertebrados conforme há mudanças nas variáveis da água.

O presente estudo apresentou dados inéditos, principalmente no que diz respeito à decomposição da matéria orgânica alóctone nessa região, incrementando o conhecimento a cerca deste processo tão importante não apenas nos ambientes

roraimenses, mas tropicais em geral. Porém ainda é necessária a realização de mais estudos para um melhor entendimento deste processo, acompanhando a decomposição ao longo do processo de colonização faunístico e microbiano do substrato foliar.

REFERÊNCIAS

- ABELHO, M. From Litterfall to Breakdown in Streams: A Review. **The Scientific World Journal**, s/l, v. 1, p. 656 – 680, 2001.
- _____. Effects of leaf litter species on macroinvertebrate colonization during decomposition in a Portuguese stream. **International Review of Hydrobiology**, Weinheim, v. 93, n. 3, p. 358 – 371, 2008.
- ALBINO, J. L. D.; PES, A. M. O.; HAMADA, N. *Smicridea* (Trichoptera, Hydropsychidae) from 3 Brazilian Amazonian States: New species, larval taxonomy and bionomics. **Zootaxa**, s/l, v. 3113, p. 1 – 35, nov., 2011.
- ATTANASIO, C. M. **Manual Técnico: Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da reserva Legal para a Certificação Agrícola** - Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura. Piracicaba: Imaflora, 2008.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Ed.). **Homem, Ambiente e Ecologia de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325 – 335.
- BARBOSA, J. F.; NESSIMIAN, J. L.; FERREIRA-KEPPLER, R. L. Two new species of *Buenoa* Kirkaldy, 1904 (Hemiptera: Heteroptera: Notonectidae) from the States of Amazonas and Roraima, Brazil. **Zootaxa**, Auckland, v. 2565, p. 49 – 54, 2010.
- BARROS, F. S. M.; HONÓRIO, N. A.; ARRUDA, M. E. Temporal and spatial distribution of malaria within an agricultural settlement of the Brazilian Amazon. **Journal of Vector Ecology**, Idaho, v. 36, n. 1, p. 159 – 169, jun., 2011.
- BARROS, F. S. M.; HONÓRIO, N. A.; ARRUDA, M. E. Mosquito Anthropophily: Implications on Malaria Transmission in the Northern Brazilian Amazon. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 1039 – 1043, nov./dez., 2010.
- BARROS, F. S. M. et al. Distribution summaries of malaria vectors in the northern Brazilian Amazon. **Journal of Vector Ecology**, Idaho, v. 32, n. 2, p. 161 – 167, dez., 2007.
- BENTES, S. P. C. et al. Larvas de *Synoestropsis* sp. (Trichoptera: Hydropsychidae) são predadoras? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 579 – 582, 2008.
- BIANCHINI-JR., I. Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos continentais. In: POMPEO, M.L.M. (Ed.). **Perspectivas da limnologia no Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 1999. p. 21 – 43.
- BOYERO, L. et al. Global patterns of stream detritivore distribution: implications for biodiversity loss in changing climates. **Global Ecology and Biogeography**, Early View (Online Version of Record published before inclusion in an issue), s/l, maio, 2011. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1466-8238/earlyview](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1466-8238/earlyview)>. Acesso em: 10 out. 2011.

BRANDIMARTE, A. L. et al. Amostragem de Invertebrados Bentônicos. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Org.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 213 – 230.

BRESSAN, D. A. Editorial. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 41, p. 3, jul./dez., 2010.

CALLISTO, M.F.P.; ESTEVES, F.A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um ecossistema amazônico impactado por rejeito de bauxita – Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, s/1, v. 1, p. 335 – 348, 1995.

CHUNG, N.; SUBERKROPP, K. Influence of shredder feeding and nutrients on fungal activity and community structure in headwater streams. **Fundamental and Applied Limnology**, Stuttgart, v. 173, n. 1, p. 35 – 46, out., 2008.

COBO, F. Maintenance of Shredders in the Laboratory. In: GRAÇA, M. A. S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (Ed.). **Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide**. Dordrecht: Springer, 2005 p. 291 – 295.

COUCEIRO, S. R. M. et al. Insetos Aquáticos de Roraima: Riqueza e Importância Ecológica. In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. (Org.). **Roraima: homem, ambiente e ecologia**. Boa Vista: FEMACT, 2010. p. 501 – 522.

DOBSON, M. Manipulation of stream retentiveness. In: GRAÇA, M. A. S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (Ed.). **Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 19 – 24.

EATON, A.D. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

ELOSEGI, A.; POZO, J. Litter input. In: GRAÇA, M. A. S.; BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (Ed.). **Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 19 – 24.

Ephemeroptera do Brasil. **Lista de Espécies**. Disponível em: <<http://ephemeroptera.com.br/lista/>>. Acesso: julho 2013.

ESTEVES, F. A.; GONÇALVES-Jr, J. F. Etapas do Metabolismo Aquático. In: ESTEVES, F. A. (Org.). **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 119 – 124.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FALCÃO, J. N.; SALLES, F. F.; HAMADA, N. Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) ocorrentes em Roraima, Brasil: novos registros e chaves para gêneros e espécies no estágio ninfal. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, n. 4, p. 516 – 548, dez., 2011.

FERNANDES, A. S.; PASSOS, M. I. S.; HAMADA, N. *Stegoelmis* Hinton, 1939 (Coleoptera: Elmidae: Elminae) in Brazil: two new species and a key to the Brazilian species. **Zootaxa**, s/l, v. 2921, p. 56 – 64, jun., 2011.

FIDELIS, L.; NESSIMIAN, J. L.; HAMADA, N. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 127 – 134, jan./ mar., 2008.

FIGUEIRÓ, R.; DOCILE, T. N. Velocidades altas de correnteza são refúgios contra a predação por outros organismos para larvas de simuliídeos (Diptera: Simuliidae)? In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 01 – 02.

GIMENES, K. Z.; CUNHA-SANTINO, M. B.; BIANCHINI-JR, I. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Australis**, s/l, n. 14, v. 4, p. 1036 – 1073, dez., 2010.

GOMES, D. F.; HAMADA, N.; COUCEIRO, S. R. M. Chironomidae de igarapés impactados por sedimentos antropogênicos na Amazônia Central. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC INPA - CNPQ/FAPEAM, 14, 2010. **Anais da XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM**. Manaus: Editora INPA, 2010.

GOMES, E. C. S. et al. Structure of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) population in areas with different degrees of human settlement: Cantá - Roraima – Brazil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 321 – 329, 2008.

GONÇALVES JR, J. F.; MARTINS, R. T.; OTTONI, B. M. P.; COUCEIRO, S. R. M. Uma visão sobre a decomposição foliar em sistemas aquáticos brasileiros. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. p. 89 – 116.

GONÇALVES JR., J. F. et al. Leaf Breakdown in a Tropical Stream. **International Review of Hydrobiology**, Weinheim, v. 91, n. 2, p. 164 – 177, 2006.

GONÇALVES JR., J. F. O papel dos invertebrados na decomposição. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, Picinguaba, n. 35, v. 2, p. 38 – 39, set., 2006.

GONÇALVES JR., J. F. Metodologia de estudo de decomposição de detritos foliares em riachos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, Picinguaba, n. 34, p. 7 – 11, dez., 2005.

GRAÇA, M. A. S.; CANHOTO, C. Leaf litter processing in low order streams. **Limnetica**, v. 25, n. 1 – 2, p. 1 – 10, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Bancos de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 19 maio 2013.

JACOBSEN, D. et al. Macroinvertebrates: Composition, Life Histories and Production. In: DUDGEON, D. (Ed.). **Tropical Stream Ecology**. s/l: Elsevier, 2008. p. 65 – 105.

JANKE, H.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Colonization of leaf litter by aquatic macroinvertebrates: a study in a low order tropical stream. **Acta Limnologica Brasiliensia**, s/l, v. 19, n. 1, p. 109 – 115, 2007.

KIKUSHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial temporal. **Ecologia de Insetos Aquáticos - Series Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 157 – 173, 1992.

LANDEIRO, V. L. et al. Effects of litter patch area on macroinvertebrate assemblage structure and leaf breakdown in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, switzerland, v. 649, n. 1, p. 355 – 363, jul., 2010.

LECERF, A.; RICHARDSON, J. S. Litter decomposition can detect effects of high and moderate levels of forest disturbance on stream condition. **Forest Ecology and Management**, s/l, n. 259, p. 2433 – 2443, 2010.

LIGEIRO, R.; MELO, A.; CALLISTO, M. Spatial scale and the diversity of macroinvertebrates in a Neotropical catchment. **Freshwater Biology**, s/l, v. 55, n.2, p. 424 – 435. 2010.

LOPES, M. J. N. et al. Insetos Aquáticos. In: OLIVEIRA, M. L. et al. (Org.). **Reserva Duque** – A biodiversidade da Amazônia através de uma grade. Manaus: Áttema Design Editorial, 2008. p. 123 – 129.

MATHURIAU, C.; CHAUVET, E. Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. **Journal of the North American Benthological Society**, Washington, v. 21, n. 3, p. 384 – 396, 2002.

McCAFFERTY, W. P. **Aquatic Entomology** – The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Boston: Jones and Bartllet Publishers., 1981.

MELO, G. A. S. (Ed.). **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de Água Doce do Brasil**. São Paulo: Loyola, 2003.

MERRIT, R. W.; CUMMINS, K. W. (Ed.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3.ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.

MOREIRA, F. F. F. et al. Identification key to the Gerridae (Insecta: Heteroptera: Gerromorpha) from the Amazon River floodplain, Brazil, with new records for the Brazilian Amazon. **Zoologia**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 269 – 279, abr., 2011.

MORETTI, M. S. et al. Invertebrates colonization on native tree leaves in a Neotropical stream (Brazil). **International Review of Hydrobiology**, Berlin, v.92, n.2, p. 199 – 210, maio, 2007.

MORETTI, M. S.; GONÇALVES-JR, J. F.; CALLISTO, M. Leaf breakdown in two tropical streams: Differences between single and mixed packs. **Limnologica**, s/l, v. 37, p. 250 – 258, 2007.

NAGM, L. et al. Affinity and diversity indices for Anopheline immature forms. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 49, n. 5, p. 309 – 316, set./out., 2007.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Discos CBS, 1985.

PAGIORO, T.A.; THOMAZ, S.M. Influence of the decomposition of *Eichhornia azurea* on selected abiotic limnological variables of different environments of the floodplain of the High Paraná River. **Acta Limnologica Brasiliensia**, s/l, v. 11, n.2, p. 157 – 171, 1999.

PASSOS, M. I. S. et al. Insecta, Coleoptera, Elmidae, Amazon region. **Check List**, s/l, v. 6, n. 4, p. 538 – 545, 2010.

PEREIRA, D. L. V.; MELO, A. L.; HAMADA, N. Chaves de identificação para famílias e gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, s/l, v.36, n.2, p.210-228, mar./abr., 2007.

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**, Curitiba, v. 49, n. 2, p. 181 – 204, jun., 2005.

REZENDE, C. F. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhicho submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. **Biota Neotropica**, São Paulo, v.7, n. 2, p. 301 – 306, 2007.

RIGHI-CAVALLARO, K. O. et al. Structure of macroinvertebrate communities in riffles of a Neotropical karst stream in the wet and dry seasons. **Acta Limnologica Brasiliensia**, s/l, v. 22, n. 3, p. 306 – 316, 2010.

RIBEIRO, J. M. F. et al. Catalogue of type specimens of the Collection of Invertebrates of Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil. III. Hexapoda: Isoptera, Mantodea, Mecoptera, Orthoptera, Plecoptera, Trichoptera and Zoraptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, n. 53, v. 1, p. 32 – 35, mar., 2009.

_____. Catalogue of type specimens of the Collection of Invertebrates of Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil. II. Hexapoda: Collembola, Diplura, Archaeognatha, Ephemeroptera and Blattaria. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 52, n. 4, p. 595 – 598, dez., 2008.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 3, p. 613 – 618, jul./set., 2005.

RORAIMA. **Portal do Governo do Estado de Roraima**. Municípios. Cantá. Disponível em <www.portalroraima.rr.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2011.

ROSA-FREITAS, M. G. et al. An ecoregional classification for the state of Roraima, Brazil. The importance of landscape in malaria biology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 102, n. 3, p. 349 – 357, jun., 2007.

SALLES, F. F. **A Ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): Taxonomia e Diversidade**. 2006. 129 p. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SAMPAIO, A.; CORTES, R.; LEÃO, C. Yeast and macroinvertebrate communities associated with leaf litter decomposition in a second order stream. **International Review of Hydrobiology**, Weinheim, v. 89, n. 5-6, p. 453 – 466, 2004.

SCHNECK, F.; HEPP, L. U. Fatores estruturadores de comunidades em riachos. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 41, p. 57 – 67, jul./dez., 2010.

SHIEH, S. H. et al. Leaf breakdown in a Subtropical stream riffle and its association with macroinvertebrates. **Zoological Studies**, Taiwan, v 46, n. 5, p. 609 – 621, set., 2007.

SILVA, F. A.; PAULETO, G. M.; RUIZ, S. S.; TALAMONI, J. L. B.; BIESEMEYER, K. F. Macroinvertebrados aquáticos em um pequeno reservatório do Parque Zoológico de Bauru, região centro-oeste de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 10, n. 3, p. 197 – 202, 2008.

SILVA, S. S.; HAMADA, N. ; L. M. FUSARI. Identificação de larvas de Chironomidae ao nível de gênero comparação da assembleia de três municípios do Amazonas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC INPA - CNPQ/FAPEAM, 14, 2010. **Anais da XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM**. Manaus: INPA, 2010.

SPINELLI, G. R.; M. M. RONDEROS. First record of the genus *Bezzia* in Chile, with a description of a new species of the venustula group (Diptera: Ceratopogonidae). **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v. 74, p. 737 – 740, 2001.

STOCKLEY, R. A.; OXFORD, G. S.; ORMOND, R. F. G. Do invertebrates matter? Detrital processing in the River Swale-Ouse. **The Science of the Total Environment**, s/l, n. 210/211, p. 427 – 435, 1998.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. **Transactions. American Geophysical Union**, Washington, v. 38, n. 6, p. 913 – 920, dez., 1957.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE TOCANTINS. Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia. **Protocolo experimental**: Dinâmica de matéria orgânica e decomposição de detrito vegetal por comunidades microbianas. Palmas, 2011.

TIEGS, S. D. et al. Leaf decomposition and invertebrate colonization responses to manipulated litter quantity in streams. **Journal of the North American Benthological Society**, Washington, v. 27, n. 2, p. 321–331, jun., 2008.

TREVISAN, A.; HEPP, L. U. Dinâmica de componentes químicos vegetais e fauna associada ao processo de decomposição de espécies arbóreas em um riacho do norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 2, n. 1, p. 55 – 60, jan./abr., 2007.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 67 – 75, 2010.

VANNOTE, R. L. et al. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 37, n. 1, p. 130 – 137, 1980.

WANTZEN, K. M. et al. Organic Matter Processing in Tropical Streams. In: DUDGEON, D. (Ed.). **Tropical Stream Ecology**. s/l: Elsevier, 2008. p. 43 – 64.

WARD, J. V. **Aquatic Insect Ecology**: 1. Biology and habitat. New York: John Wiley & Sons, 1992.

ANEXOS

Anexo I – Macroinvertebrados coletados nos três pontos de amostragem na Serra Bonita, Cantá, Roraima.

Grupo Taxonômico			Categoria trófica	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	N
Collembola	Actaletidae	<i>Spinactaletes</i>	Coletor	x	x	1	1	x	x	2
	Hypogastruridae	<i>Xenylla</i>	Coletor	2	x	x	x	x	x	2
	Entomobryidae	<i>Entomobrya</i>	Coletor	2	x	x	1	2	1	6
		<i>Orchesella</i>	Coletor	x	x	1	x	x	x	1
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Agabinus</i>	Predador	x	x	1	1	x	x	2
		<i>Hydrotrupes</i>	Predador	x	x	1	x	x	x	1
		<i>Lacophilus</i>	Predador	1	x	x	x	x	x	1
		<i>Neoclypeodytes</i>	Predador	6	x	x	x	x	x	6
	Elmidae	<i>Ancyronyx</i>	Coletor/Raspador	x	x	x	x	3	x	3
		<i>Helichus</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	1	1	x	x	x	x	2
		<i>Heterelmis</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	x	4	1	x	x	x	5
		<i>Macrelmis</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	x	x	x	1	x	x	1
		<i>Noelmis</i>	Raspador/Fragmentador	6	8	2	x	8	17	41
		<i>Rhizelmis</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	x	x	x	x	1	x	1
		<i>Stenelmis</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	x	1	x	x	x	x	1
		<i>Zaitzevia</i>	Coletor/Raspador/Fragmentador	x	x	x	x	1	x	1
	Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	Predador	4	1	1	2	2	x	10
	Hydrophilidae	<i>Helobata</i>	Predador	x	3	x	x	x	x	3
		<i>Hydrochara</i>	Predador	x	1	x	x	x	x	1
<i>Hydraena</i>		Predador	x	2	x	x	x	11	13	
Scirtidae	<i>Cyphon</i>	Raspador/Fragmentador	53	40	17	9	9	49	177	
Staphilinidae	-	Predador/Coletor/Fragmentador	2	2	3	1	x	2	10	

Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i>	Predador	47	15	50	55	157	442	766	
	Chironomidae	-	-	882	418	630	1319	5666	7839	16754	
	Culicidae	<i>Anopheles</i>	Coletor/Filtrador	x	x	x	x	x	1	1	
	Dixidae	<i>Dixa</i>	Coletor/Filtrador	x	x	x	x	x	18	18	
	Dolichopodidae	-	Predador	1	1	5	x	x	5	12	
	Empididae	<i>Hemerodromia</i>	Predador	x	1	1	12	x	16	30	
	Muscidae	<i>Hylemya</i>	Predador	1	x	x	x	x	x	1	
	Psychodidae	<i>Pericoma</i>	Coletor	2	x	x	x	x	3	5	
	Simuliidae	<i>Simulium</i>	Coletor/Filtrador	12	14	2	5	7	17	57	
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	Predador	x	x	1	x	18	21	40	
	Tipulidae	-	Coletor/Fragmentador	x	x	1	x	x	x	1	
	Thaumaleidae	-	Raspador	7	x	x	x	x	x	7	
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Adebrotus</i>	Coletor	1	x	x	x	2	x	3
			<i>Americabaetis</i>	Coletor	x	x	1	x	x	x	1
<i>Cloeodes</i>			Coletor	x	x	1	x	x	x	1	
<i>Guajirolus</i>			Coletor	x	x	1	x	x	x	1	
<i>Waltzoyphius</i>			Coletor	3	x	2	6	x	38	49	
<i>Não identificado</i>			-		1	x	x	x	x	x	1
<i>Caenis</i>			Coletor/Raspador	10	3	1	7	10	3	34	
Euthyplociidae		<i>Campylocia</i>	Coletor	1	x	x	x	1	4	6	
Leptohiphidae		<i>Amanahyphes</i>	Coletor/Raspador	2	5	x	x	1	36	44	
		<i>Macunahyphes</i>	Coletor/Raspador	x	x	x	1	x	x	1	
Leptophlebiidae		<i>Askola</i>	Raspador	1	4	1	1	5	7	19	
		<i>Farrodes</i>	Raspador	x	6	1	4	2	20	33	
		<i>Fittkaulus</i>	Fragmentador	x	x	x	x	x	1	1	
		<i>Hagenulopsis</i>	Coletor/Raspador	8	x	4	5	6	25	48	
		<i>Leentvaria</i>	Coletor/Raspador	x	x	x	x	x	1	1	
		<i>Miroculis</i>	Raspador	x	x	x	3	1	5	9	

		<i>Ulmeritoides</i>	Fragmentador	1	x	x	4	3	7	15
	Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i>	Coletor/Filtrador	2	x	x	x	x	x	2
	Não identificado	-	-	x	x	x	x	x	129	129
Heteroptera	Corixidae	<i>Tenagobia</i>	Predador	2	x	x	x	x	x	2
	Gerridae	<i>Brachymetra</i>	Predador	x	1	x	x	x	x	1
	Hebridae	<i>Hebrus</i>	Predador	x	x	1	x	x	x	1
	Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	Predador	1	x	x	x	x	x	1
	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	Predador	x	x	x	x	x	2	2
		<i>Pelocoris</i>	Predador	x	x	x	1	x	x	1
	Veliidae	<i>Stridulivelia</i>	Predador	x	x	x	x	x	2	2
Lepidoptera	Crambidae	<i>Acentria</i>	Fragmentador	x	x	2	x	x	x	2
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>	Predador	1	x	x	x	x	1	2
	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	Predador	x	x	x	1	x	x	1
	Libellulidae	<i>Elga</i>	Predador	x	x	x	x	1	5	6
		<i>Oligoclada</i>	Predador	x	x	x	x	x	8	8
		<i>Perithemis</i>	Predador	x	x	x	x	2	x	2
	Perilestidae	<i>Perilestes</i>	Predador	x	x	x	x	x	3	3
	Zygoptera*	-	Predador	1	x	x	x	x	10	11
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	Predador	x	1	x	3	3	15	22
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	Fragmentador	x	x	2	2	26	43	73
	Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	Coletor	1	x	x	x	x	x	47
	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	Raspador	11	7	6	6	46	187	227
	Helicopsychoidea	<i>Helicopsyche</i>	Raspador	3	x	x	x	x	12	15
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	Coletor	1	1	3	x	28	73	106
		<i>Macronema</i>	Coletor	1	1	1	7	7	51	68
		<i>Smicridea</i>	Coletor	3	1	1	9	17	15	46
	Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	Raspador	x	x	x	x	2	11	13
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	Coletor/Fragmentador	x	x	x	x	10	26	36

		<i>Oecetis</i>	Predador/Fragmentador facultativo	10	3	20	4	60	63	160
		<i>Triplectides</i>	Fragmentador	x	x	x	1	18	24	43
	Polycentropodidae	<i>Cernotina</i>	Predador	2	x	2	2	49	41	96
		<i>Cyrnellus</i>	Coletor	x	x	1	x	8	57	66
		<i>Polyplectropus</i>	Coletor	x	x	1	x	x	x	1
Aranae	-	-	Predador	2	2	x	x	x	x	4
Blattodea	-	-	Onívoro	3	x	2	x	x	x	5
Decapoda	Palaemonidae	<i>Pseudopalaemon</i>	Coletor/Fragmentador	x	x	x	x	x	2	2
	Trichodactylidae	<i>Valdivia serrata</i>	Coletor/Fragmentador	1	x	x	x	x	x	1
Gastropoda	-	-	Raspador	1	x	2	3	x	x	6
Hidracarina	-	-	Predador	11	x	13	11	7	19	61
Porifera	-	-	Coletor	2	x	1	x	x	x	3
Oligochaeta	-	-	Coletor	89	64	166	116	88	30	553
Total				1205	611	954	1604	6287	9418	20079