

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI - UFCA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO - PRPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
SUSTENTÁVEL

EMANUELLY EDILA RODRIGUES SIMÕES

LEVANTAMENTO FAUNÍSTICO DE HEXÁPODES E ÁCAROS AQUÁTICOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DAS FONTES DA MATA ÚMIDA, CHAPADA DO
ARARIPE, NORDESTE, BRASIL

CRATO – CE

2022

EMANUELLY EDILA RODRIGUES SIMÕES

LEVANTAMENTO FAUNÍSTICO DE HEXÁPODES E ÁCAROS AQUÁTICOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DAS FONTES DA MATA ÚMIDA, CHAPADA DO ARARIPE,
NORDESTE, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri – UFCA, como requisito à obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento Regional Sustentável.

Linha de pesquisa – Meio Ambiente. Sublinha de pesquisa – Controle de pragas agrícolas e urbanas, vetores de doenças ao homem e animal, manejo agroecológico de pragas e inventários da entomofauna.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo

Coorientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Costa Ferreira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
Universidade Federal do Cariri.
Sistema de Bibliotecas

S5931 Simões, Emanuely Edila Rodrigues.
Levantamento faunístico de hexápodes e ácaros aquáticos e qualidade da água das fontes da mata úmida, chapada do Araripe, Nordeste, Brasil / Emanuely Edila Rodrigues Simões. – 2022. 108 f.: il. color. 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Cariri, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), Crato, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo.

Coorientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Costa Ferreira.

1. *Biological Monitoring Working Party* (BMWP'). 2. Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN). 3. Hydracarinas. 4. Macroinvertebrados. 5. FLONA Araripe. I. Título.

CDD 570

Bibliotecária: Glacínésia Leal Mendonça
CRB 3/ 925

EMANUELLY EDILA RODRIGUES SIMÕES

LEVANTAMENTO FAUNÍSTICO DE HEXÁPODES E ÁCAROS AQUÁTICOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DAS FONTES DA MATA ÚMIDA, CHAPADA DO ARARIPE,
NORDESTE, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento Regional
Sustentável (PRODER) da Universidade
Federal do Cariri - UFCA, como requisito à
obtenção do título de Mestra em
Desenvolvimento Regional Sustentável.

Aprovada em: 16/02/2022

BANCA EXAMINADORA



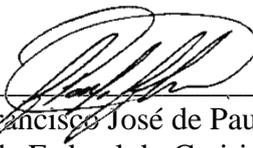
Prof. Dr. Francisco Roberto de Azevedo (Orientador)

Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof. Dr. Raimundo Nonato Costa Ferreira (Coorientador)

Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof. Dr. Francisco José de Paula Filho

Universidade Federal do Cariri (UFCA)



Prof. Dr. Fábio Aquino de Albuquerque
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

A Deus.

Aos meus pais, Cida e Chico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Francisco Roberto pela orientação, acompanhamento, paciência e principalmente pela confiança, sua orientação me deixou confortável com as escolhas. Ao meu coorientador, Dr. Raimundo Nonato, meu respeito e gratidão, pela doação, entrega e por ter feito desse trabalho seu, algo genuíno. Sua condução em meio às mudanças e dificuldades me mostrou que é possível atravessar esses momentos com resiliência e calma. Mestres conduzem! Fui agraciada por tê-los!

À banca, Dr. Francisco José de Paula e Dr. Fábio Aquino, pela valorosa contribuição e partilha de conhecimento, tornando esse trabalho ainda mais contundente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento da bolsa, tornando a realização do presente trabalho possível

Aos meus pais Cida e Chico, meu irmão e irmãs (Besso, Elissa, Elida, Elija e Helem) e a minha família e amigos pela vivência e compartilhamento de histórias de toda uma vida. Vocês são minha base e fortaleza. O que de melhor existe em vocês se refletem em mim!

A Tiago e Elija por "mergulharem" nessa aventura tão importante para mim. Desbravaram a Chapada comigo e fizeram dessa experiência em campo dias divertidos, singulares e únicos. Vocês tornaram tudo mais especial e fácil. As andanças árduas pareceram mais dias de trilha.

As companheiras de classe, Amanda Eugênia e Elija, por todo apoio emocional dado durante essa jornada acadêmica. Cursar o Mestrado concomitante a Graduação foi difícil, mas vocês foram porto seguro nos momentos mais necessários: com palavras, no companheirismo e na gestão de tempo e trabalhos comigo.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) pela dedicação em transformamos-nos em mais do que mestres, em nos percebermos seres mais conscientes da grandeza do universo, dos seres e da educação. Nos mostrando através dos pilares do desenvolvimento sustentável a importância de valorizar nossas riquezas materiais e imateriais, em especial do Cariri. À Universidade Federal do Cariri (UFCA) e ao corpo docente do Instituto de Formação de Educadores (IFE) pelos conhecimentos partilhados durante minhas graduações.

A turma do PRODER 2019.1 pelo bem viver, tempo de qualidade, troca de experiências e principalmente pelo acolhimento de cada ser, presente-mente, em todos os encontros. Obrigada pela amizade e amor trocado, em especial às amigas Lucy, Lindy, Val, Andryelle e Sãnmya e ao amigo Jucycler pela conexão e laços desenvolvidos durante a jornada.

Ao Engenheiro André Souza pela disponibilização de dados referentes às localizações das fontes.

Ao Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (LABIO) e Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo espaço concedido à pesquisa.

RESUMO GERAL

A relação homem-natureza e a preocupação com a disponibilidade dos recursos naturais, em destaque os hídricos, está presente nas mais importantes conferências mundiais sobre o meio ambiente, estando inseridos na Agenda 2030 como parte dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável que visa ações que promovam a garantia dos recursos para as atuais e futuras gerações. As fontes da mata úmida da Chapada do Araripe-CE possuem grande relevância para a garantia do desenvolvimento ambiental, social e econômico local, sendo importantes para a proteção da biodiversidade da fauna aquática. Nessa perspectiva essa pesquisa teve como objetivo principal realizar um levantamento faunístico dos macroinvertebrados aquáticos e avaliar a qualidade ambiental da área e águas das fontes, com os hexápodes e ácaros aquáticos, contribuindo, portanto, com a Agenda 2030. A amostragem foi realizada em nove fontes, entre meses de janeiro a abril de 2020. A vegetação, cascalhos, sedimentos e detritos coletados das fontes foram passados através de uma peneira granulométrica de 30 cm de diâmetro e malha com poros de 0,25 mm, sendo o esforço amostral empregado de 10 min à 10m de distância da fonte e 10 min na nascente. O material foi acondicionado em recipiente de 80 mL com álcool 70%. A extração dos invertebrados da amostra foi realizada pelo método de extração *Kero-float* (flotação por querosene). A triagem foi realizada em microscópio estereoscópio. A análise faunística das famílias de macroinvertebrados aquáticos coletadas foi realizada por meio dos índices de abundância, abundância relativa, frequência e riqueza. A qualidade ambiental do entorno da área foi avaliada pelo Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) e a qualidade das águas das fontes foi avaliada a partir do índice Biological Monitoring Working Party (BMWP'). Foi observado que há uma diversidade de famílias de hexápodes nos mananciais avaliados que favorece sua utilização em estudos sobre a qualidade da água, possuindo uma abundância total de 3.907 organismos. As famílias mais abundantes no estudo foram Chironomidae (2.535 indivíduos), Veliidae (348 indivíduos) e Leptophlebiidae (210 indivíduos). Sendo Chironomidae a mais abundante e frequentes (100%) em todas as fontes. A maior riqueza foi encontrada na Fonte Valentim de Cima (21 famílias) e a menor na Batateiras de Baixo (5 famílias). Foi observado a ocorrência de Hydracarina das morfoespécies Hydryphantidae sp.1, Hydryphantidae sp.2, Limnesiidae sp. e *Mideopsis* sp., que representa os primeiros registros de ácaros para as fontes da unidade fitoecológica da mata úmida, na Chapada do Araripe e da espécie *Rhynchohydracarus dividiuus*, o qual é o primeiro registro de ocorrência dessa espécie para o Brasil. O IIAN indicou fontes com grau de proteção: "Ótimo" (3); "Bom"

(2); e "Razoável" (4). O índice BMWP' indicou qualidade da água "Boa" para as fontes Valentim I e Valentim de Cima; "Aceitável" para a Tremedor; "Duvidosa" para a Batateiras de Baixo, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho I; e "Crítica para a Batateiras de Cima". Torna-se indispensável a implementação de ações mitigadoras, de recuperação, proteção e de preservação da água e área, garantindo a assim o desenvolvimento local.

Palavras-chave: BMWP'. IIAN. Hydracarina. Macroinvertebrados. FLONA Araripe.

GENERAL ABSTRACT

The man-nature relationship and the concern with the availability of natural resources, especially water, is present in the most important world conferences on the environment, being included in the 2030 Agenda as part of the 17 Sustainable Development Goals that aim at actions that promote guaranteeing resources for current and future generations. The sources of the humid forest of Chapada do Araripe-CE have great relevance for the guarantee of the local environmental, social and economic development, being important for the protection of the biodiversity of the aquatic fauna. In this perspective, this research had as main objective to carry out a faunal survey of aquatic macroinvertebrates and to evaluate the environmental quality of the area and waters of the sources, with the hexapods and aquatic mites, thus contributing to the 2030 Agenda. The sampling was carried out in nine sources, between January and April 2020. The vegetation, gravel, sediment and debris collected from the sources were passed through a granulometric sieve with a diameter of 30 cm and a mesh with pores of 0.25 mm, with a sampling effort of 10 min 10m away from the source and 10 min at the source. The material was placed in an 80 mL container with 70% alcohol. The invertebrates were extracted from the sample using the Kero-float extraction method (kerosene flotation). Screening was performed under a stereoscopic microscope. Faunistic analysis of the families of aquatic macroinvertebrates collected was carried out using indices of abundance, relative abundance, frequency and richness. The environmental quality of the surroundings of the area was evaluated by the Environmental Impact of Springs Index (IIAN) and the quality of the waters of the sources was evaluated from the Biological Monitoring Working Party (BMWP) index. It was observed that there is a diversity of hexapod families in the evaluated springs that favors their use in studies on water quality, with a total abundance of 3,907 organisms. The most abundant families in the study were Chironomidae (2,535 individuals), Veliidae (348 individuals) and Leptophlebiidae (210 individuals). Chironomidae being the most abundant and frequent (100%) in all sources. The greatest wealth was found in Fonte Valentim de Cima (21 families) and the smallest in Batateiras de Baixo (5 families). The occurrence of Hydracarinae of the morphospecies Hydryphantidae sp.1, Hydryphantidae sp.2, Limnesiidae sp. and *Mideopsis* sp., which represents the first records of mites for the sources of the phytoecological unit of the humid forest, in Chapada do Araripe and of the species *Rhynchohydracarus dividuus*, which is the first record of occurrence of this species for Brazil. The IIAN indicated sources with a degree of protection: "Excellent" (3); "Good" (2); and "Reasonable" (4). The BMWP index indicated "Good" water quality for the Valentim

I and Valentim de Cima sources; "Acceptable" for Tremedor; "Doubtful" for Batateiras de Baixo, Coqueiro I, Pending, Saco e Saquinho I; and "Criticism for Batateiras de Cima". It is essential to implement mitigating actions, recovery, protection and preservation of water and area, thus ensuring local development.

Keywords: BMWP'. IIAN. Hydracarins. Macroinvertebrates. FLONA Araripe.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APA Araripe-Apodi	Área de Proteção Ambiental Araripe-Apodi
Apud	Citação de uma citação
BMWP'	Biological Monitoring Working Party
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCAB	Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CMMAD	Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
Dpis	Dots Per Inchs (Pontos por Polegadas)
Embrapa	Empresa Brasileira de Agropecuária
EPT	Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera
et al.	Entre outros
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IFE	Instituto de Formação de Educadores
IIAN	Índice de Impacto Ambiental de Nascentes
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará
FBB	Fonte Batateiras Baixo
FBC	Fonte Batateiras Cima
FC I	Fonte Coqueiro I
FP	Fonte Pendência
FS	Fonte Saco
FS I	Fonte Saquinho I
FT	Fonte Tremedor
FV I	Fonte Valentim I
FVC	Fonte Valentim Cima
FLONA Araripe	Floresta Nacional do Araripe
LABIO	Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial hidrogeniônico
Ppm	Partes por milhão
RMC	Região Metropolitana do Cariri
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação
UFCA	Universidade Federal do Cariri

LISTA DE SÍMBOLOS

Cm	Centímetros
h	Hora
Km	Kilômetro
km ²	Kilômetro quadrado
L	Litro
M	Metros
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição geográfica das fontes nos "brejos de altitudes" na FLONA Araripe e APA Araripe-Apodi, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil	27
Figura 2 – Localização geográfica das fontes amostradas, distribuídas ao longo dos "brejos de altitudes", FLONA Araripe e APA Araripe-Apodi, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil.....	33
Figura 3 – Localização geográfica da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe e da Floresta Nacional do Araripe.....	34

ARTIGO 1

Figura 1 – Localização geográfica das fontes amostradas na APA Araripe-Apodi e FLONA Araripe, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil.....	41
Figura 2 – Classificação da dominância de família de macroinvertebrados para as fontes Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho.....	48
Figura 3 – Classificação da dominância de família de macroinvertebrados para as fontes Tremedor, Valentim I e Valentim de Cima.....	49

NOTA CIENTÍFICA

Figura 1 – Fotografia da vista ventral de <i>Rhynchohydracarus dividiuus</i> , Lundblad, 1941.....	86
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

ARTIGO 2

Gráfico 1 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN).....	66
Gráfico 2 – Média e variação dos parâmetros de impacto ambiental das nascentes da mata úmida, Chapada do Araripe.....	68
Gráfico 3 – Índice BMWP' para as fontes da mata úmida, Chapada do Araripe.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fontes da mata úmida, suas respectivas cidades, coordenadas geográficas e altitude	34
---	----

ARTIGO 1

Quadro 1 – Localização, coordenadas geográficas e altitudes das fontes da mata úmida	42
--	----

ARTIGO 2

Quadro 1 – Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes....	65
Quadro 2 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatório dos pontos obtidos)	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pluviosidade média mensal e anual do Cariri Cearense para os anos 2019 e 2020.....	33
---	----

ARTIGO 1

Tabela 1 – Análise faunística das nove fontes amostradas na mata úmida, Chapada do Araripe, com os dados de Abundância, Abundância relativa, Frequência e Riqueza.....	45
--	----

ARTIGO 2

Tabela 1 – Tabela 1 – Classificação da qualidade da água para o BMWP'.....	62
Tabela 2 – Abundância, número de famílias, parâmetros físicos e químicos e cobertura vegetal das fontes da mata úmida.....	64
Tabela 3 – Índice de Impacto Ambiental (IIAN) em nascentes e seus respectivos graus de proteção	67
Tabela 4 – Índice BMWP' das fontes da mata úmida, Chapada do Araripe	70

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	22
2	OBJETIVOS	25
3	REFERENCIAL TEÓRICO	25
3.1	Nascentes da mata úmida	25
3.2	Bioindicadores (Indicadores Biológicos) da qualidade da água	27
3.3	Fauna aquática	30
3.3.1	<i>Insetos aquáticos</i>	30
3.3.2	<i>Aracnídeos aquáticos</i>	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Área de estudo	32
4.2	Procedimentos de coleta e identificação de hexápodes e ácaros aquáticos ..	35
4.3	Variáveis Ambientais	36
4.4	Índices faunísticos e ambientais	36
4.5	Análise de dados	37

	ARTIGO 1 – ANÁLISE FAUNÍSTICA DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NAS FONTES DA MATA ÚMIDA DA CHAPADA DO ARARIPE, NO NORDESTE DO BRASIL	39
--	--	----

1	INTRODUÇÃO	39
2	MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1	Área de estudo	41
2.2	Coleta e identificação dos macroinvertebrados aquáticos	42
2.3	Análise faunística	44
2.4	Análise de dados	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50

	ARTIGO 2 – BIOMONITORAMENTO AMBIENTAL DE FONTES DA MATA ÚMIDA DA CHAPADA DO ARARIPE, NORDESTE, BRASIL	57
--	--	----

1	INTRODUÇÃO	58
2	MATERIAL E MÉTODOS	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.1	Composição e relação de hexápodes com os parâmetros físicos e químicos da água e Cobertura vegetal	63
3.2	Avaliação da qualidade ambiental do entorno da área das fontes a partir do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IAN)	65
3.3	Avaliação da qualidade da água pelo Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP') adaptado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para o Brasil	69
4	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS	74
	 NOTA CIENTÍFICA – PRIMEIRO REGISTRO DE HYDRACARINA DE FONTES DA MATA ÚMIDA DA CHAPADA DO ARARIPE, NO NORDESTE DO BRASIL	 84
1	INTRODUÇÃO	84
2	MATERIAL E MÉTODOS	85
3	RESULTADOS	86
4	CONCLUSÕES	88
	REFERÊNCIAS	88
	 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 91
	REFERÊNCIAS	92
	APÊNDICES	102
	ANEXOS	106

1 INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 é um plano global criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), composta por 17 objetivos e 169 metas e ações a serem desenvolvidas até o ano de 2030 pelos países membros da ONU, a fim de diminuir problemas atuais e alcançar o desenvolvimento sustentável em todas as suas dimensões: social, econômica, ambiental, cultural (BARBIERI, 2020). Sendo o desenvolvimento sustentável definido como o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades das gerações atuais sem o comprometimento das necessidades das gerações futuras (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988) e entendendo que muitos recursos naturais finitos são essenciais para o desenvolvimento da sociedade e sua economia, a crescente preocupação com a água e a atual crise hídrica nos países, sendo nos últimos anos alarmante no Brasil, a torna uma temática prioritária nas discussões e debates estando, portanto, presente na Agenda 2030.

Dentre as ações a serem desenvolvidas nos ODS estão à disponibilidade hídrica, o aumento da eficiência do uso da água, melhoria da qualidade da água, uso sustentável, manejo, conservação, restauração e proteção da água, reduzindo assim a poluição dos corpos hídricos; proteção da biodiversidade e de ecossistemas que abriguem esse recurso, como florestas, zonas úmidas, oceanos, rios e demais locais (BARBIERI, 2020). Nesse aspecto, traz-se em debate a importância das fontes de água doce dos "Brejos de altitude" da Chapada do Araripe para a população caririense que vive em torno dela e que utiliza esse recurso para o uso doméstico, para os processos industriais, para a agricultura local e turismo, sendo também importantes para a manutenção e permanência da vegetação florestal do entorno (GOMES et al., 2010).

A água se configura como um recurso natural essencial para a sobrevivência humana, ambiental e da economia. Na terra, as primeiras formas de vida desenvolveram-se na água e sempre necessitará dela para continuar a existir e prosperar atividades que dependem desse recurso. Dessa forma, "A água potável limpa, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para o funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias " (ONU, 2010).

Recursos hídricos são todas as águas oriundas da subsuperfície ou superfície, que podem vir a ser utilizada em uma atividade ou determinado uso, podendo ser um bem econômico (EMBRAPA, 2021). Sendo, portanto, a "parcela de água doce acessível à humanidade no estágio tecnológico atual e a custos compatíveis com seus diversos usos" (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

Há uma estimativa de que o Brasil concentra um total de 12% de toda essa água

doce disponível no mundo (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2002), no entanto, essa disponibilidade hídrica encontra-se desequilibrada e distribuída de maneira irregular no território, em detrimento as suas populações onde, "72% desses recursos estão localizados na região amazônica e apenas 3% no Nordeste", sendo esta última a região que concentra aproximadamente um percentual de 28,9% de toda a população brasileira (SUASSUNA, 2005), que vive, em sua maioria, em regiões semiáridas e sofre com a escassez de água.

O semiárido brasileiro ocupa uma área de 982.563,3 km², composto por 1,113 municípios, com cerca de 47 milhões de habitantes na área, sendo 89,5% dessa população encontrada na região Nordeste (SOUSA, 2019, IBGE, 2015). Essas áreas apresentam déficit hídrico, secas periódicas, altas temperaturas e baixas amplitudes térmicas mensais, elevadas taxas de insolação, baixos totais pluviométricos, distribuições irregulares de chuva no tempo e espaço e elevada evapotranspiração (ALBIERO et al., 2015; ZANELLA, 2014). O Ceará fica localizado no Nordeste Brasileiro, possuindo quatro tipos climáticos, a partir da classificação de Thornthwaite, sendo eles: Subúmido chuvoso (ocupando 0,04% do território), subúmido seco (com 5,68%), Árido (com 8%) e Semiárido, ocupando 85% do território Cearense (MUNIZ et al., 2017). A precipitação no Estado varia de sub-região, durante a quadra chuvosa, sendo: o Litoral Fortaleza 1083,8 mm; Litoral Norte 973,9 mm; Maciço de Baturité 950,1 mm; Ibiapaba 905,2 mm; Cariri 904 mm; Litoral Pecém 864,6 mm; Jaguaribana 774,7 mm; e Sertão Central e Inhamuns com 676,2 mm (FUNCEME, 2016). A temperatura média é sempre superior a 18^oC (FUNCEME, 2016), possuindo ainda baixos índices de nebulosidade, longos períodos de seca (CORRÊA, 2016) e uma disponibilidade de recursos hídricos escassos, característico de regiões semiáridas.

Em contrapartida, a macrorregião do Cariri Cearense, localizado dentro dos domínios da Caatinga é uma área que possui singularidades quanto a disponibilidade hídrica, pois detém nascentes, rios e riachos, poços profundos e artesianos abastecidos por bacias hidrográficas do Alto Jaguaribe e Salgado. Sendo vista como um ambiente privilegiado, pois possui um dos melhores sistemas aquíferos do Estado, constituído com reservas de águas subterrâneas e superficiais (CAVALCANTE; VERÍSSIMO, 2011) originadas na Bacia do Araripe. Dentro do espectro das reservas superficiais estão as nascentes inseridas na vegetação de mata úmida do entorno da Chapada do Araripe, com o quantitativo de aproximadamente 300 fontes, constituindo-se como um grande reservatório de água, que abastece as comunidades dos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, circunvizinhas a esta unidade fitoecológica, destonando o seu cenário com as demais regiões do semiárido nordestino, inclusive no clima e temperaturas, advindas das zonas úmidas.

Os recursos hídricos locais são de grande relevância para a o cariri cearense pois são utilizados no consumo humano e animal assim como na agricultura e atividades indústrias, esta última em expansão na Região Metropolitana do Cariri (CASTRO; OLIVEIRA; PEREIRA, 2016), sendo portanto, essencial ao desenvolvimento econômico da região, visto que esses recursos afetam aspectos socioeconômicos do estado do Ceará (MUNIZ et al., 2017) e são fundamentais para decidir quais as atividades econômicas a serem realizadas a fim de fortalecer um desenvolvimento (JABLOUN; SAHLI, 2008). Ainda, são imprescindíveis para os ecossistemas da mata úmida, a fauna, flora e a biodiversidade desses ambientes.

Sabendo-se que a qualidade da água em todo o planeta se encontra ameaçada, ocorrendo o comprometimento da quantidade de recursos hídricos de qualidade disponíveis, uma vez que existe um crescimento acelerado da população e uma expansão das atividades industriais, tecnológicas e agrícolas, resultando muitas vezes em poluição, desmatamento e assoreamento de rios, mananciais e fontes de água doce (MACHADO, 2003), e portanto, verificando-se a crescente urbanização no Vale do Cariri, e Região Metropolitana do Cariri, é imprescindível que haja o monitoramento da qualidade ambiental no entorno das nascentes e das águas que as constituem, para que seja possível detectar quaisquer mudanças ocorridas na qualidade delas, que vem diminuindo quantitativamente ao longo das últimas décadas.

A análise da qualidade da água geralmente é baseada nos parâmetros obtidos através de análises físico-químicas e bacteriológicas regulares (ARMITAGE, 1995; CAIRNS JR; PRATT, 1993), sendo essas metodologias tradicionais consideradas incompletas visto que não se dá a importância cabível aos componentes biológicos como a fauna e flora que compõe esse ecossistema e fazem parte da dinâmica aquática (BUSS et al., 2003; ROSENBERG; RESH, 1993; BARBOSA, 1994).

Nesse contexto, o monitoramento realizado com a fauna aquática é uma alternativa viável, de baixo custo e sustentável, que pode ajudar na preservação das águas, pois, alguns bioindicadores (indicadores biológicos) são considerados ótimas ferramentas de avaliação da qualidade de águas doces (BUSS et al., 2003; GOULART; CALLISTO, 2003; GULLAN; CRANSTON, 2008). Apesar de vários estudos indicarem isso, ainda não é dada a devida importância à fauna das fontes, uma vez que não existe nenhum levantamento faunístico no local e poucos são os estudos e levantamento de dados das fontes. Em estudos recentes foi descrito a espécie de caranguejo *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro & Santana (2016) encontrado em córregos de água doce em uma Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe. Apesar de nos últimos anos ser perceptível o crescente interesse em

torno de pesquisas e conservação de ambientes dulcícolas, tais pesquisas referentes às fontes ainda são escassas.

Assim, essa pesquisa tem como objetivo principal realizar um levantamento faunístico dos macroinvertebrados aquáticos e avaliar a qualidade ambiental da área e das águas das fontes da mata úmida com os hexápodes e ácaros aquáticos. Ressalta-se que este é o primeiro trabalho realizado nas fontes da mata úmida, Chapada do Araripe, não havendo até então, dados sobre a diversidade de grupos presentes nesses ambientes aquáticos da região do Cariri. Dessa forma este trabalho também contribuirá para o conhecimento da fauna local e sobre a biodiversidade de macroinvertebrados límnicos no Brasil.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

Realizar um levantamento faunístico dos macroinvertebrados aquáticos das fontes da mata úmida da Chapada do Araripe e avaliar a qualidade ambiental da área e das águas com os hexápodes e ácaros aquáticos.

Objetivos específicos

- a) - Avaliar e caracterizar a biodiversidade de famílias de macroinvertebrados aquáticos das fontes destacando a abundância, abundância relativa, frequência e riqueza;
- b) - Verificar se há uma relação entre os parâmetros físico-químicos da qualidade de água com a fauna aquática das fontes estudadas;
- c) - Avaliar a qualidade ambiental do entorno da área a partir do Índice de Impacto Ambiental das Nascentes (IIAN);
- d) - Avaliar a qualidade das águas das fontes a partir do índice biológico Biological Monitoring Working Party (BMWP');
- e) - Registrar a presença de Hydracarina (ácaros aquáticos) das fontes e sua distribuição geográfica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Nascentes da mata úmida

A Chapada do Araripe é uma formação geológica sedimentar de aproximadamente 120 milhões de anos que fica localizada entre os Estados do Ceará,

Pernambuco e Piauí ocupa uma área de aproximadamente 14.800 km². Seu relevo é tabular, possuindo altitudes em torno de 900 m em seu platô (VERÍSSIMO; AGUIAR, 2005), estando a bacia sedimentar do Araripe "no divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE) ao norte, São Francisco (PE) ao sul e Parnaíba (PI) a oeste" (VERÍSSIMO; AGUIAR, 2005).

A Chapada do Araripe possui características que lhes permitem possuir aspectos variados da vegetação como as serras úmidas, conhecidas como "brejos de altitude", formados a partir das ilhas de umidade e de florestas perenes, conhecidas como mata úmida (BÉTARD et al., 2007). Elas se configuram como áreas de exceção climática no semiárido, por contrastar com as áreas adjacentes de baixas superfícies, revestidas pela caatinga, estando esta no território do polígono das secas (SOUZA; OLIVEIRA, 2006). No Vale do Cariri Cearense, a mata úmida está inserida na Chapada do Araripe e possuem altitudes que chegam a 1.000 metros, recebendo chuvas orográficas, resfriados pelos ventos úmidos na altitude, que se precipitam (MENDES, 1992).

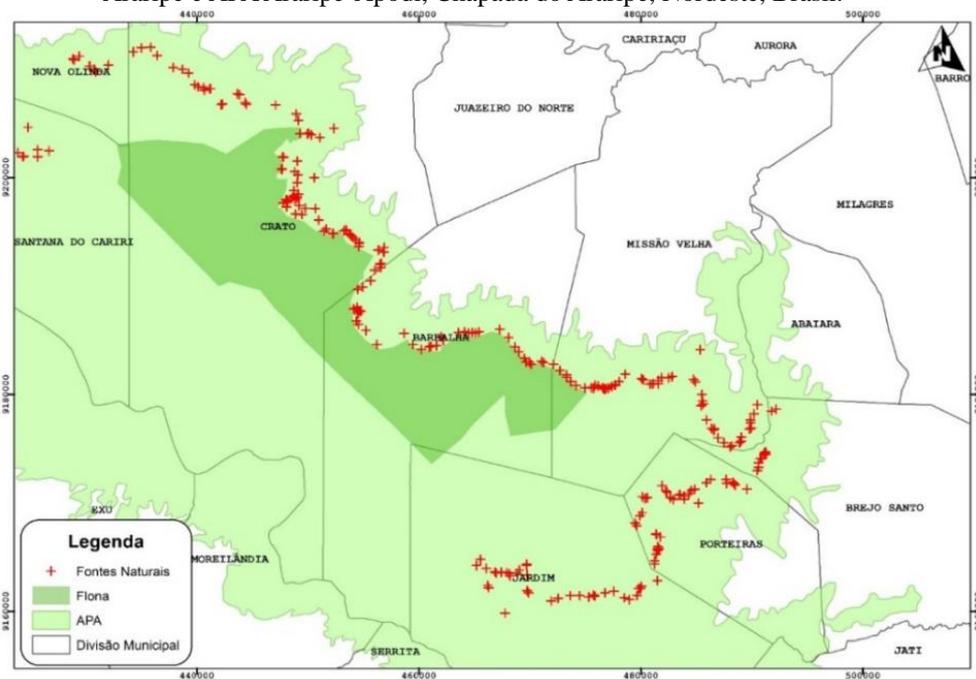
A mata úmida da Chapada do Araripe é uma Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular com uma vegetação do tipo lenhosa de médio porte, com dossel alcançando até 30 m, com caules retilíneos e espessos, podendo vir a estarem cobertas por líquens, orquídeas, samambaias e bromeliáceas (GOMES et al., 2010). Os índices de pluviosidade nesse ambiente são maiores que nas demais unidades fitoecológicas, chegando a 1.153,0 mm de precipitação média anual e estação chuvosa ocorrendo entre os meses de Janeiro a abril (SILVA-NETO, 2013; IPECE, 2015). Nesse ambiente são encontradas pouco menos que 300 nascentes (Figura 1) com vazões que chegam a mais de 300 m³/h.

A presença dessas águas superficiais é resultado da ausência de drenagem no topo do platô. Na parte alta da Chapada o solo é do tipo arenoso (VERÍSSIMO; AGUIAR, 2005) facilitando a absorção da água e o seu surgimento nos brejos de altitudes, localizados na mata úmida, em forma de olhos de água, sendo armazenadas na encosta, garantindo grande disponibilidade de água nesses locais (GOMES et al, 2010). No lado cearense da Chapada os solos são sedimentares, impermeáveis e com inclinação para o lado cearense, fazendo com que as nascentes se mantenham do lado correspondente ao Cariri, promovendo o abastecimento de aquíferos locais, garantindo água de qualidade e um maior potencial hidrogeológico para o Cariri e o semiárido nordestino (MENDES, 1992).

Felippe (2009) definiu conceitualmente "nascentes como sistemas ambientais naturais em que ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial." Ocorrendo sob influência da gravidade, de acordo

com Menezes (2017). Sendo essas insurgências consideradas habitats únicos e com uma grande biodiversidade de micro-habitats e fauna.

Figura 1 – Distribuição geográfica das fontes nos "brejos de altitudes" na FLONA Araripe e APA Araripe-Apodi, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022).

As nascentes da mata úmida além de fornecerem água para os moradores do seu entorno, possuem importantes funções no ambiente como o armazenamento e conservação da água, a regulação do microclima, manutenção da flora e da fauna favorecendo consequentemente, a existência de animais e plantas como o *Antilophia bokermanni* (Soldadinho-do-Araripe) e da *Cyathea medulis* (Samambaia-açu) que são espécies endêmicas da região, sendo o Soldadinho-do-Araripe, encontrado unicamente na mata úmida da Chapada do Araripe e sofre constantemente ameaça de extinção (SILVA; LINHARES, 2011).

Essas nascentes são importantes para a conservação da biodiversidade, pois são locais que podem abrigar uma biodiversidade relativa alta em comparação com outras áreas (SCARSBROOK et al., 2007), para a sobrevivência e qualidade de vida dos povos caririenses que moram no entorno da Chapada do Araripe, para a sustentabilidade da economia e agricultura local que necessita desse recurso, ou seja, para a garantia do desenvolvimento e sustentabilidade social, ambiental e econômico do Cariri Cearense.

3.2 Bioindicadores da qualidade da água

O monitoramento de ambientes aquáticos é de grande importância para a

preservação desses ambientes e vários são os tipos de análises realizados para esse objetivo, sendo as mais utilizadas as físico-químicas e bacteriológicas (ARMITAGE, 1995; CAIRNS JR; PRATT, 1993) assim como, o biomonitoramento com macrófitas, algas e macroinvertebrados (BUSS et al., 2003; GOULART; CALLISTO, 2003; GULLAN; CRANSTON, 2008). Pesquisas sobre a qualidade da água das nascentes da Chapada do Araripe, no Ceará, são escassas sendo o trabalho mais recente o de Mendonça et al. (2000). A maioria das pesquisas relativas à qualidade da água, em todo o território brasileiro, utilizam como parâmetros apenas análises físico, químicas e bacteriológicas (coliformes totais e fecais), que podem se tornar inviáveis e não realizados de forma regular.

A avaliação através de variáveis físicas, químicas e microbiológicas são fundamentais para analisar a qualidade da água e a potabilidade, porém de acordo com Goulart e Callisto (2003) elas possuem algumas desvantagens como ser "pouco eficiente na detecção de alterações na diversidade de habitats e microhabitats e insuficiente na determinação das consequências da alteração da qualidade de água sobre as comunidades biológicas", mesmo essas comunidades revelando o exato estado total dos ecossistemas: físico, químico e biológico, aspectos que quase nunca são levados em consideração em trabalhos sobre qualidade da água, em especial das fontes da Chapada do Araripe.

Buss et al., (2003) defende que o monitoramento biológico, através de bioindicadores ou indicadores biológicos é uma ferramenta indispensável para entender as modificações que ocorrem nos ambientes aquáticos (fontes, rios, riachos, mares, oceanos, etc), sendo utilizados dois tipos de metodologias para essa análise: o "*bottom-up*" que utiliza dados de laboratórios experimentais e o "*top-down*" que avalia impactos ambientais através da medição das alterações sofridas nas comunidades biológicas seja essa mudança na estrutura ou função. Sendo o monitoramento biológico um método mais viável e prático para obtenção de respostas e manejo adequado do ecossistema, sendo mais vantajoso por avaliarem a perda da diversidade de espécies, integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos, verificação da soma de efeitos de desmatamentos, entrada de agrotóxicos e efluentes domésticos entre outros aspectos defendidos pelos autores.

Callisto e Gonçalves (2002) conceituam os bioindicadores como sendo espécies, grupo de espécies ou comunidades biológicas que podem indicar os impactos ambientais que um ecossistema aquático está sofrendo, seja ele natural ou antropogênico. O monitoramento com indicadores biológicos é realizado através de várias avaliações e índices multimétricos e biológicos como: índices de diversidade; riqueza de espécies; abundância de organismos; ensaios ecotoxicológicos; parâmetros ecológicos e socioambientais (CALLISTO et al., 2001;

BUSS et al., 2003).

Os bioindicadores podem ser classificados em três grupos, quanto a sua dinâmica frente às mudanças e adversidades ambientais, são eles: organismos sensíveis/intolerantes (ex: Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera), organismos tolerantes (ex: Hemiptera, Odonata, Coleoptera e algumas famílias de Diptera) e organismos resistentes, como larvas de chironomídeos, alguns Diptera e Oligochaeta (GOULART; CALLISTO, 2003). Segundo Goulart e Callisto (2003), o primeiro grupo normalmente habitam locais que possuem alta diversidade de habitats e microhabitats, o segundo não possuem essa necessidade específica pois muitos deles vivem na lâmina d'água e superfície enquanto o terceiro grupo se adaptam aos mais diversos ambientes, sem necessidade de habitats ou microhabitats específicos.

Os macroinvertebrados bentônicos vêm sendo utilizados frequentemente para a análise de qualidade de água por diversas razões, pois, de acordo com Rosenberg e Resh (1993) e Callisto et al. (2001): I) possuem hábito sedentário sendo, portanto, representativos da área na qual foram coletados; II) seu ciclo de vida é relativamente curto, refletindo mais rapidamente as alterações do ambiente; III) vivem e se alimentam sobre os sedimentos, área onde as toxinas tendem a se acumular e IV) apresentam alta biodiversidade, o que significa uma maior variabilidade de respostas frente à diferentes tipos de impactos ambientais.

Nessa perspectiva, entendendo que os recursos hídricos devem ser uma prioridade na sociedade pós-contemporânea e que eles devem ser protegidos, estudos sobre a composição faunística das fontes da mata úmida são negligenciadas, ocorrendo até certo desconhecimento científico, inclusive sobre os macros e microinvertebrados que compõem esse ecossistema, afirmativa que corrobora com o fato de que há um atraso e uma grande lacuna científica sobre habitats lóticos no semiárido brasileiro (MALTCHIK; MEDEIROS, 2001). Concomitante a isso, pesquisas e uso de biomonitoramento para qualidade de água estão centradas no sul e sudeste no Brasil, sendo necessárias nas demais regiões uma fase de pesquisa básica nas bacias hidrográficas (MALTCHIK; MEDEIROS, 2001; BUSS et al., 2003).

As águas das fontes se constituem como habitats naturais para a vida silvestre local, abastecem as cidades e populações circunvizinhas, são utilizadas em hotelaria, recreação (parques aquáticos, balneários), indústria, agricultura e na dessedentação de animais, sendo portanto, indispensáveis à garantia do equilíbrio ambiental, qualidade de vida humana e animal e crescimento econômico (Kobiyama; Mota; Corseuil, 2008), a perda da qualidade dessas águas pode acarretar prejuízos sociais, ambientais e econômicos para a região do cariri. Nessa perspectiva, conhecer a fauna desses ecossistemas aquáticos e avaliar a

qualidade da água com os hexápodes (macroinvertebrados) e ácaros aquáticos irá favorecer usos futuros de biomonitoramento.

3.3 Fauna aquática

3.3.1 Insetos aquáticos

Os insetos são artrópodes encontrados em diversos nichos, nos ambientes terrestres e aquáticos, alguns possuindo ciclo de vida que se desenvolve em ambos os locais, como os plecópteros, efemerópteros e libélulas (GULLAN; CRANSTON, 2017). Ao longo dos anos os insetos aquáticos começaram a ser utilizados como uma ferramenta para monitorar os ambientes de água doce, isso porque conseguem responder às mudanças ambientais antropogênicas (RESH; UNZICKER, 1975).

Várias são as vantagens ao utilizar os insetos aquáticos como indicadores da qualidade das águas (ROSENBERG; RESH, 1993; RESH et al., 1995): I. Cosmopolita, presentes em diversos tipos de ambientes aquáticos o que facilita sua amostragem; II. Grande número de espécies, com diferentes respostas aos impactos ambientais (espécies sensíveis e tolerantes); III. Baixa capacidade de deslocamento, permitindo uma análise espacial dos impactos ambientais; IV. Ciclo de vida relativamente longo, o que possibilita a elucidação dos efeitos da poluição por longos períodos; V. Facilidade de coleta dos organismos, pois é realizada com equipamento de baixo custo e simples de operar; VI. Vivem e se alimentam dentro, sobre, e próximo aos sedimentos, onde as toxinas tendem a acumular; VII. Medida holística do impacto ecológico, o que permite integrar o efeito de diferentes poluentes e as condições do ambiente ao longo do tempo.

Dentro da classe Insecta algumas ordens são consideradas ótimas indicadores da qualidade da água, como Diptera, Odonata e Coleoptera (BURGHELEA et al., 2011; SHORT; KADOSOE, 2011; SIEGLOCH et al., 2016). Os coleópteros se destacam em estudos de monitoramento, pois, de acordo com Burghelea et al. (2011) eles respondem de forma diferente em ambientes não impactados e impactados, ainda, são encontrados em uma diversidade de locais como rios, corredeiras, lagos, poças entre outros (BENETTI et al., 1998; EPLER, 2010). Na ordem Coleoptera há aproximadamente "40 famílias com representantes de besouros aquáticos ou semiaquáticos incluídos nos grupos ecológicos encontrados com pelo menos 10.000 espécies aquáticas em alguma fase de vida." (CUNHA, 2015).

Algumas famílias e superfamílias de coleópteros são encontrados em locais com boa oxigenação e bem conservados como é o caso da superfamília Dryopoidea (SHORT; KADOSOE, 2011). Já alguns são utilizados para apontar águas que estão em processo de

recuperação ou já limpas, como é o caso das famílias Dytiscidae e Gyrinidae como as dos gêneros *Bidessus*, *Laccophilus* e *Gyrinus* (BENETTI et al., 1998). Assim como, alguns coleópteros os hemípteros também são indicados como tolerantes à poluição, pois conseguem retirar o oxigênio necessário para sobreviver do ar e não necessariamente da água (SILVEIRA, 2004).

As ordens Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Diptera são o grupo de insetos mais utilizados em estudos de biomonitoramento, inclusive através do índice EPT-C para o estudo dos ambientes. Os grupos como Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) costumam perder espécies e indivíduos em ambientes alterados (SIEGLOCH et al., 2016) pois são em sua maioria sensíveis a poluentes em ambientes dulcícolas. Alguns organismos são altamente dependentes de correnteza, oxigênio e do tamanho das partículas do substrato encontradas no ambiente, destacando-se nesse grupo todos os Plecoptera e alguns Ephemeroptera e Trichoptera (GRAÇA; COIMBRA, 1998; AMARAL et al., 2015).

Na ordem Diptera, a família Chironomidae possui uma variedade de indivíduos sensíveis e tolerantes à ambientes poluídos, o gênero *Chironomus* são mais tolerantes a ambientes com baixas concentrações de oxigênio (GRAÇA; COIMBRA, 1998). Ainda "às famílias Culicidae e Chironomidae são os que apresentam maior resistência à degradação ambiental, portanto, se encontrada sozinha, sem outros organismos mais tolerantes, mostrará forte perturbação na qualidade da água no trecho em análise" (MATOS, 2011).

3.3.2 Aracnídeos aquáticos

Os ácaros representam a grande maioria dos aracnídeos que vivem em ambiente aquático. Eles podem ser encontrados em diversos nichos, inclusive em água doce e nos mais diversos locais como rios, lagos, riachos, nascentes, cascatas entre outros. Sendo os ambientes límnicos biótopos que possuem uma grandiosa biodiversidade é possível ser encontrada uma grande variedade de ácaros aquáticos nesses locais (FORNERIS, 1999; CASTRO, 2013). Os ácaros de água doce geralmente são compostos por Hydracarinae e oribatídeos, sendo os demais grupos bastante raros.

Os ácaros límnicos são considerados ótimos bioindicadores por acarologistas e pesquisadores (CASTRO, 2013; KATAYAMA et al., 2015; GOLDSCHMIDT, 2016; SILVA, 2018), podendo ser empregados como fortes ferramentas para avaliação de qualidade da água, porém os estudos com esses artrópodes são raros ou inexistentes em algumas localidades do Brasil, focando-se apenas em ambientes terrestres.

Os ácaros aquáticos ao serem sujeitos às ações antrópicas, geralmente sofrem

alterações quanto a sua densidade e riqueza, ou seja, quando ocorre um aumento desses parâmetros, isso pode significar que o reservatório está preservado, ao contrário, se a quantidade diminui ou é pequena, isso pode inferir que há um grau de poluição das águas (GROWNS, 2001). Em um estudo realizado em nascentes, ao comparar seis (6) locais poluídos e seis (6) não poluídos, constatou que a diversidade e abundância de ácaros aquáticos nos locais não poluídos era significativamente maior do que em locais poluídos (GROWNS, 2001).

Utilizando-se essa sistemática, é possível verificar as respostas desses organismos sobre os meios onde eles vivem, como as mudanças que estão ocorrendo ou já ocorreram no ambiente aquático (GOLDSCHMIDT, 2016). Assim, os ácaros possuem a capacidade de serem utilizados como indicadores de diversidade comparando os ambientes naturais aos antropizados (SILVA, 2018). Sendo que estes são sensíveis à contaminação e encontrados em maior riqueza, diversidade e abundância em águas limpas e em locais menos antropizados, dados revelados em vários estudos (YOUNG, 1969; GROWNS, 2001; KATAYAMA et al., 2015; SILVA, 2018). Nesse sentido os ambientes límnicos podem ser avaliados apenas com base na fauna de ácaros, tornando-se assim, uma ótima ferramenta científica, de baixo valor econômico (GOLDSCHMIDT, 2016).

Estudos com ácaros e a sua potencialidade de indicação de qualidade da água estão centrados na Europa e América do Norte, datando desde os anos 60 e 70 (Schwoerbel; 1964; Young, 1969; Biesiadka, 1970). No Brasil, dados mais recentes datam de 2018 com a publicação de Silva (2017), em um estudo sobre ácaros aquáticos e cultivo de arroz, obtendo como resultado diferenças na composição das comunidades de ácaros aquáticos nas áreas de cultivo de arroz e em lagos nativos isolados. Neste último, ocorrendo uma maior riqueza de espécies de ácaros quando comparados com as áreas de arroz irrigado, sendo a turbidez o parâmetro que influenciou a composição da população de ácaros na água (SILVA, 2017).

Apesar dos ácaros aquáticos poderem fornecer informações sobre a qualidade da água a partir de dados de densidade e riqueza, assim como dados sobre gênero e até mesmo família (GOLDSCHMIDT, 2016), esses aracnídeos ainda são pouco utilizados e até negligenciados em estudos de qualidade da água.

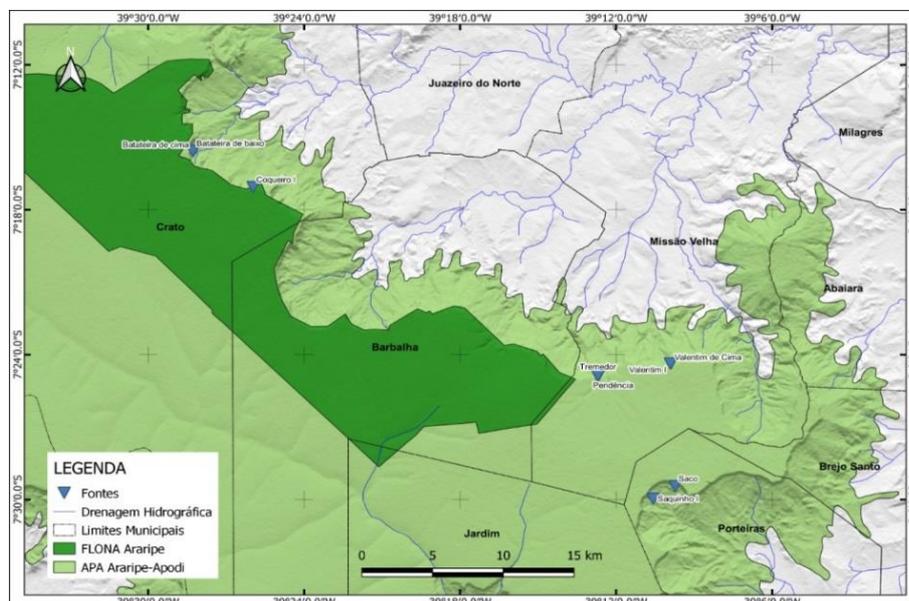
4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas em nascentes da mata úmida, distribuídas em quatro cidades do entorno da Chapada do Araripe: Crato, Barbalha, Missão Velha e Porteiras (Figura

2).

Figura 2 – Localização geográfica das fontes amostradas, distribuídas ao longo dos "brejos de altitudes", FLONA Araripe e APA Araripe-Apodi, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022).

As amostragens foram realizadas em nove nascentes, entre os meses de janeiro a abril de 2020, correspondendo à estação chuvosa no Nordeste. No Cariri Cearense a pluviosidades média anual observadas para os anos de 2019 e 2020 foram de 781,4 mm e 1134,2 mm, respectivamente, podendo ser observados a média mensal (Tabela 1) de acordo com os dados da FUNCEME (2021).

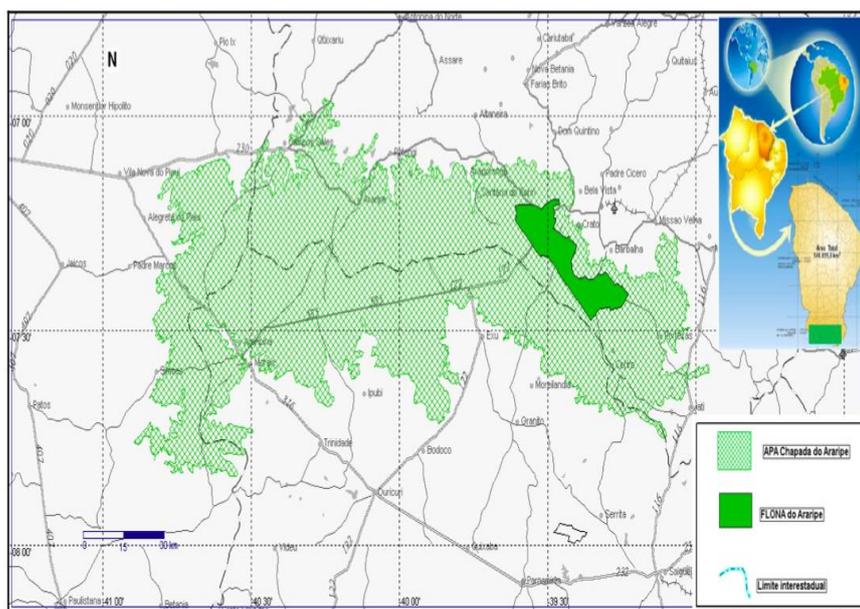
Tabela 1 – Pluviosidade média mensal e anual do Cariri Cearense para os anos 2019 e 2020.

Ano 2019													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
Nor	148.3	166.8	218.4	173.7	63.6	19.4	10.4	3.4	5.7	11.1	22.5	66.1	909.4
Obs	109.8	108.2	253.0	184.4	42.5	35.1	5.9	0.5	0.7	2.8	12.5	26.0	781.4
Ano 2020													
Nor	148.3	166.8	218.4	173.7	63.6	19.4	10.4	3.4	5.7	11.1	22.5	66.1	909.4
Obs	157.5	236.8	360.4	174.1	80.9	19.5	1.3	0.2	4.7	6.5	48.5	43.8	1134.2

Fonte: os autores (2022).

As nascentes estão inseridas dentro das Unidades de Conservação (UC) Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe-Apodi (APA Araripe-Apodi) e/ou na Floresta Nacional do Araripe (FLONA Araripe). A APA Chapada do Araripe (Figura 3) foi criada pelo Decreto de no 148, de 04 de agosto de 1997, com uma área de aproximadamente 1.063.000,00 ha (BRASIL, 1997).

Figura 3 – Localização geográfica da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe e da Floresta Nacional do Araripe.



Fonte: Nascimento (2013).

Abaixo se encontram detalhados as fontes, cidades, coordenadas geográficas e suas respectivas altitudes (Quadro 1). As fontes descritas são catalogadas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), que tem como uma de suas finalidades gerenciar a oferta dos recursos hídricos, tanto superficial quanto subterrâneo do Ceará (GONÇALVES, 2013).

Quadro 1 – Fontes da mata úmida, suas respectivas cidades, coordenadas geográficas e altitude.

FONTE	CIDADE	COORDENADAS GEOGRÁFICA	ALTITUDE
Batateiras Baixo	Crato	7° 15' 34" S 39° 28' 16" W	740 m
Batateiras de Cima	Crato	7° 15' 34" S 39° 28' 16" W	750 m
Coqueiro I	Crato	7° 17' 4" S 39° 25' 58" W	750 m
Pendência	Missão Velha	7° 24' 54" S 39° 12' 42" W	710 m

FONTE	CIDADE	COORDENADAS GEOGRÁFICA	ALTITUDE
Saco	Porteiras	7° 29' 27" S 39° 9' 44" W	830 m
Saquinho I	Porteiras	7° 29' 58" S 39° 10' 35" W	790 m
Tremedor	Missão Velha	7° 24' 52" S 39° 12' 42" W	810 m
Valentim I	Missão Velha	7° 24' 22" S 39° 9' 55" W	820 m
Valentim de Cima	Missão Velha	7° 24' 22" S 39° 9' 54" W	820 m

Fonte: os autores (2022).

4.2 Procedimentos de coleta e identificação de hexápodes e ácaros aquáticos

De acordo com Karr; Dudley (1981) os sistemas lóticos são divididos em classes de tamanhos diferentes: os de 1^a a 3^a ordem como as cabeceiras, os de 4^a a 6^a ordens como os rios de trecho médio e o de 7^a ou ordem superior como os grandes rios. As nascentes são sistemas lóticos do tipo cabeceiras (3^a ordem), sendo assim, sua metodologia de coleta é diferente das utilizadas em grandes rios e o tipo de coletor utilizado será diferente, procurando o que melhor se adequa as fontes da mata úmida e cabe salientar que as vazões de cada fonte são diferentes, algumas relativamente pequenas.

A coleta empregada foi uma adaptação dos métodos descritos por Barr (1973) e Smith, Cook e Smith (2009). Tal método consistiu na coleta das amostras de substratos das fontes, onde se realizou o arrasto de um recipiente de plástico de 2 L na água, e logo em seguida, despejou-se o líquido e substrato (folhas, galhos, areia e sementes) em uma peneira granulométrica de 30 cm de diâmetro e malha com poros de 0,25mm. O esforço amostral empregado foi de 20 min em cada local. Com uma duração de 10 min à 10m de distância da nascente e 10 min na nascente. Após esse período realizou-se a lavagem de galhos, folhas e sementes com a própria água do local e o material contido na peneira foi acondicionado em recipientes de coleta de 80 mL com álcool a 70%, etiquetados e levados ao Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (IFE/UFCA) para separação dos invertebrados do substrato, pelo método de extração Kero-float (flotação de kerosene), descrito por Barnuta (1984), que consiste em separar os invertebrados do substrato.

Para realizar a separação por esse método, a amostra trazida da fonte foi derramada em um Erlenmeyer de 500 mL contendo 200 mL de álcool a 80% e, em seguida, foi adicionado cuidadosamente 150 mL de querosene doméstico. O Erlenmeyer foi rolhado e invertido várias vezes para que o substrato fosse revestido completamente pelo querosene. O Erlenmeyer ficou em repouso até que as camadas de querosene e etanol estivessem separadas

e as partículas não estivessem subindo através do álcool. O substrato estabeleceu-se no fundo do Erlenmeyer, junto ao álcool enquanto os macroinvertebrados ficaram na camada de querosene, estando portanto, separados e mais fáceis de serem triados. Esse processo durou em média 5 min. A interface que estava entre o querosene e o álcool foi lavada em uma peneira de malha com poros de 0,1mm e lavados com álcool a 100%. Em seguida, foram armazenados nos mesmos recipientes de coleta com álcool a 80%.

A triagem dos invertebrados foi realizada em microscópio estereoscópio (LUPA) e armazenados em tubos eppendorfs com álcool a 80%. A identificação foi realizada com microscópio óptico e chaves de identificação de Carvalho e Calil (2000), Benetti, Cueto e Fiorentin (2003), Bouchard, Ferrington e Karius (2004), Pes, Hamada e Nessimian (2005), Holzenthal et al. (2007), Krantz e Walter (2009), Serra, Coimbra e Graça (2009), Segura, Valente-Neto e Fonseca-Gessner (2011), Castro (2013) e Cóbbita-Heredia (2013) até o nível de família no Laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brejo Santo/CE. A autorização de coleta foi emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - SISBIO 73618-1).

4.3 Variáveis Ambientais

Em campo foram mensuradas as variáveis: pH, temperatura (°C) e totais de sólidos dissolvidos (ppm) com um medidor portátil. Com o GPS Garmin (modelo Etrex H) foram verificadas as altitudes e as coordenadas geográficas dos pontos de coleta (Tabela 1). Para medir o percentual de cobertura vegetal das fontes foi utilizado o software Gap Light Analyzer (GLA). A partir da fotografia retirada no local esse software extrai o percentual de cobertura do dossel da floresta pelos índices de transmissão de luz. A câmera utilizada foi a do Iphone modelo 11, que foi posicionado acima da fonte e registrado a foto no modo normal. Ela foi processada pelo software, dando a porcentagem de cobertura do local. Na área foi realizada uma caracterização *in loco* para verificar presença de lixos, animais, fezes, desmatamento e afins.

4.4 Índices faunísticos e ambientais

Em cada fonte determinou-se a Abundância, que é o número total de indivíduos (N) da família/espécie *i* na amostra; a Abundância relativa (%), em que n_i é o número de indivíduos da família/espécie *i* e N é o total de indivíduos (Abundância relativa - n_i/N); a Frequência, que indica a porcentagem (%) de indivíduos de uma determinada família presente na amostra e o número de famílias encontradas em cada fonte, definido como Riqueza.

Para avaliar a qualidade ambiental do entorno da área das fontes foi utilizado o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), elaborado por Gomes, de Melo e Vale (2005) e adaptado por Felipe (2009). Esse índice objetiva avaliar o grau de proteção de nascentes a partir de uma metodologia classificatória do grau de impacto ambiental, a partir de uma avaliação macroscópica das características físicas realizadas pelo pesquisador, *in loco* (FELIPPE, 2009).

Onze parâmetros foram medidos: Cor da água; Odor da água; Lixo ao redor da nascente; Materiais flutuantes (lixo na água); Espumas; Óleos; Esgoto na nascente; Vegetação; Usos da nascente; Acesso e Equipamentos urbanos. Para cada parâmetro há uma classificação entre bom, médio e ruim e os valores atribuídos a eles são respectivamente: 3, 2 e 1. Ao somarem-se, uma pontuação mínima de 11 se dará quando os parâmetros são considerados "ruins" e a pontuação máxima de 33 os considerará "bons". A somatória de cada parâmetro irá dar uma pontuação a cada nascente, que estará enquadrada em uma classe que indicará, portanto, o seu grau de proteção. As classes e seus respectivos graus de proteção foram: A: Ótimo; B: Bom; C: Razoável; D: Ruim e E: Péssimo.

Para avaliar a qualidade das águas das fontes foi utilizado o Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP'). Esse sistema utiliza os hexápodes e ácaros em nível de família, para o monitoramento da biota aquática e da qualidade da água, atribuindo-lhes valores de acordo com a tolerância de cada organismo, que varia de 1 a 10. Os mais sensíveis aos impactos de poluição recebem pontuações maiores enquanto os mais tolerantes recebem os menores. Essa pontuação é feita qualitativamente, dessa forma, é contado em função dos exemplares encontrados e não da quantidade de indivíduos de cada família. O somatório da pontuação das famílias dá o valor final do índice, que caracteriza o local amostrado a partir de seu nível de integridade, classificando os ambientes aquáticos, quanto a qualidade ambiental, em: Ótima, Boa, Aceitável, Duvidosa, Crítica e Muito Crítica. A tabela do índice BMWP' utilizada para a pontuação foi a adaptada pelo Instituto Ambiental do Paraná (2003) por estarem inclusas famílias de invertebrados encontradas no Brasil. As famílias Hebridae, Ptilodactylidae e Scirtidae não foram pontuadas pois não estão inclusas no cálculo do índice BMWP'.

4.5 Análise de dados

Os dados obtidos das triagens foram tabulados e transportados para o Excel para o tratamento e análise de dados que sucederam a criação de planilhas. Os dados de cada fonte foram agrupados na Tabela 2 e verificados a abundância, abundância relativa, frequência e

riqueza para os hexápodes. A partir da abundância relativa os gráficos de Ranking de Dominância dos grupos estudados foram produzidos no Excel.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R Development Core Team, 2020). A relação entre os índices faunísticos encontrados nas fontes com os parâmetros de qualidade da água selecionados no estudo (pH, temperatura e totais de sólidos dissolvidos) foi avaliada através de Modelos Lineares Generalizados (MLG) utilizado a distribuição mais bem ajustada aos dados coletados.

Para a verificação da existência de uma relação entre os parâmetros físico-químicos da qualidade da água e a cobertura vegetal com os hexápodes das fontes, foi utilizada a Distribuição Normal para a análise de abundância e a Distribuição de Poisson para a análise do número de famílias. Na análise da relação dos parâmetros com o índice biótico número de famílias, foi verificado uma correlação entre as variáveis totais de sólidos dissolvidos e vazão ($p = 0,7$), dessa forma escolheu-se apenas o Totais de sólidos dissolvidos para verificar se há uma relação significativa, uma vez que se analisou a cobertura vegetal.

Os mapas que destacam as fontes inseridas na APA Araripe-Apodí e FLONA Araripe e as fontes amostradas no estudo foram produzidos no Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para las Américas) em escala 1:200.000 com densidade de 300 dpis.

ARTIGO 1

ANÁLISE FAUNÍSTICA DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS NAS FONTES DA MATA ÚMIDA DA CHAPADA DO ARARIPE, NO NORDESTE DO BRASIL

Resumo: Realizou-se uma análise faunística a partir dos hexápodes presentes em nove fontes inseridas na mata úmida da Chapada do Araripe. A amostragem foi realizada entre os meses de Janeiro a abril de 2020. Foram coletados das fontes vegetação, folhas, galhos, cascalhos e detritos que foram lavados em uma peneira com malhas de poros de 0,25mm e acondicionado em um recipiente de 80 mL com álcool 70%. A extração dos invertebrados do substrato foi realizada pelo método de extração Kero-float (flotação de querosene). A triagem foi realizada em microscópio estereoscópio. A fauna encontrada foi caracterizada por meio dos índices de abundância, abundância relativa, frequência e riqueza. A família Chironomidae obteve a maior abundância em todas as fontes (2.497 indivíduos). Valentim de Cima, Saquinho I e Saco possuíram as maiores abundâncias, com 737, 666 e 620 chironomídeos, respectivamente. A segunda e terceira famílias mais abundantes foram Veliidae (348 indivíduos) e Leptophlebiidae (210 indivíduos). As famílias menos abundantes (1 indivíduo) foram: Empididae, Gyrinidae, Haliplidae, Hebridae e Naucoridae. A família Chironomidae foi frequente em todas as fontes (100%), seguido de Baetidae (77%), Ceratopogonidae, Perlidae e Veliidae (66,7%). As menos frequentes (11,1%) foram: Carabidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Empididae, Gerridae, Glossomatidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hebridae, Helicopsychidae, Naucoridae, Simulidae e Tipulidae. A família Chironomidae foi a mais dominante em todas as fontes. Com o estudo demonstramos que há uma diversidade de famílias de hexápodes nos mananciais avaliados, sendo que esses organismos podem ser utilizados em futuros estudos sobre a qualidade da água dessas fontes.

Palavras-chave: FLONA. Hexápodes. Hidrobiologia. Nascentes. Hexápodes.

Abstract: A faunal analysis was carried out from the hexapods present in nine sources inserted in the humid forest of Chapada do Araripe. Sampling was carried out between January and April 2020. Vegetation, leaves, branches, gravel and debris were collected from the sources, washed in a sieve with 0.25 mm pore meshes and placed in an 80 mL container with 70% alcohol. The invertebrates were extracted from the substrate using the *Kero-float* extraction method (kerosene flotation). Screening was performed under a stereoscopic microscope. The fauna found was characterized through the indices of abundance, relative abundance, frequency and richness. The Chironomidae family had the highest abundance in all sources (2,497 individuals). Valentim de Cima, Saquinho I and Saco had the highest abundances, with 737, 666 and 620 chironomids, respectively. The second and third most abundant families were Veliidae (348 individuals) and Leptophlebiidae (210 individuals). The least abundant families (1 individual) were: Empididae, Gyrinidae, Haliplidae, Hebridae and Naucoridae. The Chironomidae family was frequent in all sources (100%), followed by Baetidae (77%), Ceratopogonidae, Perlidae and Veliidae (66.7%). The least frequent (11.1%) were: Carabidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Empididae, Gerridae, Glossomatidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hebridae, Helicopsychidae, Naucoridae, Simulidae and Tipulidae. The Chironomidae family was the most dominant in all sources (Dominance rankings). With the study we demonstrate that there is a diversity of hexapod families in the evaluated springs, and these organisms can be used in future studies on the water quality of these sources.

Keywords: FLONA. Hexapods. Hydrobiology. Springs. Hexapods.

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto geral, estudos sobre biodiversidade no Brasil são mais completos para vertebrados do que para invertebrados (ROCHA, 2003). Somando-se a essa preocupação, os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo alterações ao longo dos anos, resultantes de atividades antrópicas, desmatamento, poluição, crescimento imobiliário, extensão de áreas

agricultáveis, modificação dos cursos de rios e exploração dos recursos naturais em demasia (BAPTISTA et al., 2001).

Na região do Cariri cearense, trabalhos mais recentes são registrados para a fauna edáfica de diferentes unidades fitoecológicas de Áreas de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe. Azevedo et al. (2011), Azevedo et al. (2015a), Azevedo et al. (2015b), Azevedo et al. (2016) e Azevedo et al. (2018b) realizaram estudos faunísticos em diferentes ecossistemas, retratando um avanço em pesquisas com a fauna do solo na Floresta Nacional do Araripe (FLONA Araripe). Azevedo et al. (2018a) verificaram os tipos de iscas mais atrativas para insetos que compõe a fauna da mata úmida, enquanto os trabalhos de Azevedo et al. (2020) analisaram os efeitos da chuva na assembleia de artrópodes da floresta.

No entanto, dados relativos à fauna de invertebrados aquáticos das fontes da mata úmida são quase inexistentes, contando apenas com um trabalho de Simões, Azevedo e Ferreira (2020) sobre a ocorrência de ácaros aquáticos nesses locais. Quanto a fauna de outros ambientes, Silva et al. (2020) contabilizaram em sua pesquisa um total de 74 trabalhos relacionados à Chapada do Araripe, sendo que 41 deles eram sobre à área de paleontologia, sendo que o local é um dos maiores acervos de fósseis do mundo e apenas oito sobre a fauna, com destaque para pesquisas de Girão e Souto (2005) e Linhares e Silva (2015) sobre *Antilophia bokermanni* Coelho & Silva, 1998, o Soldadinho-do-araripe, uma ave endêmica da região. Com relação aos ambientes aquáticos há poucos anos o caranguejo *Kingsleya attenboroughi* Pinheiro e Santana, 2016, descrito como uma nova espécie encontrada em córregos de uma Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe.

Os ambientes dulcícolas se configuram como habitats para diversos organismos, vertebrados e invertebrados e neste último estão englobados os crustáceos, maxilópodos (copépodes), aracnídeos (ácaros), insetos (dípteros, tricópteros, coleópteros, etc), sendo que alguns deles possuem parte do seu ciclo de vida dentro da água, desempenhando a função de manutenção dos níveis tróficos e apresentam uma biodiversidade taxonômica de importância ecossistêmica para esses locais (ALBERTONI; SILVA, 2010). Assim, atividades que degradem esses ambientes tendem a reduzir bastante a sua biodiversidade.

Tais ações, de acordo com Goulart e Callisto (2003), podem resultar em uma diminuição da qualidade da água, desarranjos físicos e químicos do local, desconfiguração de habitats e a dinâmica associada às comunidades biológicas existentes, seus níveis tróficos estabelecidos e conseqüentemente uma barreira a realização de estudos para monitoramento e conservação desses locais, que utilizam além de parâmetros físico-químicos, os indicadores biológicos que podem refletir a integridade dos ecossistemas.

A mata úmida da Chapada do Araripe é uma Floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular com resquícios da Mata Atlântica e está inserida dentro do domínio da caatinga no Nordeste do Brasil (FIGUEIRA, 1989), possuindo uma grande densidade, heterogeneidade e biodiversidade (PEREIRA, 2009). É nessa faixa de vegetação que se encontram a maior parte das fontes de água que nascem na Chapada do Araripe, sendo encontradas nas encostas (FIGUEIRA, 1989).

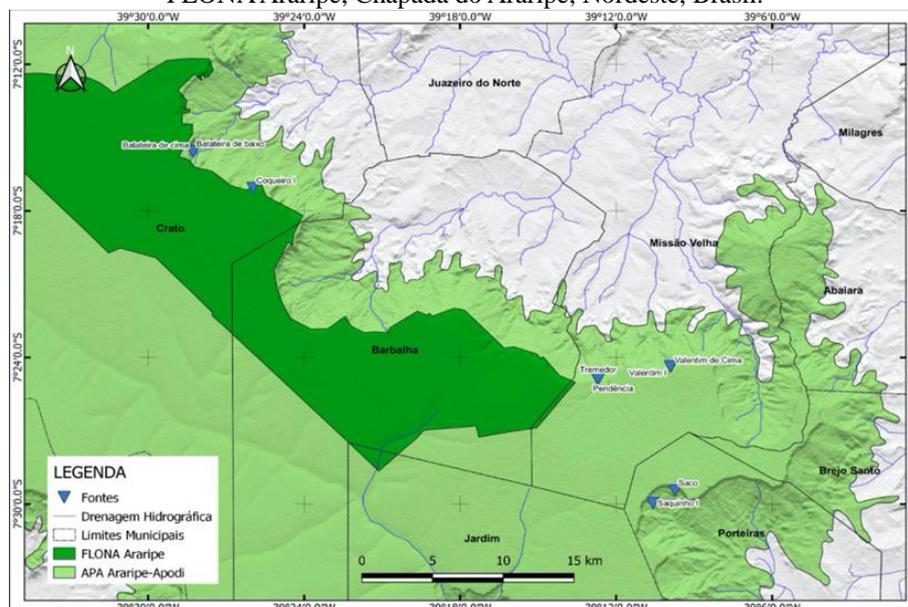
Considerando-se a falta de estudos e dados sobre a fauna aquática das fontes de água doce da mata úmida na região do cariri cearense, objetivou-se avaliar e caracterizar a biodiversidade de famílias de macroinvertebrados aquáticos desses ambientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas em nove fontes da mata úmida, distribuídas em três cidades do entorno da Chapada do Araripe: Crato, Missão Velha e Porteiras (Figura 1). A amostragem foi realizada entre os meses de Janeiro a Abril de 2020, correspondendo à estação chuvosa da Região Metropolitana do Cariri, no Estado do Ceará, no Nordeste.

Figura 1 – Localização geográfica das fontes amostradas na APA Araripe-Apodi e FLONA Araripe, Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022).

As fontes amostradas (Figura 1) estão inseridas dentro das Unidades de Conservação (UC), Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe (APA Araripe-Apodi) e/ou Floresta Nacional do Araripe (FLONA Araripe).

A FLONA Araripe foi criada em 02 de maio de 1946 pelo decreto de nº 9.225. Ela possui uma área de 38.968,00ha, abrangendo os municípios de Barbalha, Crato, Jardim, Missão Velha e Santana do Cariri, ao extremo sul do Estado do Ceará, no Nordeste. Ela foi a primeira Unidade de Conservação na categoria floresta a ser criado no Brasil, como uma estratégia de conservar as fontes de água e os recursos naturais do ambiente (FUNCEME, 2006).

A APA Araripe-Apodi foi criada pelo decreto de nº 148, de 04 de agosto de 1997, com uma área de aproximadamente 1.063.000,00 ha e um perímetro de 2.658,55 km estendendo-se por três Estados no Nordeste, localizando-se em maior parte no Ceará com 47%, em Pernambuco com 36% e no Piauí com 17% (BRASIL, 1997). Sendo criada para proteger a flora e fauna do local, principalmente as espécies que se encontram ameaçadas de extinção, além disso, a proteção e conservação da mata e leitos naturais das águas do Araripe (FUNCEME, 2006).

Quadro 1 – Localização, coordenadas geográficas e altitudes das fontes da mata úmida.

FONTE	CIDADE	COORDENADAS GEOGRÁFICA	ALTITUDE
Batateiras de Baixo	Crato	7° 15' 34" S 39° 28' 16" W	740 m
Batateiras de Cima	Crato	7° 15' 34" S 39° 28' 16" W	750 m
Coqueiro I	Crato	7° 17' 4" S 39° 25' 58" W	750 m
Pendência	Missão Velha	7° 24' 54" S 39° 12' 42" W	810 m
Saco	Porteiras	7° 29' 27" S 39° 9' 44" W	830 m
Saquinho I	Porteiras	7° 29' 58" S 39° 10' 35" W	790 m
Tremedor	Missão Velha	7° 24' 52" S 39° 12' 42" W	810 m
Valentim I	Missão Velha	7° 24' 22" S 39° 9' 55" W	820 m
Valentim de Cima	Missão Velha	7° 24' 22" S 39° 9' 54" W	820 m

Fonte: os autores (2022).

Acima se encontram detalhados as fontes, cidades, coordenadas geográficas e suas respectivas altitudes (Quadro 1). As fontes descritas são catalogadas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), que tem como uma de suas finalidades gerenciar a oferta dos recursos hídricos, tanto superficial quanto subterrâneo, do Ceará.

2.2 Coleta e identificação dos macroinvertebrados aquáticos

De acordo com Karr e Dudley (1981) os sistemas lóticos são divididos em classes de tamanhos diferentes: os de 1^a a 3^a ordem como as cabeceiras, os de 4^a a 6^a ordens como os rios de trecho médio e o de 7^a ou ordem superior como os grandes rios. As fontes são sistemas lóticos do tipo cabeceiras (3^a ordem), sendo assim sua metodologia de coleta bem como o tipo de coletor utilizado deve ser diferente das utilizadas em grandes rios. Cabe salientar que as vazões de cada fonte são diferentes, sendo algumas relativamente pequenas.

A coleta empregada foi uma adaptação dos métodos descritos por Barr (1973) e Smith, Cook e Smith (2009). Tal método consistiu na coleta das amostras de substratos das fontes, onde se realizou o arrasto de um recipiente de plástico de 2 L na água e logo em seguida derramou-se o líquido e substrato (folhas, galhos, areia e sementes) em uma peneira granulométrica de 30 cm de diâmetro e malha com poros de 0,25mm. O esforço amostral empregado foi de 20 min em cada local. Com uma duração de 10 min à 10m de distância da fonte e 10 min no ponto onde a água nasce. Após esse período realizou-se a lavagem de galhos, folhas e sementes com a própria água do local e o material contido na peneira foi acondicionado em recipientes de coleta de 80 mL com álcool 70%, etiquetados, e levadas ao Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (IFE/UFCA) para separação dos invertebrados do substrato, pelo método de extração Kero-float (flotação de querosene), descrito por Barmuta (1984), que consiste em separar os invertebrados do substrato.

Para realizar a separação por esse método, a amostra trazida da fonte foi depositada em um Erlenmeyer de 500 mL contendo 200 mL de álcool 80% e, em seguida, foi adicionado cuidadosamente 150 mL de querosene doméstico. O Erlenmeyer foi rolhado e invertido várias vezes para que o substrato fosse revestido completamente pelo querosene. O Erlenmeyer ficou em repouso até que as camadas de querosene e etanol estivessem separadas e as partículas não estivessem subindo através do álcool. Esse processo durou em média 5 min. A interface que estava entre o querosene e o álcool foi lavada em uma peneira de malha com poros de 0,1mm e lavados com álcool a 100%. Em seguida, foram armazenados nos mesmos recipientes de coleta de 80 mL com álcool 80%.

A triagem dos macroinvertebrados foi realizada em microscópio estereoscópio (LUPA) e armazenados em eppendorfs com álcool 80%. A sua identificação foi realizada no Laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brejo Santo/CE com microscópio óptico e chaves de identificação até o nível de família de Carvalho e Calil (2000), Benetti, Cueto e Fiorentin (2003), Bouchard, Ferrington e Karius (2004), Pes, Hamada e Nessimian (2005), Holzenthal et al. (2007), Serra, Coimbra e Graça (2009) e

Segura, Valente-Neto e Fonseca-Gessner (2011). A autorização de coleta foi emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - SISBIO 73618-1).

2.3 Análise faunística

Em cada fonte determinou-se a Abundância, que é o número total de indivíduos (N) da família/espécie *i* na amostra; a Abundância relativa (%), em que n_i é o número de indivíduos da família/espécie *i* e N é o total de indivíduos (Abundância relativa - n_i/N); a Frequência, que indica a porcentagem (%) de indivíduos de uma determinada família presente na amostra; e o número de famílias encontrada em cada fonte, definido como Riqueza.

2.4 Análise de dados

Após o processo de triagem e identificação os dados foram tabulados e transportados para o Excel para a o tratamento e análise de dados que sucederam a criação de planilhas. Os dados de cada fonte foram agrupados em uma tabela (Tabela 1) e verificados a abundância, abundância relativa e frequência e riqueza para os macroinvertebrados. A partir da abundância relativa os gráficos de Ranking de Dominância dos grupos estudados foram plotados. O Mapa que destaca as fontes amostradas (Mapa 1) foi produzido no Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para las Américas) em escala 1:200.000 com densidade de 300 dpis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas nove fontes estudadas foram coletados 3.907 macroinvertebrados (Tabela 1), pertencentes a sete ordens e 35 famílias. A ordem Coleoptera foi a mais rica com nove famílias enquanto as menos ricas foram as ordens Odonata e Plecoptera com uma família cada. As fontes com as maiores riquezas foram a Valentim de Cima e Valentim I com 21 e 18 famílias, respectivamente, enquanto as de menor riqueza foram as fontes Batateiras de Cima com cinco famílias e Batateiras de Baixo com apenas sete.

A classificação taxonômica para esse trabalho foi feita em nível de família, sendo esta utilizada em estudos para caracterizar comunidades de macroinvertebrados, principalmente em países da América do Sul onde pesquisas são raras e as espécies muitas vezes desconhecidas e os recursos financeiros e humanos podem ser limitados.

A ordem Diptera foi a mais abundante, com 2.677 indivíduos capturados, corroborando com estudos de Bem, Higuti e Azevedo (2015) e Zardo et al. (2013), sendo esse grupo o mais representativo em abundância. A família Chironomidae obteve a maior

abundância em todas as fontes (2.497 indivíduos). Esta família de mosquitos colonizam ambientes aquáticos continentais, sendo um dos macroinvertebrados bentônicos mais utilizados como bioindicadores da qualidade de água devido a sua elevada riqueza e abundância nos ambientes (BEM et al., 2015). O segundo e terceiro grupo mais abundantes, respectivamente, foram Veliidae (Hemiptera) com 348 indivíduos e Leptophlebiidae (Ephemeroptera) com 210 indivíduos.

As fontes Valentim de Cima, Saquinho I e Saco possuíram as maiores abundâncias, com 737, 666 e 620 chironomídeos, respectivamente (Tabela 1). As famílias menos abundantes com apenas um indivíduo foram Empididae (Diptera) na Fonte Pendência, Gyrinidae (Coleoptera) na Fonte Saquinho I, Haliplidae (Coleoptera) na Fonte Saco, Hebridae (Hemiptera) na Fonte Valentim I e Naucoridae (Hemiptera) na Fonte Valentim de Cima.

A família Chironomidae geralmente é predominante numericamente em ambientes lóticos e lênticos, devido sua capacidade competitiva e sua tolerância a situações extremas (DI GIOVANNI; GORETTI; AMANTI, 1996). Outro fator importante ligado a constituição de uma comunidade está relacionado ao alimento disponível e alguns gêneros possuem hábitos alimentares detritívoros e coletores (TRIVINHO-STRIXINO; GESSNER; CORREIA, 1997). No momento de caracterização da área de estudo foi verificado que a maioria dessas fontes citadas possuíam macrófitas aquáticas, troncos submersos e uma grande quantidade de matéria orgânica que pode ter favorecido o estabelecimento dessa população de organismos (ALBERTONI; PRELLVITZ; SILVA, 2007).

A família Chironomidae foi frequente em todas as fontes (100%), seguido de Baetidae (77%), Ceratopogonidae, Perlidae e Veliidae com 66,7%. Enquanto as famílias menos frequentes com 11,1% foram as famílias de coleópteros Carabidae, Curculionidae, Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae e Haliplidae; os dípteros: Empididae, Simuliidae e Tipulidae; os trichópteros: Glossomatidae, Helicopsychoidea e os hemípteros Gerridae, Hebridae e Naucoridae (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise faunística das nove fontes amostradas na mata úmida, Chapada do Araripe, com os dados de Abundância, Abundância relativa, Frequência e Riqueza.

Ordem/Família	Fonte									Abund	Abun d. rel	F%
	FBB	FBC	FCI	FP	FS	FSQI	FT	FVI	FVC			
COLEOPTERA												
Carabidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,1	11,1

Carabidae Adulto	0	2	0	4	0	0	0	0	0	6	0,2	22,2
Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0,1	11,1
Dytiscidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0,1	11,1
Elmidae Adulto	6	3	0	0	0	0	0	19	0	28	0,7	33,3
Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0,1	11,1
Gyrinidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,0	11,1
Haliplidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,0	11,1
Hydrophilidae Adulto	1	0	0	4	0	4	3	3	0	15	0,4	55,6
Hydrophilidae	0	0	0	9	1	1	3	0	27	41	1,0	55,6
Ptilodactylidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0,1	22,2
Scirtidae	0	0	20	0	0	0	0	1	0	21	0,5	22,2
DIPTERA												
Ceratopogonidae	0	0	1	9	12	18	0	26	58	124	3,2	66,7
Chironomidae	33	4	38	231	620	666	58	148	737	2.535	64,9	100
Culicidae	2	0	0	0	1	8	0	0	0	11	0,3	33,3
Empididae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,0	11,1
Simulidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0,1	11,1
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0,1	11,1
EPHEMEROPTERA												
Baetidae	0	0	1	2	10	8	4	3	35	63	1,6	77,8
Leptophlebiidae	0	0	0	0	0	0	0	60	150	210	5,4	22,2
HEMIPTERA												
Belostomatidae	0	0	0	1	0	1	0	9	60	71	1,8	44,4
Gerridae	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16	0,4	11,1
Hebridae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,0	11,1
Mesoveliidae	0	2	0	1	0	0	3	0	2	8	0,2	44,4
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,0	11,1
Notonectidae	0	0	0	0	0	6	0	0	27	33	0,8	22,2

Veliidae	0	0	1	11	74	128	0	71	63	348	8,9	66,7
ODONATA												
Libellulidae	0	0	0	0	5	43	0	10	22	80	2,0	44,4
PLECOPTERA												
Perlidae	2	1	8	0	0	0	5	15	1	32	0,8	66,7
TRICHOPTERA												
Calamoceratidae	5	0	0	0	2	0	1	38	59	105	2,7	55,6
Ecnomidae	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5	0,1	22,2
Glossomatidae	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0,1	11,1
Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,1	11,1
Hydropsychidae	0	0	20	3	0	0	25	3	12	63	1,6	55,6
Hydroptilidae	2	0	2	0	0	0	1	2	40	47	1,2	55,6
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	1	12	13	0,3	22,2
Philopotamidae	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,1	22,2
Total por Fonte	51	12	93	279	743	884	111	415	1319			
Riqueza por Fonte	7	5	9	12	11	11	13	18	21			
Total de macroinvertebrados										3.907		

Legenda: FBB (Fonte Batateiras de Baixo), FBC (Fonte Batateiras de Cima), FC I (Fonte Coqueiro I), FP (Fonte Pendência), FS (Fonte Saco), FSQ I (Fonte Saquinho I), FT (Fonte Tremedor), FV I (Fonte Valentim I), FVC (Fonte Valentim de Cima). **Fonte:** os autores (2022).

As famílias mais abundantes por fontes foram Hydropsychidae para Batateiras de Cima, Chironomidae, Hydropsychidae e Scirtidae para Coqueiro I e Chironomidae e Hydropsychidae para Tremedor. Hydropsychidae é uma família de Trichoptera e teve uma presença significativa nessas fontes, dando um indicativo que esses ambientes estavam bem oxigenados e possuíam habitats e microhabitats diversos, pois de acordo com Martini et al. (2013) eles dependem de substratos heterogêneos (rochosos, arenosos ou folhiço) para que assim construam seus abrigos e é ainda um grupo que necessita de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água para sobreviverem.

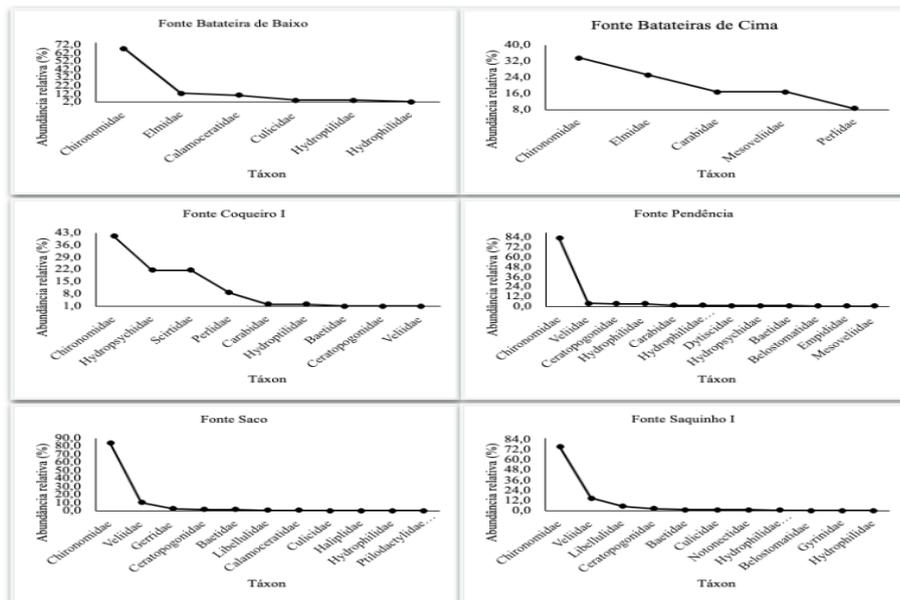
Chironomidae foi a mais abundante para Batateira de Baixo e Pendência,

Chironomidae e Veliidae para Saco, Chironomidae, Libellulidae e Veliidae para Saquinho I, Chironomidae Leptophlebiidae e Veliidae para Valentim I e Chironomidae, Leptophlebiidae e Veliidae para Valentim de Cima. Leptophlebiidae é uma família da ordem Ephemeroptera que é conhecida por possuir uma intolerância a níveis elevados de eutrofização artificial e tem preferência por substratos arenosos (COSTA et al., 2011).

A ordem Diptera, em especial a família Chironomidae, em muitos estudos vem sendo apontados como um dos mais frequentes e abundantes em ambientes aquáticos, como visto em Barbola et al. (2011), Battistoni et al. (2012), Zardo et al. (2013), Santos (2014), Chagas et al. (2017), Teixeira et al. (2019). As larvas de Diptera geralmente colonizam a vegetação aquática e substratos, possuem diversos hábitos alimentares, apresentam adaptações morfológicas e respiratórias além de conseguirem sobreviver em locais com condições ambientais diferentes, o que resulta em uma maior capacidade adaptativa (TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

Figura 2 – Classificação da dominância de família de macroinvertebrados para as fontes Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho I.

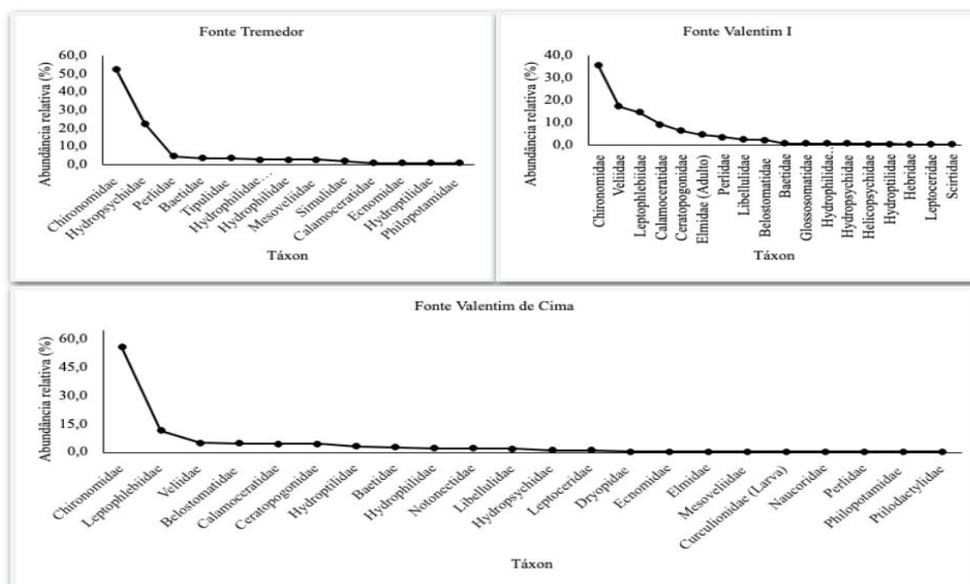
Fonte: os
(2022).



autores

A família Elmidae (25,0%) foi a segunda mais dominante para a fonte Batateiras de Cima. Na Fonte Coqueiro I foram as famílias Hydropsychidae e Scirtidae com 21,5% de abundância relativa, cada. Na fonte Tremedor a família Hydropsychidae teve 22,5% de abundância relativa. A família Veliidae (17,1%) foi o segundo grupo mais dominante para a Fonte Valentim I (Figura 3).

Figura 3 – Classificação da dominância de família de macroinvertebrados para as fontes Tremedor, Valentim I e Valentim de Cima.



Fonte: os autores (2022).

O presente estudo, além de caracterizar a fauna aquática se torna ainda mais relevante, uma vez que as nascentes estudadas demonstraram possuir riqueza e abundância de macroinvertebrados bentônicos, organismos importantes em estudos de qualidade da água, que podem favorecer à ampliação de estudos em ambientes dulcícolas do semiárido brasileiro, visto que estão inseridas em Unidade de Conservação (UC). Em estudo no Parque Natural Municipal da Mata do Rio Uruguai Teixeira Soares (PTS) no município de Marcelino Ramos-RS, SOBCZAK et al. (2013) mostrou que Unidades de Conservação (UC) são eficazes na conservação da biodiversidade de macroinvertebrados e na qualidade da água, no que tange à elevada riqueza e abundância de táxons encontrados em riachos das áreas preservadas amostradas. Fato que pode estar associado à disponibilidade de habitat e as fontes alimentares de áreas protegidas, que são adequadas para suportar a sobrevivência de organismos (BUENO et al., 2003; SOBCZAK et al., 2013). Essa perspectiva demonstra ainda a importância de se monitorar esses recursos naturais, tão escassos em áreas semiáridas do país, que sofre com a pouca disponibilidade de água, em quantidade e qualidade.

4 CONCLUSÕES

Chironomidae foi a família mais abundante e dominante em todas as fontes estudadas e houve uma diversidade de famílias de macroinvertebrados (hexápodes) nos mananciais avaliados e esses organismos podem ser utilizados em futuros estudos sobre a

qualidade da água dessas fontes, favorecendo o monitoramento da água, que pode vir a ser realizado com uma maior frequência visto que, os grupos utilizados na análise de qualidade de água são identificados a níveis de família, abrangendo a possibilidades de estudos constantes.

Pesquisas da qualidade de água nas nascentes são escassos e estando essas nascentes inseridas no domínio da caatinga e em região semiárida do Nordeste, são locais cruciais para avaliar corpos hídricos com macroinvertebrados bentônicos, visto que se encontram em Unidades de Conservação, locais favoráveis à proteção dessa fauna.

É importante a realização de estudos futuros para ampliar o conhecimento sobre a ecologia desses grupos encontrados e a identificação em nível de espécie. Pesquisas posteriores são necessárias a fim de analisar como os parâmetros físicos e químicos desses ambientes possam vir a afetar e diminuir a comunidade de macroinvertebrados e consequentemente a qualidade da água das nascentes. Novas pesquisas para caracterizar a fauna também na estação seca se tornam necessários.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que fomentou a pesquisa e aos Laboratórios de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (LABIO) e Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

REFERÊNCIAS

ALBERTONI, E. F.; SILVA, C. P. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de Rio Grande. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 1, p. 9-27, 2010.

ALBERTONI, E. F.; PRELLVITZ, L. J.; SILVA, C. P. Macroinvertebrate fauna associated with *Pistia stratiotes* and *Nymphoides indica* in subtropical lakes (South Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 499-507, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000300015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/CCBzB6Rsy9NbKnr86JJKTfb/?lang=en>, Acesso em: 21 abr. 2021.

AZEVEDO, R.; FERREIRA, R. N. C.; AZEVEDO, F. R.; NASCIMENTO, L. S.; SANTOS, J. R. P.; FERREIRA, R. C. A. B.; MESQUITA, F. O. Resposta antecipada ou atrasada em relação à chuva: Efeito da precipitação sobre uma assembleia de artrópodes em um enclave de floresta perenifolia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10923>. ISSN: 2525-3409. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/10923/10629/157047>, Acesso em: 08 jun. 2021.

AZEVEDO, R.; AZEVEDO, F. R.; LIMA, J. A.; OLIVEIRA, G. B.; FARIAS, R. B. Atratividade de iscas alimentares para insetos edáficos em vegetação de mata úmida da Floresta Nacional do Araripe na estação seca. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 22-38, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.33809/2447-4606.41201822-38>. Disponível em: <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/217>, Acesso em: 08 jun. 2021.

AZEVEDO, R.; AZEVEDO, F. R.; MACIEL, G. C.; SUCUPIRA, A. C.; OLIVEIRA E SILVA; G. B. Scolopendromorpha associados a termitários de *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri (Isoptera: Termitidae) na Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 1, p. 60-62. 2018b. DOI: 10.12741/ebrasilis.v11i1.735. e-ISSN 1983-0572. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a980/9f9fa15efe6e69c867bd972437682fd44472.pdf>, Acesso em: 08 jun. 2021.

AZEVEDO, F. R.; AZEVEDO, R.; DOS SANTOS, C. A. M.; NERE, D. R.; DA SILVA MOURA, E. Análise faunística e sazonalidade de insetos edáficos em ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe em duas estações do ano, Barbalha-CE. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 10, n. 3, p. 263-272, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.2910>. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2910>, Acesso em: 08 jun. 2021.

AZEVEDO, F. R.; MOURA, E. S.; AZEVEDO, R.; SANTOS, C. M.; NERE, D. R. Inventário da entomofauna de ecossistemas da área de proteção ambiental do Araripe com bandejas d'água amarelas. **Holos**, v. 3, p. 121-134, 2015a. DOI: 10.15628/holos.2015.2249. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/18263/1/artigo.pdf>, Acesso em: 23 jun. 2021.

AZEVEDO, F. R.; AZEVEDO, R.; SANTOS, C. A. M.; MOURA, E. S.; NERE, D. R. Análise Faunística e Flutuação Populacional da Dipterofauna de Ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe, Barbalha, CE. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 2, p. 117-124, 2015b. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i2.423>. Disponível em: <https://entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v8i2.423>, Acesso em: 23 jun. 2021.

AZEVEDO, F. R. D.; MOURA, M. A. R. D.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, p. 740-748, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/vz9mvyz6LsL8NFm3kNBqC/abstract/?lang=pt>, Acesso em: 08 jun. 2021.

BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Spatial and temporal organization of aquatic assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n.2, p. 295-304, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbbio/a/XfFP73ZFz4r7jpN4K3g9cCj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BARBOLA, I. F.; MORAES, M. F. P. G.; ANAZAWA, T. M.; NASCIMENTO, E. A.; SEPKA, E. R.; POLEGATTO, C. M.; MILLÉO, J.; SCHÜHLI, G. S. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. Iheringia. **Série Zoologia**, v. 101, p. 15-23, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212011000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/5qdtBPsvwKYR5hBxnR7ymK/?lang=pt>, Acesso em: 21 abr. 2021.

BARMUTA, L. A. A method for separating benthic arthropods from detritus. **Hydrobiologia**, v. 112, n. 2, p. 105-107, 1984. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00006913.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BARR, D. W. **Methods for collection, preservation, and study of water mites, (Acari: Parasitengona)**. Life Sciences Miscellaneous Publication. Royal Ontario Museum. 28 p., 1973. ISBN 0-88854-1 48-1. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60770>. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/60770>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BATTISTONI, D.; FAVASSA, C. T. A.; TRIQUES, R.; BARP, E. A.; RODRIGUES, G. G. Composição faunística de macroinvertebrados bentônicos ocorrentes na parte baixa do Rio Jacutinga, Concórdia, SC. **Ágora: revista de divulgação científica**, v. 17, n. 1, p. 20-31, 2012. DOI: <https://doi.org/10.24302/agora.v17i1.48>. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/48>, Acesso em: 25 abr. 2021.

BRASIL. Decreto no 148 de 04 de agosto de 1997. **Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí e dá outras providências**. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5587.htm >. Acesso em: 20 Nov. 2020.

BEM, C. C.; HIGUTI, J.; AZEVEDO, J. C. R. Qualidade da água de um ambiente lótico sob impacto antropogênico e sua comunidade bentônica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 418-429, 2015. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/157/3f4875bfbae04d0b91afb4fae6107de_55e9b244e205a773ad221cd8e199ff5b.pdf, Acesso em: 25 abr. 2021.

BENETTI, C. J.; CUETO, J. A. R.; FIORENTIN, G. L. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves para identificação. **Biota neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/N6hmWLVTQr9rJD73J98dvHq/?lang=pt>, Acesso em: 25 abr. 2021.

BOUCHARD, R. W.; FERRINGTON, L. C.; KARIUS, M. L. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. **Water Resources Center, University of Minnesota**, St. Paul, MN, USA, v. 208, p. 159-183, 2004.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 115-125, mar. 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312449325>, Acesso em: 28 abr. 2021.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis avulsos de Zoologia**, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R.; MORENO, P. Macrobenthic diversity on different habitats in a altitudinal lake surrounded by Eucalyptus plantations and secondary Atlantic Forest (southeast Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, n.1, p. 55-61, 2000.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A. O.; MORENO, P.; ROSA, C. A. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4, p. 743-755, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842004000500003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/GsyctLm3hWB7zhnCVkzjqvr/abstract/?lang=en>, Acesso em: 26 abr. 2021.

CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BIENIEK, G. B.; VARGAS, G. D. L. P.; HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 416-425, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambiagua.2015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/wrnt3VJslQyrLPfcC4RSKKb/?lang=pt&format=html>, Acesso em: 15 mai, 2021.

COSTA, J. M.; SILVA, C. C.; SANTOS, T. C.; PEREIRA, S. M.; ALMEIDA, G. L. Insetos Aquáticos da Ecorregião Xingu-Tapajós. In: Castillhos, Z. C.; Buckup, P. A. (eds.) **Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós**. Rio de Janeiro: CETEM, 1ed., v. 1, 2011. p. 123-138. ISBN: 978-85-61121-78-5. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1986>, Acesso em: 01 jan. 2021.

DI GIOVANNI, M. V.; GORETTI, E.; TAMANTI, V. Macrobenthos in Montedoglio Reservoir, central Italy. **Hydrobiologia**, v. 321, n. 1, p. 17-28, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00018673>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00018673.pdf>, Acesso em: 15 fev. 2021.

FIGUEIRA, M.A. **Atlas do Ceará, vegetação**. Fortaleza, Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. 1989, 25p.

FUNCEME. Zoneamento geoambiental do Estado do Ceará: Parte II - Mesorregião do Sul Cearense. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, 2006, 132p. ISBN: 85756331934. Disponível em: http://www3.funceme.br/produtos/manual/projetos_ambientais/Zoneamento_geoamb_sul_cearense/Texto%20ZONEAMENTO%20GEOAMBIENTAL-Mesorregiao%20Sul%20Cearense.pdf. Acesso em 22 ago. 2021.

GIRÃO, W.; SOUTO, A. Breeding period of Araripe Manakin *Antilophia bokermanni* inferred from vocalisation activity. **Cotinga**, v. 24, p. 35-37, 2005. Disponível em: <http://www.diogoverissimo.com/Soldadinho/GIRO&S~1.PDF>, Acesso em: 25 mar. 2021.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. . Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

Disponível em:

http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf, Acesso em: 20 mar. 2021.

HOLZENTHAL, R. W.; BLAHNIK, R. J.; PRATHER, A. L.; KJER, K. M. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. In: Zhang, Z. Q.; Shear, W. A. (Eds). Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, 1668, 766p. **Zootaxa**, p. 639-698. 2007. Disponível em:

<https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/196322/Holzenthal%20et%20al%202007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 27 fev. 2021.

KARR, J. R.; DUDLEY, D. R. Ecological perspective on water quality goals.

Environmental management, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1981. DOI:

<https://doi.org/10.1007/BF01866609>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01866609>, Acesso em: 5 mar. 2021.

LINHARES, K. V.; SILVA, W. A. G. Soldadinho-do-araripe, símbolo da conservação das águas e florestas úmidas do Cariri cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**. v. 13 n. 2, p. 37-50, 2015. Disponível em:

<http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/849>, Acesso em: 17 mar. 2021.

MARQUES, M. M; BARBOSA, F. A. R. Biological quality of waters from an impacted tropical watershed (middle Rio Doce basin, southeast Brazil), using benthic macroinvertebrate communities as an indicator. **Hydrobiologia**, v. 457, n. 1, p. 69-76, 2001. DOI:

<https://doi.org/10.1023/A:1012297915323>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1012297915323>, Acesso em: 7 mar. 2021.

MARTINI, A. G.; RESENDE, D. M. C.; SILVA, L. D. F. R.; DUARTE, M. A. Distribuição espacial e temporal da fauna de invertebrados bentônicos na APA do município de Coqueiral, MG, com ênfase em Odonata. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 15, n. 1, 2, 3, 2013.

Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24520>, Acesso em: 15 mar. 2021.

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

<https://www.scielo.br/j/rbent/a/Jvjmjvz5jkLgqpTrJcMbpB/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 02 mar. 2021.

PINHEIRO, A. P.; SANTANA, W. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil, **Zootaxa**, v. 4171, n. 2, p. 365-372, 2016. DOI: <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4171.2.9>.

Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4171.2.9>, Acesso em: 01 abr. 2021.

PEREIRA, A. B. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. **Nucleus**, v. 6, n. 1, p. 1-27, 2009. DOI: 10.3738/1982.2278.152. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/44024940_MATA_ATLANTICA_UMA_ABORDAGEM_GEOGRAFICA, Acesso em: 23 mai. 2021.

ROCHA, O. Águas Doces. *In: Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil*. Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica (Bra 97 G 31). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2003. 70 p.

SANTOS, L. G. C. **Macroinvertebrados bentônicos em lagoas do médio rio Doce, MG:** estrutura e composição taxonômica e funcional das comunidades. 2014. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Programa De Pós-Graduação Em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais, 2014.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chave de famílias de coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de são paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 393-412, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100037>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/9hmnQjgrMwDwfrNGjtTHn9b/?lang=pt&format=pdf>, Acesso em: 22 mai. 2021.

SERRA, S.; COIMBRA, N.; GRAÇA, M. **Invertebrados de água doce:** chave de identificação das principais famílias. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 40 p. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0430-5>.

SILVA, C. P.; MELO, B.; SILVA, M. A. P.; LAVOR, P. Chapada do Araripe cearense: status de conhecimento. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 18, n. 1, p. 10-22, 2020. DOI: 10.14295/cad.cult.cienc.v18i1.1802. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8c53/bcc3920483596c0cf56967085e75cfed61c1.pdf>, Acesso em: 13 fev. 2021.

SIMÕES, E. E. R.; AZEVEDO, F. R.; FERREIRA, R. N. C. Ácaros Aquáticos das fontes da Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil. *In: VI Congresso Latinoamericano de Aracnologia*. 2020, Buenos Aires, Argentina, **Libro de resúmenes**. 2020. p. 264. Disponível em: https://889e0d45-a23c-41c6-85be-acc6bca753d5.filesusr.com/ugd/ff83f3_a81b099257344b3d85fd6f48788ac90c.pdf, Acesso em: 11 jan. 2021.

SMITH, I. M.; COOK, D. R.; SMITH, B. P. Water Mites (Hydrachnidia) and Other Arachnids. *In: THORP, J. H.; COVICH, A.P. (Eds.). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, 3. Ed. San Diego: Academic Press, 2009. cap. 15, p. 485-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02669-5>. ISBN: 978-0-12-374855-3.

SOBCZAK, J. R. S.; VALDUGA, A. T.; RESTELLO, R. M. & CARDOSO, R. I. Conservation unit and water quality: the influence of environmental integrity on benthic macroinvertebrates assemblages. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 4, p. 442-450, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/alb/a/stVNgTQTd7tXG6dQPymBbrb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 05 Out. 2021.

TEIXEIRA, T. R.; SILVA, A. L. L.; MELLO, M. **Análise da comunidade de macroinvertebrados aquáticos em diferentes habitats e estudo comparativo da riqueza e raridade de espécies**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Centro de Ciências Biológicas, Programa De Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Santa Catarina, 2019.

TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 675-684, 2011. Disponível: <https://www.scielo.br/j/bn/a/9jg zr7GB6HXkG3QBy3hJLhh/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 05 mai. 2021.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; GESSNER, F. A.; CORREIA, L. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas das lagoas marginais da Reserva Ecológica de Jataí (Luiz Antônio-SP). In: Seminário Regional de Ecologia, 1998. **Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia**, São Carlos-SP. v. 8. 1998. p. 1189-1198.

ZARDO, D. C.; HARDOIM, E. L.; AMORIM, R.; MALHEIROS, C. H. Variação Espaço-Temporal na Abundância de Ordens e Famílias de Macroinvertebrados Bentônicos Registrados em Área de Nascente, Campo Verde-Mt. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 16, n. 1, p. 53-66, 2013. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2013.v16i1.42>. Disponível: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/42>, Acesso em: 08 mai. 2021.

ARTIGO 2

**BIOMONITORAMENTO AMBIENTAL DE FONTES DA MATA ÚMIDA DA
CHAPADA DO ARARIPE, NORDESTE, BRASIL**

Resumo: O biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos associados a análises físico-químicas e bacteriológicas vem crescendo nos últimos anos em países em desenvolvimento como o Brasil. Os crescentes impactos em áreas naturais pelas ações antrópicas são preocupantes por colocarem em risco a qualidade ambiental de ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo importantes pesquisas que acompanhem o estado desses ambientes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água e do entorno das fontes da mata úmida da Chapada do Araripe a partir da fauna de hexápodes e ácaros (bioindicadores). A qualidade ambiental do entorno da área foi avaliada pelo Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) e a qualidade das águas das fontes pelo índice Biological Monitoring Working Party (BMWP). A metodologia consistiu na coleta do sedimento das fontes para coletar os invertebrados e a sua extração da amostra ocorreu pelo método *Kero-float* (flotação por querosene). A triagem foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Foram mensuradas as variáveis: pH, Temperatura (°C) e Totais de Sólidos Dissolvidos. O percentual de cobertura vegetal das fontes foi medido pelo software Gap Light Analyzer (GLA). As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Development Core Team, 2020). Através de Modelos Lineares Generalizados (GLM) foi possível observar que a abundância de hexápodes e ácaros não teve relação significativa com nenhuma das variáveis analisadas: pH ($p = 0,28$), Totais de Sólidos Dissolvidos ($p = 0,75$) e cobertura vegetal ($p = 0,25$), embora tenha havido uma tendência de significância com a variável temperatura ($p = 0,06$). O número de famílias não possuiu relação com a temperatura ($p = 0,29$) e a cobertura vegetal ($p = 0,94$). No entanto, foi observado uma relação significativa para o pH ($p = 0,03$) e para Totais de sólidos dissolvidos ($p = 0,03$). A relação entre o pH e o número de famílias ($p = 0,03$) indicou que quanto maior o pH menor foi o número de famílias. O IIAN indicou que as fontes Saquinho I, Valentim I e Valentim de Cima possuem grau de proteção "Ótimo", Coqueiro I e Saco o grau de proteção "Bom" e as Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Pendência e Tremedor grau de proteção "Razoável". Baseado no BMWP a qualidade da água para as fontes Valentim I e Valentim de Cima é "Boa"; Tremedor "Aceitável"; Batateiras de Baixo, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho I "Duvidosa"; e para as Batateiras de Cima "Crítica". A qualidade ambiental das fontes Batateiras de Baixo e Batateiras de Cima estão em situação "Duvidosa" e "Crítica", respectivamente, pelo BMWP e ambas com grau de proteção "razoável" pelo IIAN, necessitando serem protegidas e recuperadas. Se torna indispensável a implementação de ações: técnicas, preventivas ou mitigadoras e de conscientização, com implementação e cumprimento de políticas governamentais e administrativas pelos gestores públicos, concomitante à participação da sociedade.

Palavras-chave: Ácaros aquáticos. BMWP. IIAN. Macroinvertebrados bentônicos. Floresta.

Abstract: Biomonitoring with benthic macroinvertebrates associated with physicochemical and bacteriological analyzes has been growing in recent years in developing countries such as Brazil. The growing impacts on natural areas by human actions are worrying because they jeopardize the environmental quality of terrestrial and aquatic ecosystems, being important research to monitor the state of these environments. The objective of this work was to evaluate the quality of the water and the surroundings of the sources of the humid forest of Chapada do Araripe from the fauna of hexapods and mites (bioindicators). The environmental quality of the surroundings of the area was evaluated by the Environmental Impact Index of Springs (IIAN) and the quality of the waters of the sources by the Biological Monitoring Working Party (BMWP) index. The methodology consisted of collecting the sediment from the sources to collect the invertebrates and their extraction from the sample took place by the Kero-float method (kerosene flotation). Screening was performed with the aid of a stereoscopic microscope. The following variables were measured: pH, Temperature (°C) and Total Dissolved Solids. The percentage of vegetation cover of the sources was measured by the Gap Light Analyzer (GLA) software. Statistical analyzes were performed using R software (R Development Core Team, 2020). Through Generalized Linear Models (GLM) it was possible to observe that the abundance of hexapods and mites had no significant relationship with any of the analyzed variables: pH ($p = 0.28$), Total Dissolved Solids ($p = 0.75$) and coverage ($p = 0.25$), although there was a trend of significance with the temperature variable ($p = 0.06$). The number of families was not related to temperature ($p = 0.29$) and vegetation cover ($p = 0.94$). However, a significant relationship was observed for pH ($p = 0.03$) and for Total dissolved solids ($p = 0.03$). The relationship between pH and the number of families ($p = 0.03$) indicated that the higher the pH, the lower the number of families. The IIAN indicated that the sources Saquinho I, Valentim I and Valentim de Cima have an "Optimal" degree of

protection, Coqueiro I and Saco have a "Good" degree of protection, and Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Pendência and Tremedor have a degree of protection. "Reasonable". Based on the BMWP', the water quality for the Valentim I and Valentim de Cima sources is "Good"; "Acceptable" shaker; Low Potatoes, Coconut Tree I, Pendência, Saco e Saquinho I "Doubtful"; and for Batateiras de Cima "Crítica". The environmental quality of Batateiras de Baixo and Batateiras de Cima sources are in "Doubtful" and "Critical", respectively, by BMWP' and both with a "reasonable" degree of protection by IIAN, needing to be protected and recovered. The implementation of technical, preventive or mitigating and awareness actions becomes essential, with the implementation and compliance of government and administrative policies by public managers, concomitant with the participation of society.

Keywords: Aquatic mites. BMWP'. IIAN. Benthic macroinvertebrates. Forest.

1 INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade e água integra duas das pautas mais importantes do desenvolvimento sustentável, sendo os recursos hídricos indispensáveis à garantia do equilíbrio ecológico do meio ambiente, saúde, qualidade de vida humana e animal, crescimento econômico e manutenção de atividades cotidianas (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008). A degradação desses ambientes e a perda da biodiversidade são causadas por diversos fatores como a poluição das águas, uso indevido do solo, desmatamento da mata ciliar, modificação dos cursos naturais e afins (ROQUE; KUHLMANN; GESSNER, 2007). Neste contexto, o monitoramento ambiental com a biota vem se destacando como uma alternativa viável, acessível e contínua para a avaliação dos corpos de água com indicadores biológicos, destacando-se a maioria dos trabalhos a avaliar os macroinvertebrados bentônicos (RESH; JACKSON, 1993; SMITH et al., 1999).

No entanto, a história moderna do biomonitoramento é recente, com iniciativas de pesquisas originadas na Europa, no século XX, resultantes das problemáticas advindas dos processos da Revolução Industrial que estavam a impactar fortemente os recursos hídricos (CAIRNS; PRATT, 1993). Portanto, concentrando-se no continente europeu a maioria das pesquisas e o uso avançado de sistemas de monitoramento com a biota. Em contrapartida, em países subdesenvolvidos, como o Brasil, ainda estão em fase de adaptação e padronização dos métodos, considerando-se as peculiaridades regionais e carência de dados de biodiversidade (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003).

A Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) prevê a importância de avaliar a qualidade das águas no Brasil a partir do biomonitoramento porém não se faz obrigatório (BRASIL, 2005).

A análise da qualidade da água baseada em parâmetros físicos e químicos e bacteriológicos vem sendo consideradas insuficientes uma vez que detectam apenas o estado

atual do momento da medição, sendo incapazes de verificar mudanças a longo prazo no ambiente (BAPTISTA, 2008; DOCILE; FIGUEIRÓ, 2013).

Assim, o uso de invertebrados aquáticos, em especial os macrobentônicos, vem sendo defendido como uma forma de detectar mudanças mais significativas nos ecossistemas, que não sejam flutuações passageiras. Quando se fala na expressão "qualidade da água" não estamos nos referindo a um grau de pureza absoluto ou próximo deste, mas sim a um padrão tão próximo quanto possível do "natural", ou seja, de como a água se encontra nos rios e nascentes, antes do contato antrópico (TORRES, 2016), levando-se em consideração tanto os fatores abióticos quanto os bióticos que naturalmente o compõe.

Nessa perspectiva, alguns sistemas e índices vêm sendo usados para avaliar a qualidade da água, sendo eles: o Sistema Sapróbico (KOLKWITZ; MARSSON, 1908, 1909), Sistemas de Pontuação: Grupo de Trabalho de Monitoramento Biológico (em inglês *Biological Monitoring Working Party* - BMWP) (ARMITAGE; MOSS; WRIGHT; FURSE, 1983), Índice Biótico Belga (BBI) (DE PAUW; VANHOOREN, 1983), Índices de Diversidade como o Índice de Shannon e Weaver (1949) que acoplam número de taxa e abundâncias relativas, por exemplo.

Ainda, vê-se interessante avaliar os impactos a partir de análises de fatores como a biocenose, que avalia a comunidade e ambiente associado (GUHL, 1987), biogeografia e natureza regional da biota de macroinvertebrados, pois às comunidades dentro de regiões delimitadas tem uma grande tendência de serem semelhantes entre si, podendo retratar as características que se espera ver em ambientes aquáticos do mesmo local (CAIRNS; PRATT, 1993). Essa integração de sistemas e índices pode vir a conferir uma maior dinamicidade e caracterização aos estudos.

Apesar de haver convergências de idéias quanto ao biomonitoramento (ROBACK, 1974; CAIRNS, 1982; GUHL, 1987; METCALFE, 1989) é notável que mudanças faunísticas nos ambientes aquáticos são sempre significativas, mesmo não sabendo se a mudança na qualidade da água é a causa (CAIRNS; PRATT, 1993). Muitos representantes de hexápodes aquáticos são utilizados para estudo de qualidade de ambientes dulcícolas por serem ótimos indicadores do estado desse recurso, tais como representantes de Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Neuroptera, Odonata, Plecoptera e Trichoptera. (BROWN, 1997; GOULART; CALLISTO, 2003; MORENO; CASTILHO, 2004; CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2005; GIACOMETTI; BERSOSA, 2006; ABÍLIO et al., 2007; GULLAN; CRANSTON, 2008).

No biomonitoramento de qualidade de água invertebrados bentônicos são

utilizados com a finalidade de darem respostas sobre o ambiente em que vivem, uma vez que a comunidade é controlada a partir da temperatura, pH, presença de mata ciliar, concentrações de oxigênio, sedimentos e substratos, assim como, a disponibilidade de alimento (ESTEVES, 1998; GALDEAN; CALLISTO; BARBOSA, 2000). Esses organismos coexistem em um mesmo ambiente e apresentam níveis diferentes de tolerância a poluição do ambiente sendo eles classificados nos grupos de sensíveis (ou intolerantes), tolerantes e resistentes (GOULART; CALLISTO, 2003).

De acordo com Melo e Hepp (2008) os índices de diversidade além de serem utilizados para estudar as estruturas de comunidades são usados para avaliar a qualidade de ecossistemas por serem capazes de refletir as condições do ambiente. Isso porque a comunidade é dependente da integridade do local, como as características físico-químicas e a disponibilidade de habitats, aumentando, portanto, os valores dos índices com o aumento da qualidade da água.

Dentro dessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água e do entorno das fontes da mata úmida da Chapada do Araripe a partir da fauna de hexápodes e ácaros (bioindicadores).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo amostrou nove fontes da mata úmida localizadas na Área de Proteção Ambiental Araripe-Apodi (APA Araripe-Apodi) e na Floresta Nacional do Araripe (FLONA-Araripe), no Estado do Ceará, Nordeste, Brasil, no período chuvoso entre os meses de Janeiro a abril de 2020.

A metodologia de coleta empregada foi uma adaptação dos métodos descritos por Barr (1973) e Smith, Cook e Smith (2009) que consistiu na coleta das amostras de substratos e água com o arrasto de um recipiente de plástico de 2L ao longo da fonte derramando-se o líquido e substrato composto por folhas, galhos, areia e sementes em uma peneira granulométrica de 30 cm de diâmetro e malha com poros de 0,25mm, ocorrendo um esforço amostral de 20 min em cada fonte, com duração de 10 min à 10m de distância da fonte e 10 min no ponto onde a água nasce.

Após esse primeiro passo, realizou-se a lavagem da composição do substrato com a água da própria fonte e o material contido na peneira foi colocado em um recipiente coletor esterelizado de 80 mL e etiquetado, preservados com álcool a 70% e levadas ao Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (LABIO) para separação dos invertebrados do substrato a partir do método de extração Kero-float (flotação de kerosene),

descrito por Barmuta (1984).

A amostra dos recipientes foi colocada no Erlenmeyer de 500 mL contendo 200 mL de álcool a 80% e em seguida foi adicionado cuidadosamente 150 mL de querosene doméstico. O Erlenmeyer foi rolhado e invertido várias vezes para que o substrato fosse revestido completamente pelo querosene. A mistura ficou em repouso até que as camadas de querosene e etanol estivessem separadas, durando esse processo por cerca de 5 min. A interface que estava entre o querosene e o álcool foi lavada em uma peneira de malha com poros de 0,1mm e lavados com álcool a 100% e, em seguida, foram armazenados nos mesmos recipientes com álcool a 80%.

A triagem dos invertebrados realizou-se em microscópio estereoscópio (LUPA), sendo em seguida armazenados em Eppendorfs com álcool a 80%. A identificação foi realizada com microscópio óptico e chaves de identificação de Carvalho e Calil (2000), Benetti, Cueto e Fiorentin (2003), Bouchard, Ferrington e Karius (2004), Pes, Hamada e Nessimian (2005), Holzenthal et al. (2007), Krantz e Walter (2009), Serra, Coimbra e Graça (2009), Segura, Valente-Neto e Fonseca-Gessner (2011), Castro (2013) e Cómbita-Heredia (2013) até o nível de família no Laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brejo Santo/CE. A autorização de coleta foi emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - SISBIO 73618-1).

Foram mensuradas as variáveis: pH, temperatura (°C) e Totais de sólidos dissolvidos (ppm) com um medidor portátil. Com o GPS Garmin (modelo Etrex H) foram verificadas as altitudes e as coordenadas geográficas dos pontos de coleta. Para medir o percentual de cobertura vegetal das fontes foi utilizado o software Gap Light Analyzer (GLA). A partir da fotografia retirada no local ele extrai o percentual de cobertura do dossel da floresta pelos índices de transmissão de luz. A câmera utilizada foi a do iPhone modelo 11, que foi posicionado acima da fonte e registrado a foto no modo normal. Ela foi processada pelo software, dando a porcentagem de cobertura do local. Na área foi realizada uma caracterização *in loco* para verificar presença de lixos, animais, fezes, desmatamento e afins. Em todas as amostras coletadas foram determinadas a abundância, que é o número total de indivíduos (N) da amostra e o número de famílias encontradas, índices bióticos utilizados nas análises.

As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Development Core Team, 2020), a partir do Modelo Linear Generalizado (GLM) com o objetivo de verificar se há uma relação entre os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água e a cobertura vegetal com os hexápodes das fontes. Foi utilizada a Distribuição Normal para a análise de

Abundância e a Distribuição de Poisson para a análise do número de famílias. Na análise da relação dos parâmetros com o índice biótico número de famílias foi verificado uma correlação entre as variáveis Totais de Sólidos Dissolvidos e Vazão ($p = 0,7$), dessa forma escolheu-se apenas o Totais de Sólidos Dissolvidos para verificar se há uma relação significativa.

Para avaliar a qualidade ambiental do entorno da área das fontes foi utilizado o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), elaborado por Gomes, de Melo e Vale (2005) e adaptado por Felipe (2009). Esse índice objetiva avaliar o grau de proteção de nascentes a partir de uma metodologia classificatória do grau de impacto ambiental, a partir de uma avaliação macroscópica das características físicas realizadas pelo pesquisador, *in loco* (FELIPPE, 2009). Onze parâmetros foram medidos: Cor da água; Odor da água; Lixo ao redor da nascente; Materiais flutuantes (lixo na água); Espumas; Óleos; Esgoto na nascente; Vegetação; Usos da nascente; Acesso e Equipamentos urbanos. Para cada parâmetro há uma classificação entre bom, médio e ruim e os valores atribuídos a eles são respectivamente, 3, 2 e 1. Ao somarem-se, uma pontuação mínima de 11 se dará quando os parâmetros são considerados "ruins" e a pontuação máxima de 33 os considerará "bons". A somatória de cada parâmetro irá dar uma pontuação a cada nascente, que estará enquadrada em uma classe que indicará, portanto, o seu grau de proteção. As classes e seus respectivos graus de proteção foram: A: Ótimo; B: Bom; C: Razoável; D: Ruim e E: Péssimo

A qualidade das águas das fontes foi avaliada utilizando o Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP'). Esse sistema utiliza os hexápodes e ácaros em nível de família, para o monitoramento da biota aquática e da qualidade da água, atribuindo-lhes valores (scores) de acordo com a tolerância de cada organismo, que varia de 1 a 10. Os mais sensíveis aos impactos de poluição recebem pontuações maiores enquanto os mais tolerantes recebem as menores. Essa pontuação é feita qualitativamente, dessa forma, é contado em função dos exemplares encontrados e não da quantidade de indivíduos de cada família. O somatório da pontuação das famílias encontradas dá o valor final do índice, que caracteriza o local amostrado a partir de seu nível de integridade, classificando os ambientes aquáticos, quanto a qualidade ambiental, em: Ótima, Boa, Aceitável, Duvidosa, Crítica e Muito Crítica (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação da qualidade da água para o BMWP'.

CLASS E	QUALIDADE	VALOR DO ÍNDICE	SIGNIFICADO	COR
I	Ótima	> 150	Águas muito limpas (águas prístinas)	LILÁS

II	Boa	101 - 149	Águas não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado	AZUL
III	Aceitável	61 - 100	São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
IV	Duvidosa	36 - 60	Águas poluídas (sistema alterado)	AMARELO
V	Crítica	16 - 35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VI	Muito Crítica	<15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Elaboração: os autores (2022). Fonte: Instituto Ambiental do Paraná (2003).

A pontuação utilizada para encontrar o valor do índice BMWP' foi a utilizada e adaptada pelo Instituto Ambiental do Paraná (2003), por estarem inclusas famílias de invertebrados encontradas no Brasil. As famílias Hebridae, Ptilodactylidae e Scirtidae encontradas nas fontes estudadas não foram pontuadas pois não possuem scores na tabela utilizada pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Para avaliar se a abundância e o número de táxons podem ser utilizados como indicadores da qualidade da água e do entorno das fontes avaliadas foi realizada teste de correlação de Pearson com correção de Bonferroni entre esses dois parâmetros e os índices IAAN.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição e relação de hexápodes com os parâmetros físicos e químicos da água e Cobertura vegetal

A abundância de hexápodes e ácaros não possuiu relação significativa com nenhuma das variáveis analisadas: pH ($p = 0,28$), Totais de Sólidos Dissolvidos ($p = 0,75$) e cobertura vegetal ($p = 0,25$), embora tenha havido uma tendência de significância com a variável temperatura ($p = 0,06$).

O número de famílias encontradas nas fontes (Tabela 2) não apresentou relação com a temperatura ($p = 0,29$) e a cobertura vegetal ($p = 0,94$). No entanto, foi observado uma relação significativa para o pH ($p = 0,03$) e para os Totais de sólidos dissolvidos ($p = 0,03$).

Os valores de pH obtidos nas coletas variaram entre 4,5 e 4,9 (Tabela 2), sendo mais baixos e conferindo uma maior acidez as águas das fontes, não diferindo de valores normalmente encontrados em nascentes, como observado no estudo de Menezes (2017) onde os valores variavam entre 3,3 e 5,9. Pela Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de

2005 para águas doces (especial e classes 1, 2 e 3) os valores indicados de pH varia de 6 a 9 (BRASIL, 2005).

Tabela 2 – Abundância, número de famílias, parâmetros físicos e químicos e cobertura vegetal das fontes da mata úmida.

Fontes	Abundância	Número de Famílias	Temperatura (°C)	pH	Totais de Sólidos Dissolvidos (ppm)	Altitude	Cobertura Vegetal (%)
Batateiras de Baixo	52	8	25	4,8	12	740	83
Batateiras de Cima	12	5	25	4,9	13	750	83,5
Coqueiro I	98	12	25,4	4,9	6	750	99,5
Pendência	280	12	25,5	4,5	11	710	82,4
Saco	743	11	25,5	4,8	8	830	71,4
Saquinho I	886	12	25,9	4,8	9	790	78,5
Tremedor	112	13	24,6	4,7	11	810	75,2
Valentim I	416	19	24,8	4,7	9	820	79,3
Valentim de Cima	1319	21	25,3	4,7	10	820	83,7

Fonte: os autores (2022).

Os valores obtidos nas fontes não se encontram dentro dos limites padrões determinados, porém, não necessariamente isso determina que as águas não são de qualidade, pois, de acordo com Agrizzi et al. (2018) para ambientes naturais esses valores são considerados normais uma vez que varia entre 4 e 9 e pode estar sendo influenciado pelo tipo de solo. Todavia, a relação entre o pH ($p = 0,03$) e o número de famílias indicou que quanto maior o pH menor será o número de famílias, ou seja, quanto mais próximo esse pH estiver do estabelecido pelo CONAMA (6 a 9) é provável de se encontrar menos famílias nesses ambientes.

Sólidos Totais Dissolvidos são as substâncias orgânicas e inorgânicas sob formas moleculares, ionizadas ou microgranulares contidas na água (ARAÚJO; SANTOS; OLIVEIRA, 2013). A entrada de sólidos em corpos hídricos pode ocorrer de forma natural pelos processos de erosão e pelos detritos orgânicos ou de forma antropogênica como lançamentos de esgotos e lixos (BRASIL, 2014).

Os valores de Totais de sólidos dissolvidos encontrados nas fontes variaram de 6 a

13 ppm, estando dentro do valor máximo permitido para padrão de potabilidade que é de 1.000 mg/L (1.000 ppm). De acordo com Lougon et al. (2009) altas quantidades de sólidos ricos em nutrientes, sais e material orgânico podem agir sobre a vida aquática, atuar no impedimento de penetração de luz na água, induzir o aquecimento e assim diminuir a quantidade de oxigênio no meio. Possuindo essas águas das fontes estudadas baixos valores de Totais de sólidos dissolvidos (ppm), elas podem ser consideradas muito puras, possuindo poucos sólidos dissolvidos, portanto, não interferindo na vida aquática do local.

3.2 Avaliação da qualidade ambiental do entorno da área das fontes a partir do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

As nascentes contempladas nesse estudo estão inseridas dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) que "tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais" (BRASIL, 2000), devendo garantir, portanto, a conservação da biodiversidade e dos processos naturais. Sendo a APA um tipo de Unidade de Conservação do grupo de Uso Sustentável, ela consiste em conciliar esses recursos às atividades e ocupação humana (BRASIL, 2000). Nesse sentido, interações antrópicas podem ser constantes nesses locais podendo impactá-los.

Para uma maior compreensão da área foram analisados os impactos ambientais nas fontes a partir de observações realizadas, utilizando-se do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) desenvolvido por Gomes et al. (2005) e adaptada por Felipe (2009) para avaliar o grau de proteção de nascentes, a partir dos parâmetros e seus respectivos escores (Quadro 1). O somatório dos escores indicam o valor final do IIAN (Quadro 2) e as respectivas classes e grau de proteção ao qual as fontes se enquadram.

Quadro 1 – Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes.

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	escura	clara	transparente
Odor da água	forte	com odor	não há
Lixo ao redor da nascente	muito	pouco	não há
Materiais flutuantes (lixo)	muito	pouco	não há

na água)

Espumas	muito	pouco	não há
Óleos	muito	pouco	não há
Esgoto na nascente	visível	provável	não há
Vegetação	degradada ou ausente	alterada	bom estado
Usos da nascente	constante	esporádico	não há
Acesso	fácil	difícil	sem acesso
Equipamentos urbanos	a menos de 50 metros	entre 50m e 100m	a mais de 100m

Elaboração: os autores (2022). Fonte: Felipe (2009).

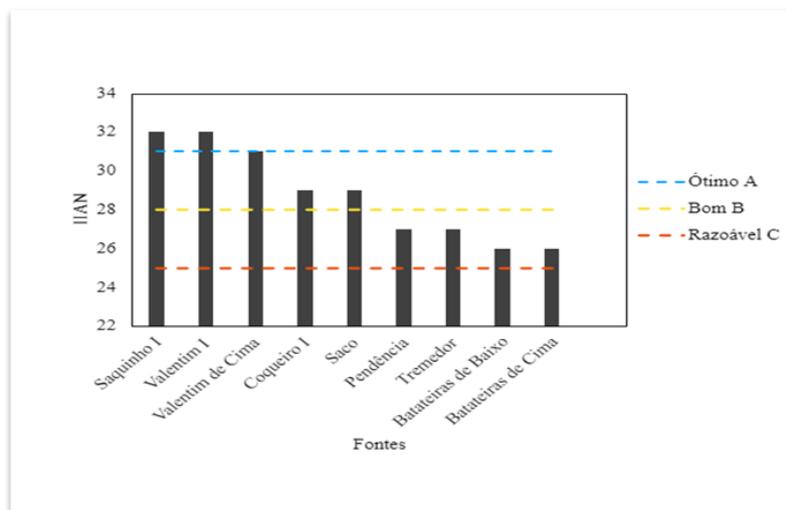
Quadro 2 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatório dos pontos obtidos).

Classe	Grau de proteção	Pontuação
A	Ótimo	31 - 33
B	Bom	28 - 30
C	Razoável	25 - 27
D	Ruim	22 - 24
E	Péssimo	Abaixo de 21

Elaboração: os autores (2022). Fonte: Felipe (2009).

Foi possível observar o IIAN geral das fontes analisadas e as barras de corte indicando a qualidade no entorno da área (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN).



Fonte: os autores (2022).

Como verificado elas possuem diferentes níveis de proteção como: Ótimo (A), Bom (B) e Razoável (C). As que possuíram os maiores índices e conseqüentemente possuem um grau de proteção "ótimo" foram as Fontes Saquinho I, Valentim I e Valentim de Cima. Em seguida, as fontes Coqueiro I e Saco possuíram um grau de proteção "bom" e as fontes Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Pendência e Tremedor foram classificadas como "razoável". Esses resultados favorecem observar quais fontes e locais necessitam de uma maior proteção, visando a sua conservação e qualidade da água.

Das fontes estudadas 33,3% (Saquinho I, Valentim I e Valentim de Cima) e 22,2% (Coqueiro I e Saco) possuíram grau de proteção "Ótimo" e "Bom", respectivamente, enquanto 44,4% (Batateiras de Baixo, Batateiras de Cima, Pendência e Tremedor) estiveram com grau de proteção "Razoável" indicando a necessidade de uma melhoria na área quanto aos parâmetros avaliados. Nenhuma delas possuíram grau de proteção "Ruim" e "Péssimo". No entanto, as condições do ambiente podem mudar a partir da relação que o homem e a comunidade no entorno estabelecer com a área, podendo melhorar através de ações que visem sua proteção ou piorar seu estado como queimadas, modificações estruturais no local, presença de animais na área, estabelecimentos de lixões próximos etc.

Observou-se a partir dos resultados dos parâmetros analisados (Tabela 3) que as fontes avaliadas possuíram qualificação máxima em sete parâmetros: cor da água, odor da água, materiais flutuantes (lixo na água), espumas, óleos, esgoto na nascente e equipamentos urbanos, não apresentando problemas, estando, portanto, todas elas de acordo com a Resolução CONAMA 375/2005 quanto a esses parâmetros.

Tabela 3 – Índice de Impacto Ambiental (IIAN) em nascentes e seus respectivos graus de proteção.

ID	Grau de proteção	IIAN	Parâmetros										
			Cor da água	Odor	Lixo ao redor	Flutuantes	Espumas	Óleos	Esgotos	Vegetação	Usos	Acessos	Equip. urbano
FBB	C	26	3	3	1	3	3	3	3	2	1	1	3
FBC	C	26	3	3	1	3	3	3	3	2	1	1	3
FC I	B	29	3	3	2	3	3	3	3	3	1	2	3
FP	C	27	3	3	2	3	3	3	3	2	1	1	3

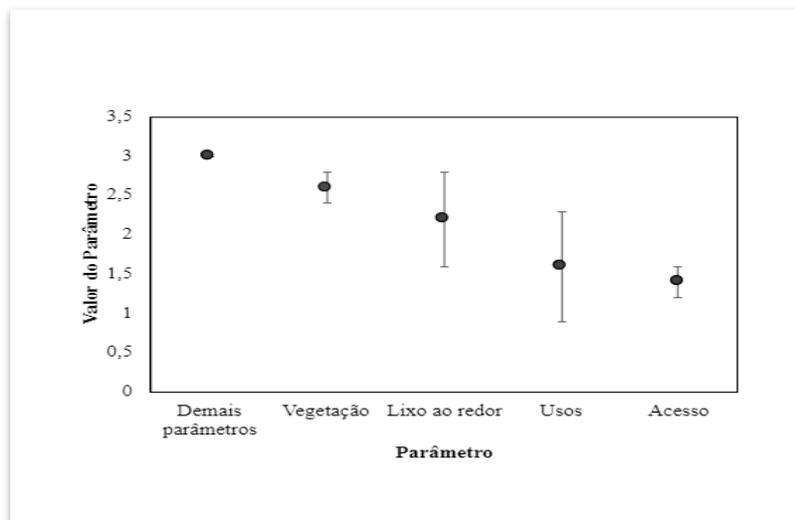
FS	B	29	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3
FSQ I	A	32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
FT	C	27	3	3	2	3	3	3	3	2	1	1	3
FV I	A	32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
FVC	A	31	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3

Legenda: FBB (Fonte Batateiras de Baixo), FBC (Fonte Batateiras de Cima), FC I (Fonte Coqueiro I), FP (Fonte Pendência), FS (Fonte Saco), FSQ (Fonte Saquinho I), FT (Fonte Tremedor), FV I (Fonte Valentim I), FVC (Fonte Valentim de Cima). **Fonte:** os autores (2022).

Os parâmetros IAN Lixo ao redor da fonte e Usos foram os que mais variaram entre as fontes, indicando que estes são os que mais alteram as fontes mais impactadas (Gráfico 2). Sendo eles: lixo ao redor da nascente, vegetação, uso das nascentes e o acesso. Este último é muito relevante uma vez que influi nos demais, facilitando a degradação desses ambientes e dando indícios de uma maior influência antrópica nesses ecossistemas. Silva (2018) evidência em seu estudo que ambientes de nascentes que têm menor interferência humana, principalmente pelo difícil acesso e a não proximidade aos centros urbanos, são mais favoráveis a uma melhor qualidade dessas áreas.

Corroborando com os resultados desse estudo quanto a uma maior degradação de fontes que são mais fáceis de serem acessadas, com as Batateiras de Baixo e Batateiras de Cima (Tabela 3). Nessa perspectiva, como o fácil acesso é um fator que não pode ser modificado, é importante ressaltar que se a problemática do lixo e do mal uso dessas fontes (para abastecimento e recreação) forem resolvidos, o impacto seria reduzido, melhorando a qualidade da água.

Gráfico 2 – Média e variação dos parâmetros de impacto ambiental das nascentes da mata úmida, Chapada do Araripe.



Fonte: os autores (2022).

A manutenção da vegetação de cobertura e mata ciliar nas fontes é fundamental para a sua proteção, pois possibilita que haja um controle de erosão e do assoreamento (CASTRO; CASTRO; SOUZA, 2013), ajuda na proteção da fauna local, na filtragem de resíduos de produtos químicos, além de funcionar como reguladora do fluxo de água, sedimentos e nutrientes, ou seja, funciona como um filtro natural (VILLWOCK; QUEIROZ CRISPIM; ALMEIDA CANSIAN, 2015). A ocorrência de processos erosivos e assoreamentos próximos às fontes podem acarretar um aumento de sólidos na água e a diminuição de oxigênio, sendo este muito importante para a manutenção da fauna, pois enquanto alguns organismos conseguem viver em ambientes pobres em oxigênio, outros como os EPT só conseguem viver em ambientes ricos em oxigênio (QUEIROZ et al., 2008). Inclusive a mata ciliar pode favorecer melhores condições para a fauna aquática se estabelecer, uma vez que podem oferecer alimentação e abrigo (CASTRO et al., 2013). No entanto, de acordo com Pereira-Silva (2011), quando ocorre a devastação das matas ciliares há um favorecimento do aquecimento da temperatura, podendo ser prejudicial para muitas espécies.

Bomfim et al. (2015) aponta que as principais causas de degradação de nascentes são os desmatamentos, retiradas de matas ciliares, agricultura, irrigação, uso de agrotóxicos, pecuária, expansão urbana, assim como, os resíduos domésticos e industriais.

3.3 Avaliação da qualidade da água pelo Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP') adaptado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para o Brasil

Durante o estudo foram encontradas 37 famílias de hexápodes e ácaros aquáticos compondo a biota aquática. Na fonte Batateiras de Cima foi encontrado o menor número de famílias (5) enquanto a Valentim de Cima possuiu o maior número (21).

Das nove fontes avaliadas (Tabela 4) apenas duas, a Valentim I e a Valentim de Cima, possuíram águas com qualidade ambiental de classificação "Boa" de acordo com o índice BMWP'. Nessas fontes ocorreu a presença da ordem Odonata e das famílias de Hydropsychidae (Trichoptera) e Leptophlebiidae (Ephemeroptera), essa última encontrada apenas nessas fontes, e que recebe uma alta pontuação no índice, podendo estar relacionado a melhor classificação de qualidade de água. Os grupos Trichoptera e Ephemeroptera são organismos que indicam uma boa qualidade de água e podem indicar baixo enriquecimento

orgânico uma vez que são sensíveis à poluição orgânica (MERRITT; CUMMINS, 1984). Essa relação é encontrada em Barrilli et al. (2021), onde o Riacho Espreado, em São Carlos-SP, apresentou a presença de grupos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera associados à locais de águas oxigenadas e oligotróficas e habitats estruturados, reforçando o status de ambiente conservado pelo BMWP', assim como, as fontes de boa qualidade do presente estudo. Destacando-se o fato de que o Riacho Espreado se encontra dentro de uma área de conservação, sendo essas áreas eficazes na conservação da biodiversidade de macroinvertebrados e na qualidade da água (SOBCZAK et al., 2013).

Tabela 4 – Índice BMWP' das fontes da mata úmida, Chapada do Araripe.

FONTES	BMWP	CLASSE	QUALIDADE	SIGNIFICADO
Batateiras de Baixo	44	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistema alterado).
Batateiras de Cima	20	V	Crítica	Águas muito poluídas (sistema muito alterado).
Coqueiro I	46	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistema alterado).
Pendência	46	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistema alterado).
Saco	47	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistema alterado).
Saquinho I	51	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistema alterado).
Tremedor	72	III	Aceitável	São evidentes efeitos moderados de poluição.
Valentim I	102	II	Boa	Águas não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado.
Valentim de Cima	117	II	Boa	Águas não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado.

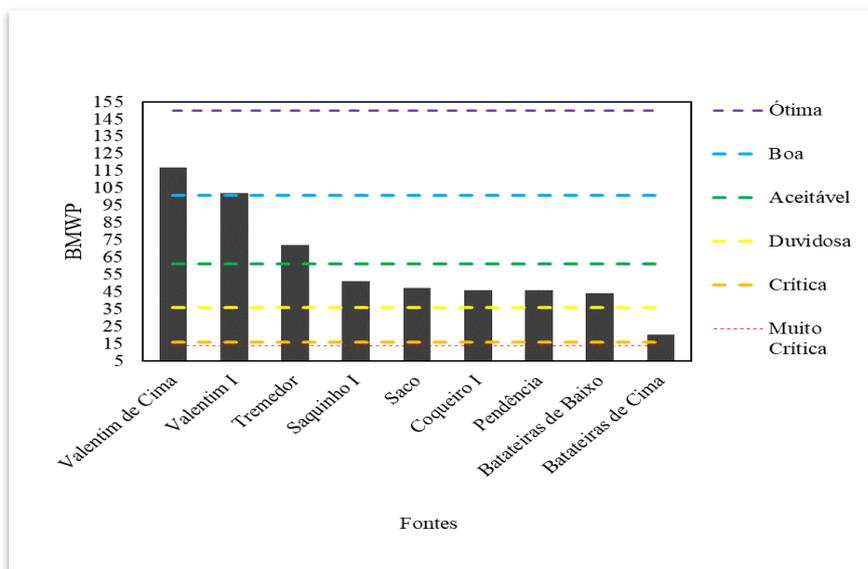
Fonte: os autores (2022).

As fontes Batateira de Baixo, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho I foram classificadas pelo BMWP' como água de qualidade "Duvidosa". Nesses últimos quatro locais foram encontrados indivíduos da família Ceratopogonidae, que são considerados tolerantes à poluição (THORNE; WILLIAMS, 1997). No entanto, nas do Coqueiro I, Pendência e Tremedor foi encontrada a família Hydropsychidae (Trichoptera), que é conhecida como uma ótima indicadora biológica de águas de boa qualidade (BICHUETTE et al., 2015), assim como indivíduos da ordem Odonata, que geralmente são encontrados em locais de águas limpas ou pouco poluídas (BUSS et al., 2002; BARBOSA et al., 2016) foram encontrados na Saco e Saquinho I.

O BMWP' classificou a fonte Pendência como "Duvidosa" (sistema alterado) e a Tremedor como "Aceitável", com poucas evidências de poluição. Ambas as fontes, por estarem localizadas próximas, recebem praticamente as mesmas influências antropogênicas, no entanto, receberam pontuações diferentes pelo BMWP', ficando com classificação de qualidade de água diferentes (Gráfico 3).

O que resultou nessa classificação positiva para a Tremedor foi a presença de um maior número de famílias de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), invertebrados indicadores de boa qualidade de água (BICHUETTE et al., 2015; BARRILLI et al., 2021). A família Simuliidae, registradas nessa fonte, geralmente são encontrados em ambientes aquáticos com moderado nível de poluição, isso porque eles possuem uma tolerância ao estresse antropogênico, além de possuir capacidade de colonização rápida (BUSS et al., 2002).

Gráfico 3 – Índice BMWP' para as fontes da mata úmida, Chapada do Araripe.



Fonte: os autores (2022).

A fonte Batateiras de cima foi a única que recebeu pelo BMWP' a classificação "Crítica", indicando um sistema muito alterado. Na caracterização da área realizada in loco, foi observado que o local possui uma mata ciliar presente, porém descontínua, presença de lixos ao redor da área, construções e encanamentos, sendo utilizada para abastecimento da comunidade. O curso natural dessa fonte foi modificado construindo-se um novo com canos e pedras, sendo totalmente coberto por telas, evitando a entrada de folhas, sementes e galhos, portanto havendo pouca presença de matéria orgânica e substrato, diminuindo a

disponibilidade de alimentos.

Magalhães e Oliveira (2009) evidenciam nas áreas próximas às fontes Batateira de Cima e Batateira de Baixo muitos impactos causados a partir de intervenções antropogênicas como queimadas e desmatamentos indiscriminados, alocações irregulares das águas para propriedades e balneários da região, exploração predatória dos recursos que tem como consequência compactação dos solos, incidência de processos de lixiviação, assoreamento de rios, assim como, alterações nas propriedades físico-químicas das águas. Sendo, portanto, as prováveis causas da perda de qualidade da água, visto que, essas condições foram observadas no presente estudo.

Corroborando, portanto, com resultados encontrados em trabalhos utilizando o 'BMWP', em Minas Gerais e no Rio Grande do Sul, onde, respectivamente, indicam que a desestruturação, destruição de habitats de organismos e alterações nos sedimentos dos leitos e margens dos rios vêm causando o desaparecimento de espécies e uma queda na qualidade das águas (JUNQUEIRA et al., 2000) e que a retirada constante da cobertura vegetal pode estar limitando o desenvolvimento da macrofauna de ambientes aquáticos (KÖNIG et al., 2008).

O fato de estarem mais próximas aos centros urbanos tornam as fontes Batateiras de Cima e Batateiras de Baixo mais suscetíveis à exploração dos recursos e serem afetadas por diferentes fontes poluidoras, como ocorre com o Rio Clarito em Cascavel no Paraná (RUARO; AGUSTINI; ORSSATTO, 2010). Nosso estudo corrobora com os resultados de Silsbee e Larson (1983) e Goulart e Callisto (2003) ao evidenciarem que locais que não sofreram uma desestruturação do ambiente e que estão mais preservados possuem uma maior biodiversidade da fauna bentônica e uma melhor qualidade na água, como as fontes Valentim I e Valentim de Cima. Enquanto a fonte mais impactada e desestruturada do estudo, a Batateiras de Cima, mostrou um empobrecimento na fauna presente, possuindo, portanto, a menor abundância e número de famílias.

Cabe a ressalva de que em todos os ambientes estudados foi predominante a família Chironomidae, que é conhecida como um grupo muito tolerante à poluição e generalista, na maioria dos protocolos de avaliação de qualidade da água (não quantitativos), no entanto, Roque, Corbi e Trivinho-Strixino (2000) mostram que há uma elevada variação na ocorrência dessa família tanto em áreas impactadas quanto nas não impactadas, necessitando-se rever o seu uso em avaliações ambientais que os generalizem como altamente tolerantes, levando-se em consideração o fato de que pouco é o conhecimento sobre as famílias e espécies tropicais.

Além disso, Bazzanti, Seminara e Baldoni (1997) os indicam como sendo a

família de insetos aquáticos com a maior abundância e diversidade em ambientes dulciaquícolas por ocuparem uma ampla gama de nichos nesses locais, pois possuem uma elevada capacidade competitiva e adaptações morfológicas que os permitem colonizar ambientes conservados e poluídos (CALLISTO et al., 2001).

Roque et al. (2000) enfatiza o predomínio desse táxon em córregos pouco impactados por ações antrópicas. Chironomidae foi encontrada em todas as fontes, inclusive sendo a família mais abundante nas fontes consideradas de qualidade Boa e Crítica. Ressaltasse que a ordem Diptera possui voos eficientes comparados às demais ordens de insetos voadores encontradas no estudo, o que facilita sua colonização (DRAKE, 2001).

Nenhuma das fontes estiveram nos limites máximo e mínimo da qualidade da água, ou seja, com qualidade "Ótima" e "Muito Crítica". Apenas 11,1% delas estavam com qualidade "Aceitável" (Tremedor) e "Crítica" (Batateiras de Cima); 22,2% em situação "Boa" (Valentim I e Valentim de Cima). Porém mais da metade delas, 55,5% (Batateiras de Baixo, Coqueiro I, Pendência, Saco e Saquinho I), se encontram com a qualidade da água "Duvidosa".

4 CONCLUSÕES

As fontes da mata úmida vem sofrendo uma degradação e perda de qualidade da água e do entorno de sua área, consequência de diversas ações antrópicas como desestruturação do ambiente, perda de vegetação, lixos, desmatamentos e a exploração exacerbada desse recurso, sendo duas fontes as mais prejudicadas com essas ações, estando respectivamente as fontes Batateiras de Baixo e Batateiras de Cima em situação "Duvidosa" e "Crítica" pelo índice BMWP' e ambas com grau de proteção "razoável" pelo IIAN.

As referidas fontes demandam serem recuperadas e protegidas com maior urgência, a fim de evitar prejuízos às comunidades locais e da fauna e flora, evitando-se, portanto, prejuízos sociais, ambientais e econômicos que seriam acarretados pela perda da qualidade da água, seja ela parcial ou total. Cabe-se atentar para o fato de que a ave endêmica e símbolo da região, o Soldadinho do Araripe (*Antilophia bokermanni*), globalmente ameaçado de extinção pela perda de hábitat e das fontes de água, vive especificamente dentro dessa área de estudo das fontes Batateiras de Baixo e de Cima, que também se encontram em área de Unidade de Conservação (UC).

Trabalhos de qualidade de água nas fontes desses locais são realizadas apenas através de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, sendo realizados em sua maioria

pela COGERH, sendo até então inexistentes trabalhos com indicadores biológicos, sendo este trabalho um marco inicial nessa área, viabilizando o conhecimento da qualidade ambiental através da fauna aquática, sendo, portanto, uma ação que vai ao encontro aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que propõe conhecer e proteger a biodiversidade aquática e os recursos hídricos essenciais à manutenção e sobrevivência ambiental, da sociedade e sua economia.

A metodologia utilizada pode vir a ser aplicada nas mais de 200 fontes encontradas nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí (da Chapada do Araripe) e em córregos e percursos de rios menores, sendo os resultados encontrados, uma referência para comparar a fauna das fontes em novas pesquisas que objetivem entender as diferenças existentes, para compreender a área e a qualidade da água, inclusive no período seco da região, onde as vazões das fontes podem sofrer alterações.

A manutenção da qualidade das águas é proferida tanto aos técnicos e pesquisadores quanto à população que é responsável pela poluição e mal uso das fontes. Para tanto, é indispensável a implementação de ações: técnicas, preventivas ou mitigadoras e de conscientização, com implementação e cumprimento de políticas governamentais e administrativas pelos gestores públicos, concomitante à participação da sociedade.

Para finalizar fica o questionamento: sendo o semiárido um ambiente com pouca disponibilidade hídrica e os corpos de água doce escassos, e sabendo que a ordem Diptera necessita iniciar seus ciclos de vida em ambiente aquático, poderia os chironomídeos e ceratopogonídeos, por exemplo, estar associados e serem indicadores de qualidade de água ruim nesses ambientes? Novos estudos analisando as particularidades dos ambientes do semiárido devem ser realizados a fim de ampliar o conhecimento e diminuir lacunas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que fomentou a pesquisa e aos Laboratórios de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (LABIO) e Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

REFERÊNCIAS

AGRIZZI, D. V; CECÍLIO, R. A; ZANETTI, S. S; GARCIA, G. O; AMARAL, A. A; FIRMINO, E. F. A; MENDES, N. G. S. Qualidade da água de nascentes do Assentamento

Paraíso. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 557-568, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018150701>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/v8vRGSwYKNGmw7wDy3TZLXM/abstract/?lang=pt>, Acesso em: 09 jan. 2021.

ABÍLIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F.; FLORENTINO, H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. **Oecologia brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 397-409, 2007. DOI:10.4257/oeco.2007.1103.09. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/v8vRGSwYKNGmw7wDy3TZLXM/abstract/?lang=pt>, Acesso em: 09 mai. 2021.

ARAÚJO, M. C.; SANTOS, F. M. S.; OLIVEIRA, M. B. M. Análise da Qualidade da Água do Riacho Cavouco- UFPE. In: MESSIAS, A. S.; FRADIQUE, P. (org.). **Gestão de água: água, meio ambiente e saúde**. 7ed. Recife: FASA, v. 7, 2013, p. 1-905. Disponível em <http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/07/Marlyeta-Chagas-de-Araujo-ufpe-Trabalho_2073002545.pdf> Acesso em 06 de Fev. de 2021.

ARMITAGE, P. O.; MOSS, D.; WRIGHT J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. **Water research**, v. 17, n. 3, p. 333-347, 1983. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(83\)90188-4](https://doi.org/10.1016/0043-1354(83)90188-4).

BALDIGO, B. P.; LAWRENCE, G. B.; BODE, R. W.; SIMONIN, H. A.; ROY, K. M.; SMITH, A. J. Impacts of acidification on macroinvertebrate communities in streams of the Western Adirondack Mountains, New York, USA. **Ecological Indicators**, v. 9, n. 2, p. 226-239, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.04.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X08000484>, Acesso em: 13 mai. 2021.

BAPTISTA, D. F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 425-441, 2008. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/27324>, Acesso em: 23 mai. 2021.

BARBOSA, A. H. S.; SILVA, C. S. P.; ARAÚJO, S. E.; LIMA, T. B. B; DANTAS, I. M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água em um trecho do rio Apodi-Mossoró. **Holos**, v. 7, p. 121-132. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554871011.pdf>, Acesso em: 3 mai. 2021.

BARMUTA, L. A. A method for separating benthic arthropods from detritus. **Hydrobiologia**, v. 112, n. 2, p. 105-107, 1984. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00006913.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BARR, D. W. **Methods for collection, preservation, and study of water mites, (Acari: Parasitengona)**. Life Sciences Miscellaneous Publication. Royal Ontario Museum. 28 p., 1973. ISBN 0-88854-148-1. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60770>. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/60770>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BARRILLI, G. H. C.; NEGREIROS, N. F.; ROCHA, O.; VERANI, J. R. Macroinvertebrates responses based on chemical and physical variables in urban streams. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 61, 2021.

BAZZANTI, M.; SEMINARA, M.; BALDONI, S. Chironomids (Diptera: Chironomidae) from three temporary ponds of different wet phase duration in central Italy. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 12, n. 1, p. 89-99, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1080/02705060.1997.9663512>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02705060.1997.9663512>, Acesso em: 10 mai. 2020.

BENETTI, C. J.; CUETO, J. A. R.; FIORENTIN, G. L. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves para identificação. **Biota neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/N6hmWLVTQr9rJD73J98dvHq/?lang=pt>, Acesso em: 25 abr. 2021.

BICHUETTE, M.E.; GALLÃO, J.E.; SCHIMONSKY, D.M.; TRAJANO, E. Fauna aquática subterrânea da Gruta da Tapagem (PECD), um estudo no trecho turístico. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 2015, 33 p. Eldorado. **Anais [...]**. Campinas: SBE, 2015. p.103-108. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_103-108.pdf. Acesso em: 06 de Fev. 2021.

BOMFIM, E. O.; GADELHA, C. L. M.; FILGUEIRA, H. J. A.; AMORIM, J. F.; AMORIM, D. S. Sustentabilidade hidroambiental de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame no Estado da Paraíba, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 27, n. 3, p. 453-468, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-451320150307>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/7nzyfwcQG9vqh3MxRH86TCn/abstract/?lang=pt>, Acesso em: 05 abr. 2021.

BOUCHARD, R. W.; FERRINGTON, L. C.; KARIUS, M. L. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. **Water Resources Center, University of Minnesota**, St. Paul, MN, USA, v. 208, p. 159-183, 2004.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>
Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>. Acesso em: Abr 2021.

BRASIL. Resolução n° 357 , de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 58-63, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014.

BROWN, K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, n. 1, p. 25-42,

1997. DOI:10.1023/A:1018422807610. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018422807610>, Acesso em: 16 abr. 2021.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 115-125, mar. 2003. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/312449325>, Acesso em: 28 abr. 2021.

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. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 465-473, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000200013>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csp/a/KzNMyNgzs8tsBZSmQmSSf9q/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 22 Nov. 2020.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**, v. 481, n. 1, p. 125-136, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021281508709>. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021281508709>, Acesso em: 02 mai, 2021.

CAIRNS, J.; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. *In*: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (org.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**, New York: Chapman & Hall, v. 10, 1993, 488 p.

CAIRNS, J. J. Freshwater protozoan communities. *In*: BULL, A. T.; SLATER, A. R. K. (org.). **Microbial Interactions and Communities**, London: Academic Press, v. 1, 1982, p. 249-85.

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, p. 71-82, 2001. DOI: 10.21168/rbrh.v6n1.p71-82. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/42/f2cbc3819ef9ea7b38df0aec2d7a4c91_289d12cdd65026d2b06857ccfb57cd11.pdf, Acesso em: 08 fev. 2021.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JÚNIOR, J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. *In*: GOULART, E. M. A. (Org.). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. 1 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005, v. 1, p. 555-567.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

CASTRO, L. A. S. **Diversidade de ácaros límnicos (Acari: Parasitengonina: Hydracarina) do baixo rio Ribeira de Iguape, Brasil**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Zoologia). Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2013. DOI: 10.11606/D.41.2013.tde-08102013-111707.

Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-08102013-111707/publico/LuizAlexandre_Castro.pdf, Acesso em: 19 mai. 2020.

CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M.; SOUZA, C. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **Revista Uniaraguaia**, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/172/156>, Acesso em: 11 mai. 2021.

CÓMBITA-HEREDIA, J. O. **Acaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Biologia). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colômbia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/49856/190403.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 02 mai. 2021.

DE PAUW, N.; VANHOOREN. G. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. **Hydrobiologia**, v. 100, n. 1, p. 153-168, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00027428>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00027428>, Acesso em: 17 mai. 2021.

DRAKE, M. The importance of temporary waters for Diptera (true-flies). *In: **Special topic, European Temporary Ponds: A Threatened Habitat***, Freshwater Forum, v. 17, n.1, 2001, p. 26-39. Disponível em: <http://aquaticcommons.org/4646/>, Acesso em: 03 abr. 2021.

DOCILE, T. N.; FIGUEIRÓ, R. Histórico e perspectivas da utilização de macroinvertebrados no monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos no Brasil. **Acta Scientiae et Technicae**, v. 1, n. 1, 2013. DOI: 10.17648/uezo-ast-v1i1.6. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ddeb/d2854ef14e5316423e0907662a50f043e3b7.pdf>, Acesso em: 03 abr. 2021.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602 p. ISBN: 8571930082.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-83CPWN>, Acesso em: 23 abr. 2021.

GIACOMETTI, J. C.; BERSOSA, F. V. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. **Boletín Técnico 6 Serie Zoológica**, v. 6, n. 2, p. 17-32, 2006. Disponível em: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoolologica/article/view/1394/985>, Acesso em: 06 abr. 2021.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**. v. 3, n. 4, p. 545-552, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1080/14634980008650691>. Disponível em: <https://read.dukeupress.edu/ae/m/article/3/4/545/169908/Lotic-ecosystems-of-Serra-do-Cipo-southeast-Brazil>, Acesso em: 06 abr. 2021.

GOMES, P. M.; DE MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na Cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

Disponível em:

http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf, Acesso em: 01 fev. 2021.

GUHL, W. Aquatic ecosystem characterizations by biotic indices. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie**, v. 72, n. 4, p. 431-55, 1987. DOI:

<https://doi.org/10.1002/iroh.19870720404>.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os Insetos**: um resumo de entomologia. Editora Roca Terceira Edição, v. 440, 2008, p. 02-03. ISBN: 8572417028.

HOLZENTHAL, R. W.; BLAHNIK, R. J.; PRATHER, A. L.; KJER, K. M. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. In: Zhang, Z. Q.; Shear, W. A. (Eds). Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, 1668, 766p. **Zootaxa**, p. 639-698. 2007. Disponível em:

<https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/196322/Holzenthal%20et%20al%202007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 27 fev. 2021.

JUNQUEIRA, V.M.; AMARANTE, M.C. & DIAS, C.F.S. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do Alto Rio das Velhas através de macroinvertebrados. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 12, p. 73-87, 2000.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. 2008. **Recursos Hídricos e Saneamento**. 1. ed. Curitiba: Editora Organic Trading, 2008. v. 1. 160p. ISBN - 978-85-87755-04-9. Disponível em:

https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recursos_hidricos_saneamento.pdf. Acesso em 21 dez. 2021.

KOLKWITZ, R.; MARSSON. M. Okologie der pflanzlichen Saprobien. **Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft**. v. 26, n. 7, p. 505-519, 1908. DOI:

<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1908.tb06722.x>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1438-8677.1908.tb06722.x>, Acesso em: 04 jan. 2021.

KOLKWITZ, R.; MARSSON. M. Okologie der tierischen Saprobien. Beitrage zur Lehre von des biologischen Gewasserbeurteilung. **Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**. v. 2, n. 1-2, p. 126-152, 1909. Disponível em:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Ökologie-der-tierischen-Saprobien.-Beiträge-zur-von-Kolkwitz-Marsson/0cfaa17005956ecae50cef6ffc432b98240a22ea>, Acesso em: 26 fev. 2021.

KÖNIG, R.; SUZIN, C. R.H.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Qualidade das águas de riachos da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 84-93, 2008.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009, p. 430–564.

LOUGON, M. S.; ROCHA, S. A; GUIMARÃES, H. F; LOUZADA, F. L. R. O; GARCIA, G. O. Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuárias geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, Universidade do Vale do Paraíba, 2009. **Anais [...]**. Universidade do Vale do Paraíba, 2009, p. 1-3. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0142_1112_01.pdf, Acesso em: 05 jan. 2021.

LOYOLA, R. G. N. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. **Anais [...]**. UFES, Vitória–ES, v. 10, 2000. p. 46-52.

MAGALHÃES, A. O.; OLIVEIRA, V. P. V. Uso e ocupação da terra no alto curso do Rio da Batateira-município do Crato/CE: impactos ambientais, potencialidades e limitações. In: **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, v. 13, 2009. DOI: . Disponível em: http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/02.pdf, Acesso em: 03 fev. 2021.

MELO, A. S.; HEPP, L. U. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 8, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2882878>, Acesso em: 22 jan. 2021.

MENEZES, B. G. **Fatores que governam as assembleias de macroinvertebrados bentônicos em nascentes tropicais de áreas protegidas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil, 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ppgbiodiversidade/wp-content/uploads/sites/117/2020/06/Bruno-Gomes-de-Menezes.pdf>, Acesso em: 11 abr. 2021.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An introduction to the aquatic insects of North America**. 2 Ed. Dubuque, USA: Kendall/Hunt Pub. Co. 1984, 722 p.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, n. 1-2, p. 101-139, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(89\)90223-6](https://doi.org/10.1016/0269-7491(89)90223-6).

MORENO, P.; CASTILHO, M. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas (MG). In FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S. C. N.; SILVEIRA, M. P. (Ed.). **Bioindicadores de Qualidade da Água**. Jaguariúna: Embrapa, 2004, p. 95-116. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Moreno&Callisto%202005-EMBRAPA.pdf, Acesso em: 21 abr. 2021.

OKLAND, J.; OKLAND, K. A. Factors and conditions affecting bottom animals in streams and lakes 1) external factors. **Experimentia**. v. 42, n. 5, p. 471-486, 1986.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; PIRES, J. S. R.; HARDT, E.; SANTOS, J. E.; FERREIRA, W. A. Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 3, p. 371, 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1758>, Acesso em: 03 jan. 2021.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/Jvjmjvz5jkLgqpTtrJcMbpB/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 02 mar. 2021.

QUEIROZ, J. F.; FERRAZ, J. M. C.; SILVEIRA, M. P.; SITTON, M.; MARIGO, A. L. S.; CARVALHO, M. P.; RIBACINKO, D. B. Avaliação preliminar da qualidade da água em duas microbacias do rio Mogi (SP). **Circular Técnica – Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúma, São Paulo, n.17. p. 11, 2008. ISSN: 1516-4683. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_17.pdf, Acesso em: 07 jan. 2021.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org>.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K.. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. **Chapman and Hall, New York (USA)**, p. 195-223, 1993.

ROBACK, S. S. Insects (Arthropoda: Insecta). *In*: HART, C.W. JR.; FULLER, S .L. H. (eds.). **Pollution Ecology of Fresh- water Invertebrates**. New York: Academic Press, 1974, p. 313-76.

ROQUE, F. O.; CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. *In*: Espíndola, E. L. G.; Paschoal, C. M. R. B.; Rocha, O.; Bohrer, M. B. C.; Oliveira-neto, A. L. (Org.). **Ecotoxicologia perspectivas para o século XXI**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. p. 115-126.

ROQUE, F. O.; KUHLMANN, M. L.; GESSNER, A. A. F. **Construindo bases científicas para utilização de macroinvertebrados como indicadores de impactos antrópicos em córregos do Estado de São Paulo: implicações para o biomonitoramento e conservação**. 2007. Relatório de pesquisa. DOI: . Disponível em: <https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/workshops/Base%20de%20discussão%20biomonitoramento.pdf>, Acesso em: 02 Fev. 2021.

RUARO, R.; AGUSTINI, M. A. B.; ORSSATTO. Avaliação da qualidade da água do Rio Clarito no município de Cascavel (PR), através do índice BMWP adaptado. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em:

<https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/668>. Acesso em 24 Out de 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS.
Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos - índice BMWP. Disponível em:
<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=50>, Acesso em: 20 Mai. 2021.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chave de famílias de coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de são paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 393-412, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100037>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/bn/a/9hmnQjgrMwDwfrNGjtTHn9b/?lang=pt&format=pdf>, Acesso em: 22 mai. 2021.

SERRA, S.; COIMBRA, N.; GRAÇA, M. **Invertebrados de água doce: chave de identificação das principais famílias.** Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2009, 40 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0430-5>.

SILSBEE D. G.; LARSON G. L. A comparison of streams in logged and unlogged areas of Great Smoky Mountains National Park. **Hydrobiologia**, v. 102, n. 2, p. 99-111, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00006073>. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00006073>, Acesso em: 05 mai. 2021.

SILVA, P. E. J. **Impactos de ações antrópicas na qualidade da água de nascentes: caso do Assentamento Amazonas, Ipojuca-PE.** 2018, 93 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 2018. Disponível em:
<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/38864/1/DISSERTAÇÃO%20Paloma%20Eduarda%20de%20Jesus%20Silva.pdf>, Acesso em: 19 mai. 2021.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication.** University of Illinois Press, Urbana, Illinois, EEUU, 1949, 144 p.

SMITH, I. M.; COOK, D. R.; SMITH, B. P. Water Mites (Hydrachnidia) and Other Arachnids. In: THORP, J. H.; COVICH, A.P. (Eds.). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**, 3. Ed. San Diego: Academic Press, 2009. cap. 15, p. 485-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02669-5>. ISBN: 978-0-12-374855-3.

SMITH, M. J.; KAY, W. R.; EDWARD, D. H. D.; PAPAS, P. J.; RICHARDSON, K. St J.; SIMPSON, J. C.; PINDER, A. M.; CALE, D. J.; HORWITZ, P. H. J.; DAVIS, J. A.; YUNG, F. H.; NORRIS, R. H.; HALSE, S. A. . AusRivAS: using macroinvertebrates to assess ecological condition of rivers in Western Australia. **Freshwater Biology**, v. 41, n. 2, p. 269-282, 1999.

SOBCZAK, J. R. S.; VALDUGA, A. T.; RESTELLO, R. M. & CARDOSO, R. I. Conservation unit and water quality: the influence of environmental integrity on benthic macroinvertebrates assemblages. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 4, p. 442-450,

2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/alb/a/stVNgTQTd7tXG6dQPymBbrb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 05 Out. 2021.

TORRES, F. T. P. Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG). **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.5327/rcaa.v14i1.1409>. Disponível em:

<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1409>, Acesso em: 24 abr. 2021.

THORNE, R. ST. J.; WILLIAMS, P. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 671-686, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00181.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2427.1997.00181.x>, Acesso em: 07 mai. 2021.

VILLWOCK, F. H.; QUEIROZ CRISPIM, J.; ALMEIDA CANSIAN, D. C. V. . Melhoria da qualidade da água por meio da técnica de recuperação e proteção de nascentes em pequenas propriedades agrícolas no município de Campina da Lagoa-PR. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 4, p. 141-154, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22292/mas.v9i4.375>.

Disponível

em:

<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/375>, Acesso em: 01 mai. 2021.

NOTA CIENTÍFICA

PRIMEIRO REGISTRO DE HYDRACARINA DE FONTES DA MATA ÚMIDA DA CHAPADA DO ARARIPE, NO NORDESTE DO BRASIL

Resumo: Os ácaros são um dos grupos mais diversos e abundantes de artrópodes e possuem grande distribuição em habitats terrestres e aquáticos, sendo encontrados em ambientes terrestres, dulcícolas e marinhos. O presente estudo teve como objetivo registrar a ocorrência de Hydracarinas das fontes da mata úmida. A amostragem foi realizada nos meses de Janeiro a abril de 2020, estação chuvosa no Nordeste. Os sedimentos coletados foram lavados em uma peneira de malha com poros de 0,25 mm e acondicionadas em recipientes de 80 mL com álcool 70%. Os ácaros foram separados do substrato pelo método de extração Kero-float (flotação de querosene). A triagem foi realizada em microscópio estereoscópio e a identificação foi realizada com microscópio óptico. Foram encontradas Hydracarinas das morfoespécies Hydryphantidae sp.1, Hydryphantidae sp.2, Limnesiidae sp. e *Mideopsis* sp., que representa os primeiros registros de ácaros para as fontes da unidade fitoecológica da mata úmida, na Chapada do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil e da espécie *Rhynchohydracarus dividuus*, o qual é o primeiro registro de ocorrência dessa espécie para o Brasil. Tais registros de famílias, morfoespécies e espécie ampliam a distribuição geográfica da ordem e as bases de dados sobre ácaros aquáticos.

Palavras-chave: Ácaros aquáticos. Fauna aquática. Hidrobiologia. Nascentes. Novos registros.

Abstract: The mites are one of the most diverse and abundant groups of arthropods and have a wide distribution in terrestrial and aquatic habitats, being found in terrestrial, freshwater and marine environments. The present study aims to report the occurrence of Hydracarinae from the springs of the humid forest. The sampling was carried out in the months of January to April 2020, rainy season in the Northeast. The collected sediments were washed in a mesh sieve with 0.25 mm pore size and conditioned in 80 mL containers with 70% alcohol. The mites were separated from the substrate by the *Kero-float* extraction method (paraffin flotation). Screening was carried out under a stereoscopic microscope and identification was carried out with an optical microscope. Hydracarines of the morphospecies Hydryphantidae sp.1, Hydryphantidae sp.2, Limnesiidae sp. and *Mideopsis* sp. were found, which represents the first records of mites for the springs of the phytoecological unit of the humid forest, in the Chapada of Araripe, Ceará, Northeast Brazil and the species *Rhynchohydracarus dividuus*, which is the first record of occurrence of this species for Brazil. These records of families, morphospecies and species broaden the geographical distribution of the order and the databases on aquatic mites.

Keywords: Aquatic mites. Aquatic fauna. Hydrobiology. Springs. New records.

1 INTRODUÇÃO

A Chapada do Araripe se localiza geograficamente nas confluências de três Estados brasileiros, Ceará, Pernambuco e Piauí e possui uma extensão de área de 8.000 km², aproximadamente (MENDONÇA et al., 2000). Entre as unidades fitoecológicas encontradas nesse planalto, inclui-se a Floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular, a mata úmida (com resquícios da Mata Atlântica), caracterizada por uma fitofisionomia úmida, encontrada entre 900 e 1.000m de altura (FIGUEIRA, 1989), aonde em suas encostas ou "Brejos de altitude" encontra-se as fontes de água doce.

O conhecimento de grupos de artrópodes viventes nas fontes de água doce dessa floresta é pequeno, porém essencial para futuras avaliações do estado de qualidade ambiental do sistema aquático e planejar medidas adequadas de conservação florestal e da

biodiversidade da mata úmida. Possuindo assim, urgência para a pesquisa científica dos grupos taxonômicos, uma vez que fatores como degradação ambiental, queimadas, desmatamentos, ocupação humana, desvios das fontes são constantes e a antropização dos habitats também vem aumentando a vulnerabilidade desse ambiente (ALVES et al., 2011).

Os ácaros (Arachnida: Acari) são um dos grupos mais diversos e abundantes de artrópodes e com grande distribuição em habitats terrestres e aquáticos, neste último, sendo encontrados em fontes, rios, lagos, mares, riachos, córregos, etc. Apesar dessa ampla distribuição e de sua importância como bioindicadores da qualidade da água, estudos desses artrópodes aquáticos são raros, em nível de Brasil, concentrando-se pesquisas com ácaros edáficos e de importância agrícola e médico-veterinário (CASTRO, 2013).

Pesquisas da acarofauna límnic no Brasil corresponde aos estudos de Berlese (1888), Viets (1927; 1933; 1935; 1936a; 1936b; 1937; 1938; 1954; 1959; 1977), Lundblad (1931), Forneris (1999), Vidrine (1985), Smit (2007), Di Sabatino et al. (2008) e Castro (2013). Um dos primeiros e raros trabalhos com ácaros aquáticos no Nordeste brasileiro corresponde às pesquisas de Viets (1936a). O objetivo da pesquisa foi registrar a ocorrência de ácaros límnicos das fontes da mata úmida, Chapada do Araripe, do Cariri cearense, no Nordeste do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem foi realizada nos meses de Janeiro a abril de 2020, correspondendo à estação chuvosa no Nordeste, na unidade fitoecológica da mata úmida.

A metodologia de coleta empregada é uma adaptação dos métodos descritos por Barr (1973) e Smith, Cook e Smith (2009) que consistiu na coleta das amostras de substratos das fontes. O esforço amostral empregado foi de 20 min em cada fonte, contendo uma duração de 10 min há 10m de distância da fonte e 10 min no ponto onde a água jorra e consistiu na filtração da água local e substrato com o arrasto de um recipiente de plástico de 2L na fonte, derramando-se o líquido e substrato composto por folhas, galhos, areia e sementes em uma peneira granulométrica de 30cm de diâmetro e malha com poros de 0,25mm, para capturar os ácaros.

O substrato foi lavado com a própria água do local e o que ficou contido na peneira foi colocado em recipientes de coleta de 80 mL e preservado em álcool a 70%, em seguida, levados ao Laboratório de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (IFE/UFCA) para separação dos ácaros do substrato, pelo método de extração Kero-float (flotação de kerosene), descrito por Barmuta (1984) e empregado em ácaros por Proctor

(2001). A triagem posterior foi realizada em microscópio estereoscópio (LUPA) e a identificação foi realizada com microscópio óptico e chaves taxonômicas (KRANTZ; WALTER, 2009; CASTRO, 2013; CÓMBITA-HEREDIA 2013) e os ácaros triados foram armazenados em álcool a 80%. A autorização de coleta foi emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio - SISBIO 73618-1).

3 RESULTADOS

Nesse estudo foram encontrados Hydracarinas das famílias e morfoespécie Hydryphantidae sp.1, Hydryphantidae sp.2, Limnesiidae sp. e *Mideopsis* sp., que representa os primeiros registros de ácaros para as fontes da unidade fitoecológica da mata úmida, na Chapada do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil e da espécie *Rhynchohydracarus dividiuus* (Figura 1) o qual é o primeiro registro de ocorrência dessa espécie para o Brasil.

Figura 1 – Fotografia da vista dorsal de *Rhynchohydracarus dividiuus*, Lundblad, 1941.



Fonte: os autores (2022).

Na listagem abaixo está descrita os respectivos locais de estudo, coordenadas geográficas e a distribuição geográfica das Hydracarinas encontradas.

Hydryphantidae sp.1

Família: Hydryphantidae Piersig, 1896.

Fonte: Coqueiro I (7° 17' 4" S 39° 25' 58" W - 750m).

Cidade de Estudo: Crato, Ceará, Brasil.

Distribuição: África, Argentina, Canadá, Colômbia, Croácia, Brasil, China, Estados Unidos, Índia, Itália, Quirguistão, Rússia, Turquia.

Hydryphantidae sp.2

Família: Hydryphantidae Piersig, 1896.

Fonte: Coqueiro I (7° 17' 4" S 39° 25' 58" W - 750m).

Cidade de Estudo: Crato, Ceará, Brasil.

Distribuição: África, Argentina, Canadá, Colômbia, Croácia, Brasil, China, Estados Unidos, Índia, Itália, Quirguistão, Rússia, Turquia.

Limnesiidae sp.

Família: Limnesiidae, Thor, 1900.

Fonte: Saquinho (7° 29' 58" S 39° 10' 35" W - 790m).

Cidade de Estudo: Porteiras, Ceará, Brasil.

Distribuição: Argentina, Ásia, Austrália, Brasil, Chile, China, Espanha, Estados Unidos, Irã, Japão, Perú, Rússia.

***Mideopsis* sp.**

Família: Mideopsidae Koenike, 1910.

Fontes: Batateira de Baixo (7° 15' 34" S 39° 28' 16" W - 740m).

Coqueiro I (7° 17' 4" S 39° 25' 58" W - 750m).

Pendência (7° 24' 54" S 39° 12' 42" W - 810m).

Cidade de Estudo: Crato, Ceará, Brasil, Crato, Ceará, Brasil, Missão Velha, Ceará, Brasil.

Distribuição: Alemanha, Bósnia e Herzegovina, Bulgária, Estados Unidos, Irã, Japão, México, Montenegro, Polônia, Rússia, Sérvia.

***Rhynchohydracarus dividiuus* Lundblad, 1941.**

Família: Rhynchohydracaridae Lundblad, 1936.

Fontes: Coqueiro I (7° 17' 4" S 39° 25' 58" W - 750m).

Serra do Mato (7° 24' 39" S 39° 12' 59" W - 780m).

Cidade de Estudo: Crato, Ceará, Brasil, Porteiras, Ceará, Brasil.

Distribuição: Paraguai.

4 CONCLUSÕES

As fontes da mata úmida na Chapada Nacional do Araripe abrigam uma fauna aquática que inclui espécies significativas para a conservação, sendo igualmente importantes para futuros estudos de qualidade de água como bioindicadores, como os Hydracarinae.

A ocorrência da espécie *Rhynchohydracarus dividuus* é o primeiro registro na Chapada do Araripe, Ceará, Nordeste do Brasil.

É importante a realização de trabalhos futuros na estação seca e identificações em níveis de espécies para ampliação de dados da fauna aquática de ácaros na região do Nordeste do Cariri cearense.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que fomentou a pesquisa e aos Laboratórios de Biologia do Instituto de Formação de Educadores (LABIO) e Laboratório de Entomologia Agrícola, do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

REFERÊNCIAS

ALVES, C. C. E.; BEZERRA, L. M. A., DA COSTA MATIAS, A. C. A importância da conservação/preservação ambiental da Floresta Nacional do Araripe para a região do Cariri–Ceará/Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-10, 2011. ISSN: 1011-484X. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744820639>, Acesso em: 03 fev. 2021.

BARMUTA, L. A. A method for separating benthic arthropods from detritus. **Hydrobiologia**, v. 112, n. 2, p. 105-107, 1984. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00006913.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BARR, D. W. **Methods for collection, preservation, and study of water mites, (Acari: Parasitengona)**. Life Sciences Miscellaneous Publication. Royal Ontario Museum. 28 p., 1973. ISBN 0-88854-148-1. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60770>. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/60770>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BERLESE, A. Acari Austro-Americani quos collegit Alysius Balzam. **Bulletin della Society Entomologists Italy**, v. 20, p. 171-222, 1888.

CASTRO, L. A. S. **Diversidade de ácaros límnicos (Acari: Parasitengonina: Hydracarina) do baixo rio Ribeira de Iguape**, Brasil. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Zoologia). Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. DOI: 10.11606/D.41.2013.tde-08102013-111707. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-08102013-111707/publico/LuizAlexandre_Castro.pdf, Acesso em: 19 mai. 2020.

CASTRO, M. DE S.; OLIVEIRA, A. A. DE; PEREIRA, W. E. N. Panorama e dinâmica recente da economia da Região Metropolitana do Cariri – RMC. **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, v. 2, n. 1, 30 mar. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/rerut/article/view/16683>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CÓMBITA-HEREDIA, J. O. **Acaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Biologia). Instituto de Ciencias Naturales, Universidade Nacional de Colombia, Bogotá, Colômbia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/49856/190403.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 02 mai. 2021.

DI SABATINO, A.; SMIT, H.; GERECKE, R.; GOLDSCHMIDT, T.; MATSUMOTO, N.; CICOLANI, B. Global diversity of water mites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater. In: BALIAN, E. V.; LÉVÊQUE C.; SEGERS, H.; MARTENS, K. (eds.). **Freshwater Animal Diversity Assessment**. Developments in Hydrobiology 198, 2008, v. 198, p. 303-315, Dordrecht: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8259-7-33>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4020-8259-7.pdf>, Acesso em: 28 abr. 2020.

FIGUEIRA, M. A. **Atlas do Ceará, vegetação**. Fortaleza: Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. 1989, 25 p.

FORNERIS, L. Ácaros. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: invertebrados de Água Doce, São Paulo: FAPESP, 1999. v. 4, p. 85-90.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009, p. 430–564.

LUNDBLAD, O. Südamerikanische Hydracarinaen. **Zoologiska Bidrag**, v. 13, p. 1-86, 1931.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, p. 121-136, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/TGsCpQ3L7Zd4FLzSM6WtXHk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 ago. 2021.

MENDONÇA, L. A. R.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. M. F.; MENDES-FILHO, J. Qualidade da água na Chapada do Araripe e sua vulnerabilidade. In: JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, 1., 2000, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: ABAS, 2000. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/9343>, Acesso em: 15 abr. 2021.

SMIT, H. *Litarachna brasiliensis* n. sp., the first member of the water mite family Pontarachnidae (Acari: Hydrachnidia) from South America. **Systematic & Applied Acarology**, v. 12, p. 141-146, 2007. DOI: <https://doi.org/10.11158/saa.12.2.8>.

SMITH, I. M.; COOK, D. R.; SMITH, B. P. Water Mites (Hydrachnidia) and Other Arachnids. In: THORP, J. H.; COVICH, A.P. (Eds.). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**, 3. Ed. San Diego: Academic Press, 2009. cap. 15, p. 485-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02669-5>. ISBN: 978-0-12-374855-3.

VIDRINE, M.F.. Nine new species in the subgenus *Atacella* (Acari: Unionicolidae: *Unionicola*) from Mexico and Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 11, n. 4, p. 255- 271, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1080/01647958508683426>.

VIETS, K. H. Brasilianische Wassermilben. **Zoologischer Anzeiger**, v. 72, p. 331-334, 1927.

VIETS, K. H. Neue Hydrachna und Eylais-Arten (Hydrachnellae, Acari) aus Porto Alegre, Brasilien. **Zoologischer Anzeiger**, v. 103, n. 7/8, p. 161-171, 1933.

VIETS, K. H. Neue brasilianische Wassermilben. **Zoologischer Anzeiger**, v. 112 n. 11/12, p. 273-283, 1935.

VIETS, K. H. Weitere brasilianische Wassermilben aus dem Staate Pernambuco. **Zoologischer Anzeiger**, v. 113, n. 9/10, p. 209-218, 1936a.

VIETS, K. H. Brasilianische Wassermilben III. **Zoologischer Anzeiger**, v. 115, n. 11/12, p. 273-287, 1936b.

VIETS, K. H. Brasilianische Wassermilben IV. **Zoologischer Anzeiger**, v. 117, p. 168-176, 1937.

VIETS, K. H. Brasilianische Wassermilben V. **Zoologischer Anzeiger**, v. 121, p. 21-24, 1938.

VIETS, K. H. Wasserbilben aus dem Amazonasgebiet (Hydrachnellae, Acari). **Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie**, v. 16, n. 1/2, p. 78-151, 1954.

VIETS, K. H. Nachtrag zu meiner Bearbeitung der Wassermilben aus dem Amazonasgebiet (Hydrachnellae, Acari). **Archiv für Hydrobiologie**, v. 56, p. 158-169, 1959.

VIETS, K. O. Zwei neue Arten von Wassermilben (Acari, Hydrachnellae) aus Brasilien. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 12, p. 253-261, 1977.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho foi pensado como uma forma de se conhecer o atual estado das nascentes da mata úmida e sua fauna local, a fim de contribuir com o conhecimento científico e o debate em torno desse recurso essencial as atuais e futuras gerações caririenses. Considerando ainda, o fato desses recursos hídricos estarem disponíveis e inseridos em áreas no domínio da Caatinga, e no semiárido, que naturalmente possui pouca disponibilidade hídrica.

Ampliar pesquisas de qualidade de água na região é amplamente importante por estar alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), as discussões da crise ambiental mundial, particularmente a crise hídrica atual e a manutenção de atividades econômicas e sociais do país e da região. Dessa forma, o conhecimento sobre o estado atual da água em áreas áridas ou semiáridas pode contribuir com a sustentabilidade hídrica na região e a criação de projetos de convivência com o semiárido. Dessa forma, o objetivo proposto neste trabalho de caracterizar a fauna local e a qualidade ambiental das áreas e das águas das nascentes a partir destes, foi devidamente alcançado, mostrando que as fontes possuem uma diversidade faunística.

O estudo da comunidade de macroinvertebrados evidenciou o seu papel como bioindicadores da qualidade da água das fontes da mata úmida, Chapada do Araripe, podendo a metodologia ser empregada em corpos de água de tamanhos pequenos, ou em rios, riachos, açudes, etc, com algumas modificações na coleta da água e do substrato.

A utilização do IIAN para a caracterização da área das fontes foi útil para verificar que as condições ecológicas no entorno de alguns delas não é totalmente satisfatória. O BMWP' também mostrou-se eficaz para avaliar a qualidade das águas, mostrando que mais da metade das 9 fontes avaliadas, também não é satisfatória. Sendo, portanto, o IIAN e o BMWP' eficazes e convergentes nos resultados obtidos.

Nas coletas realizadas no período chuvoso, os resultados obtidos representam uma avaliação instantânea (escala temporal), sendo, portanto, uma base para um possível programa de monitoramento nessas fontes.

Baseando-se nos resultados, é imprescindível que governos municipal, estadual e federal, a sociedade, pesquisadores e sociedade como um todo e de forma conjunta, realizem esforços para preservar e diminuir a degradação desses ambientes.

O estudo não contemplou aspectos políticos sobre a perspectiva de gestão das águas, FLONA e APA, pois envolvem uma análise mais detalhada e sendo, portanto, um passo importante na caminhada para a contemplação do objetivo de preservar as nascentes locais e

manter o equilíbrio ambiental. Com essa percepção, aqui encontra-se não uma conclusão, mas uma contribuição que vai de encontro aos propósitos do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 625-631, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00692.x>.

ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149–153, 1981.

ARMITAGE, P. D. Behaviour and ecology of adults. *In: The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-Biting Midges* (P. D. Armitage, P. S. Cranston & L. C. V. Pinder, ed.), London: Chapman & Hall, p.194-224, 1995.

BARMUTA, L. A. A method for separating benthic arthropods from detritus. **Hydrobiologia**, v. 112, n. 2, p. 105-107, 1984. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00006913.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BARBOSA, F. A. R. Workshop: Brazilian Programme on Conservation and Management of Inland Waters. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 5. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas/Sociedade Brasileira de Limnologia. 1994. 222 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/iroh.19950800308>.

BARR, D. W. **Methods for collection, preservation, and study of water mites, (Acari: Parasitengona)**. Life Sciences Miscellaneous Publication. Royal Ontario Museum. 28 p., 1973. ISBN 0-88854-148-1. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.60770>. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/60770>, Acesso em: 10 jun. 2019.

BENETTI, C. J.; CUETO, J. A. R.; FIORENTIN, G. L. Gêneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para o Brasil, com chaves para identificação. **Biota neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/N6hmWLVTQr9rJD73J98dvHq/?lang=pt>, Acesso em: 25 abr. 2021.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P.; CLAUDINO - SALES, V. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Revista Mercator – UFC (Fortaleza-CE)**, v. 6, n. 12, p. 107-126, 2007. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/49>. Acesso em: 04 Nov, 2021.

BIESIADKA, E. Hydracarina of the River Raba and some of its tributaries. **Acta Hydrobiologica**, v. 16, p. 31–50, 1974. ISSN: 0065-132X.

BIESIADKA, E.; KOWALIK, W. Water mites (Hydracarina) as indicators of trophy and pollution in lakes. *In: DUSBABEK, F.; BUKVA, V. (Eds.). Modern Acarology*, The Hague: SPB Academic Publishing bv, 1991. v. 1, p. 475-481.

BRASIL, L. S.; LUIZA-ANDRADE, A.; CALVÃO, L. B.; DIAS-SILVA, K.; FARIA, A. P. J.; SHIMANO, Y.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B. O.; CARDOSO, M. N.; JUEN, L. Aquatic insects and their environmental predictors: a scientometric study focused on environmental monitoring in lotic environmental. **Environmental monitoring and assessment**, v. 192, n. 3, p. 1-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8147-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10661-020-8147-z.pdf>, Acesso em: 28 dez. 2020.

BRASIL. Decreto nº 148, de 04 de agosto de 1997. **Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí e dá outras providências**. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5587.htm >. Acesso em: 20 Nov. 2020.

BRITO, K. K.; NASCIMENTO, K. J.; ALVES, M. M. E.; DIAS, A. S.; PAULA-ZARATE, E. L.; LACERDA, S. R. Ocorrência de Samambaias na Nascente Batateiras, Encosta da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. *In: 64º Congresso Nacional de Botânica*, 2013, Belo Horizonte/MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Nacional de Botânica, 2013. p. 154.

BOUCHARD, R. W.; FERRINGTON, L. C.; KARIUS, M. L. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. **Water Resources Center, University of Minnesota**, St. Paul, MN, USA, v. 208, p. 159-183, 2004.

BURGHELEA, C. I.; ZAHARESCU, D. G.; HOODA, P. S.; PALANCA-SOLER, A. Predatory aquatic beetles, suitable trace elements bioindicators. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 13, n. 5, p. 1308-1315, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1039/C1EM10016E>.

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. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 465-473, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000200013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/KzNMyNgzs8tsBZSmQmSSf9q/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 22 Nov. 2020.

CAIRNS JR. J.; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. *In: Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates* (D. M. Rosenberg & V. H. Resh, ed.), New York: Chapman & Hall, p. 10-27, 1993.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para as famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil, adultos e larvas. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

CASTRO, L. A. S. **Diversidade de ácaros límnicos (Acari: Parasitengonina: Hydracarina) do baixo rio Ribeira de Iguape, Brasil**. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Zoologia). Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Universidade de

São Paulo, São Paulo, Brasil, 2013. DOI: 10.11606/D.41.2013.tde-08102013-111707. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-08102013-111707/publico/LuizAlexandre_Castro.pdf, Acesso em: 19 mai. 2020.

CAVALCANTE, I. N.; VERÍSSIMO, L. S. A importância das águas subterrâneas do Vale do Cariri, Chapada do Araripe – Estado do Ceará. *In*: MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S.; CRUZ, M. L. B. (Eds.). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**, Fortaleza: IPECE, 2011. 268 p. ISBN: 978-85-98664-20-0. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/265728485_Os_recursos_hidricos_do_Ceara_Integracao_Gestao_e_Potencialidades/links/541a05b00cf25ebee9888642/Os-recursos-hidricos-do-Ceara-Integracao-Gestao-e-Potencialidades.pdf#page=67, Acesso em: 02 out. 2019.

CICOLANI, B. ; DI SABATINO, A. Sensitivity of water mites to water pollution. *In*: DUSBABEK, F.; BUKVA, V. (Eds.). **Modern Acarology**, Prague: SPB Academics. 1991. v. 1, p. 465-474.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**, Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CÓMBITA-HEREDIA, J. O. **Acaros acuáticos (Acari: Hydrachnidiae) de Colombia**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Biologia). Instituto de Ciencias Naturales, Universidade Nacional de Colombia, Bogotá, Colômbia, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/49856/190403.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 02 mai. 2021.

CORRÊA, I. C. P. **Análise das variabilidades interanuais e interdecenais dos índices de aridez e efetivo de umidade do Estado do Ceará**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2016.

CUNHA, J. C. S. **Levantamento da coleopterofauna (Insecta) aquática em Unidades de Conservação da Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil**. 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/15171>, Acesso em: 20 abr. 2021.

DI SABATINO, A.; SMIT, H.; GERECKE, R.; GOLDSCHMIDT, T.; MATSUMOTO, N.; CICOLANI, B. Global diversity of water mites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater. *In*: BALIAN, E. V.; LÉVÊQUE C.; SEGERS, H.; MARTENS, K. (eds.). **Freshwater Animal Diversity Assessment**. Developments in Hydrobiology 198, 2008, v. 198, p. 303-315, Dordrecht: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8259-7-33>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4020-8259-7.pdf>, Acesso em: 28 abr. 2020.

DOHET, A.; CAUCHIE, H. M.; ECTOR, L.; HOFFMANN, L. Identification of benthic invertebrate and diatom indicator taxa that distinguish different stream types as well as degraded from reference conditions in Luxembourg. **Animal Biology**. v. 58, n. 4, p. 419-472, 2008. DOI: [doi: https://doi.org/10.1163/157075608X383719](https://doi.org/10.1163/157075608X383719).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manejo de Recursos Hídricos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-manejo-de-recursos-hidricos/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 28 ago. 2021.

EPLER, J.H. **The Water Beetles of Florida**. Florida, EUA, 2010, 414 p.

FORNERIS, L. Ácaros. *In*: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: invertebrados de Água Doce, São Paulo: FAPESP, 1999. v. 4, p. 85-90.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas>. Acessado em: 25 de ago. de 2016.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/92241>, Acesso em: 16 mai. 2020.

GOLDSCHMIDT, T. The water mite genus *Torrenticola* (Hydrachnidia: Torrenticolidae) in Costa Rica – ecology, diversity, and bioindicator potential. *In*: Sabelis, M.; Bruin, W. J. (Ed.). **Trends in Acarology**. Dordrecht: Springer, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-9837-5_30. ISBN: 978-90-481-9837-5. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-90-481-9837-5.pdf>, Acesso em: 13 mai. 2020.

GOMES, D. D. M.; MEDEIROS, C. N.; ALBUQUERQUE, E. L. S. Análise têmporo-espacial das ocorrências de focos de calor no estado do Ceará: configuração dos cenários no contexto das unidades fitogeográficas e das Macrorregiões de Planejamento. **Texto para Discussão**, Fortaleza, n. 90, p. 01-28, 2010.

GOMES, P. M.; DE MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na Cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **CEARÁ 2050 – Estudo Setorial Especial Recursos Hídricos**. 2018. Disponível em: <http://www.ceara2050.ce.gov.br/api/wp-content/uploads/2018/10/ceara-2050-estudo-setorial-especial-recursos-hidricos.pdf>, Acesso em: 25 abr. 2020.

GERECKE, R.; SCHWOERBEL, J. (1992): Water Quality and Water Mites in the upper Danube region, 1959 - 1984. *In*: DUSBÁBEK, F.; BUKVA, V. (eds.). **Modern Acarology**, Prague: Academia & The Hague: SPB Academic, v. 1, 1992, p. 483-491.

GRAÇA, M. A. S.; COIMBRA, C. N. The elaboration of indices to assess biological water quality. A case study. **Water Research**, v. 32, n. 2, p. 380- 392, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00250-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00250-9).

GROWNS J. E. Aquatic mites as bioindicators, with an Australian example, 2001, p. 136–141. *In*: HALLIDAY, R. B.; WALTER, D. E.; PROCTOR, H. C.; NORTON, R. A.; COLLOFF, M. J. (Eds.). **Acarology: Proceedings of the 10th International Congress**. Melbourne: CSIRO Publishing. 2001.

GROWNS, J. E. Aquatic mites as bioindicators, with an Australian example. *In*: HALLIDAY, R. B.; WALTER, D. E.; PROCTOR, H.; NORTON, R. A.; COLLOFF, M. J. (eds.). **Acarology: proceedings of the 10th International Congress**. Melbourne: CSIRO Publishing, 2001. p. 136–142.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. Editorial ROCA, 5ª Ed., Barcelona. 460pp, 2017.

HOLZENTHAL, R. W.; BLAHNIK, R. J.; PRATHER, A. L.; KJER, K. M. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *In*: Zhang, Z. Q.; Shear, W. A. (Eds). Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, 1668, 766p. **Zootaxa**, p. 639-698. 2007. Disponível em: <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/196322/Holzenthal%20et%20al%202007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Acesso em: 27 fev. 2021.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal 2015 Crato**. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Gestão, 2015. Disponível em: < https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Crato_2015.pdf >. Acesso: 13 Nov. 2020.

JABLOUN, M.; SAHLI, A. Evaluation of FAO-56 methodology for estimating reference evapotranspiration using limited climatic data application to Tunisia. **Agricultural Water Management**, v. 95, n.6, p.707-715, 2008.

KARR, J. R.; DUDLEY, D. R. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental management**, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01866609>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01866609>, Acesso em: 05 mar. 2021.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. 2008. **Recursos Hídricos e Saneamento**. 1. ed. Curitiba: Editora Organic Trading, 2008. v. 1. 160p. ISBN - 978-85-87755-04-9. Disponível em: https://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recursos_hidricos_saneamento.pdf. Acesso em 21 dez. 2021.

KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. Lubbock: Texas Tech University Press, 2009, p. 430–564.

LOYOLA, R. G. N. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. *In*: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. **Anais [...]**. UFES, Vitória–ES, v. 10, 2000. p. 46-52.

MALTCHIK, L.; MEDEIROS, E. S. F. Does hydrological stability influence biodiversity and community stability? A theoretical model for lotic ecosystems from the Brazilian semiarid region. **Ciência e Cultura**, v. 53, n. 1, p. 44-48, 2001.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. **An updated classification of the recent Crustacea**. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. 2001. v. 39, 124 p. ISSN: 1-891276-27-1. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/imis.php?module=ref&refid=35250>, Acesso em: 10 jan. 2020.

MATOS, R. J. Análise Biogeográfica do Córrego do Botafogo, Presidente Prudente – São Paulo–Brasil. **Geografia em Atos**, v. 1, n. 10, 2011. DOI: <https://doi.org/10.35416/geoatos.v1i10.223>.

MENDES, B. V. O Semiárido Brasileiro. **Anais**, 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. v. 4. p. 394-399. São Paulo. 1992. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF4-2/RIF4-2_394-399.pdf. Acesso em: 05 Nov. 2021.

MENDONÇA, L. A. R.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. M. F.; MENDES-FILHO, J. Qualidade da água na Chapada do Araripe e sua vulnerabilidade. *In*: JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, 1., 2000, Fortaleza. **Anais** [...] Fortaleza: ABAS, 2000. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/9343>, Acesso em: 15 abr. 2021.

MENEZES, B. G. **Fatores que governam as assembleias de macroinvertebrados bentônicos em nascentes tropicais de áreas protegidas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil, 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ppgbiodiversidade/wp-content/uploads/sites/117/2020/06/Bruno-Gomes-de-Menezes.pdf>, Acesso em: 11 abr. 2021.

MUNIZ, L. F. ; PEREIRA, J. M. R. ; XIMENES JUNIOR, C. L. ; STUDART, T. M. C. . CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O ESTADO DO CEARÁ UTILIZANDO DISTINTOS SISTEMAS DE CARACTERIZAÇÃO. *In*: **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2017, Florianópolis. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017.

NASCIMENTO, P. S. S. **Gestão em áreas protegidas: proposição metodológica para análise de impactos socioambientais nas comunidades tradicionais da APA Chapada do Araripe**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104422>, Acesso em: 18 abr. 2021.

NÓBREGA, T. F. **Uso de espécies nativas em ensaios ecotoxicológicos para avaliar a qualidade de água e sedimento da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, RN**. 2019. 145 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27958>, Acesso em: 19 abr. 2021.

ONU (2010). Organização das Nações Unidas. Declaração da “ONU Água” para o Dia Mundial da Água - 2010.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. **Recursos hídricos: conceituação, disponibilidade e usos**. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa. Brasília - DF, 2004.

PES, A. M. O.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/Jvjmjvz5jkLgqpTtrJcMbpB/?format=pdf&lang=pt>, Acesso em: 02 mar. 2021.

PINHEIRO, A. P.; SANTANA, W. A new and endangered species of *Kingsleya* Ortmann, 1897 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Pseudothelphusidae) from Ceará, northeastern Brazil, **Zootaxa**, v. 4171, n. 2, p. 365-372, 2016. DOI: <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4171.2.9>. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4171.2.9>, Acesso em: 01 abr. 2021.

PROCTOR, H. C. Extracting aquatic mites from stream substrates: a comparison of three methods. **Experimental & applied acarology**, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1010677700404>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010677700404>, Acesso em: 01 abr. 2020.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org>.

ROCHA, O. Águas Doces. *In*: **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica (Bra 97 G 31). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2003. 70 p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. 1. ed. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p. ISBN: 978-0-412-02251-7.

REID, J.W. The distribution of species of the genus *Thermocyclops* (Copepoda, Cyclopoida) in the western hemisphere, with description of *T. parvus*, new species. **Hydrobiologia**, v. 175, p. 149-179, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00765125>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00765125>, Acesso em: 30 mar. 2020.

RESH, V. H.; UNZICKER, J. D. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. **Journal - Water Pollution Control Federation**, v. 47, n. 1, p. 9-19, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25038592>, Acesso em: 20 mai. 2020.

RESH, V. H.; NORRIS, R. H.; BARBOUR, M.T. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. **Austral Ecology** v. 20, n. 1, p.108-121, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1995.tb00525.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1442-9993.1995.tb00525.x>, Acesso em: 23 mai. 2020.

SCARSBROOK, M.; BARQUÍN, J.; GRAY, D. **New Zealand coldwater springs and their biodiversity, science for conservation 278**, New Zealand, 73p. 2007.

SCHWOERBEL, J. Die Wassermilben (Hydrachnellae und Limnohalacaridae) als Indikatoren einer biozönotischen Gliederung von Breg und Brigach sowie der obersten Donau. **Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung**.v. 27. p. 386–417,1964. DOI: 10.1127/agdonauforschung/1/1964/386. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/agdonauforschung/detail/1/80416/Die_Wassermilben_Hydrachnellae_und_Limnohalacaridae_als_Indikatoren_einer_biozönotischen_Gliederung_von_Breg_und_Brigach_sowie_der_obersten_Donau, Acesso em: 26 fev. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos - índice BMWP**. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=50>, Acesso em: 20 Mai. 2021.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Chave de famílias de coleoptera aquáticos (Insecta) do estado de são paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 393-412, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100037>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/9hmnQjgrMwDwfrNGjtTHn9b/?lang=pt&format=pdf>, Acesso em: 22 mai. 2021.

SERRA, S.; COIMBRA, N.; GRAÇA, M. **Invertebrados de água doce: chave de identificação das principais famílias**. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2009, 40 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0430-5>.

SIEGLOCH, A. E.; SCHMITT, R.; SPIES, M.; PETRUCIO, M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Effects of small changes in riparian forest complexity on aquatic insect bioindicators in Brazilian subtropical streams. **Marine & Freshwater Research**. v. 68, n. 3, p. 519-527, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1071/MF15162>.

SILVA, G. L. **Ácaros de ambientes aquáticos e produtos armazenados: bioecologia e suas interações com microrganismos**. 2018. 114 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172730>, Acesso em: 26 jan. 2020.

SILVA, W. A. G.; LINHARES, K. V. **Plano de Ação Nacional para a Conservação do Soldadinho-do-Araripe - *Antilophia Bokermanni***. Série Espécies Ameaçadas N° 15. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 2011. 72 p. ISBN: 978-85-61842-31-4. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/pan-soldadinho-do-araripe/1-ciclo/pan-soldadinho-do-araripe-livro.pdf>, Acesso em: 28 mai. 2020.

SILVA, G. L.; METZELTHIN, M. H.; DA-COSTA, T.; ROCHA, M. S.; SILVA, D. E.; FERLA, N. J.; SILVA, O. S. Responses of water mite assemblages (Acari) to environmental parameters at irrigated rice cultivation fields and native lakes. **Zoologia**. v. 34, p. 1-8, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3897/zoologia.34.e19988>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/zool/a/Nw8Sm4LSwnyncM3GzhxSpyF/abstract/?lang=en>, Acesso em: 16 fev. 2020.

SILVA-NETO, B. **Perda da vegetação natural na Chapada do Araripe (1975/2007) no estado do Ceará**. 2013. 185 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104464>, Acesso em: 11 fev. 2020.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente - Documentos (INFOTECA-E), 2004, 68 p. ISSN: 1516-4691. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/14518>, Acesso em: 28 mai. 2020.

SHORT, A.E.Z.; KADOSOE, V. Aquatic Beetles of the Kwamalasamutu Region, Suriname (Insecta: Coleoptera). **RAP Bulletin**, v. 63, p. 79-90, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1896/054.063.0107>

SMITH, I. M.; COOK, D. R.; SMITH, B. P. Water Mites (Hydrachnidia) and Other Arachnids. In: THORP, J. H.; COVICH, A.P. (Eds.). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**, 3. Ed. San Diego: Academic Press, 2009. cap. 15, p. 485-586. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02669-5>. ISBN: 978-0-12-374855-3.

SOUSA, S. G. Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana do Cariri (Ce), Brasil. **Revista Geográfica De America Central**, v. 2, p. 319-340, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.63-2.12>. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/download/12005/16885?inline=1>. Acesso em: 05 Nov. 2021.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro. **Mercator**, v. 9, p. 85-102, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/91>. Acesso em: 08 Nov. 2021.

STEINMANN, P. Praktikum der Süßwasserbiologie. 1 Teil. Die Organismen des fließenden Wassers. Borntraeger. **Sammlung naturwiss**. Berlin, Germany. 1915.

STERZ, C.; ROZA-GOMES, M. F.; ROSSI, E. M. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, Município de Mondai, SC. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 7-16, 2011. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acbs/article/view/735>, Acesso em: 15 fev. 2020.

SUASSUNA, J. Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, n. 217, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.25247/2447-861X.2005.n217.p%25p>. Disponível em: <https://cadernosdoceas.ucsal.br/index.php/cadernosdoceas/article/view/651>, Acesso em: 20 fev. 2020.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T.; HENRY, R.; ROCHA, O.; HINO, K. Comparações do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e

manejo. *In*: TUNDISI, J.G. (Ed.). **Limnologia e manejo de represas**: Série Monografias em Limnologia, São Carlos: EESC-USP/CRHEA/ACIESP, v. 1, n. 1, 1988, p. 506.

THIENEMANN, A. Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen (I–IV). **Archiv für Hydrobiologie**, v. 14, p. 151–190, 1924.

YOUNG, W. C. Ecological distribution of Hydracarina in north central Colorado. **The American Midland Naturalist**. v. 82, n. 2, p. 367– 401, 1969. DOI: <https://doi.org/10.2307/2423785>.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES ESTUDADAS E DAS ÁREAS AO SEU ENTORNO.

Caracterização das fontes e áreas ao seu entorno			
Fonte	Localização	Mata Ciliar	Observações e Ocorrência
Fonte Batateiras de Cima	Crato	Presente, mas descontínua	A fonte nasce em meio as pedras com encanamento. O curso da água foi modificado, colocando-se uma estrutura feita de pedras que fazem o seu curso atual. Área modificada. Este é fechado totalmente com telas, o que evita a entrada de folhas, galhos, etc. Fonte usada para abastecimento de comunidades locais. Existe pouca matéria orgânica, muito cascalho, pedras e um paredão. No entorno e na área existe muitos lixo.
Fonte Batateiras de Baixo	Crato	Presente, mas descontínua	Há muita encanação e construção próxima. Existe pouca matéria orgânica (folhas e sementes). A água nasce entre pedras. Tem a presença de muitas pedras e cascalhos. Muito lixo próximo á área. A mata é bem aberta.
Fonte Coqueiro 1	Crato	Presente e bem preservada	Chuva no período de 24h. Área modificada. Fonte usada para abastecimento de comunidades locais, com encanações. Água limpa e sai por entre pedras. Possui presença de vegetais nas pedras, com pouca matéria orgânica em decomposição. A mata é aberta e possui um grande fluxo de água saindo da fonte. Nela há presença de lodo, pedras (superfície superior e inferior). e pouca presença de lixo.
Fonte Pendência	Missão Velha	Presente, mas descontínua	Chuva no período de 24h. A água nasce entre as pedras, é corrente, mas também acumula nas áreas das pedras. Há presença de muitos troncos e plantas no local, areia, folhas, cascalhos, pedras (superfície superior e inferior) e paredão/laje. Presença de lixo plástico, tecidos, vidros e latas de alumínio nos arredores.
Fonte Saco	Porteiras	Presente e bem preservada	Macrófitas flutuantes e enraizadas. Muitas folhas. troncos submersos, pedras, areia, lama, cascalhos e laje.

Caracterização das fontes e áreas ao seu entorno			
Fonte	Localização	Mata Ciliar	Observações e Ocorrência
Fonte Saquinho	Porteiras	Presente e bem preservada	Chuva no período de 24h. Folhas, troncos submersos, matéria orgânica, plantas nativas na área, macrófitas enraizadas. O entorno do local é bem preservado e a mata bem fechada.
Fonte Tremedor	Missão Velha	Presente, mas descontínua	O olho d'água nasce está entre as pedras. Existe muita serrapilheira (folha morta), areia, lodo, cascalho, pedras (superfície superior e inferior), folhas, vegetação aquática, tronco submerso e paredão presente. A água é bem corrente. Existe vegetação nativa (samambaias) nos arredores e presença de lixos: garrafas plásticas (água sanitária, sabão). latinhas de cerveja.
Fonte Valentim 1	Missão Velha	Presente e bem preservada	Chuva no período de 24h. Macrófitas enraizadas, troncos, folhas, areia e lodo. Vegetação aquática, troncos submersos, cascalho e pedras (superfície superior e inferior). A mata é fechada, preservada e com várias plantas nativas (samambaias). Além de possuir áreas bem alagadas no entorno da fonte.

APÊNDICES

APÊNDICES B – Formulário de Campo: avaliação da área e biomonitoramento das nascentes da mata úmida.

FORMULÁRIO DE CAMPO

**AVALIAÇÃO DA ÁREA E BIOMONITORAMENTO DAS NASCENTES
DA MATA ÚMIDA**

**FORMULÁRIO DE CAMPO DA PESQUISA DE MESTRADO EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL**

LOCAL/CIDADE: _____

MANANCIAL/NASCENTE: _____ **DATA:** ____/____/____

RESPONSÁVEL: Emanuely Edila Rodrigues Simões

CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE:

Coordenadas geográficas: _____

Elevação: _____

ANÁLISES DE CAMPO (ÁGUA)

Temperatura (⁰C/⁰F): _____

pH: _____

Sólidos Totais Dissolvidos (ppm): _____

Cor da água: _____

OCORRÊNCIAS:

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Chuva no período de 24h | <input type="checkbox"/> Odor | <input type="checkbox"/> Óleo |
| <input type="checkbox"/> Macrófitas flutuantes | <input type="checkbox"/> Bancos de areia | <input type="checkbox"/> Animais mortos |
| <input type="checkbox"/> Macrófitas enraizadas | <input type="checkbox"/> Espuma | <input type="checkbox"/> Erosão marginal |
| <input type="checkbox"/> Outras: | | |

MATA CILIAR:

Presente e bem preservada Presente, mas estreita Presente, mas descontínua Presente, mas distante Ausente Outras:**AMOSTRAGEM DE COMUNIDADE BIOLÓGICA**

Tipo de Amostragem: _____

Esforço Amostral: Tempo de 20 minutos em cada local amostrado (10 min a 10m e 10 min onde nasce o olho d'água)..

MESOHABITATS:

SUBSTRATO / DINÂMICA	PRESENÇA	AUSÊNCIA
AREIA		
LODO		
LAMA		
FOLHAS		
CASCALHO		
PEDRAS (SUPERFÍCIE SUPERIOR E INFERIOR)		
VEGETAÇÃO AQUÁTICA		
VEGETAÇÃO MARGINAL SUBMERSA		
PAREDÃO/CACHOEIRA		
TRONCO SUBMERSO		
LAJE		
OUTRO:		

OBSERVAÇÕES

ANEXOS

ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO DE COLETA DA ICMBio.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 73618-1	Data da Emissão: 10/03/2020 12:27:57	Data da Revalidação*: 10/03/2021
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Emanuely Edila Rodrigues Simões	CPF: 054.353.553-38
Título do Projeto: ÁCAROS LIMNÍCOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI	CNPJ: 18.621.825/0001-99

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Pesquisa de Mestrado	02/2020	02/2022

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Raimundo Nonato Costa Ferreira	Co-Orientador	015.338.083-76	Brasileira
2	Francisco Roberto de Azevedo	Orientador	978.522.954-87	Brasileira

Observações e ressalvas

1	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
2	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
3	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
4	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
6	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0736180120200310

Página 1/4

ANEXOS

ANEXO 2 – Às diferentes famílias de macroinvertebrados aquáticos para a obtenção do BMWP'

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae Aphelocheiridae Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae Megapodagrionidae Athericidae, Blephariceridae	10
Astacidae Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae Corduliidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
<i>Ephemerellidae</i> , Prosopistomatidae Nemouridae, Gripopterygidae Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae Pyralidae Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae Hydroptilidae Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae Platycnemididae, Coenagrionidae Leptohipidae	6
Oligoneuridae, Polymitarciidae Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), <i>Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae</i> , Clambidae Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae Aeglidae	5
Baetidae, <i>Caenidae</i> <i>Halplidae, Curculionidae, Chrysomelidae</i> Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae Sialidae, Corydalidae Piscicolidae Hydracarina	4
<i>Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnecoridae)</i> , Pleidae, <i>Notonectidae, Corixidae, Veliidae</i> <i>Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae</i> Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae <i>Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae</i> Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

italico - o score foi mudado por ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988)

negrito - foram incluídas por ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (op. cit.)

azul: foram incluídas por LOYOLA (1998, 1999 e 2000)

verde: foram incluídas para rios da Bacia Litorânea (TONIOLLO et alii, 2001)

ANEXOS

ANEXO 3 – Resumo publicado no Livro de Resúmenes – VI Congreso Latino Americano de Aracnología 2020, Buenos Aires, Argentina.

PÓSTERS – Ecología y comportamiento

Financial support: National Institutes of Health grant R15 GM097714 to Garb at University of Massachusetts Lowell

Ácaros Aquáticos das Fontes da Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil

Emanuelly Edila Rodrigues Simões*: Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brasil, emanoellyrodrigues@hotmail.com

Francisco Roberto de Azevedo: Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Brasil, roberto.azevedo@ufca.edu.br

Raimundo Nonato Costa Ferreira: Instituto de Formação de Educadores, Universidade Federal do Cariri, Brasil, nonato.ferreira@ufca.edu.br

Os ácaros são os aracnídeos mais diversos e podem ser encontrados em habitats terrestres e aquáticos. Além da importância na medicina, medicina veterinária e na agricultura, entre as subordens da subclasse Acari encontra-se os Prostigmatas com o maior número de espécies aquáticas, possuindo entre eles os Hydracarinae, encontrados mais especificamente em ambientes dulcícolas. Os ácaros vem sendo apontados como ótimos indicadores de qualidade de ambientes, inclusive dos aquáticos, podendo ser empregados como fortes ferramentas para avaliação e biomonitoramento de qualidade de águas doces. Contudo, no Nordeste do Brasil os estudos com ácaros no geral são raros e inexistentes na região do Cariri cearense, onde se encontra uma importante bacia hidrográfica para o estado, apesar de apresentarem um potencial como indicadores da qualidade das fontes de água da Chapada do Araripe. Com isso, o objetivo desse trabalho foi identificar espécies de ácaros aquáticos presentes nas nascentes da Chapada do Araripe. Foram realizadas coletas em 21 fontes da Chapada do Araripe, no estado do Ceará, onde coletou-se amostras de água junto com sedimentos presentes. Os ácaros foram triados após a preparação das amostras através do método "Kero-Float". Após extraídos os ácaros foram triados em Microscópio Estereoscópio e identificados sob Microscópio óptico. Até o momento, foram identificadas os seguintes grupos: *Koenikea* sp.1, *Limnesia* sp.1, *Hydrodroma* sp.1 e *Rhynchohydracarinae* sp.1. Como próximos passos desse estudo serão correlacionadas as informações sobre a qualidade da água com a riqueza e abundância dos ácaros encontrados. Esse trabalho apresenta o primeiro estudo na Chapada do Araripe e um dos únicos no Nordeste do Brasil, com ácaros aquáticos, contribuindo então para o conhecimento da acarofauna aquática brasileira.

Palavras chave: Aracnídeos, ambiente aquático, hydracarina, acarofauna.

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), (Brasil).

Avaliação preliminar do comportamento alimentar em cativeiro de *Carapioa ocaina* Huber, 2000 (Araneae, Pholcidae)

Emily Loraine Lima Cavalcante*: Universidade Federal do Acre, Brasil, loraineemy@gmail.com

Juliane Aparecida Nascimento Machado: Pesquisadora independente, Brasil, julianeam@gmail.com

Ewerton Ortiz Machado: Universidade Federal do Acre, Brasil, eomachado@gmail.com