



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**



**DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
DE QUATRO IGARAPÉS DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO
TUMUCUMAQUE, ESTADO DO AMAPÁ, BRASIL**

ALEXANDRE SOUTO SANTIAGO

MACAPÁ
2018

ALEXANDRE SOUTO SANTIAGO

**DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
DE QUATRO IGARAPÉS DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO
TUMUCUMAQUE, ESTADO DO AMAPÁ, BRASIL**

Tese apresentado ao Curso de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia, Biodiversidade e Conservação.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Linha de Pesquisa: Conservação e uso sustentável da Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Raullyan Borja Lima e Silva

Co Orientador: Prof. Dr. Tiago Gabriel Correia

MACAPÁ
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborado por Thalita Ferreira - CRB2/1557

Santiago, Alexandre Souto.

Diversidade de macroinvertebrados bentônicos de quatro igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, Estado do Amapá, Brasil / Alexandre Souto Santiago; Orientador, Raullyan Borja Lima e Silva; Co-orientador, Tiago Gabriel Correia. – 2018.

77 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia.

1. Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque. 2. Biomonitoramento. 3. Integridade biótica 4. Macroinvertebrados bentônicos. I. Silva, Raullyan Borja Lima e, orientador. II. Correia, Tiago Gabriel, Co-orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

577.3 S235d
CDD. 22 ed.

ALEXANDRE SOUTO SANTIAGO

**DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
DE QUATRO IGARAPÉS DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO
TUMUCUMAQUE, ESTADO DO AMAPÁ, BRASIL**

Tese apresentado ao Curso de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia, Biodiversidade e Conservação.

**Banca Examinadora:
Macapá-AP: 30/Maio/2018**

Prof. Dr. Raullyan Borja Lima e Silva
Orientador – BIONORTE/IEPA

Prof. Dr. Tiago Gabriel Correia
Co-orientador – UNIFAP

Prof. Dr. Marcos Tavares Dias
BIONORTE/EMBRAPA-AP

Prof. Dr. João da Luz Freitas
BIONORTE/IEPA

Prof. Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto
UNIFAP

Prof. Dr. Jucivaldo Dias Lima
IEPA

Resultado: _____

Dedico este trabalho Àquele que tudo criou e que me deu a Vida e a renova a cada Dia

– Deus, que sendo Pai, age como uma Mãe amorosa e cuidadosa com todos nós!

Mas, também o dedico aqueles que deram vida, Amor, Carinho, Proteção, Suor, Lágrimas e Dores sofridas caladas, que esforçaram-se por encaminhar na vida não só a mim, como aos meus irmãos Betânia e David e que continuam a se preocupar com seus netos Pedro e Sara. A eles, meus pais aqui na Terra, João Felipe e Maria do Carmo dedico esta tese, fruto de muito trabalho, dedicação, esforço, mas não posso esquecer, também muita ajuda e colaboração!

Por fim, dedico este trabalho aquele que tem me dado muito sentido na vida. Tem sido meu companheiro, amigo, irmão mais novo e me ensinado a ser pai: Pedro Henrique. Que tudo isto lhe sirva de exemplo e inspiração na sua vida!

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro muito obrigado é para Nosso Pai, que é todo Amor e Luz e Seu Amor e Sua Luz me ajudaram a vencer, e continuam a ajudar a batalhar todos os instantes da minha vida. Também agradeço à minha família, meus pais João Felipe e Maria do Carmo, meus irmãos Betânia, David. Meus tios e tias: Rosarinho e José Maria, que foram como pais para mim, me ajudando muitíssimo no início de minha caminhada no Amapá. Mas, também aos tios Lourdinha e João, Jaci e José e Sebastião, além dos primos e primas, que mesmo distantes se fizeram presentes pela força e bons pensamentos.

Meu muitíssimo obrigado ao amigo que muitas vezes se portou como irmão mais velho, me ouvindo, compartilhando experiências de vida e também bons ensinamentos e aceitou orientar-me neste trabalho sem duvidar de que conseguiríamos completá-lo com êxito, o Doutor Raullyan Borja Lima e Silva.

Agradeço imensamente ao amigo, colega e porque não dizer também coautor deste trabalho, que teve muita paciência, empenho e soube transmitir tantas e valiosas sugestões, sendo ele mesmo a propor co-orientar este trabalho, o Professor Doutor Tiago Gabriel Correia.

Meu agradecimento sincero e especial à Equipe Gestora do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, nas pessoas dos Analistas Ambientais Christoph Jaster e Cassandra, além dos demais membros que sempre nos acompanharam nos trabalhos de Campo: Sr. Valdeci, Edmilson, Senhoras Lindalva e Cláudia e aos monitores do programa de monitoramento da biodiversidade.

Meu obrigado a tantos amigos e amigas, que tornaram-se companheiros nas muitas horas de suor, dores na coluna, vista cansada, desabafos, encorajamentos, sem os quais eu não teria conseguido. E ainda são companheiros e companheiras de trabalho. Meu muito obrigado de coração a Well, Davi, Beth, Nonato, Ricardo, Leda, Valdirley.

Meu agradecimento especial ao amigo e porque não dizer, colaborador na construção deste trabalho, que dispensou seu tempo a sugerir, ponderar, ceder espaço e equipamentos, além de paciência, conhecimento e amizade sincera. Muito Obrigado Doutor Marcos Tavares Dias.

Agradeço muito aos colegas da UNIFAP que tantas vezes levantaram meu ânimo e outras tantas vezes me ajudaram imensamente sem terem noção do bem que estava fazendo, como minhas colegas e amigas Luciana, Rosana, Neura.

Um obrigado muito especial ao Professor Doutor Roberto Messias que todas as vezes que o procurei nunca se negou a ajudar, dispensando seu tempo, conhecimentos, esforços.

Muito obrigado aos queridos alunos e alunas que foram companheiros nesta caminhada e ajudaram muitíssimo em várias etapas do mesmo. Sem os quais não teria conseguido. Muito obrigado Amanda, Tiago, Glauciele, Suenny, Jorry, Jesebel. E também aqueles e aquelas que passaram pelo LABINVERT e que tanto me ensinaram.

Não posso deixar de lembrar e agradecer a importantes amigos que mesmo não caminhando mais comigo, devo muito aos mesmos os aprendizados da vida, pessoal e acadêmica. Aos Professores Doutores Herbet Tadeu de Almeida Andrade e Ricardo Andreazze (*in memoriam*). Ao Técnico Laboratorial que soube transmitir tantos conhecimentos de vida e trabalho, tornando-se como um pai e irmão mais velho, Edson Santana e ao grande e inesquecível amigo, também biólogo, o Doutor Jorge Bañuelos Irusta, que muito compartilhou de sua vida comigo.

Agradeço de uma forma muito especial a dois antigos professores, que como costume dizer, foram meu pai e minha mãe na Biologia. O Professor Mestre Adalberto Antônio Varela-Freire (*in memoriam*) e a Professora Mestre Raimunda Gonçalves;

Não poderia deixar de agradecer aqueles que primeiro me acolheram, ampararam e apoiaram aqui no Amapá, quando não conhecia ninguém nesta terra tão acolhedora. Meu muito obrigado aos Frades Menores Capuchinhos e em especial ao Frei João de Araújo Santiago, meu primo e irmão e demais Frades Capuchinhos.

Um Obrigado muito carinhoso e especial àquelas que muito me deram forças e luzes, e momentos muito preciosos humana e espiritualmente, sem os quais eu não teria tido condições humanas de concluir esta tese. Às minhas queridas irmãs Clarissas Capuchinhas que muito têm me ajudado.

Muito obrigado aos amigos muito especiais, que em muitos momentos foram suas palavras, suas presenças, suas forças ou simplesmente seus silêncios me ouvindo. Cláudia, Reginaldo, Marquinhos, João, Adriana, Cris, Ana, Amarilda e tantos outros que seria impossível citar aqui.

Não poderia esquecer de agradecer aqueles que foram meus segundos pais e muito me ensinaram sobre o que é ser professor e pai e ser humano, pelos quais tenho um carinho e afeição imensurável, Neide e Geraldo, muito obrigado por tudo.

Agradeço de coração a todas as pessoas que direta e indiretamente me ajudaram, apoiaram, incentivaram, me deram luz. Mas agradeço também a quem torceu pelo meu

fracasso, me atrapalhou, pois, sem querer e nem imaginar me ajudaram muitíssimo, me fazendo mais forte para enfrentar as dificuldades de cada dia.

Meu último e especial agradecimento é para meu filho Pedro Henrique, companheiro de muitas e laboriosas horas. De muitas, divertidas e prazerosas aventuras na vida. Que teve que abdicar de minha presença muitas vezes, mesmo precisando de mim, enquanto filho, para que eu pudesse trabalhar. Meu filho, que Deus te abençoe, guarde, proteja, ampare e ilumine hoje e sempre. Muito obrigado!

"... só há uma resposta convincente para explicar a enorme complexidade e as Leis do universo - a criação por um Deus Onisciente e Onipotente." (Henry Margenau (do Livro: Cosmos, Bios, Théos, 1992).

"Para mim, fé começa com a compreensão de que uma inteligência suprema trouxe o universo à existência e criou o homem. Não é difícil para mim ter esta fé, pois um universo organizado e inteligente testifica a favor da maior afirmação jamais pronunciada: 'No princípio Deus...'"

(Arthur H. Compton (10/09/1892 - 13/03/1962 - Prêmio Nobel em Física - Efeito Compton).

RESUMO

Os impactos ambientais causados por ações antrópicas tais como a retirada de cobertura vegetal, mineração, entre outras atividades, provocam alterações nos ecossistemas aquáticos, muitas vezes com consequências danosas para os ambientes e organismos. Na avaliação destes impactos devem ser considerados os fatores físicos e biológicos, pois os organismos vivos reagem ativamente às alterações infringidas ao ambiente. Objetivou-se avaliar a composição e organização das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, no município de Serra do Navio, Estado do Amapá. Para tal, foram analisados os grupos tróficos funcionais. As coletas foram realizadas usando rede de arrasto ou de mão para a amostragem dos organismos aquáticos do sedimento e infauna associada dos trechos dos igarapés. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés apresentam predominância de insetos, seguido por crustáceos e aracnídeos. O grupo trófico funcional dos filtradores foi o mais abundante, seguido dos predadores e detritívoros. A maior diversidade de macroinvertebrados bentônicos ocorreu no mês de outubro de 2014, mas a maior abundância foi nos meses de fevereiro e agosto de 2015. O nível das águas foi a principal variável ambiental influenciadora da estrutura destas comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Conclui-se que os igarapés investigados estão bem preservados, devido à abundante e rica macrofauna bentônica.

Palavras-chave: Ecologia. Biomonitoramento. Grupos de Alimentação Funcional.

ABSTRACT

The environmental impacts caused by anthropic actions such as the removal of vegetation cover, mining, among other activities, cause changes in aquatic ecosystems, often with harmful consequences for environments and organisms. In the evaluation of these impacts, physical and biological factors must be taken into account, since living organisms actively react to changes in the environment. The objective of this study was to evaluate the composition and organization of benthic macroinvertebrate communities in streams of the Tumucumaque Mountains National Park, in Serra do Navio, Amapá State. For this, the functional trophic groups were analyzed. The collections were carried out using trawl or hand net for the sampling of the aquatic organisms of the sediment and associated infauna of the streams of the streams. The benthic macroinvertebrate communities of the igarapés are predominant of insects, followed by crustaceans and arachnids. The functional trophic group of the filters was the most abundant, followed by predators and detritivores. The greatest diversity of benthic macroinvertebrates occurred in October 2014, but the greatest abundance was in the months of February and August of 2015. The water level was the main environmental variable influencing the structure of these communities of benthic macroinvertebrates. It is concluded that the igarapés investigated are well preserved due to the abundant and rich benthic macrofauna.

Keywords: Ecology. Biomonitoring. Functional Feeding Group.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|--------------|--|----|
| Mapa 1 | - Localização das Unidades de Conservação do Amapá, com destaque especial ao Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque | 22 |
| Mapa 2 | - Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque com a localização do Centro Rústico de Vivência e igarapés | 22 |
| Fotografia 1 | - Coleta de invertebrados bentônicos com uso de rede entomológica aquática – rapiché no PNMT-AP (2014-2015) | 28 |
| Esquema 1 | - Esquema de segmentação dos trechos dos igarapés para coleta dos macroinvertebrados bentônicos, dentro do PNMT | 30 |
| Fotografia 2 | - Equipamentos utilizados para verificação dos parâmetros físico-químicos da água e ar do PNMT-AP (2014-2015) | 30 |
| Fotografia 3 | - Igarapé da Copaíba no mês de novembro de 2014 (E): A – medição da correnteza; B – Aspectos gerais do igarapé no período de estiagem; C – Coleta de macroinvertebrados com rapiché; D – Oxímetro, pHmetro e Termômetro, no PNMT (2014-2015)..... | 31 |
| Fotografia 4 | - Igarapé do Breu no mês de agosto de 2015 (C): A – Aspecto da trilha de acesso ao igarapé; B - Cobra (Combóia – <i>Bothrops</i> sp) atravessando o curso d'água; C – Aspectos da mata ciliar; D – Aspectos gerais do igarapé, mostrando a vegetação ciliar e o leito do corpo d'água, no PNMT (2014-2015) | 32 |
| Fotografia 5 | - Igarapé do Buriti no mês de novembro de 2015. A – Aspectos gerais do igarapé, mostrando a mata ciliar, grande acúmulo de matéria orgânica alóctone nas margens e pequenas dimensões do igarapé; B – Medição dos parâmetros físicos e químicos da água; C – Trecho mais à montante com grande acúmulo de matéria orgânica no leito do rio, fundo arenoso e troncos caídos sobre o curso d'água; D – Inseto da Ordem Heteroptera, Família Nepidae pousado encontrado durante realização da coleta, no PNMT (2014-2015) | 33 |
| Fotografia 6 | - Igarapé da Enseada no mês de agosto de 2015 (C). A – Aspectos gerais do igarapé com abundante acúmulo de matéria orgânica nas | |

| | | |
|----------------|---|----|
| | margens e leito arenoso do curso d'água; B – Preparação do material para realização da coleta dos macroinvertebrados bentônicos e medições dos parâmetros físicos e químicos; C – Medição da velocidade da correnteza; D – Vegetação ciliar e matéria orgânica de origem alóctone no leito do igarapé, PNMT (2014-2015) | 34 |
| Fluxograma 1 - | Caminho para triagem das amostras coletadas e posterior identificação dos macroinvertebrados bentônicos capturados nas quatro campanhas de campo nos igarapés do PNMT | 35 |
| Gráfico 1 - | Abundância relativa (%) de cada Classe de macroinvertebrados bentônicos obtida nas quatro campanhas nos igarapés trabalhados no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015) | 48 |
| Fotografia 7 - | A - Crustacea – Decapoda – Palaemonidae; B – Insecta Hemiptera – Belostomatidae; C – Insecta – Odonata – Libellulidae; D – Insecta – Hemiptera – Naucoridae, no PNMT (2014-2015) | 49 |
| Fotografia 8 - | A - Insecta – Diptera – Chironomidae; B – Insecta – Ephemeroptera – Leptophlebiidae; C – Insecta – Coleoptera – Dytiscidae; D - Insecta Hemiptera – Belostomatidae ♀ com ovos no dorso, no PNMT (2014-2015) | 50 |
| Gráfico 2 - | Abundância relativa (%) dos grupos de alimentação funcional para os quatro igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque no período de 2014-2015 | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | - Riqueza de famílias e abundância, absoluta e relativa, de macroinvertebrados bentônicos de quatro igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015), Estado do Amapá, no período de estiagem (E) e chuvoso (C) | 37 |
| Tabela 2 | - Classes de macroinvertebrados bentônicos registrados nas campanhas de campo em 4 igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015) de acordo com o período sazonal | 39 |
| Tabela 3 | - Abundância (Absoluta e Relativa) de cada classe de macroinvertebrados bentônicos para todo o período de estudo (2014 a 2015) no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque | 39 |
| Tabela 4 | - Abundância absoluta e relativa dos grupos de alimentação funcional em igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, de outubro de 2014 a novembro de 2015 | 41 |
| Tabela 5 | - Parâmetros físico e químicos, e suas médias e desvios padrões, dos quatro igarapés estudados do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, no período de 2014 a 2015 | 44 |
| Tabela 6 | - Abundância de cada GAF de macroinvertebrados bentônicos nos igarapés do entorno do CRV do PNMT, de outubro de 2014 a novembro de 2015 ... | 47 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1 | MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS..... | 17 |
| 2.2 | GRUPOS DE ALIMENTAÇÃO FUNCIONAL (GAFS)..... | 19 |
| 2.3 | PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE (PNMT) | 20 |
| 2.3.1 | Clima..... | 21 |
| 2.3.2 | Relevo e geomorfologia do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque | 23 |
| 2.3.3 | Caracterização hidrográfica..... | 23 |
| 2.3.4 | Vegetação | 24 |
| 2.3.5 | Fauna | 25 |
| 2.3.6 | Pressões ambientais..... | 26 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 | COLETA DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS..... | 28 |
| 3.1.1 | Triagem e identificação taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos | 34 |
| 3.2 | DESCRIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS DOS IGARAPÉS PESQUISADOS NAS PROXIMIDADES DO CRV DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE, MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO (AP), COM BASE NOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS | 35 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 4.1 | CLASSIFICAÇÃO DOS TÁXONS ENCONTRADOS DE ACORDO COM O HÁBITO ALIMENTAR DE CADA UM | 37 |
| 4.2 | DESCRIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO TRÓFICA FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE IGARAPÉS DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE | 47 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 55 |
| | REFERÊNCIAS | 57 |

1 INTRODUÇÃO

Os organismos aquáticos, ao longo de sua história evolutiva, adquiriram muitas adaptações, possibilitando que os mesmos respondam às características dos ambientes onde os mesmos habitam (GOULART; CALLISTO, 2003).

Além disso, a organização trófica e ecológica das comunidades de invertebrados aquáticos também pode ser usada para indicar as condições do ecossistema aquático analisado. Mas também, outros aspectos importantes podem ser considerados no tocante às condições dos ambientes estudados, como abundância, morfologia, a presença ou a ausência de determinados táxons, a fisiologia e o comportamento dos macroinvertebrados bentônicos podem ser usados nos estudos relativos aos ambientes aquáticos (MANDAVILLE, 2002).

Uma importante ideia a ser utilizada nos estudos referentes aos ambientes é a de que os rios são sistemas de transporte de energia e matéria orgânica, nos quais ocorrem comunidades formadas por assembleias de espécies que responderão por meio de suas ocorrências e abundâncias relativas aos gradientes físicos desses ambientes, uma vez que “a entrada de energia e matéria orgânica, seu transporte e uso pelos Grupos de Alimentação Funcional (GAFs) podem ser muito regulados pelos processos geomorfológicos fluviais” possibilitando assim uma previsão dos GAFs que ocorrerão de acordo com a qualidade do ambiente fluvial estudado (VANNOTE et al., 1980). Esta ideia proposta é conhecida como Conceito de Continuidade de Rios (CCR) e pode ser demonstrada graficamente no Esquema 1, no qual podem ser observados os GAFs previstos de serem encontrados em cada trecho de um rio hipoteticamente bem preservado.

De acordo com o CCR proposto por Vannote et al. (1980), nos trechos ditos de cabeceira, ou iniciais, ou ainda em rios de pequeno porte é previsto encontrar-se macroinvertebrados bentônicos com hábito de alimentarem-se de matéria orgânica pouco fragmentada como os fragmentadores e fitófagos e aqueles que se alimentam de perifíton e partículas orgânicas menores como os coletores, além de macroinvertebrados predadores.

Já nos trechos finais, ou de rios de grande porte a previsão é ocorrerem macroinvertebrados que se alimentam da matéria orgânica finamente particulada ou até dissolvida, como é o caso dos filtradores, dos detritívoros, dos coletores e catadores e também se espera encontrar macroinvertebrados predadores.

Desta maneira, este estudo poderá subsidiar futuramente estudos que objetivem entender como estão as características ecológicas e paisagísticas de ambientes aquáticos

dulcícolas do Estado do Amapá. Além disso, possibilitará aumentar o conhecimento sobre os macroinvertebrados bentônicos do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT).

Assim, as questões que norteiam este estudo foram:

Como estão organizadas as comunidades de macroinvertebrados bentônicos de igarapés do entorno do Centro Rústico de Vivência (CRV) do PNMT?

Qual a diversidade de famílias de macroinvertebrados bentônicos em igarapés do PNMT?

Os objetivos específicos são:

a) Classificar os grupos taxonômicos de macroinvertebrados bentônicos, até o nível de família, nos ambientes estudados, de acordo com o hábito trófico de cada um;

b) Descrever a estrutura trófica das comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés estudados.

Este estudo teve as seguintes hipóteses a serem testadas:

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés do PNMT estão organizadas funcionalmente de acordo com os padrões conhecidos e aceitos para comunidades aquáticas preservadas;

As famílias de macroinvertebrados bentônicos ocorrentes nos igarapés do PNMT apresentam grande riqueza taxonômica e abundância.

A tese está estruturada em seis seções. A primeira seção é introdutória, onde é feita uma apresentação do trabalho, contextualizando a temática, as perguntas norteadoras, justificativas e objetivos.

Na segunda seção, foi tratada a Fundamentação Teórica do tema trabalhado, com a explanação de textos relacionados à organização e funcionamento das comunidades de invertebrados.

Na terceira seção foi feita a Caracterização da Área de Estudo, com a descrição de alguns aspectos ambientais ligados ao Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, tais como vegetação, fauna de vertebrados e invertebrados aquáticos, recursos hídricos, geografia e geologia locais, tipos de impactos causados ao meio ambiente, como retirada da cobertura vegetal, mineração, caça, pesca e turismo ilegal. Também foi tratada nesta seção as metodologias aplicadas na execução desta pesquisa, tais como os métodos de amostragem, triagem e identificação dos invertebrados aquáticos e dos parâmetros físicos e químicos dos ambientes pesquisados.

Na quarta seção são relatados e discutidos os resultados obtidos referentes à composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, seus hábitos alimentares, aos resultados referentes às variáveis abióticas dos ambientes.

Na quinta seção foram relatadas as considerações finais, explanando-se as principais conclusões a que se chegou com a realização desta pesquisa.

A sexta sessão apresenta as referências das fontes de onde foram obtidas as informações para a elaboração desta tese.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

No início do século XX, pesquisadores alemães propuseram o uso de organismos aquáticos, inicialmente microrganismos como bactérias, algas, protozoários e rotíferos, os quais foram classificados de acordo com seus níveis de tolerância à poluição, sendo criado assim o Sistema Saprobiótico de avaliação da qualidade de ambientes aquáticos. Este sistema baseia-se na resposta dos organismos aquáticos às variações ambientais. Porém, observar a resposta de todos os organismos é consideravelmente complexo, optou-se pelo uso de alguns grupos como indicadores das condições ambientais, como peixes, algas, protozoários, ciliados ou macroinvertebrados bentônicos (MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008).

A utilização dos macroinvertebrados bentônicos nos estudos ambientais consegue observar as condições existentes no ambiente ao longo de um período de tempo maior, uma vez que esses organismos, devido às suas características biológicas, fisiológicas, comportamentais e ecológicas, refletem as características do ambiente onde vivem e quaisquer alterações ocorridas nele (MONTEIRO; OLIVEIRA; GODOY, 2008; SILVA et al., 2007).

Os macroinvertebrados bentônicos apresentam como principais características a baixa mobilidade, alimentam-se de matéria orgânica originada no próprio corpo d'água ou de suas áreas circunvizinhas. Fazem parte da dieta de outros organismos aquáticos, transferindo assim a energia da matéria orgânica para seus predadores; possuem um tamanho relativamente grande, variando de 0,2 mm a poucos centímetros; possuem um ciclo de vida relativamente longo, indo de semanas a alguns meses, por fim, quando submetidos a condições estressantes podem se adaptar ou morrer (ANDRADE; SANTIAGO; MEDEIROS, 2008; CALLISTO; GONÇALVES JR.; MORENO, 2005;).

Esses autores afirmam ainda que esses organismos também apresentam grande abundância e diversidade nos ecossistemas aquáticos e possuem grande variedade de sensibilidade ou tolerância a diferentes tipos e níveis de estresses ambientais. Desta forma refletem as condições naturais do ambiente onde vivem ou as alterações por ele sofridas.

Marques, Ferreira e Barbosa (1999) citam que os macroinvertebrados bentônicos são muito importantes para os ambientes aquáticos, pois são responsáveis pelo biorrevolvimento

do sedimento de fundo dos igarapés, fragmentação do folhiço oriundo da vegetação ripária, liberação de nutrientes para a água, aeração dos sedimentos, proporcionando assim um constante fluxo energético pela transformação de matéria orgânica e circulação dos nutrientes.

Do mesmo modo, a própria forma como a comunidade aquática coloniza o ambiente lótico ou lêntico é um indicativo da organização desse ambiente, pois tanto a flora quanto a fauna sofrem influência do ambiente físico do corpo d'água, ou seja, pela sua geomorfologia, pela correnteza, pela vazão, pelo tipo de substrato e pelo tempo de retenção da água nesse ambiente (MARQUES; FERREIRA; BARBOSA, 1999).

Dentre os macroinvertebrados bentônicos, os insetos estão entre os que têm grande importância na comunidade aquática, pois alcançam grande sucesso na colonização desses ambientes, devido sua grande diversidade e abundância, ampla distribuição e alta capacidade de explorar tipos diferentes de habitats aquáticos.

No entanto, há fatores que irão influenciar na colonização de um habitat em particular, a saber: 1-Restrições fisiológicas (aquisição de oxigênio, osmorregulação, efeitos da temperatura); 2-Interações tróficas (aquisição de alimento); 3-Restrições físicas (como lidar com o habitat); 4-Interações bióticas (predação e competição). Mesmo com grande sucesso na colonização dos ambientes aquáticos, os insetos são diretamente dependentes do ambiente terrestre, mesmo que só em parte do seu ciclo de vida (MERRITT; CUMMINS, 1996).

Assim, medir alguns parâmetros relacionados com o equilíbrio do ambiente pesquisado é essencial, uma vez que alterações no ambiente refletirão em mudanças na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos, sendo os principais parâmetros a serem medidos, o pH, pois águas muito ácidas irão acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica e diminuir a concentração de oxigênio dissolvido na água; a temperatura da água, pois a mesma tem relação inversa com a concentração de oxigênio dissolvido, ou seja, aumentando a temperatura da água diminui a concentração de oxigênio dissolvido; a correnteza do curso d'água, a qual irá influenciar na estrutura do substrato, influenciando assim a estrutura comunitária aquática. Também podem ser mensurados inúmeros outros parâmetros físicos e químicos dos ambientes aquáticos, como concentrações de íons, nitritos, nitratos, ferro, fósforo, entre outros (RIBEIRO; UIEDA, 2005; TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os demais grupos que compõem a biota aquática bentônica, como anelídeos, moluscos, aracnídeos também apresentam grande importância em relação à ecologia dos ambientes aquáticos, uma vez que por viverem nestes ambientes, sentem todas as alterações lá ocorridas e responderão à essas alterações modificando seus comportamentos e hábitos, ou até mesmo morrendo, alterando assim seus dados relativos à sua densidade populacional, à sua riqueza e à abundância de táxons (QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINHO, 2008).

Em estudos sobre assoreamento de igarapés, observou-se que este tipo de alteração provoca dois tipos de efeitos sobre a comunidade aquática, primeiro um efeito direto sobre os macroinvertebrados, devido ao aumento da turbidez e o segundo um efeito indireto, sobre a estrutura física do habitat. Observou-se também que em áreas muito assoreadas há drástica redução da abundância dos táxons, ocorrendo apenas os táxons mais resistentes às mudanças. Desta forma, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos pode ser uma ferramenta útil e poderosa na avaliação de ambientes que sofrem assoreamento em decorrência de atividades antrópicas, inclusive na avaliação dos ambientes aquáticos do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (WANTZEN; PINTO-SILVA, 2006).

2.2 GRUPOS DE ALIMENTAÇÃO FUNCIONAL (GAFS)

Os macroinvertebrados bentônicos são componentes muito importantes para os ecossistemas aquáticos, uma vez que os mesmos por habitarem esses ecossistemas interagem de forma dinâmica com o mesmo, pois atuam na produção primária, através da herbivoria, na fragmentação dos detritos e mineralização dos nutrientes, além do revolvimento dos sedimentos (RAMÍREZ; GUTIÉRREZ-FONSECA, 2014), bem como indicam modificações nesses ecossistemas, alterando seus comportamentos, seus ciclos biológicos, suas populações, pela diminuição ou aumento exagerado (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001).

Uma importante característica dos ambientes aquáticos é a circulação de energia realizada principalmente pela ciclagem dos nutrientes provenientes da matéria orgânica, tanto alóctone quanto autóctone, a qual passa por processos realizados por microrganismos, macroinvertebrados e desgaste pela ação da água, diminuindo assim o tamanho das partículas (BIASI, 2013).

Esse processo é bem realizado pelos macroinvertebrados bentônicos, uma vez que os mesmos desenvolveram vários hábitos de aquisição e processamento do alimento, os quais podem ser classificados de acordo com esses hábitos, como proposto inicialmente por Cummins e seus colaboradores, ainda na década de 1970, sendo vantajoso este modo de classificação, pois combina características morfológicas com mecanismos comportamentais usados pelos macroinvertebrados na aquisição de alimento (RAMÍREZ; GUTIÉRREZ-FONSECA, 2014).

Assim, é prático classificar os macroinvertebrados aquáticos de acordo com o hábito e o mecanismo de aquisição do alimento, como proposto inicialmente por Merritt et al. (1996), os quais definiram os atualmente conhecidos grupos de alimentação funcional (GAFs), ou grupos de alimentação trófica, que são na verdade agregações funcionais de acordo com os mecanismos de aquisição do alimento, podendo os macroinvertebrados serem classificados de acordo com os principais grupos tróficos em: a) fragmentadores, aqueles que ingerem matéria orgânica particulada grossa (MPOG), com partículas maiores que 1 mm; b) predadores, aqueles que ingerem outros animais; c) raspadores, os que ingerem matéria orgânica aderida às superfícies submersas na coluna d'água; d) coletores e detritívoros os quais alimentam-se de matéria orgânica particulada fina (MOPF), aquela com partículas menores que 1 mm e e) filtradores, os que coletam as partículas dispersas na coluna d'água (BIASI, 2013; TOMANOVA; GOITIA; HELEŠIC, 2005; MELO, 2006). Há ainda categorias tróficas funcionais compostas por duas categorias principais, como é o caso dos coletores-catadores; coletores-detritívoros; coletores-filtradores; raspadores-fragmentadores; raspadores-coletores. Estas categorias tróficas funcionais são devido ao fato de no táxon identificado, no caso deste trabalho as famílias, existirem gêneros ou mesmo espécies com hábitos distintos, ficando a classificação alimentar entre duas das categorias.

2.3 PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE (PNMT)

O Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT) foi criado por Decreto Federal (22/08/2002) e conta com uma área de 3.867.000 ha, sendo a segunda maior UC do Brasil, ocupando 0,7% da Amazônia legal e a segunda maior área protegida em florestas tropicais do mundo, abarcando os territórios de cinco municípios do Estado: Calçoene, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari, Serra do Navio e Laranjal do Jarí; além de estreita

faixa no município paraense de Almeirim. Também faz fronteira com a Guiana Francesa e com o Suriname e com o Parque Indígena do Tumucumaque, com a Terra Indígena Waiãpi e com a Floresta Nacional do Amapá (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008).

De acordo com Galois (2009), o nome Tumucumaque é desconhecido ou não usado pelos grupos indígenas da região, sendo uma denominação dos não indígenas, ou *karaiwa*, referindo-se à cadeia montanhosa como *Tuna enatëre*, para as áreas das nascentes dos rios Paru e Jarí. Já os Wayana, da Guiana Francesa, usam o termo *Topu konôto* – grandes pedras – para aquelas montanhas.

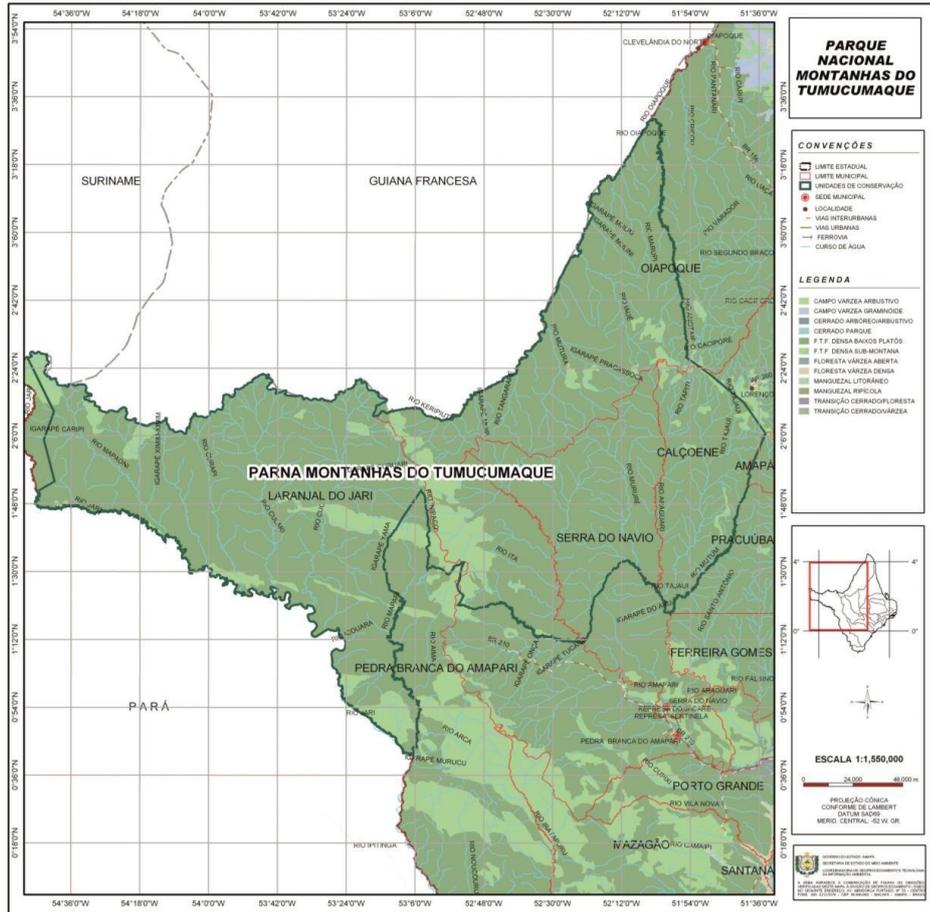
O termo Tumucumaque é cunhado em mapas cartográficos da região desde o século XVII principalmente para designar a região da tríplice fronteira entre Brasil, Guiana Francesa e Suriname. O termo ganha força com as expedições do francês Jules Crevaux, em meados do século XIX, o qual fala “de uma cadeia de montanhas que ninguém atravessou ainda.” No mesmo século o geógrafo francês Henri Coudreau descreve gigantescas serras e elabora os planos para a “primeira expedição científica dos *Tumuc-Humac*” (GALOIS, 2009).

2.3.1 Clima

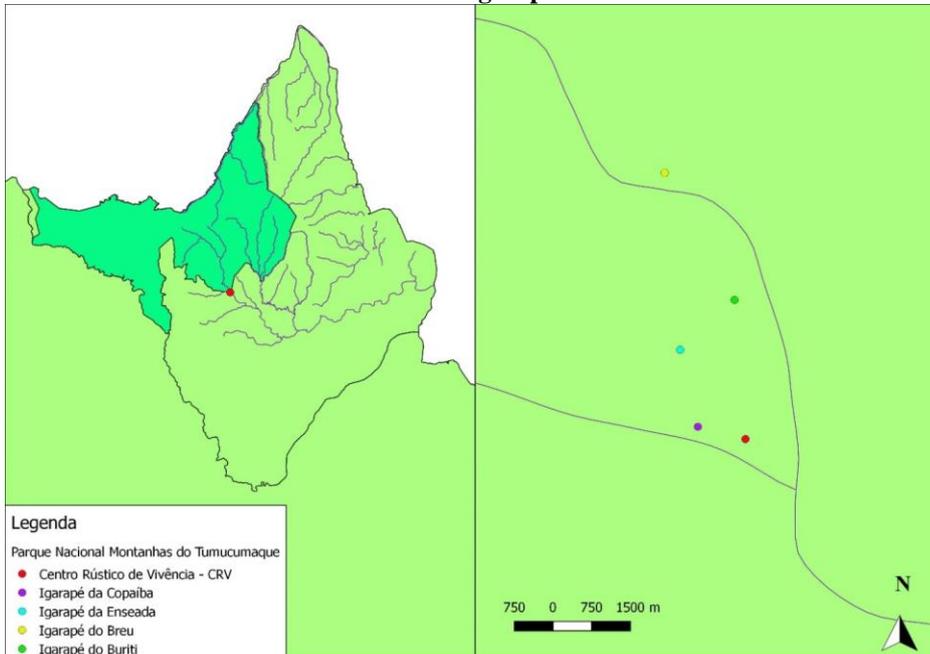
O clima da região onde se encontra o PNMT está classificado como AmW, no Sistema de Classificação Climática de Köppen, o qual é caracterizado por ocorrência de chuvas de monção, com uma estação seca curta, que se estende de setembro a novembro, mas com umidade suficiente para manter a floresta tropical; e uma estação chuvosa longa que vai de janeiro a maio. A precipitação pluviométrica da área do PNMT é inferior a 60 mm para período de estiagem enquanto que no período chuvoso a precipitação anual registrada ultrapassa os 2.250 mm, similar a do município de Serra do Navio (MMA, 2009).

A temperatura média mínima da região, no período entre 1961 e 1990, foi de 23° C a 23,5° C, em janeiro e outubro respectivamente, e temperatura média máxima de 32,5° C em outubro (MMA, 2009).

Mapa 1 - Localização das Unidades de Conservação do Amapá, com destaque especial ao Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque.



Mapa 2 - Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque com a localização do Centro Rústico de Vivência e Igarapés.



2.3.2 Relevo e geomorfologia do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque

O relevo da área onde se localiza o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque configuram-se como maciços residuais com vales encaixados formados de rochas do período Pré-Cambriano, topografia elevada apresentando maciços e picos que sofreram dissecação fluvial intensa. As principais formações são conhecidas como Serra Uassipein, Tumucumaque, Lombarda e Iratapuru. Existem também formações resultantes do aplainamento de regiões com elevações por mecanismos erosivos. A declividade da região ocorre na direção Leste e em altitudes que variam dos 150 aos 200 metros, predominando as formas de relevo em colinas com vales encaixados e ravinas, que são escavações do solo por ação da água. A rede de drenagem da área é constituída pelos Rios Jarí, Oiapoque e Araguari, como principais igarapés (MMA, 2009).

2.3.3 Caracterização hidrográfica

O PNMT abriga nascentes dos principais rios do Amapá, como os rios Oiapoque, Jarí, Amapari e Araguari (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008).

A rede hidrográfica do PNMT tem uma extensão total de aproximadamente 63.621,46 km, sendo que o padrão da drenagem é dendrítico ou arborescente, com tributários distribuídos em todas as direções. Nas áreas dos planaltos residuais o padrão de drenagem é radial centrífuga com correnteza a partir das áreas mais elevadas (MMA, 2009).

Segundo o Sistema de Classificação dos cursos d'água desenvolvido por Strahler (1957) os igarapés são organizados em ordens crescentes, onde aqueles cursos d'água que não possuem tributários são de 1ª Ordem. Quando dois rios de 1ª Ordem se juntam formam um rio de 2ª Ordem e assim por diante.

No PNMT ocorrem cursos d'água desde 1ª Ordem até 7ª Ordem, sendo que existem 35.605 rios classificados como de 1ª Ordem que totalizam uma extensão de 30.277,31 km e ocorrem 5 rios classificados como de 7ª Ordem, totalizando 394,17 km de extensão. Os cursos d'água a partir da 5ª Ordem podem ser navegáveis por pequenas embarcações o que eleva a extensão hidrográfica navegável para mais de 4.000 km, incluindo os rios que estão nas fronteiras do PNMT como Jarí, Mapari, Anotaiê, Mutum, Oiapoque, Feliz e Geladeira (MMA, 2009).

A bacia hidrográfica do Rio Amapari, localiza-se no município de Serra do Navio, em áreas de depressão. Possui uma área aproximada de 60 km² e deságua na bacia hidrográfica do rio Araguari, seu principal afluente. A vegetação predominante é a de mata nativa (SOUZA; CUNHA; PINHEIRO, 2008).

2.3.4 Vegetação

A cobertura vegetal típica da área onde se localiza o PNMT, assim como seu entorno é classificada como Floresta Tropical Densa de Terra Firme, Floresta Ombrófila Densa, segundo classificação do IBGE que pode variar de acordo com a variação de altitude, indo de Floresta Densa dos Baixos Platôs e Floresta Densa Sub-Montana. Este domínio vegetal, no Amapá ocupa mais de 103.000 km², representando uma área de aproximadamente 72% do território do Estado. Este tipo vegetal é caracterizado por comunidades com baixa variação e exemplares que passam dos 60 m de altura (MMA, 2009).

Segundo Drummond, Dias e Brito (2008) na parte centro-norte a floresta existente é de alto porte com cobertura uniforme intercalada de árvores aparentes. As espécies arbóreas mais destacadas são; *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. (maçarandubeira), *Lecythis lurida* (Miers) S.A. Mori (jarana), *Qualea* sp. (mandioqueira), *Ocotea* sp. (louro).

Mais especificamente na porção leste do Parque a floresta é deslumbrante e rica nas áreas com diferenças de altitudes apresentando espécies de alto porte e emergentes, sendo características desta área o *Protium paniculatum* Engl. (breu) e *Goupia glabra* Aubl. (cupiubeira), sendo algumas das espécies formadoras de grupos gregários, como a *Vouacapoua americana* Aubl. (acapuzeiro), a *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (pracaxizeiro), a *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (piquizeiro) e a *Couratari multiflora* (Sm.) Eyma (tauarizeiro) (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008, p. 80).

No setor oeste a floresta densa também é dominante, principalmente nas áreas mais movimentadas da Serra do Tumucumaque, onde varia de floresta de alto porte, predominando o *Hymenolobium petraeum* Ducke (angelim pedra) até floresta de baixo porte, com dominância da *Vataireopsis speciosa* Ducke (faveira) e *Vochysia* sp. (quarubeira). Já nas áreas com relevo alternado o tipo florestal ocorrente é de floresta densa, com árvores emergentes de alto porte, predominando a *Manilkara bidentata* subsp.

surinamensis (Miq.) T.D. Penn. (maparajubeira) (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008, p. 80).

2.3.5 Fauna

A fauna existente no PNMT é composta por espécies de mamíferos, aquelas constantes na lista de espécies ameaçadas de extinção como: *Pteronura brasiliensis* (ariranha), *Priodontes maximus* (tatu-canastra), *Panthera onca* (onça-pintada) e *Leopardus* sp. (gato do mato). Além desses, o PNMT apresenta ainda uma alta diversidade de primatas, como por exemplo *Pithecia pithecia* (macaco-voador) e *Chiropotes sagulatus* (cuxiu), entre muitos outros.

O PNMT apresenta também uma alta diversidade de espécies, registrando-se inclusive predadores de topo de cadeia como *Puma concolor* (onça-parda) e grandes mamíferos como *Tapirus terrestris* (anta), *Pecari tajacu* (queixada) e *Tayassu pecari* (cateto) bem como fauna de pequeno porte (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008). Também são observadas muitas espécies de aves, as quais apresentam grande densidade, endemismo e diversidade de espécies, podendo-se encontrar, entre outras espécies: *Ara chloroptera* (arara), *Penelope marail* (jacu) e *Topaza pella* (beija-flor-brilho-de-fogo). (DRUMMOND; DIAS; BRITO, 2008).

No PNMT também podem ser observadas inúmeras espécies de invertebrados aquáticos, tanto terrestres quanto aquáticos. No entanto, até o momento só havia registro de crustáceos, uma vez que os estudos realizados só privilegiaram este táxon, sendo registradas 12 espécies de caranguejos, distribuídos em duas Famílias: Pseudothelphusidae e Trichodactylidae e 13 espécies de camarões distribuídas nas Famílias Palaemonidae e Euryrhynchynidae, como também espécies das Ordens Isopoda e Arguloida (MMA, 2009).

Porém, não há ainda estudos sobre os macroinvertebrados aquáticos. Em relação aos peixes, até o momento foram registradas para o PNMT 26 Famílias de peixes, distribuídas por várias guildas tróficas, demonstrando assim o bom estado de conservação dos igarapés do PNMT, não sendo observada nenhuma espécie exótica nem espécies sofrendo ameaças. No entanto, observou-se pressão de caça e pesca em decorrência da ação de moradores das áreas do entorno do Parque. Foram identificadas e confirmadas 7 novas espécies de peixes, e ao menos 23 espécies que ainda não tinham registro de ocorrência para o Estado do Amapá (MMA, 2009).

2.3.6 Pressões ambientais

Uma vez que o PNMT possui uma extensa área, com mais de 3,8 milhões de hectares e mais de 2.000 km de perímetro, há muitas condições para que ocorram atividades geradoras de pressões, ou impactos, sobre o meio ambiente, como: extração ilegal de minérios, ocupação irregular, caça e pesca, exploração de produtos não madeireiros, exploração de madeira e turismo irregular (MMA, 2009).

A extração ilegal de minérios tem sido a principal atividade geradora de impactos ambientais, devido principalmente a exploração de ouro, levando a instalação de pistas de pouso clandestinas, desmatamento e assoreamento de rios, contaminação por elementos químicos, principalmente mercúrio e instalação de grupos humanos temporários. Outros minérios também são explorados na região, como a torianita, que é rica em urânio. Cassiterita, rica em estanho e a tantalita, que é rica em tântalo, como citado por alguns autores, como Bonumá (2006); Silva (2013); MMA/CONAMA (2006).

A ocupação irregular também causa pressão ambiental sendo observada na região do Rio Oiapoque e se deve a duas causas: a garimpagem na área da localidade de Ilha Bela, que faz fronteira com o entreposto garimpeiro Sikini da Guiana Francesa e a presença de população Franco-Guianense na comunidade de Camopi, no lado Guianense da fronteira (MMA/ICMBio, 2009).

A caça e a pesca clandestina são atividades praticadas normalmente pelas populações ribeirinhas, tendo caráter de subsistência. No entanto, tem se observado a prática por encomenda ou esportiva, principalmente do lado da Guiana Francesa, onde a caça é permitida, levando à pressão sobre a fauna do lado brasileiro. Nestas atividades são usadas desde armas de fogo de médio a grosso calibre, como armadilhas (ou trampas), enquanto na pesca usam-se como principal petrecho as redes de malhadeira, a pesca com *bubuia* – linha de espera com anzol e boia que são soltas nos rios e algumas vezes, os índios guianenses utilizam cipó-timbó, que libera uma substância letal para os peixes, como citado no Plano de Manejo do PNMT (MMA, ICMBio, 2009).

A exploração de produtos não-madeireiros tem como um dos principais produtos o cipó-titica que tem várias finalidades, principalmente a confecção de produtos artesanais.

A extração de madeira ocorre principalmente para uso próprio pelos moradores do entorno, para construção de suas moradias, barcos, etc. A exploração comercial torna-se inviável pela inexistência de um mercado consumidor, grandes distâncias e ausências de

vias de escoamento da produção madeireira. Além destes também ocorre na região o turismo irregular em geral ocorre na região da fronteira com a Guiana Francesa, devido à ausência do Poder Público, principalmente IBAMA e ICMBio, também citado no Plano de Manejo do PNMT (MMA/ICMBio, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Essa fase foi composta por várias etapas como:

- a) Coleta dos macroinvertebrados bentônicos em igarapés do PNMT;
- b) Triagem e identificação dos macroinvertebrados bentônicos coletados;
- c) Descrição das comunidades de invertebrados aquáticos dos igarapés pesquisados em igarapés do PNMT.

3.1 COLETA DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

A amostragem dos invertebrados bentônicos seguiu o proposto por Belmont et al. (2008) e Bicudo e Bicudo (2004), onde é usada rede entomológica aquática em forma de D – rapiché, a qual possibilita vasculhar o fundo dos igarapés, recolhendo os organismos aquáticos associados ao sedimento e a matéria orgânica e folhiço (Fotografia 1).

Fotografia 1 - Coleta de invertebrados bentônicos com uso de rede entomológica aquática – rapiché no PNMT-AP (2014-2015).



Fonte: Acervo do autor (2014 - 2015).

A rede foi passada em vários locais do trecho escolhido e as subamostras foram homogeneizadas a fim de otimizar a amostragem. Foram coletadas três réplicas de cada

amostra, em áreas com vegetação e sem vegetação, das margens e do meio dos igarapés, de forma aleatória, das estações de amostragem.

O conteúdo foi acondicionado em saco plástico transparente com capacidade para três litros, que teve seu volume completado com álcool etílico para conservação da amostra. Depois de completado o volume e fechamento do saco plástico, o mesmo foi identificado devidamente com os dados da coleta. Após esta etapa, as amostras foram transportadas para laboratório e foram analisadas devidamente, seguindo as metodologias propostas por Silveira; Queiroz e Boeiras (2004).

Como sugerido por Silveira (2007), as estações amostrais deveriam ser no número mínimo de dez; como forma de padronização da metodologia a ser usada. Estas estações poderiam sofrer alteração, para mais ou para menos, de acordo com as características das mesmas, como presença ou ausência de vegetação aquática, facilidade de acesso, proximidade de ponto de lançamento de efluentes, entre outras.

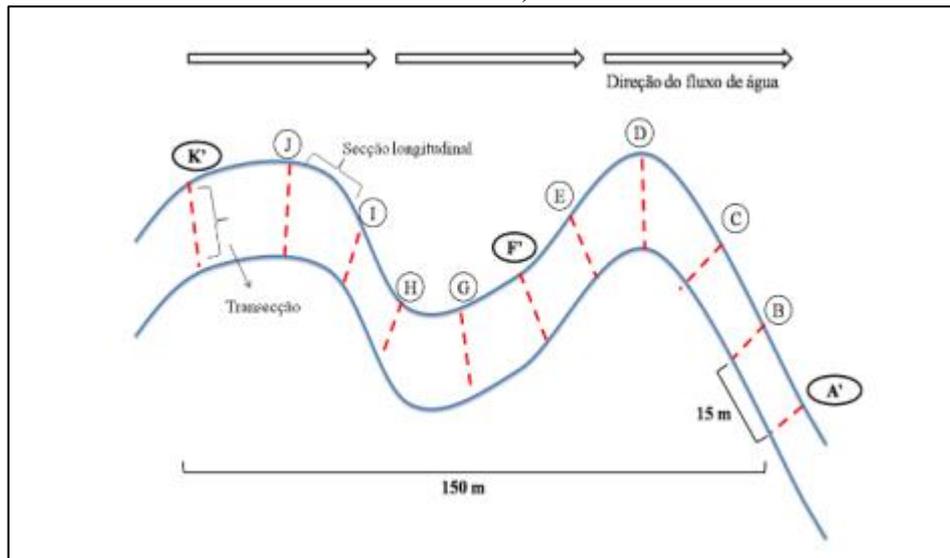
A metodologia proposta por Sousa (2014) sugere utilizar um trecho de 150 metros de cada igarapé, subdividindo cada trecho em 11 transectos denominados com as letras de A até K, sendo o transecto K localizado mais a montante e o transecto A localizado mais a jusante no trecho escolhido de cada igarapé pesquisado.

No entanto, por questões logísticas e de facilidade de acesso, foram necessárias adaptações metodológicas, padronizando-se a segmentação dos igarapés pesquisados em 10 transectos separados um do outro por uma distância de 15 m sendo, portanto, avaliado um trecho de 135 m, como pode ser visualizado no Esquema 2.

Em cada trecho foram realizadas amostragens em 3 transectos: A, mais a jusante; E intermediário e J, mais a montante. Em cada transecto foi medido um trecho de 5 m paralelo à margem, no qual foram realizadas as amostragens com auxílio da rede manual (rapiché). A rede foi arrastada contra o sentido da correnteza por três vezes e o material coletado foi depositado em uma peneira, com malha de 2 mm, para retirada do excesso de sedimento, fragmentos de madeira, pedras ou outros materiais que pudessem perfurar os sacos plásticos utilizados para guardar as amostras. Este procedimento foi repetido no meio do trecho escolhido e na margem oposta, como forma de maximizar o esforço amostral.

Além da coleta dos macroinvertebrados bentônicos, também foram medidos os parâmetros físicos e químicos da água, como pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água, largura, profundidade, correnteza de cada trecho estudado, de acordo com as metodologias utilizadas neste trabalho.

Esquema 1 - Esquema de segmentação dos trechos dos igarapés para coleta dos macroinvertebrados bentônicos, dentro do PNMT.



Fonte: Adaptado de Sousa (2014).

Os dados relativos aos parâmetros físicos e químicos, tais como pH, temperatura da água e do ar e oxigênio dissolvido foram coletados *in situ*, com auxílio de equipamentos específicos para tais medições, como medidor de pH, oxigênio dissolvido e termohigrômetro (SILVEIRA, 2007) (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Equipamentos utilizados para verificação dos parâmetros físico-químicos da água e ar do PNMT-AP (2014-2015).



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

Os dados relativos à hidrografia do local, como a correnteza, foram obtidos através do método do flutuador de poliestireno (isopor), onde foi medido um trecho de comprimento estabelecido e cronometrado o tempo que o flutuador demorou para percorrer o trecho escolhido, sendo realizadas quatro tomadas de tempo e calculada a velocidade média da correnteza, para cada transecto estudado (PALHARES et al., 2007; SILVEIRA, 2007), como pode ser observado na Fotografia 3, quando da realização destas metodologias no igarapé da Copaíba.

Fotografia 3 - Igarapé da Copaíba no mês de novembro de 2014 (E): A – medição da correnteza; B – Aspectos gerais do igarapé no período de estiagem; C – Coleta de macroinvertebrados com rapiché; D – Oxímetro, pHmetro e Termômetro, no PNMT (2014-2015)



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

Na Fotografia 3 é possível observar as características do igarapé da Copaíba, tais como pouca profundidade e largura, sedimento constituído principalmente de areia fina, cascalhos e matéria orgânica, abundante vegetação ciliar de médio e grande porte. Incidência de luz solar em vários trechos.

Na Fotografia 4 pode-se conferir os aspectos da trilha que conduz da margem do rio Amapari até o igarapé do Breu, no ponto de amostragem (A), podendo-se observar a presença de animais não aquáticos, como uma serpente do Gênero *Bothropos*, popularmente

conhecida como combóia (B). Também se observa os recursos naturais utilizados para se atingir os pontos amostrais mais distantes, como o uso de um tronco caído como ponte, para atravessar o corpo d'água (C) e os aspectos fisiográficos de um dos trechos do igarapé do Breu pesquisados (D).

Este igarapé possui como características trechos com rasos e trechos com maior profundidade e largura; sedimento formado principalmente de matéria areia fina e matéria orgânica; abundante vegetação marginal de médio a grande porte e muitos trechos encobertos pelo dossel das árvores tornando alguns trechos ensombreados.

Fotografia 4 - Igarapé do Breu no mês de agosto de 2015 (C): A – Aspecto da trilha de acesso ao igarapé; B - Cobra (Combóia – *Bothrops* sp) atravessando o curso d'água; C – Aspectos da mata ciliar; D – Aspectos gerais do igarapé, mostrando a vegetação ciliar e o leito do corpo d'água, no PNMT (2014-2015)



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

Na Fotografia 5 notam-se as características paisagísticas do igarapé do Buriti, podendo-se perceber a pouca profundidade e largura do mesmo, sendo que o fundo do igarapé é constituído de areia fina e grande quantidade de matéria orgânica proveniente da vegetação ciliar nas margens do mesmo (A). Observa-se a realização da medida do pH da água no ponto amostral mais a jusante do trecho escolhido para ser avaliado (B). Aspectos

paisagísticos e vegetacionais do ponto amostral mais a montante do trecho avaliado (C) e presença de insetos de hábitos terrestres nas proximidades do igarapé (D).

Fotografia 5 - Igarapé do Buriti no mês de novembro de 2015. A – Aspectos gerais do igarapé, mostrando a mata ciliar, grande acúmulo de matéria orgânica alóctone nas margens e pequenas dimensões do igarapé; B – Medição dos parâmetros físicos e químicos da água; C – Trecho mais à montante com grande acúmulo de matéria orgânica no leito do rio, fundo arenoso e troncos caídos sobre o curso d'água; D – Inseto da Ordem Heteroptera, Família Nepidae pousado encontrado durante realização da coleta, no PNMT (2014-2015).



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

Na Fotografia 6 observam-se as características fisiográficas e vegetacionais do igarapé da Enseada, o qual apresenta sedimentos constituídos de areia fina, lama e matéria orgânica, podendo-se perceber a abundância de vegetação marginal, que em alguns trechos chega a quase impedir a passagem de luz solar para o igarapé, além de prover muita matéria orgânica para o igarapé (A e D). Pode-se observar a preparação dos equipamentos para medição dos parâmetros físicos e químicos e realização dessas medições, como da correnteza do trecho trabalhado (C e D).

Fotografia 6 - Igarapé da Enseada no mês de agosto de 2015 (C). A – Aspectos gerais do igarapé com abundante acúmulo de matéria orgânica nas margens e leito arenoso do curso d’água; B – Preparação do material para realização da coleta dos macroinvertebrados bentônicos e medições dos parâmetros físicos e químicos; C – Medição da velocidade da correnteza; D – Vegetação ciliar e matéria orgânica de origem alóctone no leito do igarapé, PNMT (2014-2015).



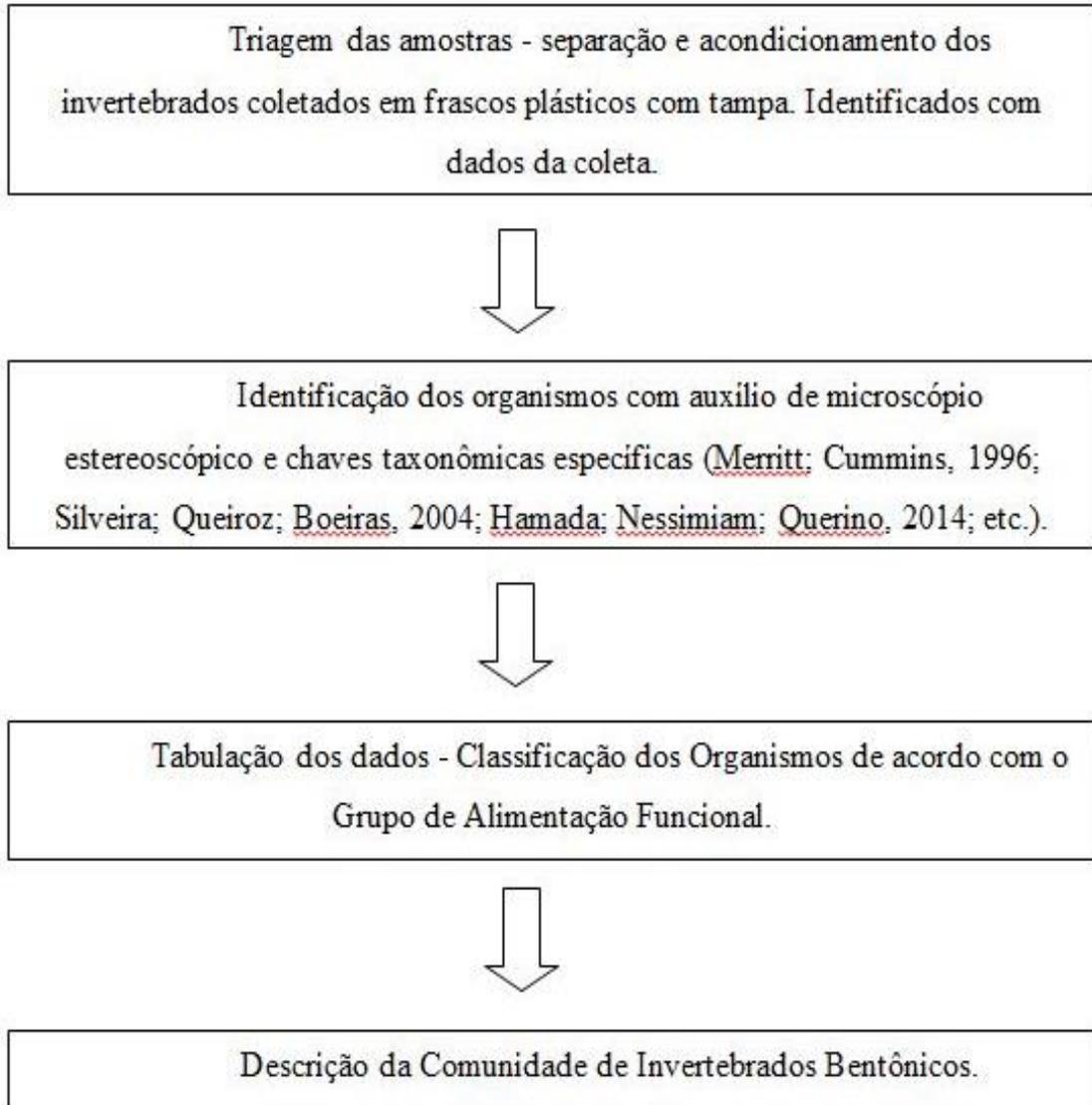
Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

3.1.1 Triagem e identificação taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos

A triagem e identificação taxonômica até família dos organismos coletados seguiram a metodologia sugerida por Silveira, Queiroz e Boeiras (2004) (Fluxograma 1) e com auxílio de chaves taxonômicas de Hamada, Nessimiam e Querino (2014); Merritt e Cummins (1996); Silva (2007); Silveira, Queiroz e Boeiras (2004) e Vannote et al. (1980) no Laboratório de Zoologia de Invertebrados do Curso de Ciências Biológicas da UNIFAP.

A tabulação dos dados para posteriores cálculos estatísticos e elaboração das conclusões foi realizada com auxílio do software Excel, do pacote Office, versão 2016, da Microsoft.

Fluxograma 1 - Caminho para triagem das amostras coletadas e posterior identificação dos macroinvertebrados bentônicos capturados nas quatro campanhas de campo nos igarapés do PNMT.



Fonte: O Autor (2017).

3.2 DESCRIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS DOS IGARAPÉS PESQUISADOS NAS PROXIMIDADES DO CRV DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE, MUNICÍPIO DE SERRA DO NAVIO (AP), COM BASE NOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS

As assembleias de macroinvertebrados bentônicos, dos igarapés estudados do PNMT, foram descritas com base nos organismos encontrados, os quais foram classificados em grupos tróficos funcionais segundo a estratégia alimentar desses organismos, nos

respectivos táxons e grupos tróficos funcionais (GAFs) e conforme a classificação criada por Merritt e Cummins (1996) e revisada por Merritt; Cummins e Berg (2008). Classificação esta trabalhada por Andrade, Santiago e Medeiro (2008) quando estudaram um rio do semiárido do Rio Grande do Norte, descrevendo a estrutura comunitária dos macroinvertebrados bentônicos do citado rio. Também no trabalho desenvolvido por Shimano et al. (2012), quando descreveram a distribuição espacial das guildas tróficas e estrutura comunitária de Ephemeroptera em córregos do Mato Grosso.

Para descrever as assembleias de invertebrados bentônicos existentes nos igarapés analisados seguiu-se as metodologias propostas em duas etapas. 1ª) Etapa: Em Campo: para a descrição das comunidades de invertebrados aquáticos seguiu-se a metodologia proposta por Belmont et al. (2008) e Bicudo e Bicudo (2004), já descritas na seção 3.1.

A triagem e identificação taxonômica dos organismos coletados seguiram a metodologia sugerida por Silveira, Queiroz e Boeiras (2004), descritas na seção 3.1.1.

Após essa fase, os mesmos foram classificados nos seus respectivos Grupos de Alimentação funcional (GAF), conforme proposto por Cummins et al. (2005), Merritt e Cummins (1996), Silva (2007) e Vannote et al. (1980).

Os dados bióticos foram confrontados com os dados abióticos (oxigênio dissolvido – OD; pH, temperatura da água, correnteza, largura, profundidade e vazão) de cada ponto amostral para a correta caracterização da comunidade bentônica de cada corpo d'água avaliado (ANDRADE; SANTIAGO; MEDEIROS, 2008; BEGHELLI; SANTOS; URSO-GUIMARCALIJURI, 2012; MELO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TÁXONS ENCONTRADOS DE ACORDO COM O HÁBITO ALIMENTAR

Na coleta de dados, em campo, nas campanhas realizadas no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque foram capturadas um total de 378 indivíduos, incluídos em 37 táxons (Tabela 1).

Tabela 1 - Riqueza de famílias e abundância, absoluta e relativa, de macroinvertebrados bentônicos de quatro igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015), Estado do Amapá, no período de outubro de 2014 a novembro de 2015.

| Igarapé | Família | Abundância Absoluta - Total | Abundância Relativa - Total | Grupos Tróficos Funcionais |
|---------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Breu | Amphizoidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Breu | Belostomatidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Breu | Blaberidae | 1 | 0,26 | Frag |
| Breu | Dytiscidae | 14 | 3,70 | Pred |
| Breu | Gomphidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Breu | Haliplidae | 4 | 1,06 | Fito |
| Breu | Helicopsychidae | 6 | 1,59 | Rasp |
| Breu | Hydrophilidae | 1 | 0,26 | Fito |
| Breu | Hydropsychidae | 18 | 4,76 | Pred |
| Breu | Leptoceridae | 12 | 3,17 | Frag |
| Breu | Limnephilidae | 2 | 0,53 | Frag |
| Breu | Naucoridae | 1 | 0,26 | Pred |
| Breu | Noteridae | 1 | 0,26 | Pred |
| Breu | Palaemonidae | 12 | 3,17 | Det |
| Breu | Paligeniidae | 1 | 0,26 | Det |
| Breu | Ptilodactylidae | 2 | 0,53 | Fito |
| Breu | Sciomyzidae | 4 | 1,06 | Pred |
| Breu | Tipulidae | 2 | 0,53 | Frag |
| Buri | Brachycentridae | 1 | 0,26 | Filt |
| Buri | Elmidae | 1 | 0,26 | Colet |
| Buri | Gomphidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Buri | Helicopsychidae | 1 | 0,26 | Rasp |
| Buri | Hydropsychidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Buri | Leptoceridae | 1 | 0,26 | Frag |
| Buri | Odontoceridae | 1 | 0,26 | Frag |
| Copa | Aeshnidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Copa | Baetidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Copa | Belostomatidae | 2 | 0,53 | Pred |

| | | | | |
|------|---------------------|------------|-------|-----------|
| Copa | Caenidae | 2 | 0,53 | Det |
| Copa | Chironomidae | 10 | 2,65 | Colet |
| Copa | Dytiscidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Copa | Elmidae | 4 | 1,06 | Colet |
| Copa | Ephemeralidae | 1 | 0,26 | Det |
| Copa | Gerridae | 2 | 0,53 | Pred |
| Copa | Gomphidae | 7 | 1,85 | Pred |
| Copa | Hydracarina | 2 | 0,53 | Pred |
| Copa | Leptophlebiidae | 7 | 1,85 | Frag |
| Copa | Libellulidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Copa | Naucoridae | 10 | 2,65 | Pred |
| Copa | Palaemonidae | 16 | 4,23 | Det |
| Copa | Perlidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Copa | Pleidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Copa | Sisyridae | 1 | 0,26 | Pred |
| Ense | Anomalopsychidae | 2 | 0,53 | Frag |
| Ense | Baetidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Ense | Belostomatidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Ense | Brachycentridae | 4 | 1,06 | Filt |
| Ense | Chironomidae | 8 | 2,12 | Colet |
| Ense | Corduliidae | 2 | 0,53 | Pred |
| Ense | Dytiscidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Ense | Elmidae | 3 | 0,79 | Colet |
| Ense | Gerridae | 2 | 0,53 | Pred |
| Ense | Gomphidae | 5 | 1,32 | Pred |
| Ense | Haliplidae | 1 | 0,26 | Fito |
| Ense | Helicopsychidae | 4 | 1,06 | Rasp |
| Ense | Hydropsychidae | 7 | 1,85 | Pred |
| Ense | Hydroptilidae | 9 | 2,38 | Rasp-Frag |
| Ense | Leptoceridae | 3 | 0,79 | Frag |
| Ense | Leptophlebiidae | 1 | 0,26 | Frag |
| Ense | Libellulidae | 1 | 0,26 | Pred |
| Ense | Naucoridae | 8 | 2,12 | Pred |
| Ense | Odontoceridae | 5 | 1,32 | Frag |
| Ense | Paligeniidae | 1 | 0,26 | Det |
| Ense | Perlidae | 4 | 1,06 | Pred |
| Ense | Simuliidae | 137 | 36,24 | Filt |
| | Σ Abundância | 378 | | |

Fonte: Dados obtidos com a realização dos trabalhos de campo (2014-2015).

Legenda:

Grupos de Alimentação Funcional –

GAFs

Pred – Predadores

Det - Detritívoros

Colet - Coletores

Frag – Fragmentadores

Fito – Fitófagos

Local - Igarapé

Breu – Igarapé do Breu

Buri – Igarapé do Buriti

Copa – Igarapé da Copaíba

Ense – Igarapé da Enseada

Rasp – Raspadores
 Rasp-Frag – Raspadores-Fragmentadores
 Rasp-Colet – Raspadores-Coletores

Na Tabela 2 são apresentados os táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados nas campanhas de campo nos igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, de acordo com o mês da campanha de campo.

Tabela 2 – Táxons de macroinvertebrados bentônicos registrados nas campanhas de campo em 4 igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015) de acordo com o período sazonal.

| Campanha | Mês/Ano | Táxon | Abundância | Abund./Campanha |
|-------------------------|----------------|--------------|-------------------|------------------------|
| 1a | out/14 | Arachnida | 1 | 64 |
| | | Crustacea | 14 | |
| | | Insecta | 49 | |
| 2a | fev/15 | Crustacea | 4 | 46 |
| | | Insecta | 42 | |
| 3a | ago/15 | Insecta | 217 | 217 |
| 4a | nov/15 | Arachnida | 1 | 48 |
| | | Crustacea | 10 | |
| | | Insecta | 37 | |
| Abundância Total | | | 375 | 375 |

Fonte: Pesquisa de Campo (2014-2015)

Os insetos foram os organismos mais abundantes registrados, representando 92% (N= 345) de todos os organismos coletados (N= 345) (Tabela 3).

Tabela 3 - Abundância (Absoluta e Relativa) de cada classe de macroinvertebrados bentônicos para todo o período de estudo (2014 a 2015) no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque.

| Classe | Abundância Absoluta | Abundância Relativa (%) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Arachnida | 2 | 0,53 |
| Crustacea | 28 | 7,47 |
| Insecta | 345 | 92 |
| Abund. Total | 375 | |

Fonte: Pesquisa de Campo (2014-2015)

Tanto na 1ª campanha – outubro de 2014 - quanto na 4ª campanha – novembro de 2015 - ocorreram os mesmos 3 táxons: Arachnida, Crustacea e Insecta. No entanto, as

abundâncias diferiram entre as campanhas, pois no mês de outubro de 2014 foram capturados 64 indivíduos, período no qual o nível da água estava baixo, enquanto na 4ª campanha, que ocorreu no mês de novembro de 2015, quando o nível da água ainda estava alto, foram capturados 48 indivíduos.

Estes resultados, portanto, corroboram com o que é afirmado por vários autores, que no período de menor precipitação pluviométrica geralmente são encontrados mais organismos, uma vez que os ambientes estão mais estáveis; há maior penetração de luz na coluna d'água e a vazão é menor não provocando o desalojamento dos organismos ou a morte desses, tudo isso resulta numa abundância (ANDRADE; SANTIAGO; MEDEIROS, 2008; DUTRA, 2006; HENRIQUES- OLIVEIRA; SANSEVERINO; NESSIMIAN, 1999; ROCHA, 2010).

Todos os crustáceos capturados podem ser classificados como pertencentes à Superordem Eucarida; Ordem Decapoda; Subordem Pleocyemata; Infra-ordem Caridea; Superfamília Palaemonoidea, Família Palaemonidae (OLIVEIRA, 2016). Estes animais apresentam hábitos alimentares onívoros, pois se alimentam de matéria orgânica finamente particulada, fungos, tecidos vegetais, insetos larvas, algas e zooplâncton, como afirmam Queiroz (2000) e Oliveira (2016).

Os dois espécimes de aracnídeos coletados pertencem à Classe Arachnida, Subclasse Acari, Superordem Actinotrichida, Ordem Prostigmata, Subordem Parasitengona, Falange Hydrachnidia, também conhecida como Hydracnellae ou Hydracarina. Estes organismos possuem o hábito de alimentarem-se sugando os fluidos de suas presas, que podem ser outros invertebrados ou até mesmo vertebrados aquáticos, o que neste caso os classifica como parasitas (YULE; YOONG, 2012).

De acordo com Castro (2013), os ácaros desta Classe podem ser inseridos em dois grandes táxons: Halacaroida e Hydracarina, onde os primeiros são predominantemente marinhos e os segundos são considerados ácaros aquáticos verdadeiros, com aproximadamente 6.000 espécies, todas dulcícolas, agrupados em 8 Superfamílias, 57 Famílias e aproximadamente 420 Gêneros. Também são conhecidos como Hydrachnidia ou Hydracnellae, sendo encontrados em ambientes lóticos e lênticos, em geral associados a substratos arenosos/lodosos, presos às raízes das macrófitas aquáticas flutuantes ou submersas, ou até em poças d'água temporárias e bromélias.

Esses organismos sofrem metamorfoses após a eclosão dos ovos, tornando-se de larvas hexápodes em adultos octópodes, ectoparasitas de esponjas, bivalves e de insetos como

Odonata e Diptera. Também se alimentam de ovos e larvas de insetos, cladóceros, ostrácodos e copépodes, podendo predar inclusive outros ácaros e isópodes. Sendo assim podem ser classificados tanto como parasitas como predadores (CASTRO, 2013). Na Tabela 4 são apresentados os dados relativos aos hábitos alimentares dos macroinvertebrados bentônicos encontrados em igarapés do PNMT.

Tabela 4 - Abundância absoluta e relativa dos grupos de alimentação funcional em igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, de outubro de 2014 a novembro de 2015.

| Local | GAF | Abundância Absoluta | Abundância Relativa | Abundância/Local | %/Local |
|-------------------------|------------|---------------------|---------------------|------------------|---------|
| Breu | Det | 23 | 6,13 | 85 | 27,06 |
| | Colet | 21 | 5,60 | | 24,71 |
| | Frag | 17 | 4,53 | | 20,00 |
| | Pred | 16 | 4,27 | | 18,82 |
| | Fito | 6 | 1,60 | | 7,06 |
| | Rasp | 2 | 0,53 | | 2,35 |
| Buri | Pred | 3 | 0,80 | 7 | 42,86 |
| | Colet | 1 | 0,27 | | 14,29 |
| | Filt | 1 | 0,27 | | 14,29 |
| | Rasp | 1 | 0,27 | | 14,29 |
| | Rasp-Colet | 1 | 0,27 | | 14,29 |
| Copa | Pred | 32 | 8,53 | 73 | 43,84 |
| | Det | 23 | 6,13 | | 31,51 |
| | Colet | 14 | 3,73 | | 19,18 |
| | Rasp | 4 | 1,07 | | 5,48 |
| Ense | Filt | 141 | 37,60 | 210 | 67,14 |
| | Pred | 30 | 8,00 | | 14,29 |
| | Rasp-Frag | 9 | 2,40 | | 4,29 |
| | Colet | 8 | 2,13 | | 3,81 |
| | Det | 7 | 1,87 | | 3,33 |
| | Frag | 7 | 1,87 | | 3,33 |
| | Rasp | 4 | 1,07 | | 1,90 |
| | Rasp-Colet | 3 | 0,80 | | 1,43 |
| | Fito | 1 | 0,27 | | 0,48 |
| Abundância Total | | 375 | | 375 | |

Fonte: Dados obtidos com a realização dos trabalhos em campo (2014-2015).

Legenda:

Grupos de alimentação funcional – GAFs

Pred – Predadores

Fito – Fitófagos

Abund – Abundância por Local

| | | |
|-----------------------|--|--|
| Det - Detritívoros | Rasp – Raspadores | Abund Rel – Abundância Relativa %/Local: Porcentagem de cada GAF por local. |
| Colet - Coletores | Rasp-Frag – Raspadores- Fragmentadores | |
| Frag – Fragmentadores | Rasp-Colet – Raspadores- Coletores | |

No igarapé do Breu, ao longo de período de amostragem, o grupo de alimentação funcional dos detritívoros (N = 23; 27,06%) predominou, em seguida vieram os seguintes GAFs: coletores (N = 21; 24,07%); fragmentadores (N = 17; 20%); predadores (N = 16; 18,82%); fitófagos (N = 6; 7,06%); raspadores (N = 2; 2,35%).

No igarapé do Buriti predominaram, ao longo de todo o período amostral os macroinvertebrados com hábito predador (N = 3; 42,86%); seguidos pelos GAFs: coletores, filtradores, raspadores e raspadores-coletores (N = 1; 14,29%).

No igarapé da Copaíba, também no período do estudo, os macroinvertebrados bentônicos com hábito alimentar de predação dominaram (N = 32; 43,84%); seguido pelos macroinvertebrados classificados nos GAFs: detritívoros (N = 23; 31,51%); coletores (N = 14; 19,18%) e raspadores (N = 4; 5,48%).

Para o igarapé da Enseada, ainda no período pesquisado, observou-se que o GAF dos filtradores dominou (N = 141; 67,14%) e em seguida vieram, em ordem decrescente os GAFs: predadores (N = 30; 14,29%); raspadores-fragmentadores (N = 9; 4,29%); coletores (N = 8; 3,81%); detritívoros e fragmentadores (N = 7; 3,33%); raspadores (N = 4; 1,90%); raspadores-coletores (N = 3; 1,43%) e fitófagos (N = 1; 0,48%).

Percebe-se assim que os igarapés pesquisados possuem características que suportam uma variedade de hábitos alimentares dentre os macroinvertebrados bentônicos, uma vez que o tipo de substrato, a disponibilidade de recursos alimentares e as características físicas e químicas do ambiente irão influenciar na organização comunitária dos macroinvertebrados bentônicos, pois existe entre os mesmos uma grande diversidade de hábitos e comportamentos de aquisição de alimento, como afirma Ciofi et al. (2013).

No período observado observou-se a seguinte ordem decrescente dos GAFs nos igarapés estudados. Para o igarapé do Breu os macroinvertebrados bentônicos que alimentam-se de detritívoros foram os mais abundantes e em seguida vieram os GAFs dos coletores, fragmentadores, predadores, fitófagos e raspadores.

No igarapé do Buriti os macroinvertebrados bentônicos predadores foram dominantes e os GAFs dos coletores, filtradores, raspadores e raspadores-coletores.

Para o igarapé da Copaíba foi observada a seguinte ordem decrescente de abundância dos GAFs durante o período estudado: predadores, detritívoros, coletores e raspadores.

Foi observada a seguinte ordem decrescente de abundâncias dos GAFs no igarapé da Enseada, durante o período do estudo: filtradores, predadores, raspadores-fragmentadores, coletores, detritívoros e fragmentadores, raspadores, raspadores-coletores e fitófagos.

Estes resultados corroboram o que afirmam Silva (2011); Ribeiro e Uieda (2005) e Ciofi et al. (2013) que as características físicas e químicas do ambiente lótico, juntamente com o tipo, heterogeneidade e disponibilidade de substratos o que por sua vez aumenta o número e disponibilidade de habitats, aumentando também a diversidade local, pois disponibiliza mais e diversos recursos alimentares. Pois no período de maior precipitação pluviométrica também foi observada grande variedade de hábitos alimentares, corroborando mais uma vez com estes autores.

No período de realização do estudo pôde-se perceber que houve as maiores riquezas e abundâncias de famílias, o que pode ser atribuído ao aumento da complexidade e disponibilidade de habitats criados com o aumento do nível das águas, o que é corroborado por Vannote et al. (1980) que afirmam que uma alta heterogeneidade de habitats em trechos iniciais e médios de rios possibilitará uma alta diversidade nestes ambientes.

No entanto, Baptista et al. (2001), ao trabalharem no rio Macaé, no Estado do rio de Janeiro, afirmam que as maiores riquezas e diversidades foram observadas na estação de menor precipitação pluviométrica, devido à maior estabilidade e disponibilidade de habitats, principalmente os localizados em leitos rochosos e arenosos, pois estes tipos de substratos são menos afetados pela correnteza.

Esta situação é contrária ao que foi observado nos igarapés do PNMT, uma vez que todos os igarapés pesquisados apresentam leito arenoso, argiloso, com alguns trechos apresentando pedregulhos e no mês de agosto, com a subida do nível das águas, muito da vegetação ciliar foi encoberta pela água, proporcionando assim maior disponibilidade e variedade de habitats.

Ao serem observados os igarapés do PNMT no tocante à organização funcional das suas comunidades de macroinvertebrados bentônicos percebe-se que há em todos grande diversidade tanto faunística quanto de hábitos alimentares e que essas comunidades podem ser descritas de acordo com o Conceito de Continuidade de Rios proposto por Vannote et al. (1980), uma vez que todos os igarapés podem ser classificados como igarapés de primeira

ordem, ou de cabeceira, com grande ocorrência de matéria orgânica, tanto íntegra quanto particulada.

Assim, percebe-se que as comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés do PNMT apresentam na sua organização trófica funcional as guildas que se alimentam de matéria orgânica particulada, tanto fina quanto grossa, como os detritívoros, fragmentadores, coletores, filtradores, raspadores e de organismos predadores, estando assim de acordo com o que foi proposto por Vannote et al. (1980).

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes os parâmetros físicos e químicos, como oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura da água, correnteza, vazão e dados referentes à fisionomia de cada igarapé, como largura e profundidade.

As variáveis ambientais oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água apresentaram valores médios dentro dos limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), com exceção para o igarapé da Copaíba, que apresentou valores abaixo dos limites mínimos preconizados, o que pode ser explicado pelo fato desse igarapé ter grande quantidade de matéria orgânica acumulada no seu leito, ser muito raso e ter pequena vazão o que conjuntamente influencia negativamente na concentração de oxigênio dissolvido na água, pois a matéria orgânica ao se decompor libera substâncias ácidas para o meio aquático, abaixando assim o pH da água e conseqüentemente diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água.

Tabela 5 - Parâmetros físico e químicos, e suas médias e desvios padrões, dos quatro igarapés estudados do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, no período de 2014 a 2015.

| Local | VA/Camp | OD | pH | T _{água} | Corr | Larg | Prof | Vaz |
|-------|-----------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Breu | out/14 | 8,66 | 5,00 | 24,60 | 0,17 | 4,40 | 0,43 | 0,17 |
| | ago/15 | 6,50 | 6,27 | 24,67 | 0,27 | 4,43 | 0,35 | 0,22 |
| | nov/15 | 7,82 | 6,47 | 24,37 | 0,17 | 4,50 | 0,28 | 0,10 |
| | ̄ Breu | 7,66 | 5,91 | 24,54 | 0,20 | 4,44 | 0,35 | 0,16 |
| | ±DP Breu | 0,77 | 0,56 | 0,11 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| Buri | ago/15 | 7,10 | 6,00 | 25,00 | 0,24 | 2,15 | 0,18 | 0,08 |
| | nov/15 | 7,33 | 5,97 | 27,73 | 0,09 | 1,83 | 0,14 | 0,14 |
| | ̄ Buri | 7,22 | 5,98 | 26,37 | 0,17 | 1,99 | 0,16 | 0,11 |
| | ±DP Buri | 0,12 | 0,02 | 1,37 | 0,08 | 0,16 | 0,02 | 0,03 |
| Copa | out/14 | 8,60 | 3,63 | 25,03 | 0,23 | 1,73 | 0,09 | 0,03 |
| | fev/15 | 2,10 | 3,57 | 16,73 | 0,01 | 33,25 | 1,07 | 0,35 |
| | ago/15 | 5,43 | 5,43 | 16,63 | 0,09 | 3,25 | 0,05 | 0,03 |
| | ̄ Copa | 5,38 | 4,21 | 19,47 | 0,11 | 12,41 | 0,40 | 0,14 |

| | ±DP Copa | 2,65 | 0,86 | 3,94 | 0,09 | 9,52 | 2,73 | 0,15 |
|-------------|----------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ense | fev/15 | 6,30 | 5,67 | 25,00 | 0,13 | 3,40 | 0,43 | 0,41 |
| | ago/15 | 7,97 | 7,97 | 25,03 | 0,09 | 1,78 | 0,16 | 0,02 |
| | \bar{x} Ense | 7,13 | 6,82 | 25,02 | 0,11 | 2,59 | 0,30 | 0,21 |
| | ±DP Ense | 0,83 | 1,15 | 0,02 | 0,02 | 0,81 | 0,14 | 0,19 |

Fonte: Dados obtidos com a realização dos trabalhos em campo (2014-2015).

Legenda:

OD = Oxigênio dissolvido ($\text{mg} \times \text{L}^{-1}$) Breu = Igarapé do Breu
 pH = Acidez / Alcalinidade Buri = Igarapé do Buriti
 $T_{\text{água}}$ = Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) Copa = Igarapé da Copaíba
 Corr = Correnteza ($\text{m} \times \text{s}^{-1}$) Ense = Igarapé da Enseada
 Larg = Largura (m)
 Prof = Profundidade (m)
 Vaz = Vazão ($\text{m}^3 \times \text{s}$)

Também, o processo de decomposição aumenta a temperatura da água, a qual é inversamente proporcional à concentração de oxigênio dissolvido na água. Além disso, a correnteza auxilia na oxigenação da água e uma vez que a velocidade da correnteza é baixa esta renovação do oxigênio é pequena, como afirmam Tundisi e Tundisi (2008); Ribeiro e Uieda (2005); Fiorucci e Filho (2005).

A variável vazão apresentou pequenos valores uma vez que todos os igarapés são rasos, estreitos e consequentemente com pouco volume hídrico, exceto o igarapé da Enseada que apresenta profundidade e largura maiores que os demais, aumentando assim os valores de sua vazão.

Este parâmetro ambiental tem grande importância para os macroinvertebrados bentônicos pois ambientes com fortes correntezas e consequentemente fortes vazões, dificultam à fixação dos macroinvertebrados no substratos e abrigos, fazendo com que os mesmos sejam carregados pela correnteza, o que influenciará nas abundâncias dos mesmos nas comunidades aquáticas, como afirmam Silveira et al. (2006) e Thomazi et al. (2008).

Conforme Strieder, Santos e Vieira (2006), fatores como a vazão do curso d'água, presença de substratos diversos, substâncias dissolvidas na água, presença e composição da vegetação ciliar irão contribuir com a fixação das formas imaturas de inúmeros táxons, entre eles os simulídeos, como ovos, larvas e pupas.

Assim é importante considerar a influência dos parâmetros ambientais sobre a estrutura trófica comunitária, entre eles a correnteza, pois percebe-se claramente que ocorrem alterações na organização funcional da comunidade aquática de acordo com a mudança no nível das águas. Pois a distribuição e a abundância dos táxons podem sofrer influência da vazão dos igarapés, da disponibilidade de substratos para a fixação das formas imaturas, como

ovos, larvas e pupas, pela presença de substâncias dissolvidas na água, tipo e composição da vegetação ripária e também pelas ações antrópicas (STRIEDER; SANTOS; VIEIRA, 2006).

Como afirma Melo (2002), a correnteza irá promover tanto a remoção e consequente a diminuição da diversidade, da abundância e da densidade de organismos aquáticos nos períodos de subida do nível da água, como o aumento destes parâmetros ecológicos nos períodos de estiagem, quando o fluxo da água diminui e possibilita aos organismos permanecerem nos seus locais de abrigo.

No entanto, estes resultados não corroboram o que Andrade, Santiago e Medeiros (2008) encontraram em um rio do semiárido do Rio Grande do Norte, onde as maiores abundâncias e diversidades foram observadas no período de seca, mas é importante salientar que o rio estudado pelos autores supramencionados está localizado na região Nordeste do Brasil e sofre constantes alterações devido aos longos períodos de seca, além da geologia e flora locais possuírem características próprias. Tudo isto é diferente do ambiente no qual encontram-se os igarapés alvo deste estudo, todos localizados na Bacia Amazônica e, portanto, sob um regime pluvial e um ambiente completamente diferentes.

Desta forma a comunidade de invertebrados bentônicos irá reagir de forma diferente aos eventos de inundação, uma vez que as diferenças físicas de cada ecossistema, como a heterogeneidade de habitats pode influenciar no processo de recolonização do ambiente. E uma vez que existam refúgios para os macroinvertebrados, o processo de recolonização pode ocorrer de forma bastante rápida, como é o caso dos igarapés pesquisados (MELO, 2002).

Rocha (2010) afirma que um evento de inundação pode ser considerado um importante agente perturbador da comunidade aquática, uma vez que atuará direcionando e modelando o leito do curso d'água, "de forma heterogênea". Além disso, as inundações ainda possibilitam a criação de um mosaico de habitats diferentes o que amplia as ofertas de abrigo e alimentação para os macroinvertebrados bentônicos, influenciando assim na riqueza, abundância e distribuição de táxons.

Na Tabela 6 são apresentadas a abundância geral e relativa dos GAFs para as quatro campanhas realizadas, verificando-se que os organismos coletores foram os predominantes na comunidade de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés do PNMT estudados. A segunda maior abundância observada foi dos organismos detritívoros e a menor abundância foi de macroinvertebrados raspadores-fragmentadores.

Tabela 6 - Abundância de cada GAF de macroinvertebrados bentônicos nos igarapés do entorno do CRV do PNMT, de outubro de 2014 a novembro de 2015.

| GAF | Abundância Absoluta | Abundância Relativa (%) |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Colet | 24 | 6,40 |
| Det | 39 | 10,40 |
| Filt | 142 | 37,87 |
| Fito | 8 | 2,13 |
| Frag | 24 | 6,40 |
| Pred | 110 | 29,33 |
| Rasp | 15 | 4,00 |
| Rasp-Colet | 4 | 1,07 |
| Rasp-Frag | 9 | 2,40 |
| Abundância Total | 375 | |

Fonte: Dados obtidos com a realização dos trabalhos em campo (2014-2015).

Da terceira a oitava classificação de acordo com a abundância dos organismos, observou-se a seguinte ordem decrescente: filtradores > fitófagos > fragmentadores > predadores > raspadores > raspadores-coletores.

Estas abundâncias indicam que os igarapés pesquisados apresentam grande diversidade de hábitos tróficos, os quais são suportados pela diversidade e abundância de itens alimentares, tanto de origem vegetal como animal, como propõe Vannote et al. (1980), os quais afirmam que igarapés com boas condições ecológicas irão sustentar maior diversidade de hábitos alimentares do que aqueles que sofreram algum tipo de impactação, ou seja, quanto mais íntegro estiver um ecossistema aquático, maior será sua diversidade biológica e alimentar.

4.2 DESCRIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO TRÓFICA FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE IGARAPÉS DO PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE

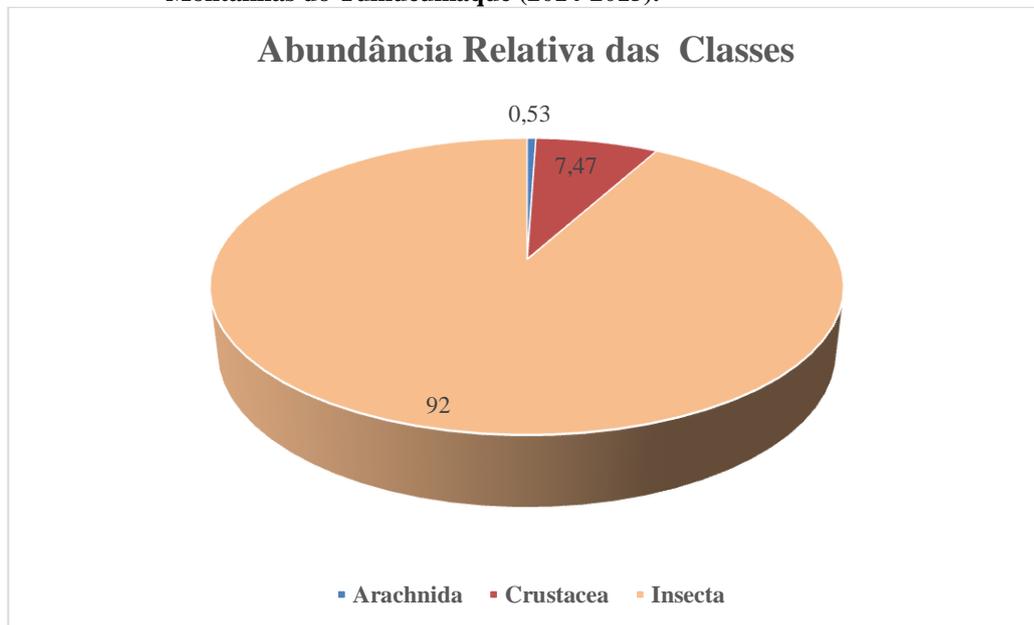
No Gráfico 1 é mostrado a abundância encontrada nas quatro campanhas realizadas, podendo-se perceber que a fauna bentônica é bastante rica, com representantes de quatro Classes, sendo a Classe Insecta a mais abundante, com mais de 92% dos indivíduos coletados, sendo seguida pela Classe Crustacea com mais de 7,47% do total de indivíduos capturados. A

classe Arachnida foi a menos abundante com 2 indivíduos coletados, o que representou apenas 0,53% do total de organismos.

Com os resultados obtidos, é possível observar que as comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT) apresentam as seguintes características ecológicas, funcionais e organizacionais.

Como todos os igarapés são classificados como rios de cabeceiras, ou de pequenas ordens, de acordo com a classificação criada por Strahler (1957), os quais têm como principais características, serem muito dependentes do aporte de matéria orgânica alóctone, proveniente da vegetação ciliar, a qual promove grande sombreamento do curso d'água, reduzindo então a taxa fotossintética do mesmo.

Gráfico 1 - Abundância relativa (%) de cada Classe de macroinvertebrados bentônicos obtida nas quatro campanhas nos igarapés trabalhados no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (2014-2015).



Fonte: Trabalhos de campo (2014 – 2015).

Desta forma, nestes trechos haverá maior quantidade de matéria orgânica que sofreu pouca ou nenhuma ação dos organismos aquáticos (VANNOTE et al., 1980). Assim, estes igarapés apresentam uma taxa de respiração maior que a taxa de produção, o que por sua vez influenciará na distribuição dos macroinvertebrados bentônicos, que são dependentes do tipo e quantidade de alimento disponível e das condições do meio físico, como disponibilidade e tipos de habitats (SILVA, 2007).

Ainda de acordo com Vannote et al. (1980), os rios são sistemas fluviais compostos por uma série longitudinal integrada de gradientes físicos, que são ajustados pela biota associada, que por sua vez possibilitará a previsão da organização das comunidades aquáticas ao longo deste gradiente, pois criará "um padrão de zonas de agrupamentos de táxons organizados de acordo com o fluxo orgânico de energia." Além da presença ou ausência destes agrupamentos tróficos, a distribuição dos mesmos ao longo dos igarapés reflete o estado de saúde do ambiente pesquisado. Ou seja, a distribuição e organização destes grupos tróficos ao longo de um rio refletirão o nível de organização e, portanto, de saúde deste rio.

Na Fotografia 7 são mostrados alguns dos organismos coletados durante a realização das campanhas de campo, como organismos do Filo Arthropoda – Subfilo Crustacea – Superordem Eucarida – Ordem Decapoda – Subordem Pleocyemata – Infra-Ordem Caridae – Palaemonidae, na fase juvenil (A), bem como organismos pertencentes ao Filo Arthropoda – Subfilo Hexapoda – Classe Insecta – Subclasse Pterygota – Ordem Odonata – estágio larval (C); Infraclasse Neoptera – Ordem Hemiptera no estágio adulto (B e D) (BRUSCA; BRUSCA, 2007).

Fotografia 7 – A - Crustacea – Decapoda – Palaemonidae; B – Insecta Hemiptera – Belostomatidae; C – Insecta – Odonata – Libellulidae; D – Insecta – Hemiptera – Naucoridae, no PNMT (2014-2015).



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

Também foram coletados organismos de outras Ordens de Insetos, como larvas de Subfilo Hexapoda - Classe Insecta – Subclasse Pterygota - Infraclasse Neoptera – Ordem Diptera – Família Chironomidae (A); Subclasse Pterygota – Infraclasse Palaeoptera – Ordem Ephemeroptera – larva (B); Subclasse Pterygota – Infraclasse Neoptera – Ordem Coleoptera – Família Dytiscidae – adulto (C) e Ordem Hemiptera – Família Belostomatidae – adulto – fêmea com ovos no dorso (D), como mostrados na Fotografia 8 (BRUSCA; BRUSCA, 2007).

Fotografia 8 – A - Insecta – Diptera – Chironomidae; B - Insecta – Ephemeroptera – Leptophlebiidae; C – Insecta – Coleoptera – Dytiscidae; D - Insecta Hemiptera – Belostomatidae ♀ com ovos no dorso, no PNMT (2014-2015).



Fonte: Acervo do autor (2014-2015).

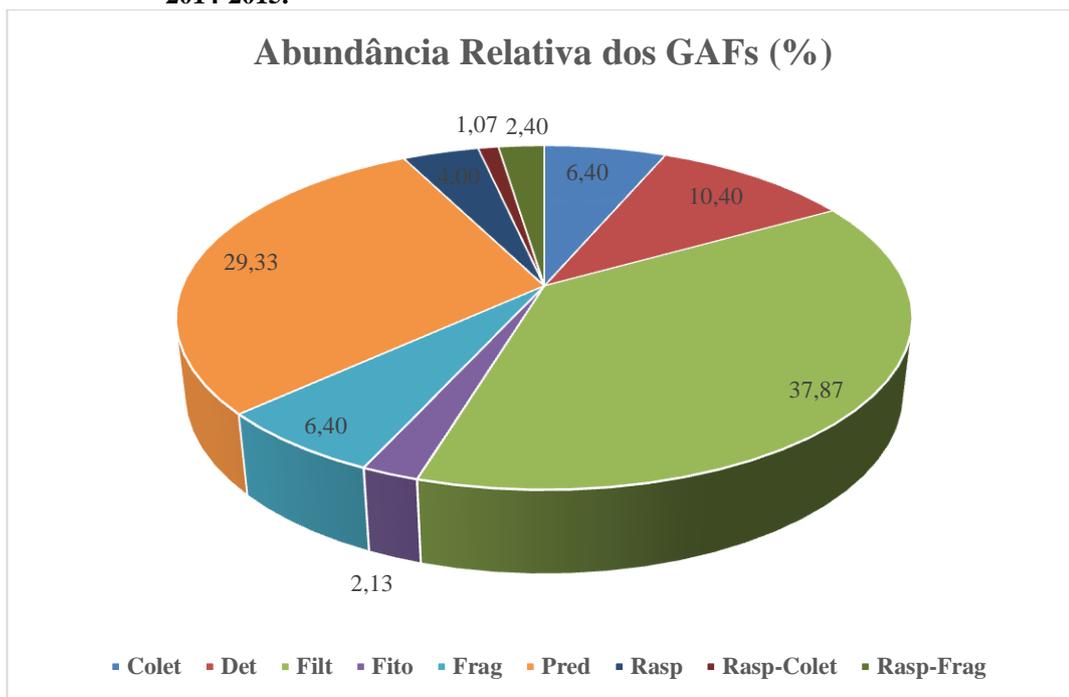
Foi observado que os ecossistemas estudados apresentaram uma grande variedade de grupos de alimentação funcional (GAF) que são na verdade Guildas Tróficas, como proposto por Merritt e Cummins (1986).

No Gráfico 2 são mostradas as abundâncias relativas observadas para todos os grupos de alimentação funcional (GAFs) encontrados ao longo das quatro campanhas de campo.

Pode-se constatar que os organismos com hábito de aquisição do alimento por filtração foram os mais abundantes ao longo de toda a pesquisa. Este resultado foi devido à grande presença de ovos de Simuliidae (Insecta – Diptera) encontrados neste corpo d'água.

O grupo trófico dos predadores é constituído pelos macroinvertebrados bentônicos que se alimentam de outros invertebrados, podendo serem classificados neste GAF os insetos das ordens Coleoptera, famílias Amphizoidae, Dytiscidae, Noteridae. Ordem Ephemeroptera, família Baetidae. Ordem Hemiptera, famílias Gerridae, Naucoridae, Belostomatidae, Pleidae. Ordem Odonata, famílias Gomphidae, Corduliidae, Aeshnidae. Ordem Trichoptera, família, Odontoceridae.

Gráfico 2 - Abundância relativa (%) dos grupos de alimentação funcional para os quatro igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque no período de 2014-2015.



Fonte: Trabalhos de campo (2014 – 2015).

Isto corrobora a previsão do Conceito de Continuidade de Rios, proposto por Vannote et al. (1980) para trechos de cabeceiras, ou de pequenas ordens (de 1ª a 3ª ordens), como é o caso dos igarapés trabalhados que são todos de 1ª ordem. O previsto é que nestes trechos ocorram grupos tróficos que irão alimentar-se de matéria orgânica pouco fragmentada, ou seja, matéria orgânica particulada grossa (em inglês Coarse Particulated Organic Matter - CPOM), como os raspadores, Fragmentadores, Coletores e Predadores. Além disto, a alta complexidade de habitats em trechos médios e superiores influencia a alta diversidade nos rios.

Outro grupo trófico frequente nos resultados foi o dos detritívoros, representado por organismos como crustáceos (Crustacea – Decapoda – Palaemonidae) e as Famílias Caenidae,

Ephemereleidae, Leptophlebiidae, Paligeniidae (Insecta - Ephemeroptera) e Perlidae (Insecta - Plecoptera).

Estes organismos têm o hábito de alimentarem-se de partículas finas tanto dispersas na água como sedimentadas no substrato do fundo além de servirem como item alimentar para outros organismos, no caso os predadores (BELMONT et al., 2008).

Os organismos classificados como filtradores são aqueles que possuem uma morfologia adaptada para capturar a matéria orgânica em forma de partículas de pequeno tamanho, desde detritos, bactérias, algas diatomáceas e fragmentos de animais, indo de material coloidal até em torno de 350 µm (MERRITT; CUMMINS, 1996).

Dentre os macroinvertebrados que possuem o hábito de alimentarem-se por filtração estão algumas Famílias das Ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Diptera, como o caso da Simuliidae. Estes táxons possuem adaptações morfológicas e comportamentais que auxiliam na coleta das partículas alimentares, como setas tarsais (Ephemeroptera – *Isonychia* spp e Trichoptera – *Brachycentrus* spp); escovas bucais (Diptera – Culicidae); leque cefálico (Simuliidae – *Simulium* spp); Redes de seda (várias Famílias de Trichoptera e alguns gêneros de Chironomidae) (MERRITT; CUMMINS, 1996).

Neste trabalho a Família Simuliidae (Insecta – Diptera) foi a principal representante do grupo trófico dos filtradores. A outra Família com este hábito alimentar foi a Brachycentridae (Insecta – Trichoptera) que teve apenas cinco indivíduos coletados nas quatro campanhas de campo.

Os simulídeos são insetos popularmente conhecidos como piuns (na Região Amazônica) ou borrachudos (no restante do país) – comunicação pessoal. Estes insetos nos seus estágios iniciais (ovo, larva e pupa) são aquáticos e somente o último estágio (adulto) é terrestre. Eles têm por hábito ovipositar ao final do dia, em algum substrato submerso ou na vegetação ciliar vizinha de corredeiras ou cachoeiras e o número de ovos por postura pode passar de uma centena, com a incubação variando de 4 a 6 dias. (HAMADA; NESSIMIAN, QUERINO, 2014; PEPINELLI, 2011).

Seus imaturos são encontrados em ambientes lóticos. Suas larvas fixam-se sobre substrato submerso usando seda secretada pelas glândulas salivares, sendo um dos principais integrantes da macrofauna bentônica de ambientes lóticos (MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014).

Além disto, suas fêmeas na fase adulta têm o hábito da hematofagia, que é um importante mecanismo transmissor de sérias doenças, tanto para a agropecuária, pois implica

na perda de peso dos animais, diminuição na produção de leite e transmissão de doenças aos animais domésticos, quanto para a população humana que também é suscetível de contrair doenças veiculadas por estes insetos, tais como a oncocercose, mansonelose e pênfigo-foliáceo, além de suas picadas causarem reações alérgicas (MAIA; DIREITO; FIGUEIRÓ, 2014; SANTOS et al., 2007; STRIEDER; SANTOS; VIEIRA, 2006).

O Grupo Trófico dos Raspadores foi outro representado neste trabalho, sendo classificados com este hábito parte da Subfamília Chironominae, algumas Famílias de Ephemeroptera, Coleoptera (larvas) e Gastropoda (Mollusca). Estes organismos possuem o aparelho bucal adaptado para raspar e mastigar o perifíton aderido à superfície dos substratos submersos, como pedras, folhas, troncos, macrófitas, ingerindo bactérias, algas, fungos e matéria orgânica morta (CALLISTO; ESTEVES, 1998).

Neste trabalho foram encontradas as Famílias Helicopsychidae, exclusivamente raspadora, Hydroptilidae – Raspadora-Fragmentadora, Leptoceridae – Raspadora-Coletora (Insecta – Trichoptera) e Caenidae (Insecta - Ephemeroptera) – Raspadora. Este Grupo trófico foi encontrado em todos os igarapés, em fevereiro e em agosto de 2015. Estes GAFs juntos representaram 7,40% do total dos organismos capturados.

Callisto e Esteves (1998) trabalhando no rio Trombetas e mais três igarapés a ele ligados, no Estado do Pará, encontraram grande ocorrência dos GAFs dos Fragmentadores e dos Raspadores e observaram que devido ao baixo pH das águas desses ecossistemas a matéria orgânica alóctone, proveniente da vegetação ciliar, leva mais tempo para decompor-se, o que favorece a esses dois grupos tróficos. Enquanto filtradores, como os simulídeos não foram encontrados, por ser um rio de águas claras e com muito pouca matéria orgânica em suspensão.

Já Santos-Jr., et al. (2007) quando pesquisaram o rio dos Sinos no Rio Grande do Sul, observaram que em trechos de alta correnteza e que ocorram possíveis predadores de simulídeos, esta alta correnteza por um lado atrapalha a alimentação dos simulídeos, mas também o processo de captura dos mesmos pelos predadores. Observaram ainda que a correnteza é inversamente proporcional à abundância e riqueza de macroinvertebrados bentônicos.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os trabalhos acima citados, pois foi observado que todos os igarapés apresentaram águas ácidas, com os valores do pH indo de no mínimo 6,36, período de estiagem, até o máximo de 6,47, na campanha de novembro de 2015, assim como a correnteza observada também foi bastante baixa em todos os igarapés e

períodos sazonais, indo de 0,02 m/s, no mês de fevereiro de 2015, até 0,24 m/s, no mês de agosto de 2015.

Analisando o Gráfico 3, se percebe que os igarapés do PNMT apresentam uma diversidade muito expressiva de hábitos tróficos, o que por sua vez reflete que estes ecossistemas apresentam características ambientais favoráveis à fixação e permanência dos organismos aquáticos, como grande diversidade dos tipos de habitats, fraca correnteza, abundante presença de vegetação ciliar, muito rica e farta que provê muita matéria orgânica para os igarapés.

Também pôde ser observado que um dos principais fatores a influenciar na organização das comunidades de macroinvertebrados aquáticos foi o ciclo hidrológico sazonal, com seus períodos de seca, quando os igarapés ficam quase secos, mas continuam com água e os períodos chuvosos, que devido à subida do nível da água, uma larga área da vegetação ciliar fica submersa, promovendo assim a criação de muitos e variados habitats, bem como alimento e locais para reprodução para os macroinvertebrados aquáticos.

Além disso, as comunidades aquáticas estão organizadas seguindo um padrão reconhecido para ambientes com pouca ou nenhuma impactação, uma vez que os igarapés do PNMT apresentam uma macrofauna bentônica com diversidade muito expressiva de hábitos tróficos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) A macrofauna bentônica de igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque apresenta grande diversidade de famílias, riqueza e abundância, tanto em relação aos táxons existentes quanto aos hábitos tróficos dos macroinvertebrados bentônicos;
- b) No mês de agosto foi observada a maior diversidade de famílias de macroinvertebrados bentônicos, quando o nível da água estava alto, indicando assim que a subida do nível da água influencia muito na fixação dos organismos nos ambientes pesquisados. Pois aumenta a disponibilidade e heterogeneidade de habitats, possibilitando assim que os macroinvertebrados bentônicos obtenham mais locais para abrigo contra predadores, para alimentação e reprodução.
- c) Nos meses de agosto e novembro de 2015, quando o nível das águas estava alto também foram observadas as maiores abundâncias, provavelmente por ser a estação que apresentou a maior quantidade e heterogeneidade de habitats disponíveis e também maior disponibilidade de itens alimentares para os macroinvertebrados bentônicos, uma vez que neste período o nível da água subiu consideravelmente, alagando inclusive uma larga faixa de vegetação marginal aos igarapés estudados.
- d) Os invertebrados bentônicos existentes nos igarapés do PNMT apresentam hábitos de alimentação bastante variados, podendo ser classificados nos seguintes grupos tróficos, em ordem decrescente de ocorrência: coletores > detritívoros > filtradores > fitófagos > fragmentadores > predadores > raspadores > raspadores-coletores > raspadores-fragmentadores, demonstrando assim que os ambientes pesquisados apresentam alta diversidade de habitats, abundância e diversidade de itens alimentares.
- e) Nos igarapés estudados não houve sinais de impacto de origem antrópica, o que implicaria em redução da qualidade destes ambientes. Pelo contrário, todos os ecossistemas trabalhados apresentavam indícios de ambientes bem preservados.
- f) As comunidades de macroinvertebrados aquáticos de cada igarapé trabalhado apresentam uma organização trófica funcional da seguinte maneira, na ordem decrescente de ocorrência de cada GAF:
 - Igarapé do Breu: Detritívoros > Coletores > Fragmentadores > Predadores > Fitófagos > Raspadores;
 - Igarapé do Buriti: Predadores > Coletores > Filtradores > Raspadores > Raspadores-Coletores;

- Igarapé da Copaíba: Predadores > Detritívoros > Coletores > Raspadores;
 - Igarapé da Enseada: Filtradores > Predadores > Raspadores-Fragmentadores > Coletores > Detritívoros/Fragmentadores > Raspadores > Raspadores-Coletores > Fitófagos.
- g) Os organismos pertencentes à Classe Insecta são os mais abundantes nos igarapés pesquisados, seguidos dos macroinvertebrados pertencentes às Classes Crustacea e Arachnida.
- h) Os igarapés pesquisados do PNMT apresentam as características previstas para igarapés de trechos iniciais e bem preservados, tais como: Presença de matéria orgânica tanto pouco fragmentada como finamente particulada e perifíton permitindo aumentando a diversidade de grupos tróficos funcionais; Fluxo da água de baixa intensidade; muito ensombreamento pelo dossel da vegetação marginal, tornando o consumo maior que a produção fotossintética; Alta complexidade de habitats; Altas diversidade e riqueza taxonômica.
- i) Provavelmente o fator que mais influencie na estrutura trófica funcional das comunidades de macroinvertebrados bentônicos dos igarapés do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque seja ciclo hidrológico de subida e descida do nível da água, com as mudanças dos períodos chuvoso para estiagem e de estiagem para chuvoso.

REFERÊNCIAS

- ALBA-TERCEDOR, J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos**. Almería: IV Simposio del Agua em Andalucía (SIAGA), vol. 2: 203-213, 1996.
- ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F. Estrutura da Comunidade de Invertebrados Bentônicos com enfoque nos insetos aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 1, n. 3, p. 51-56, 2008.
- BAPTISTA, D. F. et al. Diversity and Habitat Preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé River basin, Rio de Janeiro, Brazil. São Carlos: **Rev Brasileira de Biologia**, v. 61, 2, p. 249-258, 2001.
- BRASIL. CONAMA. **RESOLUÇÃO No. 357**, de 17 de março de 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Brasília, DF, mar. 2005.
- BEGHELLI, F. G. S. et al. Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a Neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). **Biota Neotrop.**, v. 12, n. 4, 2012.
- BEGHELLI, F. G. S. et al. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na bacia do rio Jundiá-Mirim - SP – BR, 2015. **Biota Neotropica**, vol. 12, no. 4. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v12n4/en/abstract?article+bn02812042012>>. Acesso em: 19 out. 2017.
- BELMONT, E. L. L.; LOPES, M. J. N.; SILVA, M. S. R.; SANTOS-NETO, C. R. Bioensaio com náides de *Campylocia anceps* Eaton, 1983, para avaliação dos metais cobre (Cu) e zinco (Zn). **Entomobrasilis**, v. 1, n. 2, p. 33-35. 2008. Disponível em: <<https://periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/5/25>>. Acesso em: 28 out. 2017.
- BIASI, C. **Macroinvertebrados associados às folhas em decomposição de riachos neotropicais: Influência da qualidade química, Variedade de espécies vegetais, biomassa de fungos e tempo de exposição**. Dissertação (Mestrado em Bioecologia) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- BICUDO, C. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima Editora, 2004. 371 p.
- BONUMÁ, N. B. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SOBIMPACTO DAS ATIVIDADES DE IMPLANTAÇÃO DE GARIMPO NO MUNICÍPIO DE SÃO MARTINHO DA SERRA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- BRUCAS, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. trad. Migoto et al. 2. ed., 2007.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Rio de Janeiro: Cadernos de Saúde Pública, 19(2): 465-473, mar./abr., 2003.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Categorização funcional de macroinvertebrados bentônicos em quatro ecossistemas lóticos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita na Amazônia Central (Brasil). In: NESSIMIAN, J. L.; Carvalho, E. (Ed.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**: Séries Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998. p. 223-234.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR., J. F.; MORENO, P. **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Ecologia de Bentos, 2005.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 6, n. 1, jan./mar., p. 71-82, 2001.

COTA, L.; GOULART, M.; MORENO, P.; CALLISTO, M. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. Stuttgart: Verlagsbuchhandlung Internat. **Verein. Limnol.** N. 28, p. 1-4, dec., 2008.

CASTROS, L. A. S. **Diversidade de ácaros límnicos (ACARI: PARASITENGONINA: HYDRACARINA) do baixo rio Ribeira de Iguape, Brasil**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CIOFI, F. G.; et al. A influência do tipo de sedimento e substrato na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. **IX Fórum Ambiental de Alta Paulista**, v. 9, n. 3, p. 150-161, 2013.

CUMMINS, K. W., MERRIT, R. W.; ANDRADE, P. C. N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, t. 1, p. 69-89, 2005.

CUNHA, E. L. **Avaliação da contaminação bacteriana e por metais pesados na orla fluvial do município de Macapá, Amapá**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012. 150 p.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia**. Fátima Murad (trad.). Porto Alegre: Artmed, 7. ed., 2005.

DIVERSITY, versão 2.5. PISCES Conservation Ltd, IRC House, Pennington, Lymington, S041 8GN, UK, 1998.

DORNFELD, C. B. **Utilização de análises limnológicas, bioensaios de toxicidade e macroinvertebrados bentônicos para o diagnóstico ambiental do reservatório de Salto**

Grande (Americana, SP). Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

DRUMMOND, J. A.; DIAS, T. C. A. C.; BRITO, D. M. C. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá.** Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008. 128p.: il.

DUTRA, S. L. **Avaliação da Biodiversidade Bentônica no Vale do Paranã (GO), visando a identificação de áreas prioritárias para a conservação.** Dissertação (Mestrado em Biologia animal) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

EGLER, M. **Utilizando a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos na Avaliação da Degradação de Ecossistemas de Rios em Áreas Agrícolas.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2002.

ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência. 602 p.

FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de qualidade de Água: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biótica.** Brasília: Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. 2007.

FERREIRA, C. de P.; CASATTI, L. Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. **Biota Neotropical**, set./dec., 2006, v. 6, n. 3. Disponível em:
<<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006>>. Acessado em 17 jun. 2013.

FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; CALLISTO, M. Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do rio das velhas. **Anais**. Campo Grande: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.

FERREIRA, W. R. **Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do rio das velhas.** Montes Claros: Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros. 2009.

FERREIRA, G. L.; FLYNN, M. N. Índice biótico BMWP' na avaliação da integridade ambiental do Rio Jaguari-Mirim, no entorno das Pequenas Centrais Hidrelétricas de São Joaquim e São José, município de São João da Boa Vista, SP. 2012. **Revinter: Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 128-139, fev. 2012. Disponível em:
<<http://www.revistarevinter.com.br/autores/index.php/toxicologia/article/view/115>>. Acessado em: 10 out. 2017.

FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. O estado trófico na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. Taubaté: **Ambi-Agua**, v. 4, n. 1, p. 132 – 141, 2009.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos.** 2005. Química Nova Escola. n. 22, nov. Disponível em:

<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acessado em: 31 jul. 2017

GAINES, W. L.; CUSHING, C. E.; SMITH, S. D. **Trophic Relations and Functional Group Composition of Benthic Insects in Three Cold Desert Streams**. *The Southwestern naturalist*, v. 34, n. 4, p. 478-482, dez., 1989. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/3671505>. Acessado em: 14 set. 2017.

GOULART, M.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental**. *Revista da FAPAM*, v. 2, n. 1, 2003.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos Aquáticos da Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. 724 p.

HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J.L. Larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) de substrato rochoso em dois rios em diferentes estados de preservação da Mata Atlântica, RJ. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.11, n. 2, p. 7–28, 1999.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição e Distribuição dos Macroinvertebrados em Diferentes Substratos de Fundo de um Riacho no Município De Itatinga, São Paulo, Brasil.

Entomologia y Vectores, v. 12, n. 2, p. 193-231, 2005. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/S0328-03812005000200006>>. Acessado em: 14 set. 2017.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade Brasileira: Síntese do Estado Atual do Conhecimento**. RELATÓRIO FINAL. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais e Instituto de Biologia – Unicamp, SBF/MMA – Projeto PNUD BRA/97/G31, nov., 2000.

MAIA, A.; DIREITO, I. da C. N.; FIGUEIRÓ, R. Controle Biológico de simuliídeos (Diptera-Simuliidae): Panorama e Perspectivas. **Cadernos UniFOA**, ago. 2014.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO-FILHO, A. S. A Ecotoxicologia como Ferramenta no Biomonitoramento de Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3. p. 355-381, 2008.

MANDAVILLE, S. M. **Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters Taxa Tolerance Values, Metrics and Protocols**. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. Jun. 2002, 128 p.

MARGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Ed. da UFPR, 2013. Dana Moiana, trad.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas carioca e da barra, parque estadual do rio doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p.203-210, 1999.

McCAFFERTY, W. PATRICK. **Aquatic Entomology**. The Fishermen's and Ecologist's Illustrade Boston – EUA: Jones and Bartlett Publishers, Inc. 1981.

MELO, A. S. **Estudo sobre estimadores de espécies, perturbações experimentais e**

persistência ao longo de cinco anos em comunidades de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/315827>. Acessado em: 16 nov. 2015.

MELO, S. M. **Os desconhecidos canais da planície aluvial do alto rio Paraná: a resposta ecológica das ninfas de Ephemeroptera.** Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Fundação Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Maringá. 2006.

MENEZES, C. R. et al. Análise da Trilha da Copaíba do Parna Montanhas do Tumucumaque, Amapá – Brasil. **Anais.** Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO (v.2) Universidade Católica de Pernambuco - Recife - PE - Brasil - 11 a 14 de novembro de 2013.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3. ed. Dubuque: Kendall; Hunt, 1996.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. **An introduction to the aquatic insects of North America.** Dubuque: Kendal/Hunt., 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÕES DO CONAMA:** Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006. Brasília, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, PARQUE NACIONAL MONTANHAS DO TUMUCUMAQUE. **Plano de Manejo do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque.** Macapá, MMA, 2009. 299 p.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. Biomonitoramento de qualidade da água, utilizando macroinvertebrados bentônicos: Adaptação do Índice Biótico BMWP' à Bacia do rio Meia Ponte – GO. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 553–563, 2008.

MORENO, C. E. **Métodos para medir La biodiversidad.** Zaragoza: M&T – Manuales e Tesis SEA. vol. 1. ed. 1. 2001.

PALHARES, J. C. P.; et al. **Medição da vazão em rios pelo método do flutuador.** Concórdia: Embrapa suínos e aves. 2007. c.t 455, 4p.

PEIXOTO, M. J. B. M. M. **Qualidade Biológica da Água do Rio Cávado.** Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2008.

PEPINELLI, M. Checklist de Simuliidae (Insecta, Diptera) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1a, 2011.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2000. ODUM, E. P. **ECOLOGIA.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1983.

OLIVEIRA, I. L. R. de. **Produção familiar orgânica do camarão da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*)**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufpb.br/spui/handle/tede/9180>>. Acessado em: 27 jan. 2018.

OTTONI, B. M. de P. **Avaliação da qualidade da água do Rio Piranhas-Açu/RN utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos**. Natal: Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática, 2009.

QUEIROZ, J. F. et al. Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. Jaguariúna: EMBRAPA, **Comunicado Técnico Embrapa Meio Ambiente**, n. 3, nov., 2000.

QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos Bentônicos: Biomonitoramento de qualidade de águas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008.

RAMÍREZ, A.; GUTIÉRREZ-FONSECA, P. E. Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: a critical analysis and review of existing literature. **Rev. Biol. Trop.** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744), Vol. 62 (Suppl. 2): p. 155-167, abr., 2014.

RAVERA, O. A. Comparison between diversity, similarity and biotic indices applied to the macroinvertebrate community of a small stream: The Ravella river (Como Province, Northern Italy). **Aquatic Ecology**, n. 35, p. 97–107, 2001.

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**, 22 (3): p. 613-618, set., 2005.

ROCHA, L. G. **Variação temporal da Comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um riacho intermitente do semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Bioecologia Aquática, UFRN, Natal. 2010.

SANTOS-JR., J. E. dos et al. Velocidade da água e a distribuição de larvas e pupas de *Chirostilbia pertinax* (Kollar) (Diptera, Simuliidae) e macroinvertebrados associados. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 62-66, mar., 2007.

SHIMANO, Y. et al. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 102, n. 2, p. 187-196, 30 jun., 2012.

SILVA, M. R. C. **Estudos de Sedimentos da Bacia Hidrográfica do Moji-Guaçu, com Ênfase na Determinação de Metais**. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química, São Carlos. 2002.

SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de**

preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, DF. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Brasília. 2007.

SILVA, F. L. et al. Categorização funcional trófica das comunidades de macroinvertebrados de dois reservatórios na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. Maringá: **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 73-78, 2009.

SILVA, F. H. et al. Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Maringá: **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 3, p. 289-299, 2011.

SILVA, R. S. **INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE DE GARIMPO NA BACIA DO RIO CASSIPORÉ, ESTADO DO AMAPÁ, SOBRE O ESTRESSE OXIDATIVO EM PEIXES.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRAS, R. C. **Protocolo de Coleta e Preparação de Amostras de Macroinvertebrados Bentônicos em Riachos** – Comunicado Técnico No. 19. Jaguariúna: EMBRAPA, out., 2004.

SILVEIRA, M. P., et al. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern brazilian river. **Braz. J. Biol.**, 66(2B): p. 623-632, 2006.

SILVEIRA, R. M. da. **Bioensaios de toxicidade e organismos bioindicadores como instrumento para a caracterização ambiental do rio Itajaí-Mirim, SC.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Itajaí, 2007. 125 p.

SORANA, K. **Macroinvertebrados fantásticos e funções nos rios em que habitam.** Rio de Janeiro: Laboratório de Limnologia - UFRJ, 2017. Disponível em: <https://limnonews.wordpress.com/2017/02/23/macroinvertebrados-fantasticos-e-funcoes-nos-rios-e-que-habitam/>. Acesso em: 17/01/2018 às 19:50.

SOUZA, L. R.; CUNHA, A. C.; PINHEIRO, L. A. dos R. Aplicação do IPHS1 para estudo do comportamento da vazão no rio Amapari-AP: energia e saneamento. **Anais. XV Congresso Brasileiro de Meteorologia – CBMET**, São Paulo, ago. 2008.

SOUSA, H. L. **Efeito da Alteração do Hábitat sobre Assembleia de Peixes em Igarapés Afogados da Amazônia Oriental.** Belém: Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Universidade Federal do Pará, 2014.

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

STRIEDER, M. N.; SANTOS, J. E.; VIEIRA, E. M. Distribuição, abundância e diversidade de Simuliidae (Diptera) em uma bacia hidrográfica impactada no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 119-124, mar. 2006.

STRIEDER, M. N.; SCHERER, R. T.; VIEGAS, G. Biomonitoramento da qualidade das águas em arroios na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. **UNIrevista**, v. 1, n. 1: p. 47 – 56, jan., 2006.

TOGORO, E. S. **Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do rio Paraíba do Sul**. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Área de Concentração: Saneamento Ambiental: Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos, Rio de Janeiro. 2006.

THOMAZI, R. D. et al. A sucessão ecológica sazonal de macroinvertebrados bentônicos em diferentes tipos de atratores artificiais no rio Bubu, Cariacica, ES. **Natureza on line** 6 (1): p. 1-8, 2008. Disponível em: <<http://www.naturezaonline.com.br>>. Acessado em: 27 jan. 2018.

TOMANOVA, S.; GOITIA, E.; HELEŠIĆ, J. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. **Hydrobiologia**, 556: 251–264, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10750-005-1255-5>>. Acessado em: 27 jan. 2018.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. Canadian **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980. Disponível em: <<https://doi.org/10.1139/f80-017>>. Acessado em: 29 out. 2017.

YULE, Catherine; YONG, Hoi Sen. **Arachnida, Acari**. Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region, 2012.

WANTZEN, K. M; PINTO-SILVA, V. Uso de substratos artificiais para avaliação do impacto do assoreamento sobre macroinvertebrados bentônicos em um córrego de cabeceira no pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 1, p. 99-107, jan./mar., 2006.