



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOECOLOGIA AQUÁTICA**

Bianca Máira de Paiva Ottoni

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN
UTILIZANDO A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**

**NATAL – RN
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Bianca Máira de Paiva Ottoni

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN
UTILIZANDO A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Bioecologia Aquática.

Orientador: Dr. Herbet Tadeu de Almeida Andrade

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Otoni, Bianca Maíra de Paiva.

Avaliação da qualidade da água do Rio Piranhas-Açu/RN utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos/ Bianca Maíra de Paiva Otoni. – Natal, RN, 2009.

92 f.

Orientador: Herbet Tadeu de Almeida Andrade.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática.

1. Biomonitoramento – Dissertação. 2. Macroinvertebrados bentônicos – Dissertação. 3. Rio Piranhas-Açu (RN) – Dissertação. I. Andrade, Herbet Tadeu de Almeida. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 574.6(043.3)

Bianca Máira de Paiva Ottoni

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN
UTILIZANDO A COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Bioecologia Aquática.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Orientador: Profº Dr. Herbet Tadeu de Almeida Andrade – UFRN

Profª Drª. Adriana Monteiro de Almeida - UFRN

Profº Dr. Fabio de Oliveira Roque – UFGD

*Aos que acreditam em mim: Mãe, pai, irmãos,
mestres e amigos.*

AGRADECIMENTOS

Durante os dois anos de meus trabalhos como mestranda, esperei ansiosamente para escrever meus agradecimentos. A meu ver, é nele que o leitor conhece a “pessoa-autor”, enquanto no restante do trabalho, conhecerá o “autor-pesquisador”. Logo, não vou me limitar a escrever palavras modeladas e tampouco serei breve.

Acima de qualquer coisa, agradeço a principal responsável por eu estar aqui, minha mãe (Eneida Varela) que desde pequena me fez acreditar no estudo para poder “vencer na vida”. Mãe, obrigada pelos duros esforços que me fizeram poder alcançar um título de Mestre. Tome este trabalho como resposta àquelas situações em que passamos as quais só a senhora e eu sabíamos como eram difíceis. Tenho certeza que esse título vale muito mais para senhora do que para mim.

Meu pai (Marcus Ottoni), obrigada por me amparar quando a “barra” mais pesou. Também obrigada pelas palavras de incentivo e confiança na vida e no futuro, pelo ombro amigo, pelo carinho inesgotável, e, por me fazer acreditar que as “coisas” vão dar certo. Tenho a certeza de que o senhor foi o precursor daquele famoso livro!

Irmãos, Marcus Pablo (Mené) e Antonio Miguel (Toninho), embora tenhamos incontáveis diferenças, são em vocês que eu me apoio. Amo muito vocês!

Agradeço à Hanna, Pantera, Charles Darwin, Duquesa e Horrara, as minhas cinco paixões felinas, bem como à Babi, minha cachorra, pelos amores incondicionais, pelas companhias, nem que significassem dormir justo em cima do artigo que lia aflita.

Agradeço às amigas Angélica Medeiros (Geleka) e Raquel Souza. Caramba! Não tenho nem como agradecer! Enfim, obrigada pelas conversas que me faziam prosseguir, as futilidades, as risadas, os almoços que eu “filei”, as compras, os papos sérios, os conselhos, por me atenderem ao celular e me acalmarem quando desesperadamente chorava irritada numa TPM, e, principalmente, por acreditarem em mim quando nem mesmo eu acreditava.

Também sou grata ao meu namorado Agostinho Campos Neto pelo amor e apoio, por renascer em mim a importância do conhecimento. É em você que me inspiro, em sua garra,

força e vontade de “ganhar esse mundo louco” pelo caminho mais honesto, estudando. Tenho muito orgulho de você. Amor, não “to” chorando! Tah!?

Aos meus amigos da UFRN: Rodrigo Lucas (valeu negão!), Thaíse Souza, Joanna de Angelis, Maria José, Karlyne dos Anjos. O meu agradecimento especial à Ana Karolina, Paula Ivani e Cecília Olívia. Vocês são simplesmente maravilhosas! Fico me perguntando como a vida juntou pessoas tão diferentes.

Obrigada também a “Todos” os meus amigos do mestrado (turma 2007), cada um com sua particularidade, seu modo, seu jeito e seu orientador. Pessoas, se hoje estou aqui, é porque vocês me fizeram entender, entre praia, quentinha do “Picuí”, vôlei, filme e pipocas, a estequiometria ecossistêmica das aulas do professor José Attayde (Coca) e os eventos estocásticos do professor Mácio Zikán. Tenho certeza que somos muito além de “We are the champions”!

Aos meus professores do ensino médio: João Salvador, por além de descrever a história da humanidade, participar da minha; Maelson, meu professor de matemática, por despertar em mim a vocação para a licenciatura (desculpa por seguir a “Biologia”!); e a Márcia Avelino (tia Márcia), minha professora de biologia, por me incentivar a decorar um livro todo da Sônia Lopes.

À Gláucia Regina, Antônio Paiva e Elmo Figueredo, funcionários e meus chefes por dois anos na antiga SERHID (Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte). Eles são os responsáveis por eu escolher as águas doces como destino.

Ao seu Assis (motorista), “meu coleguinha”, e, Amacell (aluno do LARHISA) pela ajuda mútua nas coletas de 2006, pelas conversas e por fazerem árduas coletas virarem o dia mais esperado do mês.

Ao Edson Santana, que em muitos momentos foi literalmente meu braço forte e um grande conselheiro. Obrigada Edson por confiar em mim quando me contava as intermináveis histórias de sua vida, muitas vezes se confundindo com contos de Nelson Rodrigues.

Ao Laboratório de Entomologia da UFRN, aqui representado pelos alunos Bruno Rafael, Guido Grimaldi, Leandro Moura e Lucas Rocha. Meninos, vocês são atores dessa cena, partes integrantes dessa dissertação, tenham a certeza de que meus resultados dependeram muito da incansável ajuda de vocês.

Agradeço de todo coração ao amigo Rosemberg Menezes. Rô, você para mim é mais ou menos como um “socorrista da UTI”. Em minhas maiores confusões, você sempre tinha um artigo, uma tese e um tempinho para me ouvir. Cara, você é “tampa”! Brigadão! Um dia ainda vou ter um “Lattes” como o seu!

Professor Ricardo Andreazze, agradeço ao senhor pelas inúmeras contribuições a este trabalho, pelo senso crítico que muitas vezes despertou em mim e por tentar me fazer entender que não há o porquê de muitas coisas na vida, elas simplesmente acontecem. Por isso, peço desculpa pelo incômodo, quando por inúmeras vezes o senhor atendeu ao meu: “Professooooorr Rícaaaaarrrrdooooo, o senhor sabe que bicho é esse?”

Ao meu orientador Professor Herbet Tadeu. Agradeço por tudo da minha formação acadêmica, sem esquecer os churrasquinhos de coração do “Bar do Tomás”, a paciência, as conversas, a confiança, entre tantas outras coisas boas que o senhor me fez nestes três anos de laboratório. Realmente o senhor é um anjo!

Ao programa de pós-graduação em Bioecologia Aquática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o qual me proporcionou conhecimentos vastos.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado. Ah! Como minha vida ficou colorida depois dela! E a minha biblioteca??? Hoje é tão diversificada!

Agradeço também ao professore Dr. Alexandre Vasconcelos, pelas análises estatísticas realizadas e contribuições para este trabalho.

Às adoráveis professoras Elinei Araújo e Rosângela Gondim, pela identificação dos oligochaetas e molusco, respectivamente.

Agradeço ao professor Dr. Luiz Pereira pela análise dos fatores físico-químicos durante as amostragens de 2006.

Ao professor Ronaldo Diniz e ao fotógrafo Getúlio Moura por permitirem o uso de suas fotografias.

E por fim, mas nunca menos importante, meu muito obrigada a Deus que sempre me guiou pelo caminho certo e colocou em minha vida pessoas tão especiais como todas que aqui foram citadas.

*“Ao rio que tudo leva, o chamam de violento. Mas ninguém diz serem violentas as margens
que o reprime.”*

(Bertolt Brecht)

RESUMO

A técnica de biomonitoramento da qualidade da água dos corpos hídricos cada vez mais está sendo incorporada aos órgãos gestores desses recursos naturais. Uma das vertentes do biomonitoramento é o uso de índices baseados nas características da comunidade aquáticas. Poucos são os trabalhos realizados no nordeste do país e os primeiros esforços para a utilização dessa técnica estiveram restritos as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Este trabalho teve como objetivo principal a avaliação da qualidade da água do rio Piranhas-Açu/RN utilizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Para tanto, foram aplicados dois índices bióticos, o BMWP' (*Biological Monitoring Working Party Score System*) e o IBF (Índice Biótico de Família). A metodologia foi determinada visando atender aos requisitos de coletas desses índices, desde modo, houve dois períodos de amostragens, realizados nas estações de seca dos anos de 2006 e 2007. As amostras foram realizadas em pontos do rio nas proximidades das cidades de Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues e Pendências. Também foram efetuadas medições físico-químicas; aplicado um protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats em cada local, e determinado, o grau de tolerância de cada táxon para a poluição orgânica. Além disso, foi definida a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Foi encontrada uma predominância de organismos tolerantes, sendo a família Chironomidae (Diptera) e a espécie de gastrópode *Melanoides tuberculata* foram mais abundantes. Estes resultados, somados aos obtidos pela aplicação dos índices bióticos, indicaram uma poluição de origem orgânica considerável nos quatro pontos de coleta e os trechos foram classificados como de alterado a impactado. Deste modo, pode-se inferir que o rio encontra-se com alterações significativas, segundo os índices utilizados, em sua comunidade biótica e qualidade de água quanto à poluição orgânica, e tal fato, ocorre mesmo no trecho mais a montante do rio, onde se esperava uma boa qualidade da água. Diante do exposto, urgem medidas de conservação desse corpo hídrico uma vez que está inserido em um ecossistema fragilizado com o fenômeno seca, sendo as águas desse rio a base da economia local.

Palavras-chave: biomonitoramento. macroinvertebrados bentônicos. Rio Piranhas-Açu/RN.

ABSTRACT

The biomonitoring technique for water quality in water bodies has been incorporated increasingly in management of the natural resources, using mainly indices of its aquatic community characteristics. In Brazil the first efforts to use this technique was restricted to the South and the Midwest region of this country. Located in the northeast region, this study was conducted at Rio Grande do Norte state and had as main objective the assessment of water quality in the Piranhas-Açu river using benthic macroinvertebrates community as biological indicators. Thus, were applied two biotic indices, the BMWP' (Biological Monitoring Working Party score system) and the IBF (Family Biotic Index). According the requirements of these indices, two periods of sampling were determined as basic methodology, in dry seasons of 2006 and 2007. The sampling sites were around the municipalities of Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues and Pendências. Physical-chemical measurements; a protocol of rapid assessment of diversity of habitats, and determination of the degree of tolerance of each taxon to organic pollution were also performed. The most abundant organisms found in the river were tolerant with the prevalence of Chironomidae (Diptera) and *Melanoides tuberculata*. This results, together with those ones got in indices application, showed a considerable organic pollution in the four sample places and the reaches were classified as modified to impacted. According to the used indices, this study suggest that this river have significant alteration in the biotic community and water quality on the organic pollution, and this fact, occurs in the reach of the river further downstream, where were expected a good water quality. Considering these results, measures aiming the conservation of this water body are needed regarding as it is inserted into a fragile ecosystem with dry season phenomenon, and the water of this river has extremely importance for the local economy.

Key words: biomonitoring. benthic macroinvertebrates. river Piranhas-Açu/RN.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica Piranhas – Açu/RN e dos postos de coleta (P1 – Ponto próximo à Açu, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências). Fonte: SERHID (1998).....	27
Figura 02 -	Mapa de localização dos pontos amostrais (P1 – Ponto próximo a Açu; P2 – proximidade de Ipanguaçu; P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues; e P4 – Ponto próximo a Pendências). Disponível em: http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=w1	28
Figura 03 -	Sítio de amostragem no P1, localizado sob a Ponte de Açu.....	29
Figura 04 -	Vista panorâmica do P2, próximo ao canal de captação de água em Ipanguaçu.....	30
Figura 05 -	Vista panorâmica do P3, localizado a montante da Ponte da cidade de Alto Rodrigues.....	31
Figura 06 -	Vista panorâmica do P4, nas proximidades da Ponte da cidade de Pendências.....	31
Figura 07 -	Médias Pluviométricas dos últimos dez anos (1996-2006) das cidades próximas aos pontos de coleta. P1 – Ponto próximo a Açu; P2 – proximidade de Ipanguaçu; P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues; e P4 – Ponto próximo a Pendências (Fonte: EMPARN).....	39
Figura 08 -	Coleta da macrofauna bentônica com coletor tipo Draga de <i>Van Veen</i> ...	40
Figura 09 -	Mensuração in loco dos fatores abióticos.....	41
Figura 10 -	Pluviometria (mm) mensal registrada para os quatro pontos de coleta durante os quatro meses de amostragem no rio Piranhas-Açu/RN em 2006 (P1 – Ponto próximo à Açu; P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências). Fonte: EMPARN.....	48
Figura 11 -	Abundância total de espécimes coletados por ponto de coleta considerando-se a somatória das cinco amostragens realizadas (P1 – Ponto próximo à Açu, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	50
Figura 12 -	Distribuição do Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade - Shanon-Wiener (J) da macrofauna bentônica nos pontos de coleta durante o verão de 2006 (P1 – Ponto próximo à Açu, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	52

Figura 13 -	Análise de Cluster e similaridade de Bray-Curtis entre os quatro pontos de coleta situados no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN durante o período de estiagem de 2006 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	52
Figura 14 -	Comparação entre os valores encontrados para o IBMWP' e o ASPT. (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	54
Figura 15 -	Pluviometria dos pontos de coleta entre agosto/2007 e agosto/2008 coleta (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	55
Figura 16 -	Comparação visual do ponto de coleta P1 (próximo à cidade de Açú) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).....	56
Figura 17 -	Comparação visual do ponto de coleta P2 (próximo à cidade de Ipanguaçu) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).....	56
Figura 18 -	Comparação fotográfica entre o ponto de coleta P3 (próximo à cidade de Alto dos Rodrigues) no período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).....	57
Figura 19 -	Comparação fotográfica do ponto de coleta P4 (próximo à cidade de Pendências) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).....	57
Figura 20 -	Lavagem de carro no ponto P3, próximo à cidade de Alto do Rodrigues.....	58
Figura 21 -	Comparação do Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade J - Shanon-Wiener (J) entre os quatro pontos estudados durante o verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	61
Figura 22 -	Distribuição do número de espécimes encontrados nos quatro pontos de coleta no rio Piranhas-Açu/RN durante o verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	61
Figura 23 -	Análise de Cluster e similaridade de Bray-Curtis entre os quatro pontos de coleta situados no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN para as coletas realizadas no período de verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Localização e referência dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos.....	28
Tabela 2 -	Valores de sensibilidade dos grupos taxonômicos utilizados para o cálculo do BMWP' neste trabalho.....	33
Tabela 3 -	Classificação da qualidade das águas segundo o BMWP' (<i>Biological Monitoring Working Party Score System</i>) e cores para representações gráficas. Fonte: Baldan (2006).....	34
Tabela 4 -	Classificação da qualidade segundo o Índice ASPT. Fonte: Mandaville (2002).....	34
Tabela 5 -	Pontuações de sensibilidade dos táxons utilizadas para o cálculo o IBF (Índice Biótico de Família).....	38
Tabela 6 -	Graus da qualidade da água indicados pelo IBF (HILSENHOFF, 1988).....	38
Tabela 7 -	Variáveis físicas e químicas encontradas por ponto de coleta durante o período de setembro a dezembro de 2006.....	46
Tabela 8 -	Médias dos valores encontrados para os metais pesados dos cinco pontos de coleta nas amostragens de setembro a dezembro de 2006.....	48
Tabela 9 -	Abundância total de indivíduos e abundância relativa dos espécimes encontrados durante o período de seca de 2006 em cada ponto de coleta. (Ab – Abundância total; Ab % – Abundância relativa).....	49
Tabela 10 -	Grupos taxonômicos encontrados por ponto amostral durante os quatro meses de amostragens do ano de 2006 (+ - presença; 0 - ausência).....	51
Tabela 11 -	Riqueza de táxons, Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade - Shanon-Wiener (J) encontrados nos pontos de coleta durante o verão de 2006.....	51
Tabela 12 -	Valores obtidos a partir o cálculo do BMWP' para os quatro pontos estudados durante o período de verão de 2006.....	53
Tabela 13 -	Classificação da qualidade da água quanto ao grau de poluição orgânica segundo o ASPT para os quatro pontos de coleta durante o verão de 2006.....	54
Tabela 14 -	Abundância total e relativa de macroinvertebrados bentônicos ao longo dos pontos amostrados durante o verão de 2007 (Ab total – Abundância numérica total; Ab% - Abundância relativa).....	59

Tabela 15 -	Riqueza de táxons, Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade J - Shanon-Wiener (J) para os quatro pontos de coleta durante o período de seca de 2007.....	60
Tabela 16 -	Classificação da qualidade da água do trecho estudado a partir da aplicação do IBF para os quatro pontos de coleta na estiagem de 2007.....	63
Tabela 17 -	Grau de sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos encontrados no rio Piranhas-Açu/RN (S – sensível; T – tolerante; R – resistente).....	64
Tabela 18 -	Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos encontrada no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN.....	65
Tabela 19 -	Resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação proposto por Callisto et al. (2002) para os quatro pontos estudados durante o período de estiagem de 2007.....	67

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GERAL.....	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS.....	28
3.3 ESCOLHA DOS ÍNDICES BIÓTICOS.....	32
3.3.1 BMWP' (<i>Biological Monitoring Working Party Score System</i>).....	32
3.3.2 Índice Biótico de Famílias – IBF.....	37
3.4 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE SENSIBILIDADE DOS GRUPOS QUANTO À POLUIÇÃO ORGÂNICA	43
3.5 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DO TRECHO BAIXO DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN.....	43
3.6 AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE DE HABITATS.....	43
4 RESULTADOS	44
4.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS ENCONTRADAS NO PERÍODO DE ESTIAGEM DO ANO DE 2006.....	45
4.2 RESULTADOS ENCONTRADOS PARA METODOLOGIA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO ÍNDICE BIÓTICO BMWP'	49
4.3 VARIÁVEIS ABIÓTICAS OBTIDAS NO PERÍODO DE ESTIAGEM DE 2007.....	55
4.4 RESULTADOS ENCONTRADOS PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO ÍNDICE BIÓTICO DE FAMÍLIA	59
4.5 GRAU DE SENSIBILIDADE DOS GRUPOS ENCONTRADOS.....	64
4.6 COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DO TRECHO BAIXO DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN.....	65

4.7 DIVERSIDADE DE HABITATS.....	67
5 DISCUSSÃO.....	68
5.1 AVALIAÇÃO BASEADA NAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS...	69
5.2 AVALIAÇÃO BASEADA NA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS	70
6 CONCLUSÃO.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
APÊNDICE.....	87
ANEXOS.....	89

1 INTRODUÇÃO

Foto: LABENT/UFRN



*“Águas escuras dos rios
Que levam
A fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da população...”
(Planeta Água - Guilherme Arantes)*

Durante muito tempo, as normas mundiais de avaliação da qualidade de águas eram determinadas basicamente em função de parâmetros físicos e químicos e bacteriológicos. Entretanto, nas últimas duas décadas, têm-se recorrido à avaliação da qualidade ambiental das águas através de indicadores biológicos (METCALFE, 1989; ROSENBERG e RESH, 1993; SEGNINE, 2003; ALONSO e CAMARGO, 2005; FERNANDES, 2007).

Bioindicadores, ou indicadores biológicos, são definidos por Washington (1984) *apud* Bastos *et al.* (2006) como espécies selecionadas porque possuem graus de sensibilidade diferentes a vários parâmetros, tais como: poluição orgânica, derramamento de óleo, alterações de pH da água e lançamento de pesticidas.

A utilização de bioindicadores como ferramenta de avaliação ambiental está sendo sugerida por diversos pesquisadores, uma vez que as amostragens físico-químicas possuem altos custos, são ineficazes para descobrir mudanças nas condições ambientais naturais dos sistemas lóticos quando esses são submetidos a perturbações de origem difusa e possuem um caráter analítico instantâneo (ALBA-TERCEDOR, 1996; SEGNINI, 2003), e, assim, juntamente com os testes biológicos *ex situ*, são consideradas insuficiente para caracterizar as respostas do ecossistema à poluição (MOULTON, 1998).

Queiroz *et al.* (2000) afirmam que dentre as vantagens em se utilizar indicadores biológicos a parâmetros físicos e químicos estão: a obtenção rápida e eficiente de resultados; a boa relação custo-benefício; a determinação da qualidade da água *in situ* por meio do uso de organismos testes; a avaliação da função de um ecossistema e seu monitoramento ambiental em grande escala; e uma resposta a maior variedade de estressores.

Segundo Lima (2001), o uso de organismos vivos ou de suas respostas para indicação da qualidade ambiental, ou simplesmente biomonitoramento, iniciou com a utilização de plantas para o monitoramento da poluição atmosférica na Alemanha, e, a partir da década de 80, começou a ser introduzido nos países de língua inglesa, enquanto Buss *et al.* (2003) relataram que desde a revolução industrial, utilizavam-se canários como organismos indicadores da perda da qualidade do ambiente, ou seja, da toxicidade dos gases presentes no ar nas minas de carvão.

Para ambientes aquáticos, o biomonitoramento foi primeiramente discutido no clássico trabalho de Kolkwitz e Marsson (1909) *apud* Figueroa *et al.* (2003), quando formalizaram o uso de indicadores biológicos na avaliação do grau de poluição. Segundo Johnson (1996) e Marques e Barbosa (2001), aqueles autores desenvolveram a idéia de saprobidade em rios a partir da observação das mudanças na estrutura da comunidade dos organismos aquáticos quando submetidos a diferentes graus de poluição orgânica, representando assim o primeiro

esforço para classificar o grau de integridade dos corpos hídricos a partir da composição da comunidade aquática.

Para Johnson (1996) e Silveira (2004), programas de biomonitoramento devem apresentar como princípio básico a comparação entre áreas de controle, chamadas pontos de referência, os quais não devem apresentar impactos ou o menor desgaste ecológico possível, contra áreas as quais se deseja testar. De certo modo, as pesquisas confirmam que ambientes naturais aquáticos e livres de perturbações antrópicas possuem taxas de diversidades de organismos altas, enquanto nos ambientes já degradados é observada uma reduzida riqueza taxonômica.

Rosenberg e Resh (1993) afirmam que além da área controle, esta metodologia deve basear-se em pesquisas de campo, considerando as alterações não só estruturais, mas também funcionais das comunidades nos sistemas ecológicos. Para isso, segundo os autores, se deve utilizar diversos grupos biológicos que são considerados potencialmente úteis, tais como: macrófitas, algas, peixes e macroinvertebrados, sendo estes dois últimos os mais testados em avaliações de campo.

Na atualidade, um dos desafios para o uso dessa ferramenta em estudos de impacto ambiental consiste na diferenciação das variações naturais da fauna contra aquelas associadas aos impactos antrópicos. De modo geral, a organização padrão das comunidades reflete as condições padrões de preservação do ecossistema e as interações bióticas de diversas complexidades, este fato dificulta um estabelecimento de relações diretas de “causa e efeito” uma vez que o padrão dessas comunidades envolve inúmeros fatores, tanto bióticos quanto abióticos (ARIAS *et al.*, 2007).

Observações sobre a ocorrência restrita de certos táxons em resposta às condições ambientais levaram ao desenvolvimento de listas de organismos indicadores. Tais organismos são utilizados porque possuem uma série de respostas aos mais variados tipos de estressores, e dependendo do quanto resistem a esses, podem ser classificados como tolerantes e intolerantes a um tipo de fator impactante (SILVEIRA, 2004).

Nesse contexto, existem diversos grupos taxonômicos que são utilizados para o monitoramento dos ecossistemas dulcícolas, entre eles se destacam os macroinvertebrados bentônicos, cuja definição é organismos que habitam os substratos de fundo (sedimento, pedras, depósitos de folhas, macrófitas, algas filamentosas) em ambientes de água doce, por pelo menos um período do seu ciclo de vida. Em geral são visíveis a olho nu e coletados em redes de 200 a 500 μm (ROSEMBERG e RESH, 1993; ESTEVES, 1998). Em ambientes aquáticos continentais, os macroinvertebrados incluem geralmente representantes de Insecta

(Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Diptera, Megaloptera, Hemiptera, Coleoptera e Lepidoptera), Mollusca, Annelida e Crustacea e menos frequentemente Nematoda e Porifera (ALLAN, 1995; ROQUE *et al.*, 2006).

Entre as vantagens de se utilizar tais organismos em programas de biomonitoramento, estão: (1) espécies com níveis diferenciados de tolerância a poluentes; (2) de fácil observação no campo, (3) são normalmente abundantes; (4) relativamente sedentários; (5) utilização de metodologia de campo e laboratório relativamente padronizada e, (6) ciclos biológicos relativamente longos (ROSENBERG e RESH, 1993; CALLISTO e ESTEVES, 1998; SILVEIRA, 2004; GULLAN e CRANSTON, 2008).

Entretanto, Resh e Jackson (1993) e Rosenberg e Resh (1993) apontaram dificuldades a serem consideradas para o uso de macroinvertebrados em programas de biomonitoramento, são elas: amostragem quantitativa requer muitas amostras, o que pode ser caro; fatores além da qualidade da água podem afetar distribuição e abundância dos organismos; variação sazonal pode complicar interpretação ou comparação; hábito de derivar (drift) de algumas espécies pode negar as vantagens ganhas das espécies sedentárias; certos grupos não são bem conhecidos taxonomicamente em algumas regiões; e os macroinvertebrados bentônicos não são sensíveis a algumas perturbações, por exemplo, patógenos humanos e pequenas quantidades de certos poluentes.

Segundo Moulton (1998), os macroinvertebrados bentônicos, em especial os insetos aquáticos, têm sido usados extensivamente no monitoramento da saúde e integridade de ecossistemas aquáticos, alcançando, também, um papel na legislação ambiental de certos estados e países. No Brasil, têm-se como exemplo o art. 8º, III, da Resolução 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), onde se afirma: “A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades ecológicas”.

No Brasil, a maior parte dos trabalhos ecológicos em sistemas lóticos de baixa ordem focaliza questões relacionadas à distribuição espacial e temporal dos macroinvertebrados e à utilização destes como indicadores de qualidade ambiental. Na maioria dos trabalhos, os componentes dessa fauna são identificados em níveis taxonômicos elevados. Parte dessa problemática se deve às dificuldades de identificação e à ausência de manuais de identificações regionais (ROQUE *et al.*, 2003).

Atualmente, para que as pesquisas não sejam consideradas como simplistas, vários pesquisadores estão avaliando os ecossistemas aquáticos através da análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, e não somente, através de espécies bioindicadoras. Desse

modo, as comunidades compõem uma importante ferramenta para auxiliar no gerenciamento ambiental, uma vez que são capazes de captar aspectos da condição ambiental, bem como fornecem valiosas informações científicas e ações de manejo (SILVEIRA, 2004).

Na Europa, por exemplo, vários países já utilizam habitualmente índices biológicos fundamentados em comunidades para estimar a qualidade de suas águas. De acordo com Johnson (1996) e Marques e Barbosa (2001), o desenvolvimento de índices biológicos em geral, tem fundamento em padrões gerais de tolerância, distribuição geográfica, abundância e valor indicativo para cada bioindicador.

Os índices de qualidade biológica ou índices bióticos são uma ferramenta que conjuga uma indicação da diversidade com um determinado nível de poluição num único valor; ou podem ser definidos como modelos que traduzem os dados de dinâmica populacional de certas comunidades bioindicadoras em valores de escala qualitativa de compreensão fácil entre pessoas não familiarizadas com a técnica (METCALFE, 1989).

Desse modo, pode-se dizer que os índices bióticos traduzem os dados de frequência da presença ou ausência dos grupos taxonômicos bioindicadores em um único valor, facilmente interpretados por gestores e comunidade em geral (MELO-JÚNIOR e IRUSTA, 2004; ALONSO e CAMARGO, 2005; IDEMA, 2007).

Silveira e Queiroz (2006) explicam que em uma comunidade de macroinvertebrados bentônicos, por exemplo, existe uma diversidade de organismos adaptados às díspares condições ambientais. Gonçalves e Aranha (2004) justificam que a distribuição, ocorrência e abundância da macrofauna bentônica dependem das características ambientais dominantes, principalmente quanto à corrente, substrato, disponibilidade de alimento, abrigo contra predação e estabilidade do ambiente.

Assim, vários trabalhos utilizam tal comunidade como bioindicadora da qualidade da água, pois em níveis diferentes de poluição há dominância dos grupos mais resistentes enquanto se tornam raros ou totalmente ausentes, os grupos considerados mais sensíveis (ABÍLIO *et al.* 2007).

De Pauw e Vanhooren (1983) afirmam que os grupos mais sensíveis às alterações do ecossistema hídrico são as larvas aquáticas dos insetos pertencentes às ordens Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, isto se deve a estas espécies serem altamente dependentes de oxigênio, correnteza e do tamanho da partícula do substrato.

De modo geral, os índices bióticos atribuem um valor para cada grupo taxonômico daquela comunidade, justamente baseado em seu grau de tolerância ao impacto; quando

somados os valores de todos os grupos taxonômicos, o valor final determinará a qualidade da água em questão (ARIAS *et al.*, 2007).

Silveira (2001) e Egler (2002) discutem o quanto é exaustivo a elaboração de índices bióticos, uma vez que tais objetivam avaliar áreas com distintos graus de impacto ambiental. A especificidade dos índices para um tipo de poluente, bem como os valores de tolerâncias para cada táxon usado no mesmo, os torna também específicos para as áreas geográficas na qual se desenvolveram.

Em contraste ao que ocorre na maior parte dos países do hemisfério norte, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos continentais dos rios brasileiros e, sobretudo, dos rios do Nordeste do Brasil, possuem estudos recentes de sistemática. Esses são os motivos que justificam os poucos trabalhos que tratam de metodologias padronizadas para a avaliação biológica da qualidade ou condição dos ecossistemas fluviais nordestinos.

Infelizmente, os primeiros trabalhos voltados para tal metodologia, por vários motivos ficaram restritos às regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste, nos quais se destacam entre eles os de: Junqueira e Campos (1998) para a bacia do rio das Velhas em Minas Gerais; Araújo (2002) para o estado do Rio de Janeiro; Baptista *et al.* (2001) para a bacia do rio Macaé na região Sudeste; Cota *et al.* (2002) para a bacia do Rio Doce em Minas Gerais; e mais recentemente os trabalhos de Mugnai *et al.* (2008) os quais adaptaram o Índice Biótico Estendido (IBE) para a região serrana do Rio de Janeiro; Baptista *et al.* (2007) realizaram para rios de primeira e terceira ordens da Serra dos Órgãos uma área de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro; e Fernandes (2007) para a bacia do rio São Bartolomeu no Distrito Federal.

Desse modo, no nordeste brasileiro são poucos os trabalhos que se preocuparam em obter uma análise mais abrangente da qualidade da água, incluindo o grau de sensibilidade da macrofauna bentônica.

A realidade do Rio Grande do Norte não difere de sua região, e os trabalhos sobre o tema se constituem basicamente em um relatório executado há quatro anos no próprio rio Piranhas-Açu (MELO-JÚNIOR e IRUSTA, 2004), um estudo desenvolvido por Andrade *et al.* (2008), somando-se a dois trabalhos de pesquisa acadêmica concluído na bacia do rio Pitimbu. Todos com um programa sistemático anual de coletas.

Melo-Júnior e Irusta (2004) apontam que a escolha, adaptação e a aplicação de índices bióticos em rios do nordeste brasileiro é um tanto problemática devido à ausência de trabalhos e a própria peculiaridade dos cursos d'água que cruzam as regiões semi-áridas (altas temperaturas, alternância de poucas chuvas e grandes secas, sedimento móvel, fauna pouco conhecida, entre outros).

Diante desses apontamentos, essa pesquisa é justificada pela escassez de trabalhos desse tipo na região norterio-grandense, bem como pelo fato do semi-árido brasileiro apresentar inúmeros problemas em relação ao adequado acesso à água de qualidade e quantidade satisfatória para a manutenção das necessidades básicas e produtivas da população, especialmente àquela inserida no meio rural.

2 OBJETIVOS

Foto: LABENT/UFRN



*“...Água pra encher
Água pra manchar
Água pra vazar a vida
Água pra reter
Água pra arrasar
Água na minha comida...”
(Água – Djavan Viana)*

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal desse trabalho é a avaliação da qualidade da água do trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN a partir da aplicação de diferentes índices bióticos através do estudo dos macroinvertebrados bentônicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar as águas quanto ao grau de poluição orgânica, através da aplicação de índices bióticos;
- Determinar a composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do trecho em estudo;
- Determinar o grau de sensibilidade da fauna encontrada quanto à poluição orgânica;
- Avaliar a diversidade de habitats do trecho estudado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foto: LABENT/UFRN



*“...Que braseiro, que fornaia
Nem um pé de prantação
Por farta d’água perdi meu gado
Morreu de sede meu alazão...”*

(Asa Branca - Luiz Gonzaga / Humberto Teixeira)

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreendeu o trecho baixo do Rio Piranhas-Açu pertencente à bacia hidrográfica de mesmo nome, situada no nordeste do Brasil. Esta é considerada um sistema hidrográfico federal por estar delimitada entre dois Estados, a Paraíba e o Rio Grande do Norte. Assim, como o desenvolvimento do trabalho foi realizado apenas na porção norte-riograndense, para melhor compreensão, a mesma será aqui referida como Piranhas-Açu/RN (**Fig. 01**).

O rio Piranhas-Açu, como grande parte dos rios do semi-árido nordestino, é um rio intermitente em condições naturais possuindo sua nascente na serra de Piancó no estado da Paraíba e deságua no Oceano Atlântico próximo à cidade de Macau no Rio Grande do Norte. Sua perenidade é garantida por dois importantes reservatórios: o Coremas - Mãe d'Água, na Paraíba e a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte. No total a bacia Piranhas-Açu possui 42,9 mil km² de área e engloba 102 municípios paraibanos e 45 potiguares, onde vivem 1,28 milhão de habitantes, sendo 33% no Rio Grande do Norte (MMA-ANA, 2008).

Em toda a extensão da bacia Piranhas – Açu há uma predominância do tipo BSw'h', da classificação climática de Köppen, caracterizado por um clima muito quente e semi-árido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono. De um modo geral, as chuvas anuais médias de longo período situam-se entre 500mm e 600mm, com tendência de crescimento, da foz para montante (SERHID, 1998).

A bacia Piranhas-Açu/RN é considerada uma das principais do Estado do Rio Grande do Norte, pois possui a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, considerada o maior reservatório hídrico superficial do Estado, a qual é responsável pelo abastecimento de várias cidades da região, bem como pela irrigação de cultivos.

Segundo IDEMA (2007), os principais problemas hídricos da área são a falta de infraestrutura necessária para combater a escassez de água e assim, garantir um abastecimento humano com recurso de qualidade. O abastecimento público na região da bacia hidrográfica atinge somente 43,6% dos domicílios existentes. Na mesma os sistemas de adutoras são o principal meio de abastecimento da população residente nas áreas circundantes a bacia.

Além disso, o trecho fluvial se destaca pela sua complexidade no uso e ocupação do solo e da água, onde as atividades antrópicas exercem grande pressão sobre o meio ambiente. Nesta região evidenciam-se como atividades socioeconômicas importantes, por exemplo, a

agricultura (fruticultura de pequeno, médio e grande porte), indústria petrolífera e carcinicultura, as quais contribuem para o desenvolvimento do Estado do RN (IDEMA, 2007).

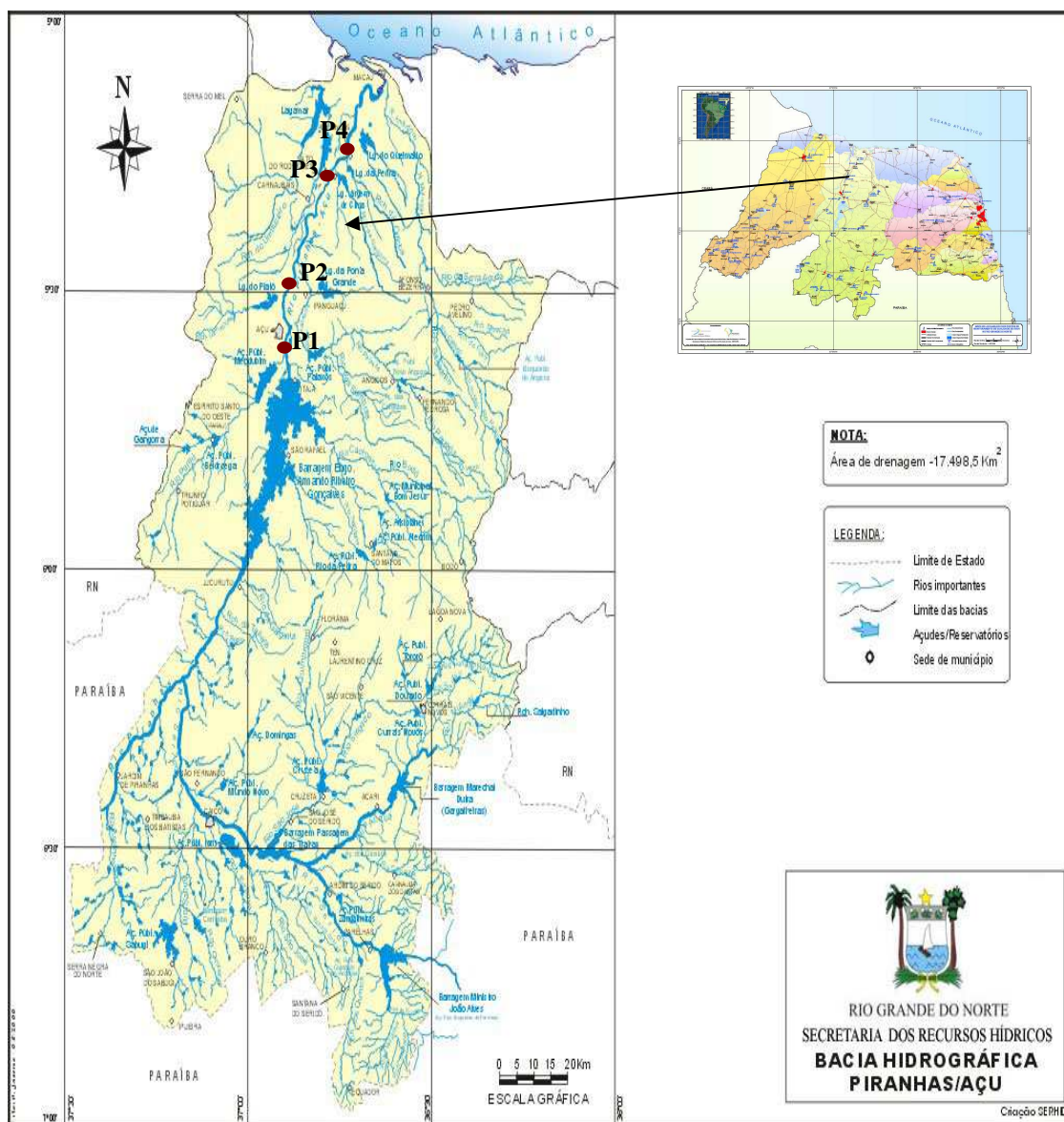


Figura 01 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica Piranhas – Açú/RN e dos postos de coleta (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipangaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências). Fonte: SERHID (1998)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

Foram escolhidos quatro pontos amostrais a partir de visitas de campo, considerando o acesso, a posição geográfica em relação ao curso d'água e as atividades socioeconômicas do entorno.

Tais pontos estão localizados próximos às cidades Assu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues e Pendências, respectivamente denominados de ponto P1, ponto P2, ponto P3 e ponto P4 (**Tab. 1 e Fig. 02**).

Tabela 1. Localização e referência dos pontos de coleta de macroinvertebrados bentônicos.

Ponto	Local	Município
P1	Ponte do Rio Piranhas-Açu	Assu
P2	Estação Elevatória para Irrigação	Ipanguaçu
P3	Ponte de Alto do Rodrigues	Alto do Rodrigues
P4	Ponte de Pendências	Pendências

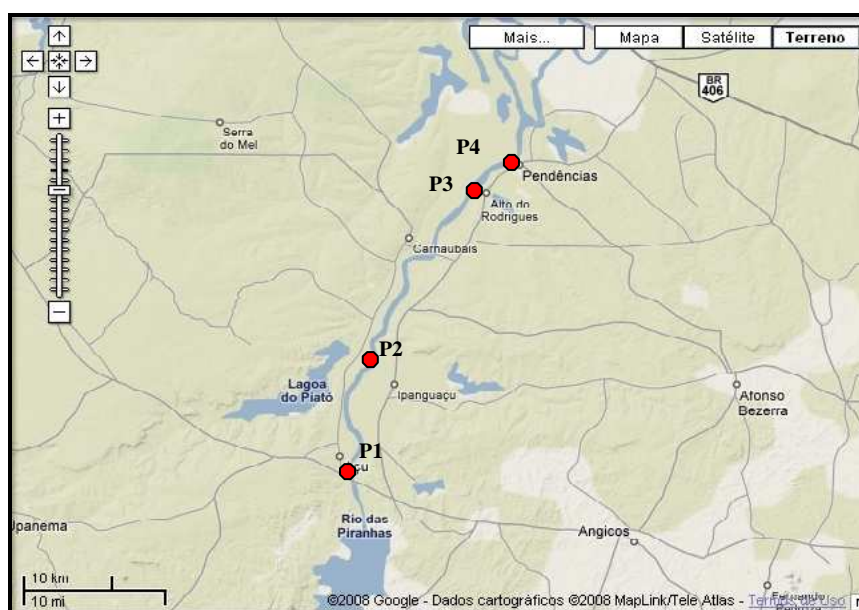


Figura 02 – Mapa de localização dos pontos amostrais (P1 – Ponto próximo a Açú; P2 – proximidade de Ipanguaçu; P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues; e P4 – Ponto próximo a Pendências). Disponível em: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>

O ponto P1 (Assu) está localizado sob a ponte de da cidade de Açu, a montante do vale do Açu (**Fig. 03**) e foi considerado para este trabalho, como ponto de referência. Apresenta substratos de fundo entre lama e areia, com presença de alguns seixos. A transparência da água é considerada turva. Apesar de estar afastado da zona urbana densa, em sua margem existe um pequeno povoado com aproximadamente cinco residências, as quais lançam o esgoto doméstico para o rio. Há sinais de erosão em suas margens, a mata ciliar apresenta-se em estado alterado e há presença de macrófitas aquáticas. A montante deste ponto está o reservatório hídrico Armando Ribeiro Gonçalves.

Foto: LABENT/UFRN



Figura 03 – Sítio de amostragem no P1, localizado sob a Ponte de Açu.

O ponto P2 (**Fig. 04**), localizado nas proximidades da estação elevatória para irrigação, a jusante do vale do Assu, é caracterizado por substrato de fundo arenoso. É o ponto mais afastado da malha urbana, não sendo observado sinais visíveis de erosão e ponto de esgoto doméstico. No entanto, ao longo de uma de suas margens, há uma fruticultura de grande porte com cultivo de bananeiras. A mata ciliar apresenta-se alterada possuindo menos de 6 metros de largura.



Figura 04 – Vista panorâmica do P2, próximo ao canal de captação de água em Ipangaçu.

O ponto P3 (**Fig. 05**) está localizado a jusante da cidade de Alto do Rodrigues. Caracteriza-se por substrato arenoso com presença de seixos. Sua vegetação ciliar encontra-se alterada e em suas margens há sinais de erosão. O sedimento de fundo apresenta um odor de esgoto (ovo podre). Está localizado próximo a malha urbana da referida cidade, sendo muito freqüentado pela população local para banhos, lavagens de vestimentas e pescarias.

O P4 se localiza a jusante da cidade de Pendências, próximo à zona urbana (**Fig. 06**). É caracterizado por apresentar o substrato predominantemente pedregoso, com odor de esgoto (ovo podre). Verifica-se a presença de pontos de esgoto domésticos, principalmente na estação chuvosa. A vegetação ciliar é ausente e há presença de um banco de macrófitas aquáticas. A água é de coloração turva. A área é freqüentada pela população local para lazer, lavagens de vestimentas, lavagens de automóveis e pesca.

Foto: EDSON SANTANA



Figura 05 – Vista panorâmica do P3, localizado a montante da Ponte da cidade de Alto Rodrigues.

Foto: LABENT/UFRN



Figura 06 – Vista panorâmica do P4, nas proximidades da Ponte da cidade de Pendências.

3.3 ESCOLHA DOS ÍNDICES BIÓTICOS

A escolha dos índices bióticos para serem utilizados neste trabalho, considerou sobretudo, a facilidade operacional e trabalhos prévios realizados com os mesmos no âmbito nacional; assim, foram escolhidos dois índices: BMWP' *Biological Monitoring Working Party score system* (ALBA-TERCEDOR e SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988) e Índice Biótico de Famílias – IBF (HILSENHOFF, 1988).

O BMWP' foi utilizado na primeira fase deste trabalho, que compreendeu coletas realizadas na estação de estiagem de 2006; enquanto o IBF foi aplicado aos dados encontrados a partir das coletas da estação de estiagem de 2007. A utilização de dois índices em dois momentos visou uma melhor caracterização do ambiente estudado, já que utilizou tanto coletas qualitativas como quantitativas.

3.3.1 BMWP' (*Biological Monitoring Working Party Score System*)

O BMWP (*Biological Monitoring Working Party score system*) é um índice que substituiu os índices bióticos anteriores que requeriam uma identificação dos organismos em nível muito específico, o que dificultava o trabalho. Segundo Monteiro *et al.* (2008) este índice foi criado em 1976 na Grã-Bretanha visando sintetizar os conhecimentos sobre tais ferramentas até então utilizadas naquele país, deste modo, foi originado o sistema conhecido por BMWP.

Desde então, o mesmo foi utilizado amplamente na Europa, sendo inclusive adaptado para a Espanha em 1988 por Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega, passando a se chamar de BMWP'. No Brasil grupos de pesquisadores também o adaptaram para algumas bacias hidrográficas, tais como a Bacia do Rio das Velhas-MG (JUNQUEIRA *et al.* 2000) e para a Bacia do Rio Meia Ponte-GO (MONTEIRO *et al.* 2008).

No ano de 2002, Alba-Tercedor *et al.* propuseram novas bases para o estabelecimento da qualidade da água de doze bacias hidrográficas mediterrâneas, e assim, introduziram a denominação de IBMWP, substituindo o BMWP', que então passou a se chamar "Iberian Biomonitoring Working Party". No entanto, para este trabalho tendo em vista que as

adaptações para o Brasil ficaram restritas ao método inicial, no caso BMWP'; considerou-se este último como a base desta pesquisa.

O BMWP' é vantajoso porque é um método de aplicação rápida e simples, possui uma resolução taxonômica em nível de família, não considerando aspectos quantitativos como a contagem do número de espécies e de indivíduos, incorporando, principalmente, organismos da Classe Insecta, Crustáceos e Moluscos.

Como vários outros índices produzidos, BMWP' se baseia em um gradiente de sensibilidade de organismos-chaves, tendo no topo de sua tabela os considerados mais sensíveis à poluição orgânica e no final da mesma, estão os considerados resistentes.

O *score* obtido da aplicação deste índice é o resultado da soma da pontuação correspondente a cada táxon que foi encontrado no trecho do estudo (**Tab. 2**).

Tabela 2 – Valores de sensibilidade dos grupos taxonômicos utilizados para o cálculo do BMWP' neste trabalho.

Táxon	Pontuação
Calopterygidae, Gomphidae, Libellulidae	8
<i>M. tuberculata</i> , Leptohiphidae, Hydroptilidae	6
Simuliidae, Belostomatidae, Hydropsychidae	5
Ceratopogonidae, Baetidae, Caenidae, Corydalidae	4
<i>Biomphalaria sp</i> , Hydrophilidae, Gyrinidae	3
Chironomidae, Ephydriidae	2

Para a confecção da tabela 2 foram comparados os valores de tolerância de cada família encontrados nos trabalhos de Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1988); Alba-Tercedor (1996); Cota *et al.* (2002); Baldan (2006); Strieder *et al.* (2006); Alba-Tercedor (2007); Figueroa *et al.* (2007) e Monteiro *et al.* (2008). Desde modo, foi considerado como o valor de tolerância de família aquele que mais se repetiu entre esses trabalhos.

Para algumas famílias, a exemplo de Belostomatidae, não foi possível encontrar um valor de moda, por isso, foi considerada como pontuação final o valor mais próximo da média, já para família Protoneuridae, a qual não foi citada em nenhum desses trabalhos, não foi atribuído nenhum valor.

Ao final da aplicação deste índice biótico é possível apresentar seus resultados de maneira compreensível a qualquer técnico não muito especializado no assunto, pois o mesmo define uma coloração para cada tipo de classificação d'água encontrada (**Tab. 3**), fato que

também permite um mapeamento da intensidade da poluição orgânica, tornando-se uma ótima ferramenta para os gestores ambientais. Outra vantagem desse índice é ser um dos poucos índices já adaptados e aplicados em uma região da área Neotropical

Tabela 3 – Classificação da qualidade das águas segundo o BMWP' (*Biological Monitoring Working Party Score System*) e cores para representações gráficas. Fonte: Baldan (2006)

Classe	Qualidade	Valor	Significado	Cor
I	Ótima	>150	Águas prístinas (muito limpas)	Lilás
II	Boa	101-120	Águas não poluídas, sistema perceptivelmente não alterado	Azul
III	Aceitável	61-100	Evidentes efeitos moderados de poluição	Verde
IV	Duvidosa	36-60	Águas poluídas (sistemas alterados)	Amarelo
V	Crítica	16-35	Águas muito poluídas (sistemas muito alterados)	Laranja
VI	Muito Crítica	<15	Águas fortemente poluídas (sistemas fortemente alterados)	Vermelho

Visando diminuir o erro de esforço analítico foram comparados os valores obtidos no índice BMWP' com os encontrados no índice complementar ASPT (*Average Score Per Táxon*) seguindo os trabalhos de Junqueira *et al.* (2000), Clarke *et al.* (2002), Cota *et al.* (2002) e Paz *et al.* (2008). O ASPT é o resultado da divisão do valor encontrado no BMWP' pelo total de famílias encontradas no ponto, sua utilização é importante para confirmar os resultados obtidos pelo BMWP'. Além disso, também oferece uma tabela de classificação da qualidade da água (**Tab. 4**) (MANDAVILLE, 2002).

Tabela 4 – Classificação da qualidade segundo o Índice ASPT. Fonte: Mandaville (2002).

Valor ASPT	Qualidade da Água
> 6	Água Limpa
5 - 6	Qualidade Duvidosa
4 - 5	Poluição Moderada
< 4	Poluição Grave

a) Período amostral

Considerando os trabalhos de Extence (1981), Melo-Júnior e Irusta (2004) e Abílio *et al.* (2007) os quais consideram que em regiões do semi-árido o período sazonal de estiagem representa melhor sua comunidade bentônica, todas as coletas para este índice foram realizadas nesta estação. Assim, durante o ano de 2006, foi realizado um total de cinco coletas entre os meses de setembro a dezembro, nas seguintes datas: 28 e 29/09; 16 e 17/10 – 29 e 30/10 – 12 e 13/11; e 03 e 04/12.

b) Procedimentos em campo

As coletas foram executadas de modo manual através de peneira coletora triangular (tipo *D-frame tip net*) de cabo longo com malha dupla de 0,8mm de trama, com dimensões de 30 x 40 cm, a qual é um método qualitativo de coleta direta. Com este equipamento foi amostrada, com esforço de quinze minutos, uma réplica tanto do sedimento como de macrófitas aquáticas para cada coleta.

Em seguida o material foi acondicionado em vasilhames plásticos separados devidamente etiquetados e contendo álcool etílico hidratado (80%), para serem transportado ao Laboratório de Entomologia – UFRN (LABENT).

Concomitantemente às coletas da fauna bentônica foram retiradas também amostras da coluna de água para caracterização física e química de cada ponto amostral. As variáveis analisadas foram: oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, temperatura, medidos “*in loco*” com equipamento multi-função da marca Hach. Somam-se a esses as determinações do nitrato, fósforo total e DBO₅ realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas e Microbiológicas do PPGES/UFRN, conforme recomendações do “Standard Methods”, APHA-AWWA-WPCF (1995).

As determinações das concentrações médias de metais pesados (cobre total, chumbo, zinco, cádmio, cromo, níquel e mercúrio) são conforme “Standard Methods” APHA-AWWA-WPCF (1995). Os dados pluviométricos foram fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

c) Triagem e identificação dos espécimes

Após a chegada ao LABENT, as amostras foram submetidas à limpeza, triagem e contagem dos indivíduos encontrados.

Os organismos foram separados, preservados em álcool etílico hidratado (70%) e rotulados novamente até sua identificação. Após a identificação, os indivíduos foram depositados na coleção entomológica da UFRN.

Os espécimes foram identificados em nível de família através de estereo-microscopia e de múltiplas chaves taxonômicas (EDMUNDS *et al.*, 1963; MCCAFFERTY e PROVONSHA, 1994; MERRITT e CUMMINS, 1996; NIESSER e MELO, 1997).

d) Análise dos dados

A abundância numérica foi determinada considerando os indivíduos encontrados tanto no sedimento como na vegetação de cada ponto. Já a abundância relativa (em percentagem) foi calculada a partir dos valores da abundância numérica, tanto para o grupo taxonômico de cada ponto quanto para o total de cada grupo para todos os pontos.

Ainda foram calculados os seguintes índices ecológicos para cada ponto de coleta: Riqueza de táxons, de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Shannon-Wiener (J) obtidos com a utilização do programa DivEs - Diversidade de Espécies v2.0 – considerando-se a somatória dos valores totais (vegetação e sedimento) de cada ponto durante o período estudado, ou seja, estiagem de 2006. Para o cálculo destes foi considerado o nível de identificação taxonômica atingido para cada espécime, priorizando a identificação em nível e família.

Ao final, os dados de abundância numérica foram transformados para diminuir a influência dos táxons dominantes, sendo posteriormente realizada uma análise de Cluster e uma análise de similaridade Bray-Curtis, utilizando-se para tal do programa PRIMER 6 β .

3.3.2 Índice Biótico de Famílias – IBF

O Índice Biótico de Família foi adaptado pela primeira vez para ser utilizado em rios da América do Norte por Hilsenhoff (1988), desde então, diversos autores vêm utilizando-o em avaliações de qualidade de rios de países da América Latina como o Chile (FIGUEROA *et al.*, 2003) e Brasil (BALDAN, 2006).

Segundo Baldan (2006) este índice é quantitativo porque além de considerar a diversidade de famílias encontrada, também pondera a abundância de organismos de cada família, atribuindo um valor bioindicador para cada táxon, tendo então, sua pontuação calculada segundo a equação:

$$IBF = \sum(n_i.VTi)/N$$

Onde:

VTi é o valor de tolerância de cada família
 n_i = o número de indivíduos em cada família
 N = o número total de indivíduos.

Além disso, é considerado um índice biótico de fácil aplicação em análises de qualidade da água, pois necessita de uma resolução taxonômica em nível de família e possui baixos custos em termos de tempo e dinheiro (FLORES, 2004).



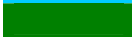




De acordo com Flores (2004) entre as vantagens de sua utilização está sua fácil compreensão, a alta sensibilidade para a qualidade da água e ter resultados confiáveis para aquilo que se deseja observar; além de ser considerada uma metodologia rápida de ser aplicada e útil para ser utilizada na fiscalização por parte de algum órgão público que necessite obter resultados em pouco tempo de trabalho, utilizando um método confiável para avaliação da qualidade a água de uma bacia hidrográfica.

Entre as diferenças encontradas ao comparar o BMWP' com o IBF, está que o último pontua os organismos de maneira inversa ao BMWP' (organismos mais tolerantes com pontuações mais altas) (**Tab. 5**) e classifica a qualidade das águas em sete classes (**Tab. 6**).

Tabela 5 – Pontuações de sensibilidade dos táxons utilizadas para o cálculo o IBF (Índice Biótico de Família).

Táxons		Valor de Tolerância
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Caenidae	7
	Polymitarcyidae	2
	Tricorytidae	4
Diptera	Ceratopogonidae	6
	Chironomidae	7
	Simuliidae	6
Odonata	Aeshnidae	3
	Coenagrionidae	9
	Gomphidae	1
	Libellulidae	9
Trichoptera	Hydropsychidae	4
	Hydroptilidae	4
	Leptoceridae	4
	Polycentropodinae	6
Mollusca	Gastropoda	
	Bilvave	7
	Univalve	
Oligochaeta		8

Tabela 6 – Graus da qualidade da água indicados pelo IBF (HILSENHOFF, 1988).

IBF	QUALIDADE DA ÁGUA	GRAU DE POLUIÇÃO ORGÂNICA	COR
0,00 - 3,5	Excelente	Sem poluição orgânica aparente	
3,51 - 4,5	Muito bom	Poluição orgânica leve	
4,51 - 5,50	Bom	Algum sinal de poluição orgânica	
5,51 - 6,50	Moderado	Poluição orgânica moderada	
6,51 - 7,50	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa	
7,51 - 8,50	Pobre	Poluição orgânica muito significativa	
8,51 - 10,00	Muito pobre	Poluição orgânica severa	

Para a obtenção dos valores de tolerância das famílias demonstrados na tabela 5, foi utilizada uma comparação dos seguintes trabalhos: Hilsenhoff (1988), Figueroa *et al.* (2003), Flores (2004), Figueroa *et al.* (2007) e Baldan (2006), prevalecendo para cada família aquele valor que mais se repetiu. Para as famílias de molusco, o valor estabelecido foi sete para qualquer família, neste caso foi aumentado o nível taxonômico uma vez que nos trabalhos de referência não existiam algumas famílias de molusco que foram encontradas neste trabalho.

a) Período amostral

A determinação do período amostral desta metodologia foi realizada considerando as médias pluviométricas mensais dos últimos dez anos (1996 – 2006) das cidades envolvidas nesta pesquisa, cedidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) (**Fig. 07**), com exceção da cidade de Alto Rodrigues por insuficiência de dados, no entanto, considerando as curvas de isoetas, esta cidade tem a mesma caracterização pluviométrica das demais.

Foram estabelecidas seis campanhas mensais de coletas para os pontos em avaliação: três na estação de estiagem (outubro a dezembro – 2007) e três na estação chuvosa (março a maio - 2008), contudo, devido ao grande volume de chuvas dessa estação, sendo inviável a amostragem nos pontos P3 e P4, foram desprezadas todas as coletas da estação chuvosa, pois seria impossível uma análise mais aprofundada devido a ausência de dados.

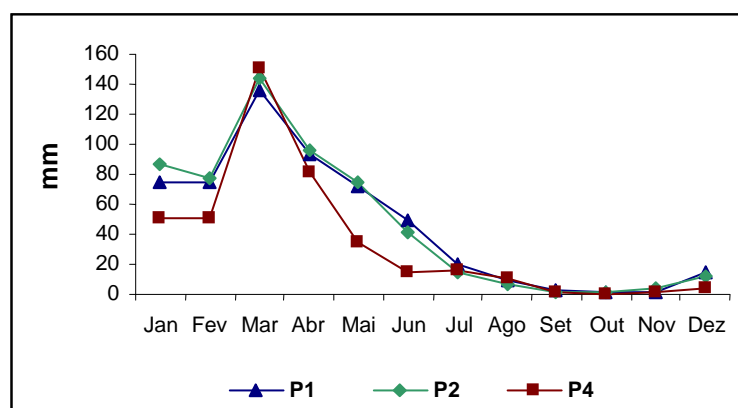


Figura 07 – Médias Pluviométricas dos últimos dez anos (1996-2006) das cidades próximas aos pontos de coleta. P1 – Ponto próximo a Açu; P2 – proximidade de Ipanguaçu; P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues; e P4 – Ponto próximo a Pendências (Fonte: EMPARN)

b) Procedimentos em campo

A macrofauna bentônica foi coletada através de um coletor tipo Draga de *Van Veen* com 0,377cm² de área de acordo com a metodologia sugerida por Bicudo e Bicudo (2004) (**Fig. 08**). Desta forma, foram coletados apenas os macroinvertebrados bentônicos presentes no sedimento.

Foto: EDSON SANTANA



Figura 08 – Coleta da macrofauna bentônica com coletor tipo Draga de *Van Veen*.

As amostragens tiveram como foco a captura da macrofauna bentônica litoral, uma vez que foram realizadas sempre na margem do rio, ressaltando-se que nas amostragens de sedimento foram obtidas três réplicas de diferentes posições da margem em cada ponto de coleta.

Em seguida, visando estabelecer um limite mínimo para a triagem, todas as amostras foram lavadas em peneiras para bentos com malha de abertura de 250 µm, posteriormente o material foi acondicionado em vasilhames plásticos, contendo álcool etílico hidratado (80%) e devidamente rotulados, e então, serem transportados para o Laboratório de Entomologia – UFRN (LABENT).

Em cada ponto amostral foram mensurados os seguintes fatores abióticos: Temperatura da Água e Ar (°C) e pH (**Fig. 09**), enquanto os dados de Pluviometria (mm) foram obtidos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

Foto: EDSON SANTANA



Figura 09 – Mensuração *in loco* dos fatores abióticos.

Para análise de parâmetros não mensuráveis - por exemplo, odor, cor, presença de espumas – foram empregadas planilhas de preenchimento *in loco* (APÊNDICE A) para cada ponto amostral.

c) Procedimentos no laboratório

Após a chegada ao LABENT, as amostras foram submetidas à limpeza, triagem e contagem dos indivíduos encontrados.

Os organismos foram separados, preservados em álcool etílico hidratado (70%) e rotulados novamente até sua identificação. Todas as informações obtidas nesta primeira etapa laboratorial foram recolhidas numa ficha de “análise prévia” criada para essa finalidade.

A identificação dos espécimes encontrados foi realizada no Laboratório de Entomologia/UFRN com ajuda de estereo-microscopia e das mesmas chaves de identificação anteriormente citadas.

O nível de identificação de cada organismo tendeu a ser o mais detalhado possível com as chaves de identificação já publicadas. No geral, foi atingido o nível de Família.

d) Análise dos dados

A abundância relativa, expressa em percentagem, foi calculada a partir dos valores da abundância numérica, tanto do grupo taxonômico para cada ponto como para o período amostrado.

Ainda foram calculados os seguintes índices ecológicos para cada ponto de coleta: Riqueza de táxons, de diversidade de Shannon-Weaver (H'), equitabilidade de Shannon-Wiener (J) obtidos com a utilização do programa DivEs - Diversidade de Espécies v2.0 – considerando-se a somatória dos valores totais de cada ponto.

Não diferente da metodologia passada, foi realizada uma análise de Cluster a partir dos dados de abundância numérica transformados para diminuir a influência dos táxons dominantes e uma análise de similaridade Bray-Curtis, utilizando-se para tal do programa PRIMER 6 β .

3.4 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE SENSIBILIDADE DOS GRUPOS QUANTO À POLUIÇÃO ORGÂNICA

A determinação do grau de sensibilidade (sensíveis, tolerantes e resistentes) quanto à poluição orgânica encontrada em corpos hídricos, entre os táxons encontrados, foi realizada confrontando pontuações ou valores de tolerância utilizados na determinação de índices bióticos dos trabalhos Alba-Tercedor e Sánchez-Ortega (1988), Hilsenhoff (1988), Alba-Tercedor (1996), Cota *et al.* (2002), Figueroa *et al.* (2003), Flores (2004), Baldan (2006), Strieder *et al.* (2006), Alba-Tercedor (2007), Figueroa *et al.* (2007), Monteiro *et al.* (2008).

Para os táxons os quais houve uma dualidade, tendo ao final duas possibilidades de sensibilidade, foi considerada a que correspondia ao BMWP' por este ser um índice biótico mais utilizado e mais adaptado para a região neotropical.

A família Protoneuridae não recebeu um grau de sensibilidade porque não foi citada em nenhum destes trabalhos.

3.5 DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DO TRECHO BAIXO DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN

A determinação da composição da comunidade de macroinvertebrados foi realizada considerando a presença do táxon em pelo menos uma das coletas realizadas para este trabalho, bem como, considerando a citação da família no estudo realizado por Andrade *et al.* (2008).

3.6 AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE DE HABITATS

A avaliação do nível de impacto antrópico nos pontos de coletas foi realizada por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats proposto por Callisto *et al.* (2002) (ANEXO A e B) durante as coletas realizadas no período de estiagem de 2007.

4 RESULTADOS

Foto: LABENT/UFRN



“...Cadê a flor que estava aqui?

Poluição comeu.

E o peixe que é do mar?

Poluição comeu

E o verde onde que está?

Poluição comeu

Nem o Chico Mendes sobreviveu.”

(Xote Ecológico - Luiz Gonzaga)

4.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS ENCONTRADAS NO PERÍODO DE ESTIAGEM DO ANO DE 2006

A caracterização física e química da área em estudo em todos os pontos, dada em valores mínimos e máximos, localizada entre as cidades de Assu e Pendências revelou: oxigênio dissolvido (mg/LO₂) 7,12 – 11,31; coliformes termotolerantes (NMP/100mL) 17 - 1600; pH 6,81 – 8,80; DBO₅ (mg/LO₂) 2,32 – 6,29; nitrato (mg/L NO³⁻) 0,18 – 3,51, fósforo total (mg P/L) 0 – 0,28, turbidez (uT) 7 – 21, sólidos totais (mg/L) 80 – 380, temperatura da água (°C) 25 – 30, temperatura ambiente (°C) 24,4 – 37 e ortofosfato solúvel (mg/L) 0,02 – 0,04 (**Tab. 7**).

Tabela 7 – Variáveis físicas e químicas encontradas por ponto de coleta durante o período de setembro a dezembro de 2006.

Parâmetros	Oxigênio dissolvido (mg/L O ₂)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	pH	DBO5 (mg/L O ₂)	Nitrato - NO ₃ (mg/L NO ₃ -)	Fósforo total (mgP/L)	Turbidez (uT)	Sólidos Totais (mg/L)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do Ambiente (°C)	Ortofosfato solúvel (mg/L)	Clorofila "a" (ug/L)	Cor (uH)		
P1	1ª	7,12	27	6,81	4,8	0	0,07	12	80	25,7	24,4	0,02	34,53	62	
	2ª	7,8	33	7,99	4,99	3,51	0,07	11	150	25,6	23,6	0,02	56,13	62	
	Coletas	3ª	8,5	49	8,3	4,8	0	0,13	7	90	27	27	0,02	36,04	51
		4ª	12,1	240	8,77	3,82	0,34	0,05	12	180	30	29	0,03	47,24	62
		5ª	11,31	17	8,8	2,62	0,46	0,02	15	120	28,9	25	0,04	21,55	87
	Média	9,366	73	8,134	4,206	0,862	0,068	11,4	124	27,44	25,8	0,026	39,098	64,8	
	Máximo	12,1	240	8,8	4,99	3,51	0,13	15	180	30	29	0,04	56,13	87	
	Mínimo	7,12	17	6,81	2,62	0	0,02	7	80	25,6	23,6	0,02	21,55	51	
P2	1ª	10,29	33	7,02	3,52	0	0	8	120	25,8	24,8	0,03	13,12	39	
	2ª	9,17	79	7,25	4,79	2,97	0,09	13	140	27	25,7	0,02	60,38	77	
	Coletas	3ª	8,9	130	8,18	4,29	0	0,11	9	170	29	27	0,02	50,59	63
		4ª	10,03	350	8,49	4,99	0,18	0	12	19	30	29	0,04	36,47	64
		5ª	9,9	920	8,54	2,67	0,33	0,02	14	150	29	25	0,05	19,05	87
	Média	9,658	302	7,896	4,052	0,696	0,044	11,2	119,8	28,16	26,3	0,032	35,922	66	
	Máxima	10,29	920	8,54	4,99	2,97	0,11	14	170	30	29	0,05	60,38	87	
	Mínima	8,9	33	7,02	2,67	0	0	8	19	25,8	24,8	0,02	13,12	39	

P1 – Ponto próximo à Açú e P2 – proximidade de Ipangaçu,.

... continuação tabela 7.

Parâmetros		Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	pH	DBO5 (mg/L O ₂)	Nitrato - NO ₃ (mg/L NO ₃ -)	Fósforo total (mgP/L)	Turbidez (uT)	Sólidos Totais (mg/L)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do Ambiente (°C)	Ortofosfato solúvel (mg/L)	Clorofila "a" (ug/L)	Cor (uH)	
P3	1 ^a	10,03	240	7,65	2,32	0	0,14	8	150	27,6	26,4	0,03	16,58	37	
	2 ^a	7,92	33	8,38	5,69	1,21	0,05	19	200	29,4	26,2	0,04	58,9	102	
	Coletas	3 ^a	9	920	8,08	4,01	0	0,28	13	160	25	27	0,03	61,68	98
		4 ^a	9,34	540	8,32	4,3	0,39	0,06	21	80	30	28	0,03	39,78	111
		5 ^a	10,08	540	8,8	2,91	0,44	0	11	130	28,7	29,9	0,03	6,5	63
	Média	9,274	455	8,246	3,846	0,408	0,106	14,4	144	28,14	27,5	0,032	36,688	82,2	
	Máxima	10,08	920	8,8	5,69	1,21	0,28	21	200	30	29,9	0,04	61,68	111	
	Mínima	7,92	33	7,65	2,32	0	0	8	80	25	26,2	0,03	6,5	37	
P4	1 ^a	10,76	350	7,46	3,07	0	0	12	150	28,3	27,4	0,02	4,83	67	
	2 ^a	9,25	33	8,03	6,29	0	0,1	18	290	29,9	26,1	0,02	26,3	96	
	Coletas	3 ^a	8,02	240	7,92	5,11	0	0,13	16	210	30	31	0,02	26,33	108
		4 ^a	7,93	1600	7,53	4,68	0,55	0,02	19	240	30	37	0,04	43,93	102
		5 ^a	7,83	1600	7,95	2,5	0,59	0	10	380	28,9	24,8	0,04	15,86	63
	Média	8,758	765	7,778	4,33	0,228	0,05	15	254	29,42	29,26	0,028	23,45	87,2	
	Máxima	10,76	1600	8,03	6,29	0,59	0,13	19	380	30	37	0,04	43,93	108	
	Mínima	7,83	33	7,46	2,5	0	0	10	150	28,3	24,8	0,02	4,83	63	

P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências

O maior índice pluviométrico foi registrado para o ponto próximo à cidade de Ipanguaçu (P2), no mês de dezembro de 2006, com valor igual a 17,7 mm. Durante todo mês de outubro, foi observada uma pluviometria nula para os quatro pontos de coletas. (Fig. 10).

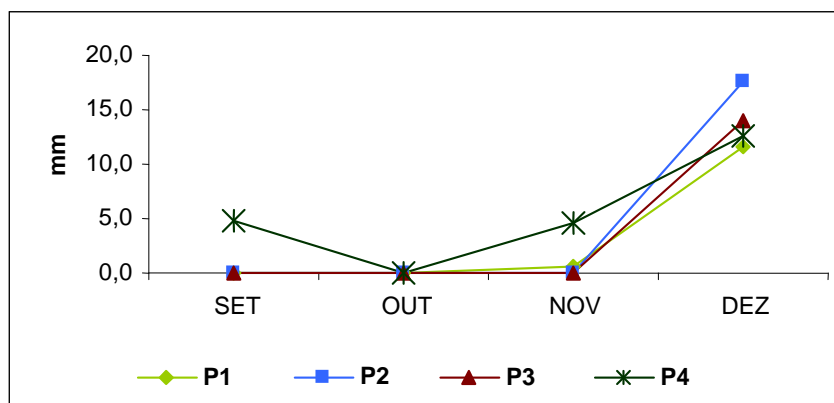


Figura 10 – Pluviometria (mm) mensal registrada para os quatro pontos de coleta durante os quatro meses de amostragem no rio Piranhas-Açu/RN em 2006 (P1 – Ponto próximo à Açú; P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências). Fonte: EMPARN

Com relação aos metais pesados, foram encontradas, entre os quatro pontos analisados, as seguintes médias: cobre total (mg/L) 0,03, chumbo (mg/L) 0,03, zinco (mg/L) 0,22, cromo (mg/L) 0,01, níquel (mg/L) 0,01 e cádmio (mg/L) 0,00. Mercúrio (mg/L) não foi detectado nas amostras (Tab. 8).

Tabela 8 - Médias dos valores encontrados para os metais pesados dos cinco pontos de coleta nas amostragens de setembro a dezembro de 2006.

Pontos	Cobre Total	Chumbo	Zinco	Cádmio	Cromo	Níquel	Mercúrio
P1	0,032	0,024	0,48	0	0	0	0
P2	0,018	0,006	0,224	0	0,026	0	0
P3	0,028	0,004	0,068	0	0	0	0
P4	0,032	0,1	0,09	0,012	0,012	0,044	0

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

4.2 RESULTADOS ENCONTRADOS PARA METODOLOGIA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO ÍNDICE BIÓTICO BMWP'

A somatória dos indivíduos coletados na vegetação e no sedimento, utilizando a metodologia correspondente ao BMWP', foi de 12.151 indivíduos entre moluscos e insetos. Dos 21 táxons identificados, os mais abundantes entre os quatros pontos analisados foram Chironominae (Chironomidae, Diptera), *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774) (Mollusca) e Baetidae (Ephemeroptera) (**Tab. 9**).

Tabela 9 – Abundância total de indivíduos e abundância relativa dos espécimes encontrados durante o período de seca de 2006 em cada ponto de coleta. (Ab – Abundância total; Ab % – Abundância relativa)

TÁXONS	P1		P2		P3		P4		Ab	Ab %	
	Ab	Ab %	Ab	Ab %	Ab	Ab %	Ab	Ab %			
Mollusca	<i>Biomphalaria sp</i>	264	7,09	32	0,67	20	0,72	44	5,00	360	2,96
	<i>M. tuberculata</i>	1096	29,44	685	14,32	363	13,12	75	8,52	2219	18,26
Coleoptera	Hydrophilidae	108	2,90	1	0,02	0	0	20	2,27	129	1,06
	Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	1	0,11	1	0,01
Diptera	Chironominae	349	9,37	2252	47,09	1711	61,86	635	72,16	4947	40,71
	Orthoclaadiinae	204	5,48	387	8,09	202	7,30	10	1,14	803	6,61
	Tanypodinae	185	4,97	313	6,55	84	3,04	5	0,57	587	4,83
	Simuliidae	0	0	114	2,38	36	1,30	4	0,45	154	1,27
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	1	0,11	1	0,01
	Ephydriidae	0	0	4	0,08	0	0	0	0	4	0,03
Ephemeroptera	Baetidae	1242	33,36	177	3,70	4	0,14	27	3,07	1450	11,93
	Caenidae	6	0,16	23	0,48	9	0,33	0	0	38	0,31
	Leptohyphidae	120	3,22	442	9,24	170	6,15	13	1,48	745	6,13
Hemiptera	Belostomatidae	1	0	5	0,10	0	0	0	0	6	0,05
Odonata	Calopterygidae	0	0	4	0,08	0	0	0	0	4	0,03
	Gomphidae	18	0,48	17	0,36	29	1,05	0	0	64	0,53
	Libellulidae	1	0,03	1	0,02	9	0,33	0	0	11	0,09
	Protoneuridae	0	0	8	0,17	0	0	0	0	8	0,07
Megaloptera	Corydalidae	0	0	0	0	0	0	12	1,36	12	0,10
Trichoptera	Hydroptilidae	44	1,18	22	0,46	29	1,05	33	3,75	128	1,05
	Hydropsychidae	85	2,28	295	6,17	100	3,62	0	0	480	3,95
Total		3723		4782		2766		880		12151	

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipangaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

A abundância de organismos foi maior no ponto P2, com 4782 organismos, seguido pelo ponto P1 com 3723 (**Fig. 11**). No entanto, o último apresentou como grupo de maior abundância relativa de Baetidae, enquanto, nos demais, foi observado a predominância de Chironominae. O ponto P4 apresentou os menores valores de abundância com apenas 880 espécimes, dos quais 72,02 % constituía-se de Chironominae.

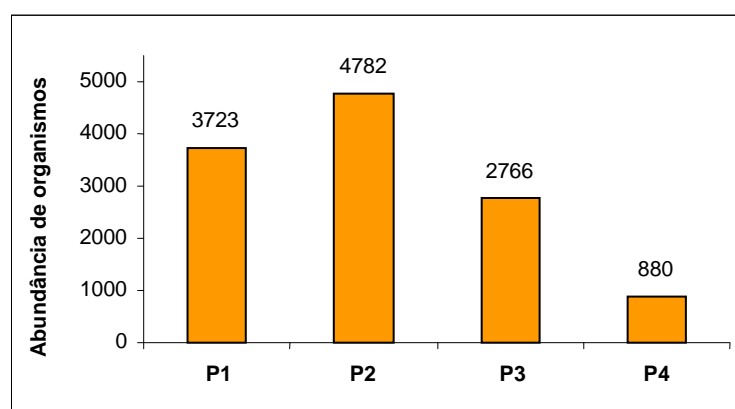


Figura 11 – Abundância total de espécimes coletados por ponto de coleta considerando-se a somatória das cinco amostragens realizadas (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

A maior parte dos organismos esteve presente em todos os quatro pontos de amostragem, no entanto, as famílias Protoneuridae, Calopterygidae, Gyrinidae, Ephydriidae, Corydalidae e Ceratopogonidae, se limitaram à apenas um dos pontos (**Tab. 10**).

Em relação à riqueza de táxons, o P2 apresentou o maior valor com 18 táxons presentes, enquanto os pontos P3 e P4 obtiveram ambos a menor riqueza com 13 táxons (**Tab. 11**).

A maior diversidade de táxons (H') foi obtida no P1 com valor igual a 0,7977; e a menor foi observado no P4, com $H' = 0,5004$. Os valores obtidos para Equitabilidade (J) seguiram o mesmo padrão decrescente (do mais a montante ao mais a jusante) apresentado pela diversidade (**Fig. 12**), desse modo, o ponto P1 obteve o maior valor com $J = 0,696$; e ponto P4, o menor valor com $J = 0,4492$. Na tabela X, são apresentados os valores da Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade - Shanon-Wiener (J).

Tabela 10 – Grupos taxonômicos encontrados por ponto amostral durante os quatro meses de amostragens do ano de 2006 (+ - presença; 0 - ausência).

TÁXONS		P1	P2	P3	P4
Mollusca	<i>Biomphalaria sp</i>	+	+	+	+
	<i>M. tuberculata</i>	+	+	+	+
Coleoptera	Hydrophilidae	+	+	0	+
	Gyrinidae	0	0	0	+
Diptera	Chironominae	+	+	+	+
	Orthoclaadiinae	+	+	+	+
	Tanypodinae	+	+	+	+
	Ephydriidae	0	+	0	0
	Simuliidae	0	+	+	+
	Ceratopogonidae	0	0	0	+
Ephemeroptera	Baetidae	+	+	+	+
	Caenidae	+	+	+	0
	Leptohyphidae	+	+	+	+
Hemiptera	Belostomatidae	+	+	0	0
Megaloptera	Corydalidae	0	0	0	+
Odonata	Calopterygidae	0	+	0	0
	Gomphidae	+	+	+	0
	Libellulidae	+	+	+	0
	Protoneuridae	0	+	0	0
Trichoptera	Hydroptilidae	+	+	+	+
	Hydropsychidae	+	+	+	0

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

Tabela 11 – Riqueza de táxons, Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade - Shanon-Wiener (J) encontrados nos pontos de coleta durante o verão de 2006.

PONTOS	Riqueza de Táxons	H'	J:
P1	14	0,7977	0,696
P2	18	0,7623	0,6073
P3	13	0,6023	0,5407
P4	13	0,5004	0,4492

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

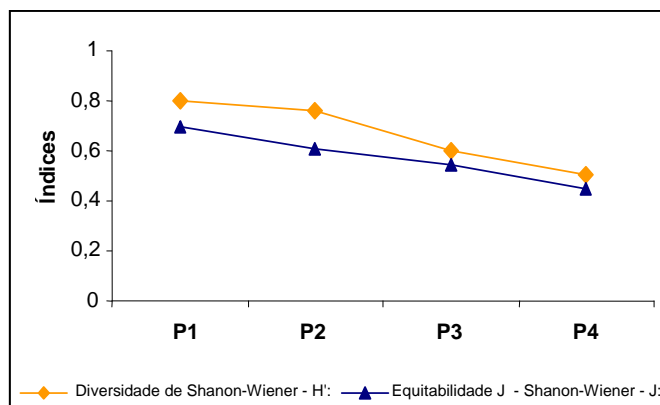


Figura 12 – Distribuição do Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade - Shanon-Wiener (J) da macrofauna bentônica nos pontos de coleta durante o verão de 2006 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

O Índice de Bray-Curtis indicou que a semelhança entre as assembléias de macroinvertebrados bentônicos dos quatro pontos estudados é superior à 40% (**Fig.13**).

A análise de Cluster evidenciou que os pontos P1, P2 e P3 possuem uma semelhança maior entre eles, em termos de estrutura de comunidade, do que entre o P4, embora não tenha demonstrado nenhuma separação de grupos.

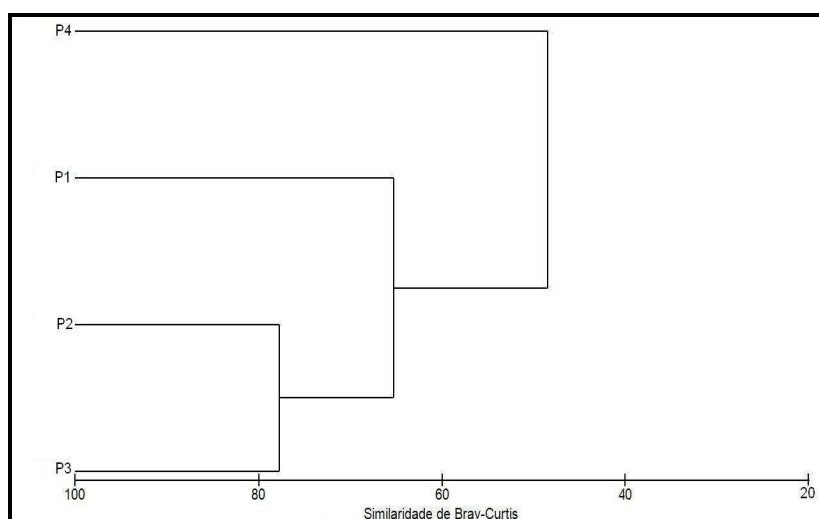


Figura 13 – Análise de Cluster e similaridade de Bray-Curtis entre os quatro pontos de coleta situados no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN durante o período de estiagem de 2006 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

O cálculo do BMWP' indicou que durante o período estudado, a maioria dos pontos analisados possuiu águas enquadradas na classe IV, correspondendo a águas poluídas quanto à poluição orgânica. A exceção encontrada foi o ponto P2 que obteve uma classificação de qualidade correspondendo à água aceitável (classe III), ou seja, apesar de possuir evidentes efeitos de poluição orgânica, apresenta uma qualidade melhor quando comparados aos outros pontos (**Tab. 12**).

Tabela 12 – Valores obtidos a partir o cálculo do BMWP' para os quatro pontos estudados durante o período de verão de 2006.

Pontos	BMWP' encontrado	Classe	Qualidade	Significado	Cor
P1	60	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistemas alterados)	
P2	75	III	Aceitável	Evidentes efeitos moderados de poluição	
P3	57	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistemas alterados)	
P4	46	IV	Duvidosa	Águas poluídas (sistemas alterados)	

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências

Para a realização do cálculo do índice biótico BMWP' relativo ao ponto P2, não foi considerada a família Protoneuridae, pois como explicado na metodologia deste trabalho, não foi possível atribuir nenhum valor de tolerância para mesma, porém se for considerado suas características bioecológicas as quais são semelhantes à família Coenagrionidae, poder-se-ia atribuir o valor 6, que é o mesmo valor atribuído à última citada pelas pesquisas tomadas como referências. O fato é, que considerando o valor de tolerância da família Protoneuridae como 6 ou não, a classificação da qualidade de tal ponto continua a mesma, seja para o BMWP' ou para o ASPT.

Os valores encontrados para o ASPT (*Average Score Per Taxa*) possibilitaram uma interpretação diferente do índice anterior, uma vez que segundo os *scores* obtidos há uma aproximação quanto à qualidade da água com relação à poluição orgânica entre os pontos P1, P2, ou seja, os mesmos foram classificados com uma qualidade da água que está entre qualidade duvidosa à poluição moderada; enquanto o ponto mais na proximidade da cidade de Alto do Rodrigues está classificado com uma qualidade duvidosa. Já o P4, o mais próximo da foz do rio estudado, apresentou um grau de poluição moderada (**Tab. 13**).

A comparação dos valores obtidos pelos dois índices aqui mencionados pode ser visualizada na figura 14. De maneira geral, em ambos os índices, o P4 obteve os menores valores.

Tabela 13 – Classificação da qualidade da água quanto ao grau de poluição orgânica segundo o ASPT para os quatro pontos de coleta durante o verão de 2006.

Pontos	ASPT	Qualidade
P1	5,00	Qualidade duvidosa à poluição moderada
P2	5,00	Qualidade duvidosa à poluição moderada
P3	5,18	Qualidade duvidosa
P4	4,18	Poluição moderada

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências

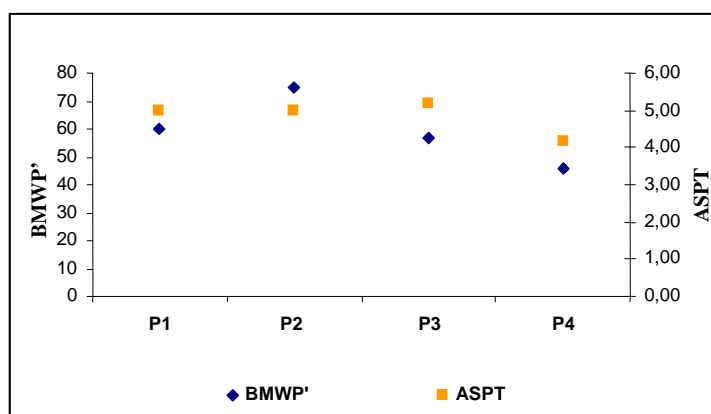


Figura 14 – Comparação entre os valores encontrados para o IBMWP' e o ASPT. (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

4.3 VARIÁVEIS ABIÓTICAS OBTIDAS NO PERÍODO DE ESTIAGEM DE 2007

As medições de pH demonstraram que ao longo dos quatro pontos de coletas os valores desta variável se mostraram relativamente semelhantes, variando entre 7,5 a 8,81, de uma forma geral, a média dos valores encontrados para cada ponto de coleta esteve próximo a 8, demonstrando um caráter ligeiramente alcalino do trecho estudado.

O comportamento pluviométrico dos quatro pontos de agosto/07 a agosto/08 está demonstrado na figura 15.

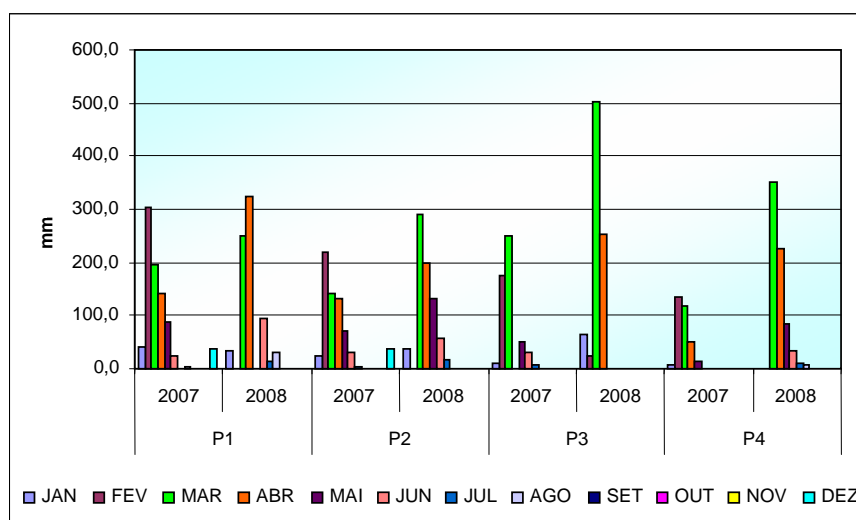


Figura 15 – Pluviometria dos pontos de coleta entre agosto/2007 e agosto/2008 coleta (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçú, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

Durante o período de chuva do ano de 2008, houve uma grande enchente envolvendo a área de estudo. O impacto da chuva foi tão elevado que quase todas as cidades próximas aos pontos de coletas ficaram alagadas. Desse modo, não foi possível a execução do trabalho nos pontos P3 e P4 durante os meses de abril e maio de 2008. Até mesmo nos P1 e P2, onde o acesso ainda foi possível, percebeu-se uma mudança nas características físicas - por exemplo: mudanças na composição do substrato, maior erosão das margens e extração da mata ciliar - dos pontos de coletas, uma vez que a força das águas extraiu parte da vegetação marginal (**Fig.16, 17, 18 e 19**). Também foi observado o aumento de afluentes domésticos nos pontos de coletas.



Figura 16 - Comparação visual do ponto de coleta P1 (próximo à cidade de Açú) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).



Figura 17 - Comparação visual do ponto de coleta P2 (próximo à cidade de Ipanguaçu) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).



Figura 18 – Comparação fotográfica entre o ponto de coleta P3 (próximo a cidade de Alto dos Rodrigues) no período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).



Figura 19 - Comparação fotográfica do ponto de coleta P4 (próximo à cidade de Pendências) entre o período de estiagem (2007) e o de chuva (2008) (E – estiagem; Ch – Chuva; Seta – ponto de coleta).

Com relação à avaliação dos parâmetros não mesuráveis preenchidos *in loco* (APÊNDICE A), que auxiliaram no preenchimento do protocolo de avaliação rápida de habitat (CALLISTO *et al.*, 2002), não foi sentido odor e não houve presença de espumas entre os pontos P1 e P2. Nos P3 e P4, em algumas coletas, pôde-se sentir odor (ovo podre).

A coloração da água nos pontos de coletas variou ao longo do período de estudo entre verde claro e verde escuro. A presença de lixo (plástico, papel, roupas, entre outros) na margem dos pontos foi constante.

Em algumas coletas na estação de estiagem, foram detectadas presença de óleo nas águas. Nos pontos P3 e P4, respectivamente próximos às cidades de Alto do Rodrigues e Pendências, por inúmeras vezes foram observadas lavagens de veículos (motos, carros, entre outros) em suas margens (Fig. 20).



Figura 20 – Lavagem de carro no ponto P3, próximo à cidade de Alto do Rodrigues.

4.4 RESULTADOS ENCONTRADOS PARA A METODOLOGIA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO ÍNDICE BIÓTICO DE FAMÍLIA

Durante todo o período amostrado, empregando-se a metodologia de coleta estabelecida para o Índice Biótico de Família - IBF, foram obtidos 14.780 indivíduos. Os organismos encontrados estão distribuídos entre 15 táxons, dos quais 11 são insetos e 4 são representantes de Mollusca.

Entre os táxons de insetos, ocorreram organismos de Ephemeroptera, Diptera, Hemiptera e Odonata, com grande predominância numérica de Chironomidae. No que tange aos moluscos, novamente a espécie *Melanoides tuberculata*, um molusco exótico para a região, junto com o gênero *Biomphalaria sp.*, foram os mais abundantes (**Tab. 14**).

Tabela 14 - Abundância total e relativa de macroinvertebrados bentônicos ao longo dos pontos amostrados durante o verão de 2007 (Ab total – Abundância numérica total; Ab% - Abundância relativa).

TÁXONS	P1		P2		P3		P4		Ab total	Ab %	
	Ab	Ab %	Ab	Ab %	Ab	Ab %	Ab	Ab %			
Ephemeroptera	Baetidae	36	0,67	0	0	36	0,56	8	0,36	80	0,54
	Caenidae	0	0	0	0	0	0	12	0,53	12	0,08
	Polymitarcyidae	0	0	0	0	420	6,48	32	1,42	452	3,06
	Leptohyphidae	8	0,15	0	0	556	8,58	8	0,36	572	3,87
Diptera	Chironomidae - Chironominae	884	16,42	432	64,67	3436	53,02	164	7,30	4916	33,26
	Chironomidae - Orthoclaadiinae	1524	28,31	8	1,20	152	2,35	0	0	1684	11,39
	Chironomidae - Tanypodinae	40	0,74	124	18,56	232	3,58	4	0,18	400	2,71
Hemiptera	Gerridae	0	0	4	0,60	0	0	0	0	4	0,03
	Notonectidae	0	0	4	0,60	0	0	0	0	4	0,03
Odonata	Coenagrionidae	4	0,07	0	0	0	0	0	0	4	0,03
	Gomphidae	4	0,07	8	1,20	28	0,43	8	0,36	48	0,32
Mollusca	<i>Biomphalaria sp.</i>	1176	21,84	16	2,40	12	0,19	124	5,52	1328	8,99
	<i>M. tuberculata</i>	1684	31,28	72	10,78	1568	24,20	1876	83,45	5200	35,18
	Pisidiidae	16	0,30	0	0	40	0,62	12	0,53	68	0,46
	<i>Pomacea lineata</i>	8	0,15	0	0	0	0	0	0	8	0,05
Total		5384		668		6480		2248		14780	

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

O ponto que apresentou a maior abundância de organismos foi P3, na proximidade da cidade de Alto Rodrigues, com 6480 espécimes coletados, no entanto, a subfamília Chironominae obteve uma percentagem de 53,02%, seguido por *M. tuberculata* com 24,20%. No ponto mais a jusante do rio, P4, esta distribuição se inverteu, o mesmo apresentou 83,45% de *M. tuberculata*, seguido por Chironominae com 7,30%.

No P1, a espécie exótica *M. tuberculata* apresentou a maior abundância numérica, seguido da subfamília Orthoclaadiinae (Chironomidae). O ponto P2 apresentou como maior abundância numérica a subfamília Chironominae, seguida da subfamília Tanypodinae, ambas da família Chironomidae.

O ponto que apresentou os maiores valores de riqueza de táxons, diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade (J), foi o P1 (**Tab. 15**). Em relação ao P4, este apresentou o menor valor de abundância com 668 indivíduos, dos quais 64,67% pertencem a Chironominae, como também, obteve o menor valor de riqueza de táxons, Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade (J) (**Fig. 21**).

Tabela 15 – Riqueza de táxons, Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade J - Shanon-Wiener (J) para os quatro pontos de coleta durante o período de seca de 2007.

Ponto de coleta	Riqueza de táxons	H'	J
P1	11	0,6371	0,6118
P2	8	0,4739	0,5248
P3	10	0,5952	0,5952
P4	10	0,2995	0,2995

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipangaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências

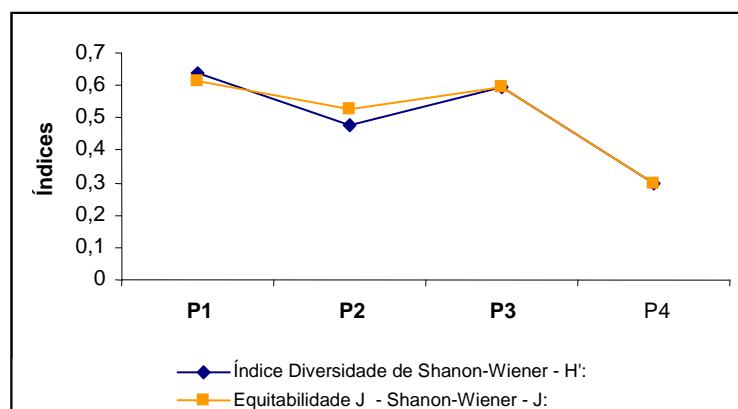


Figura 21 – Comparação do Índice Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade J - Shanon-Wiener (J) entre os quatro pontos estudados durante o verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

De acordo com os dados obtidos, não foi observada uma distribuição padronizada na abundância numérica dos táxons analisados entre os pontos investigados ao longo do rio (Fig. 22). Muito embora eles evidenciem que as maiores abundâncias relativas estão associadas à Chironomidae e *M. tuberculata*.

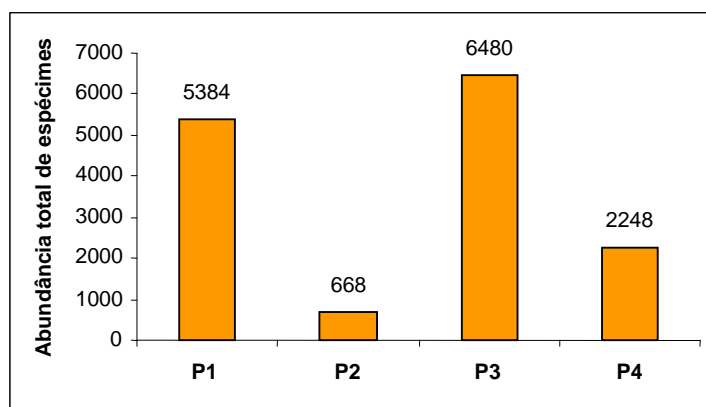


Figura 22 – Distribuição do número de espécimes encontrados nos quatro pontos de coleta no rio Piranhas-Açu/RN durante o verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

As famílias de insetos Baetidae, Gerridae, Notonectidae e Coenagrionidae, bem como a espécie de molusco *Pomacea lineata*, estiveram presentes em apenas um dos quatro pontos analisados, os demais táxons foram encontrados em pelo menos dois dos quatro pontos.

A análise de Cluster realizada para avaliar o grau de similaridade entre as assembléias de macroinvertebrados bentônicos, dos quatro pontos amostrados, indicou que os P1, P3 e P4 são mais semelhantes entre si do que com o ponto P2; ao mesmo tempo em que o Índice de Bray-Curtis evidenciou que a semelhança entre os pontos se estabeleceu em valores acima de 40% (**Fig. 23**).

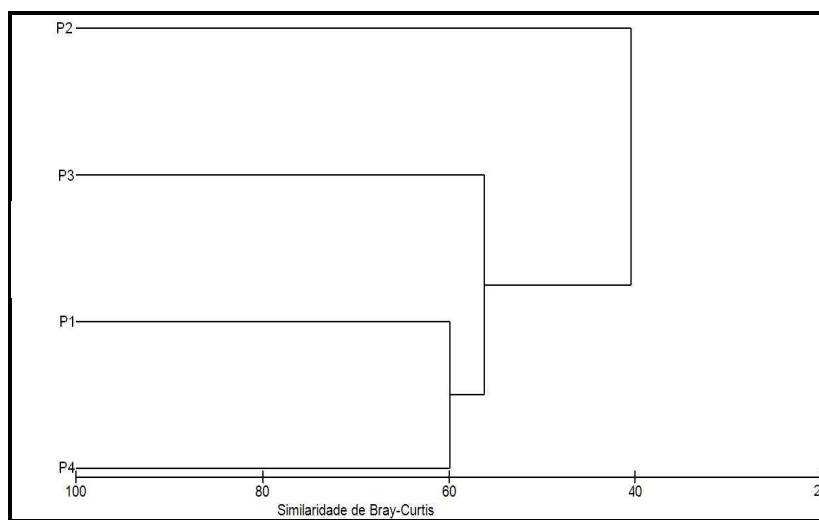


Figura 23 – Análise de Cluster e similaridade de Bray-Curtis entre os quatro pontos de coleta situados no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN para as coletas realizadas no período de verão de 2007 (P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências).

Os resultados obtidos pelo cálculo do Índice Biótico de Família (IBF) demonstraram que todos os quatro pontos estão classificados com uma qualidade da água moderadamente pobre, assim, possuindo um grau de poluição orgânica significativa segundo tal índice (**Tab. 16**).

Tabela 16 – Classificação da qualidade da água do trecho estudado a partir da aplicação do IBF para os quatro pontos de coleta na estiagem de 2007.

Pontos	IBF encontrado	Qualidade da Água	Grau de poluição orgânica	Cor
P1	6,97	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa	
P2	6,93	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa	
P3	6,38	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa	
P4	6,89	Moderadamente pobre	Poluição orgânica significativa	

P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

Ressalva-se que as famílias Gerridae e Notonectidae, ambas da ordem Hemiptera, não foram inclusas no cálculo do índice, a partir do ponto que elas não foram encontradas em nenhum dos trabalhos referenciados para o estabelecimento dos valores de tolerância das famílias para o índice biótico em questão, bem como estiveram presentes na superfície das águas do rio, sendo considerado apenas os organismos presentes no sedimento para elaboração destes cálculos.

4.5 GRAU DE SENSIBILIDADE DOS GRUPOS ENCONTRADOS

Ao longo dos quatro pontos, foram encontrados organismos bentônicos sinalizando graus de sensibilidade variados, no que tange à poluição orgânica e considerando os dois períodos de coleta - verão de 2006 e verão de 2007. Porém, a maior parte destes organismos podem ser classificados como organismos tolerantes, ou seja, organismos que se mantêm presente em seus substratos naturais, mesmo este ambiente sofrendo alguma perturbação de origem orgânica por certo período no rio (**Tab. 17**).

Tabela 17 – Grau de sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos encontrados no rio Piranhas-Açu/RN (S – sensível; T – tolerante; R – resistente).

Táxons		Grau de sensibilidade	Táxons		Grau de sensibilidade	
Mollusca	<i>Biomphalaria sp</i>	R	Hemiptera	Gerridae	R	
	<i>M. tuberculata</i>	R		Belostomatidae	T	
	Pisidiidae	R		Notonectidae	R	
	<i>Pomacea lineata</i>	R	Odonata	Coenagrionidae	T	
Coleoptera	Gyrinidae	R		Calopterygidae	S	
	Hydrophilidae	R		Gomphidae	S	
	Ceratopogonidae	T	Libellulidae	S		
Diptera	Chironomidae	R	Megaloptera	Protoneuridae	?	?
	Ephidridae	R		Corydalidae	T	
	Simuliidae	T		Trichoptera	Hydropsychidae	T
Ephemeroptera	Baetidae	T	Hydroptilidae		T	
	Caenidae	T				
	Leptohyphidae	T				
	Polymitarcyidae	T				

4.6 COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DO TRECHO BAIXO DO RIO PIRANHAS-AÇU/RN

A macrofauna bentônica do trecho baixo do rio Piranhas-Açu esteve limitada a grupos de insetos, moluscos, aracnídeos, ostracoda e copepoda, sendo estes três últimos encontrados apenas nas coletas realizadas por Andrade *et al.* (2008).

Ao que se refere aos grupos encontrados, apenas neste trabalho, utilizando-se as duas metodologias, foram identificados somente 25 famílias que estão distribuídas entre insetos e moluscos (**Tab. 18**).

Tabela 18 – Composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos encontrada no trecho baixo do Rio Piranhas-Açu/RN.

TÁXONS			
Coleoptera	Dytiscidae	Megaloptera	Corydalidae
	Helodidae	Odonata	Corduliidae
	Elmidae		Aeshniae
	Hydrophilidae		Calopterygidae
	Gyrinidae		Coenagrionidae
Diptera	Ceratopogonidae		Gomphidae
	Chironomidae		Libellulidae
	Culicidae		Megapodagrionidae
	Simuliidae		Protoneuridae
	Ephidridae	Trichoptera	Hydropsychidae
Ephemeroptera	Baetidae		Hydroptilidae
	Caenidae		Philopotamidae
	Leptohyphidae	Gastropoda	Mesogastropoda
Hemiptera	Polymitarcyidae		Basommatophora
	Belostomatidae		Caenogastropoda
	Corixidae	Bivalvia	Verenoida
	Gerridae	Arachnidae	Araneae
	Mesoveliidae		Acari
	Naucoridae	Malacostraca	Decapoda
	Notonectidae	Ostracoda	Ostracoda
	Pleidae	Copepoda	Cyclopoidae
Lepidoptera	Veliidae		
	Pyralidae		

Os insetos apresentaram a maior proporção de Ordens encontradas e, conseqüentemente, de famílias. Entre os Coleoptero, foram encontradas cinco famílias (Dyticidae, Helodidae, Elmidae, Hydrophilidae e Gyrinidae). As famílias de Diptera foram Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Simuliidae e Ephydriidae.

Com relação à Ephemeroptera, foram registradas quatro famílias: Baetidae, Caenidae, Leptohyphidae e Polymitarciidae, esta última registrada somente em coletas desta pesquisa.

As ordens Hemiptera e Odonata apresentaram igualmente oito famílias, constituindo as ordens com o maior número de famílias. Enquanto Lepidoptera e Megaloptera apresentaram, cada uma, apenas uma família, sendo estas respectivamente Pyralidae e Corydalidae.

Os moluscos apresentaram espécimes das duas classes: Gastropoda e Bivalvia, Entre as espécies de gastrópodes, houve o registro do molusco exótico *M. tuberculata* para a região.

4.7 DIVERSIDADE DE HABITATS

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats proposto por Callisto *et al.* (2002), classificou os pontos P1 e P2 como trechos “alterados” e os pontos P3 e P4 como trechos “impactados” (**Tab. 19**).

Tabela 19 – Resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação proposto por Callisto *et al.* (2002) para os quatro pontos estudados durante o período de estiagem de 2007

PARÂMETROS	PONTOS AMOSTRAIS			
	P1	P2	P3	P4
1	2	2	0	0
2	2	2	4	0
3	0	0	2	0
4	0	0	0	0
5	4	4	2	2
6	4	4	2	2
7	2	2	2	2
8	4	4	2	2
9	4	4	4	4
10	2	2	2	2
11	2	2	0	0
12	2	2	2	0
13	2	2	0	0
14	0	0	0	0
15	3	5	2	2
16	5	3	2	2
17	5	3	3	3
18	2	2	3	5
19	0	0	0	0
20	2	2	2	2
21	0	0	0	0
22	5	3	0	0
Pontuação	52	48	34	28
Estado	Alterado	Alterado	Impactado	Impactado

5 DISCUSSÃO

Foto: LABENT/UFRN



*“...Sujamos rios, dependemos das águas
Tanto faz os meios violentos
Luxúria é ética do perverso vivo
Morto por dinheiro...”
(Absurdo - Vanessa da Mata)*

5.1 AVALIAÇÃO BASEADA NAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS

Os sistemas lóticos estão submetidos a numerosas perturbações antropogênicas, sejam elas de origem física, como a canalização de rios e bacias hidrográficas, ou química, como a contaminação por matéria orgânica, a eutrofização e a contaminação por rejeitos de atividade mineradora (ALLAN, 1995; ALONSO e CAMARGO, 2005). Esses processos de interferência antrópica acabam por produzir mudanças na estrutura e no funcionamento das comunidades biológicas que vivem nos rios (ARIAS *et al.*, 2007).

Os resultados obtidos para as variáveis físicas e químicas na primeira metodologia deste trabalho, aplicada ao rio Piranhas-Açu/RN, permitem inferir que, embora, os níveis de alguns fatores, tais como oxigênio dissolvido (NMP/100mL) e nitrato (mg/L NO_3^-) estejam de acordo com a classificação da água em classe 1 para águas doces da Resolução 357/05-CONAMA, valores encontrados para parâmetros importantes como Coliforme termotolerantes (NMP/100mL), DBO_5 (mg/L O_2), Fósforo Total (mgP/L) e Clorofila “a” (ug/L) na maioria das coletas, estiveram acima do permitido para o enquadramento em tal classe.

Esses valores acima do permitido para classe 1 da referida resolução demonstram um certo grau de impacto do corpo hídrico quanto à poluição orgânica, uma vez que estes fatores estão relacionados com a produtividade do ecossistema e com o aporte de matéria orgânica que ingressa no corpo hídrico (ESTEVES, 1998).

No entanto, quando se consideram os padrões estabelecidos pela resolução 357/05 do CONAMA para a classe 2 de águas doces, os valores das variáveis físicas e químicas apresentados no primeiro período de coleta condizem com os limites aceitáveis. Muito embora, as medições realizadas para metais pesados indicaram a presença de vários destes compostos na água.

Ressalva-se que as medições realizadas para os metais pesados foram feitas a partir de amostras da coluna de água dos pontos de coletas. Assim sendo, espera-se que estes resultados possam ter ocultado os verdadeiros valores desses componentes químicos neste ambiente, uma vez que não foram realizadas medições a partir do sedimento, o qual é considerado o maior compartimento físico de um corpo aquático que detêm estes compostos já que a tendência desses metais é a sedimentação.

Resultados apresentados pelo IDEMA (2007), para o qual realizou coletas concomitantes às amostragens desta pesquisa no primeiro ano de trabalho, sinalizaram uma

qualidade da água ruim quando calculado o IQA combinado. Este índice, além de considerar variáveis físicas e químicas da água, pondera a presença de metais pesados, sendo muito utilizado em avaliações desse tipo no estado de São Paulo pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Na segunda metodologia aplicada, os resultados do pH novamente demonstraram um caráter ligeiramente alcalino do corpo hídrico estudado, enquanto os valores obtidos para as temperaturas do ar e da água estiveram dentro do esperado, visto que o rio estudado apresenta-se em uma área de semi-árido brasileiro.

As características físicas e químicas desse ambiente, possivelmente, estão influenciando a composição da fauna estudada, já que a composição da mesma reflete as condições ambientais a qual está submetida (WILLIAMS e WILLIAMS, 1998; LYTLE e PECKARSKY, 2001; EGLER, 2002).

Pesquisas realizadas por Vannote *et al.* (1980) e por Queiroz *et al.* (2000) demonstraram que a estrutura e a distribuição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos é o resultado da ação de diversos fatores, tais como velocidade da água, tipo de substrato, pH, temperatura, vegetação, competição entre as diferentes espécies e disponibilidade de fontes alimentares. Já no estudo de Callisto e Goulart (2005) realizado no Parque Nacional Serra do Cipó (Brasil), a sazonalidade foi apontada como o principal fator que influência estas comunidades.

5.2 AVALIAÇÃO BASEADA NA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Com relação à comunidade de macroinvertebrados bentônicos encontrada nas duas metodologias realizadas nesta pesquisa, a mesma esteve distribuída entre grupos de moluscos e insetos, sendo o último maior em número de famílias encontradas.

Dentre os cinco táxons de molusco, a espécie *Melanoides tuberculata* (Thiaridae), apresentou grande abrangência, sendo encontrada em quase todos os pontos de coleta nos dois métodos realizados. Outro gastrópode com ampla distribuição foi *Biomphalaria sp.* O mesmo foi freqüente e relativamente abundante nas quatro estações amostrais. Este caramujo tem grande interesse do ponto de vista sanitário, visto que algumas de suas espécies são vetores de

esquistossomose, e, normalmente, são encontrados nas margens dos pontos amostrados (SOUZA *et al.*, 1995).

Estudos realizados em corpos aquáticos localizados no estado da Paraíba constataram maior riqueza de moluscos em ambientes alcalinos (ABÍLIO *et al.*, 2007), o que concorda com esta pesquisa, visto que, a área estudada demonstrou uma ligeira alcalinidade, favorecendo a presença desses moluscos. Já Queiroz *et al.* (2000) discutem que moluscos, em geral, são melhor adaptados a ambientes com altas concentrações de partículas em suspensão possivelmente de origem orgânica e atreladas a pontos de esgoto.

O registro do gastrópode exótico *M. tuberculata* em alguns ambientes é preocupante, principalmente para a fauna endêmica da região, visto que eles possuem uma alta capacidade de adaptação e competem por alimento e/ou habitat (ABÍLIO *et al.*, 2007).

No que se refere aos dados obtidos para os táxons de insetos, destacam-se, em ambos os métodos, as famílias de Diptera e Ephemeroptera pelo número de exemplares e pela ampla distribuição entre os pontos. Callisto e Goulart (2005) estudando as assembléias de invertebrados de *drift*, ao longo de um gradiente longitudinal em um rio no estado Minas Gerais, encontraram resultados semelhantes quanto à dominância destas famílias.

A família Chironomidae (Diptera) apresentou ampla distribuição e abundância numérica nas duas metodologias. As três subfamílias: Chironominae, Tanypodinae e Orthocladinae, na maioria dos pontos amostrais constituíam juntas as maiores abundância de espécimes coletadas. Estes resultados também foram encontrados por Callisto *et al.* (2004) ao avaliarem a diversidade de macroinvertebrados bentônicos ao longo de um gradiente longitudinal na Serra do Cipó no Brasil.

A maior abundância desta família de Diptera, encontrada no rio Piranhas-Açu/RN, é semelhante ao padrão observado em outros estudos feitos em vários ambientes de diferentes regiões do Brasil e da América do Sul (CALLISTO *et al.*, 2004; ABÍLIO *et al.*, 2005; KIKUCHI e UIEDA, 2005; RIBEIRO e UIEDA, 2005; ROQUE *et al.*, 2003).

A grande abundância e amplitude de distribuição verificada para Chironomidae, e conseqüentemente, para as três subfamílias encontradas, estão relacionadas com a capacidade de suas larvas permanecerem em ambientes pouco oxigenados e com as características do substrato, predominantemente arenoso. Segundo Callisto e Esteves (1998) algumas espécies da referida família são capazes de sintetizarem pigmentos respiratórios com função de transportar e estocar oxigênio.

Tais especializações desta família fazem com que este grupo detenha uma das maiores amplitudes de ocupação de habitats e diversidade de hábitos alimentares. Além disso, alguns

de seus gêneros podem estar associados a substratos arenosos (SILVA *et al.*, 2008), muito freqüentes na região deste estudo.

No que tange às Ephemeroptera encontradas ao longo do estudo, a família Baetidae também foi encontrada nos quadro pontos de coleta, apresentando grande número de exemplares nos pontos P1 e P2 na primeira época de coleta. Embora, na segunda metodologia, onde são considerados apenas os organismos presentes no sedimento do leito do rio, foi observada uma redução na sua abundância numérica possivelmente relacionada com o método de coleta.

A família Polymitracyidae (Ephemeroptera) foi registrada somente nas coletas com metodologia quantitativa e nos pontos P3 e P4. A presença desta família em abundância, somente nestes pontos, no segundo ano de coleta, sugere maior aporte de matéria orgânica alóctone, uma vez que estudos realizados por Nolte (1987) e Walker (1995) mostraram a importância desta família em processos de decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e bioturbação.

Avaliando os valores encontrados para os índices ecológicos de Diversidade de Shanon-Wiener (H') e Equitabilidade de Shanon-Wiener (J') apresentados pelos pontos amostrais, foi evidenciado, nas duas amostragens, um gradiente decrescente - do ponto mais acima no trecho (P1) para o ponto mais próximo da foz (P4). A exceção foram os valores encontrados para o ponto P2, na metodologia realizada no período de estiagem do ano de 2007, o qual apresentou os menores valores para os índices supracitados quando comparados com o ponto P3, localizado mais a jusante.

Com relação aos valores de riqueza taxonômica e abundância numérica encontrados nos pontos de coletas, novamente existiu um fato inesperado. Houve uma inversão dos valores relacionada também, com o ponto próximo à cidade de Ipanguaçu. No primeiro ano de coleta, onde foi realizada uma amostragem qualitativa, o mesmo apresentou os maiores valores. Enquanto no segundo ano de coleta, no qual foram realizadas amostragens quantitativas, o P2 obteve os menores valores.

Tanto os resultados obtidos para os índices ecológicos calculados como para os valores de riqueza de táxons e abundância numérica para o referido ponto (P2), possivelmente estão relacionado com a metodologia de coleta utilizada, a qual não considerou amostras da vegetação ciliar no segundo momento, e com as características do sedimento deste ponto, pois o mesmo apresenta substrato predominantemente arenoso. Resultados semelhantes foram encontrados por Monteiro *et al.* (2008) em pontos com predominância de lama e areia.

Os trabalhos realizados por os trabalhos de Uieda e Garjardo (1996) e de Bueno *et al.* (2003) relatam a influência da vegetação ciliar sobre a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Os primeiros demonstraram a importância do papel do folhiço como ponto de apoio para muitos insetos durante o período de seca; já os segundos autores relacionaram a riqueza e abundância de macroinvertebrados do rio Tainhas, no Rio Grande do Sul, com o grau de preservação do ambiente e da flora marginal.

Com relação a grande abundância numérica apresentada pelo ponto próximo à cidade de Alto do Rodrigues (P3) na metodologia realizada no verão de 2007 está relacionada com a abundância da subfamília Chironominae, uma vez que esta representou mais de 50% dos organismos encontrados. Este grande número de indivíduos registrados para esta subfamília, bem como, o primeiro registro da família Polymitacyidae, provavelmente estão relacionados com um aporte maior de matéria orgânica alóctone.

Este ponto (P3) se localiza próximo à zona urbana, onde por inúmeras vezes foi registrado pontos de efluentes domésticos, tratamento de vísceras de animais, como peixes, ovinos e caprinos, e lavagens de vestimentas e de veículos automotivos.

Corroborando com estes dados estão os estudos realizados no Ribeirão dos Peixes, em Dois Córregos/SP, os quais apontaram que as grandes densidades de Chironomidae estão relacionadas às áreas que recebem grandes quantidades de matéria orgânica, tendo em vista o aumento do processo de decomposição por microorganismos aeróbios, favorecendo o desenvolvimento de estágios imaturos dessa família, e limitando o aparecimento de outras (SILVA *et al.*, 2008).

Com relação à distribuição dos grupos de macroinvertebrados bentônicos na área estudada, embora tenha seguido o padrão de organização das comunidades com ocorrência de poucos táxons abundantes e muitos raros, foi considerada baixa se comparado a outros trabalhos a exemplos de Alba-Tercador (1996), Cota *et al.* (2002), Buss *et al.* (2002), Figueroa *et al.* (2003), Roque *et al.* (2003), Couceiro *et al.* (2007).

Esta redução na composição faunística dos macroinvertebrados pode ser atribuída preliminarmente a dois fatores: primeiro pelas metodologias de coleta, na qual, mesmo explorando substratos diferentes na colonização desses organismos, provavelmente foram perdidos espécimes de primeiros ínstares; segundo pelas características de ambientes semi-áridos que não favorecem à altas riquezas e abundâncias desses organismos, muitos deles ainda não foram registrados para tal região; e terceiro, e possivelmente mais justificável, é a própria qualidade do habitat.

Ao que se refere aos resultados das análises de similaridade de Bray-Curtis, eles permitem inferir que em nenhuma das metodologias, houve a formação de grupos, sugerindo um grau de semelhança muito grande entre os quatro pontos de acordo com a composição de táxons e abundância numérica. Quando se analisa estes dados observando o grau de preservação dos habitats a partir da sua estrutura de comunidade, pode-se entender que, mesmo apresentando quantidades diferentes de espécimes e de famílias, os quatro pontos estão dentro da mesma faixa de classificação.

No que diz respeito aos índices bióticos aplicados, tanto BMWP' – ASPT como o IBF, os resultados obtidos também corroboram com estes dados uma vez que classificam a qualidade da água da maioria dos pontos estudados, respectivamente, como qualidade duvidosa, poluição moderada e moderadamente pobre. De forma geral, o trecho estudado pode ser classificado com grau de poluição orgânica considerável, o qual está comprometendo este ecossistema, e assim a biota presente no mesmo.

Outro fator que confirma a relação entre a composição bentônica com a qualidade da água no trecho amostrado é o grau de sensibilidade. Foi constatado que a proporção de organismos tolerantes é maior seguido por organismos considerados resistentes à poluição orgânica. Isso está relacionado à quantidade de matéria orgânica alóctone que chega ao rio estudado, pois a mesma favorece o aparecimento desses grupos (FLORES, 2004).

Os resultados encontrados a partir da aplicação do protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002), corroboram com estes dados visto que qualificou os habitats dos pontos estudados entre alterado e impactado.

Um resultado inesperado foi encontrado para o ponto mais a montante do rio (P1). Com os dados obtidos a partir da aplicação de todos esses índices, com períodos e métodos diferentes, assim como, os obtidos a partir do protocolo de avaliação rápida de habitat, foi possível perceber que tal ponto apresenta evidências de poluição orgânica moderada, não podendo assim, ser considerado como ponto controle para estudos de biomonitoramento.

Estes resultados estão relacionados com o uso e ocupação do solo nas margens deste ponto, que mesmo se localizando mais a montante e distante da malha urbana, está submetido a ações antropogênicas, como assoreamento e descarga de efluentes domésticos. Desta forma, em estudos posteriores, recomenda-se o estabelecimento de pontos mais a montante do rio, onde sejam evidenciadas ausência de alterações ambientais.

Tais perturbações ambientais diminuem as taxas de riqueza à poucos organismos generalistas e tolerantes (COUCEIRO *et al.*, 2007), fato que justificaria a relativa ausência de populações de organismos sensíveis em todos os pontos de coleta deste trabalho,

caracterizando a má qualidade da água ao longo do rio estudado. Figueroa *et al* (2003) estudando uma bacia do sul do Chile, encontraram que nas águas do rio próximo a foz foram excluídos os taxóons reconhecidamente sensíveis e prevaleceram os tolerantes.

Quanto à determinação da composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do trecho baixo do rio Piranhas-Açu/RN, a mesma apresentou 43 táxons, distribuídos entre grupos de insetos, molusco, araquinideos, crustáceos e copepoda. No entanto, foi percebido que a maior variedade de grupos foi encontrada no trabalho de Andrade *et al.* (2008) realizado no ano de 2002.

Com as coletas realizadas neste trabalho, mesmo com a coleta de vegetação na primeira metodologia, pode-se perceber a ausência de alguns grupos, como por exemplo, Elmidae (Coleoptera) e Megapodagrionidae (Odonata). Esses dados indicam que possivelmente, tais grupos estão sendo selecionados pelas condições do habitat, estudos posteriores devem ser realizados para a confirmação deste fato.

Apesar das análises de dados, deste trabalho, se restringirem unicamente aos períodos de seca (estiagem), não houve uma grande perda de informações porque tal período é normalmente caracterizado por uma maior abundância de macroinvertebrados, devido a maior estabilidade do habitat e o maior nível de agregação dos indivíduos no rio (DINIZ-FILHO *et al.*, 1998; BISPO *et al.*, 2001; GONÇALVES e ARANHA, 2004).

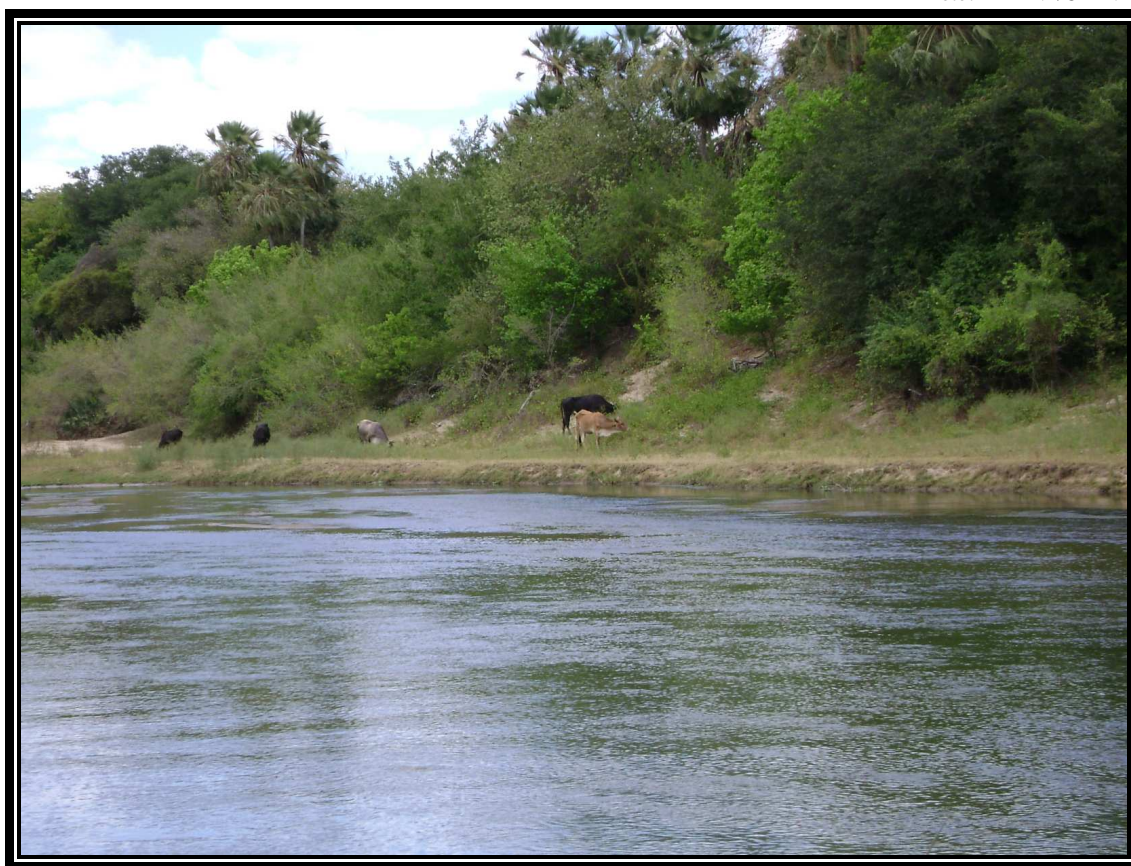
No trabalho realizado por Gonçalves e Aranha (2004), os autores estudando a estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da bacia do rio Ribeirão, relataram as fortes chuvas como causa do decréscimo de exemplares em seu estudo, pois as mesmas desestruturaram a comunidade.

Estudos anteriores evidenciaram que as possíveis causas para explicar a abundância de macroinvertebrados bentônicos para regiões áridas ou semi-áridas, durante o período de estiagem são: 1. aumento no suplemento alimentar, na forma de detritos e material de plantas; 2. um excepcional aquecimento e um fotoperíodo maior aumentam a taxa de crescimento e, em alguns casos, estimulam comparativamente a atividade reprodutiva; 3. a redução na profundidade da água pode favorecer algumas espécies de larvas de insetos que se alimentam por filtração (EXTENCE, 1981; ABÍLIO *et al.*, 2007).

Diante desses resultados urgem medidas de conservação da qualidade ecológica desse corpo hídrico, pois o mesmo já demonstra sua fragilidade aos impactos humanos. Este rio merece ser bem estudado e conservado, até mesmo por estar inserido numa região onde a água é o centro das atenções e da sobrevivência humana.

6 CONCLUSÃO

Foto: LABENT/UFRN



“...São as águas de março fechando o verão

É a promessa de vida no teu coração...”

(Águas de Março - Tom Jobim)

A composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do rio Piranhas-Açu/RN está limitada a 43 grupos taxonômicos com predominância de insetos e moluscos, onde a maioria foi classificada como táxon tolerante à poluição orgânica. É possível inferir que a predominância de organismos tolerantes está possivelmente relacionada com um enriquecimento orgânico da água do trecho estudado.

A família Chironomidae (Diptera) e a espécie de gastrópode *Melanoides tuberculata* (Thiaridae) apresentaram-se distribuídas em todos os pontos e métodos de coleta, fato que pode ser relacionado à má qualidade da água do trecho analisado; uma vez que estes organismos são apontados como adaptados a condições de baixo oxigênio dissolvido.

Os pontos escolhidos ao longo do trecho baixo do rio Piranhas-Açu/RN apresentaram, em todos os índices aplicados (BMWP' – ASPT e IBF), uma classificação da qualidade de água que os indicam com poluição orgânica elevada. Desse modo, tanto a biota aquática como o funcionamento deste ecossistema está comprometido por esta poluição.

No trecho mais a montante do rio, inclusive, foi evidenciado um grau de poluição orgânica elevado. Desse modo, é possível concluir que no trecho baixo do rio Piranhas-Açu/RN, mesmo os pontos previamente considerados como de boa qualidade de água, estão sofrendo influências antrópicas graves, e estas por sua vez, possivelmente, estão esgotando a capacidade de depuração deste corpo hídrico.

Os resultados da avaliação da diversidade de habitats corroboram com a avaliação do grau de sensibilidade e com os resultados obtidos para o BMWP' – ASPT e IBF, pois também indicam que os habitats do trecho hídrico analisado encontram-se em um estado de alterado a modificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Foto: LABENT/UFRN



*“...E existe todo dia uma hora da noite
Em que um trem no meu peito me diz:*

A água um dia vai cair

Lá do céu azulzim

E com certeza vai estar

Molhadinha...”

(Água – Patu Fu - Jonh)

ABÍLIO, F. J. P.; FONSECA-GESSNER, A. A.; WATANABE, T.; LEITE, R. L. 2005. Fauna de Chironomidae e outros insetos aquáticos de açudes do semi-árido paraibano, Brasil. **Entomol. Vect.** 12 (2): 255-264.

ABÍLIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F. S.; FLORENTINO, H. S.; JUNIOR, E. T. O.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. 2007. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. **Oecol. Bras.**, 11 (3): 397-409.

ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de hellawell (1978). **Limnética**, 4: 51-56.

ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *In*: IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeria, vol. II. Pp: 203-213.

ALBA-TERCEDOR, J. 2007. **De la “Calidad Biológica” al “Estado Ecológico” de los cursos de agua. Uso de los macroinvertebrados acuáticos: antecedentes y situación actual a la luz de la Directiva Marco del Agua.** XII Curso de Limnología Aplicada: embalses, lagunas y ríos. Ministerio de Fomento-Ministerio de Medio Ambiente. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid. 596 p.

ALLAN, J.D. 1995. **Stream ecology: structure and function of running waters.** London, Chapman & Hall, 388p.

ALONSO, A.; CAMARGO, J. A. 2005. Estado actual y perspectivas em el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentônicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. **Ecosistemas**, septiembre-diciembre, año/vol. XIV, número 003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIROMENT FEDERATION (WEF) - (APHA). 1995.. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 19 ed., APHA Washington, 1.155 p.

ANDRADE, H. T. A.; SANTIAGO, A. S.; MEDEIROS, J. F. 2008. Estrutura da Comunidade de Invertebrados Bentônicos com Enfoque nos Insetos Aquáticos do Rio Piranhas-Assu, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **EntomoBrasilis** 1(3): 51-56.

ARAÚJO, P. R. P. 2002. **Estudo dos macroinvertebrados bentônicos para avaliação da qualidade de água dos rios Paraíba do sul e guandu – Estado do rio de Janeiro, com**

relevância para análise de deformidades morfológicas em larvas de Chironomidae (Insecta: Díptera). Tese de doutorado (Pós-graduação em Biologia Parasitaria) Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, 12(1):61-72.

BALDAN, L. T. 2006. **Composição e diversidade da taxocenose de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização na avaliação de qualidade de água no rio do Pinto Morretes, Paraná, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 98p.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. **Hydrobiologia** 575:83-94.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L. 2001. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 2, p. 249-258.

BASTOS, I. C. O.; LOVO, I. C.; ESTANISLAU, C. A. M.; SCOSS, L. M. 2006. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papeis reciclados em Governador Valadares – MG. **Eng. San. Ambient.** Vol.11 - Nº 3 - jul/set, 203-211.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. 2004. **Amostragem em Limnologia.** São Carlos/SP: RiMa. 371p.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; CRISCI, V. L.; SILVA, M. M. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 1-9.

BUENO, A. A. P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20 (I): 115-125.

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

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F.; SILVEIRA, M. P. 2002. The influence of Water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrates assemblages in a river basin in Southeastern Brazil. **Hydrobiologia**.

CALLISTO, M.; ESTEVES, 1998. Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera) em dois igarapés amazônicos sob influências das atividades de uma mineração de bauxita. Pp. 299-309. *In*: Nessimian, J.L. e A.L. Carvalho (eds). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Séries Oecologia Brasiliensis* vol. V PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

CALLISTO, M.; GOULART, M. 2005. Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipó National Park, Brazil. **Hydrobiologia** 539:47–56.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologia Brasiliensis**. v.13: 91-98.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A. O.; MORENO, P.; ROSA, C. A. 2004. Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. **Braz. J. Biol.**, 64(4): 743-755.

CLARKE, R.T.; FURSE, M.T.; GUNN, R.J.M.; WINDER, J.M.; WRIGHT, J.F. 2002. Sampling variation in macroinvertebrate data and implications for river quality indices. **Freshwater Biology**, 47:1735-1751.

COTA, L.; GOULART, M.; MORENO, P.; CALLISTO, M. 2002. Rapid assessment of river water quality using an adapted BMWP index: a practical tool to evaluate ecosystem health. **Verh. Internat. Verein. Limnol**, 28: 1-4.

COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N.; LUZ, S. L. B.; FORSBERG, B. R.; PIMENTEL, T. P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. **Hydrobiologia** 575:271-284.

DE PAUW, N.; VANHOOREN, G. 1983. Method for biological quality assessment of watercourses in Belgium. **Hydrobiologia**, v. 100, p. 153-68.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L.G.; SILVA, M. M. 1998. Explaining the beta diversity of aquatic insects in "Cerrado" streams from central Brazil using multiple Mantel test. **Revista Brasileira de Biologia**. Vol. 58, no. 2, pp. 223-231.

EDMUNDS, G.F.; ALLEN, R.K.; PETERS, W.L. 1963. An annotated key to thenymphs of the families and subfamilies of mayflies (Ephemeroptera). **University of Utah Biological Series**, XIII (1).

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

ESTEVES, F. A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. 2a Ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 602p.

EXTENCE, C.A. 1981. The effect of drought on benthic invertebrate communities in a lowland river. **Hydrobiologia**, 83: 217-224.

FERNANDES, A. C. M. 2007. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica**. Tese de doutorado (Pós-graduação em Ecologia) Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2007.

FIGUEROA, R.; PALMA, A.; RUIZ, V.; NIELL, X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados em la evaluación de la calidad de lãs águas em um rio mediterrâneo de Chile: rio Chillán, VIII Región. **Revista Chilena de Historia Natural**, 80: 225-242.

FIGUEROA, R.; VALDOVINOS, C.; ARAYA, E.; PARRA, O. 2003. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, 76: 275-285.

FLORES, M. J. L. 2004. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del Estero Peu Peu comuna de Lautaro IX Región de la Araucania**. Tesis (Grado de Licenciado en Recursos Naturales) - Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco, Temuco.

GONÇALVES, F. B.; ARANHA, J. M. R. 2004. Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados bentônicos na bacia do rio Ribeirão, Paranaguá, PR (Brasil). **Acta. Biol. Par.**, Curitiba, 33 (1, 2, 3, 4): 181-191.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. 2008. Insetos Aquáticos. Pp 209–228: *In*__ P. J. Gullan e P. S. Cranston, (eds), **Os Insetos - Um Resumo de Entomologia**. ROCA, Sao Paulo. 440p.

HILSENHOFF, W. 1988. Rapid field assesment of organic pollution with a family level biotic index. **Journal of the North American Benthological Society** 7: 65- 68.

INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). 2007. **Sistema de indicadores e índices ambientais para o RN: Bacia Potiguar, Relatório Técnico**. (Diniz, R.F.; Brito, L.P.; Tinôco, J.D.; Souto, M.V.S.; Irusta, J.B.; Oliveira, S.L.; Andrade, H.T.) (eds). 322pp.

JOHNSON, R. K. (1996). The indicator concept in freshwater biomonitoring: *In* __ CRANSTRON, P. (ed) Chironomidas: From genes to ecosystems. CSIRO publications. Austrália.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S. C. M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for wate quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia** 10: p125-135.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S., 2000: Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto rio das Velhas (MG-Brasil) através de macroinvertebrados.– **Acta Limnol. Brasil**. 12: 73–87.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. 2005. Composição e distribuição dos macroinvertebrado em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomol. Vect.** 12 (2): 193-231.

KOLKWITZ, R.; MARSSON, M. 1909. Okologie der tierischen Saprobien. Beitrage zur Lehre von der biologischen Gewasserbeurteilung. Internationale der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 2: 126-152 *apud*: FIGUEROA, R.; VALDOVINOS, C.; ARAYA, E. e PARRA, O. 2003. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, 76: 275-285.

LIMA, J. S. 2001. **O biomonitoramento como ferramenta complementar na avaliação de impactos ambientais: discutindo conceito**. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/>.

LYTLE, D. A.; PECKARSKY, B. L. 2001. Sapacial and temporal impacts of a diesel fuel spill on stream invertebrates. **Freshwater Biology**, v. 46, n. 5, p. 693-704.

MANDAVILLE, S. M. **Benthic macroinvertebrates in freshwaters taxa tolerance values, metrics and protocols**. Washington: EPA, 2002.

MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. 2001. Efeitos sobre organismos aquáticos indicam níveis de poluição: Na fauna do fundo, o retrato da degradação. **Ciência Hoje**, vol. 30, nº 175.

McCAFFERTY, W.P.; PROVONSHA, A.. 1994. **Aquatic Entomology**. Jones and Bartlett Publishers, Inc., Boston.

MELO-JÚNIOR, G.; IRUSTA, J.B. 2004. **Relatório do Projeto “Diagnóstico e Monitoramento da Área de influência do Projeto Termoçu – Município de Alto do Rodrigues, Rio Grande do Norte 2ª fase”**. 542 p.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. 1996. **Introducion to aquatic insects of North America**. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque. 758p.

METCALFE, J. L. 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-39.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (MMA-ANA). 2008: **In**___ Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. Governo do Estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.piranhasacu.cbh.gov.br/>

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S. 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP' à bacia do rio Meia Ponte-GO. **Oecol. Bras.**, 12(3): 553-563.

MOULTON, T. P. 1998. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. Pp. 281-298: *In*___ NESSIMIAN, J. L. e A. L. CARVALHO (eds). Ecologia de insetos Aquaticos. **Series Oecologia Brasiliensis**, vol. V. ppge-ufRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

MUGNAI, R.; OLIVEIRA, R. B.; LAGO CARVALHO, A.; BAPTISTA, D. F. 2008. Adaptation of the Indice Biotico Estesio (IBE) for water quality assessment in rivers of Serra do Mar, rio de Janeiro State, Brazil. **Tropical Zoology** 21: 57-74.

NIESSER, N.; MELO, A.L. 1997. **Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais**. Ed. UFMG. Belo Horizonte

NOLTE, U. 1987. *Campsurus notatus* (Polymitarciidae, Ephemeroptera) a bioturbator in Várzea lakes. **Amazoniana** 10: 219–222.

PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L.; CALLISTO, M. 2008. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). **Neotropical Biology and Conservation** 3(3):149-158.

QUEIROZ, J.F.; TRIVINO-STRIXINO, S.; NASCIMENTO, V.M.C. 2000. Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. **Embrapa Meio Ambiente**, Nº 3: 1-4.

RESH, V. H.; JACKSON, J. K., 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. **In:** Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates (D. M. Rosenberg e V. H. Resh, ed.), pp. 195-233, New York: Chapman e Hall.

RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. 2005. Estrutura de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22 (3): 613-618.

ROQUE, F. O. 2006. Tópicos Especiais Macroinvertebrados Bentônico. **In:** Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia. Nº 35(2).

ROQUE, F.O.; PEPINELLI, M.; FRAGOSO, N.E.; FERREIRA, W.A.; BARILLARI, P.R.; YOSHINAGA, M.Y.; TRIVINO-STRIXINO, S.; VERANI, N.F.; LIMA, M.I.S. 2003. Ecologia de macroinvertebrados, peixes e vegetação ripária de um córrego de primeira ordem em região de cerrado do Estado de São Paulo (São Carlos, SP). Pp 313-338. **In:** Raoul Henry (coord.), Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos. RiMa, São Carlos. 349p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. 1993. **Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (SERHID), 1998. **Relatório Síntese do Plano Estadual de Recursos Hídricos**. P. 146-147.

SEGNINI, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentônicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. **Ecotropicos** 16(2):45-63.

SILVA, F. L.; RUIZ, S. S.; MOREIRA, D. C.; BOCHINI, G. L. 2008. Composição e diversidade de imaturos de Chironomidae (Insecta, Diptera) no Ribeirão dos Peixes, Dois Córregos, SP. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.6, n. 4, p. 341-346.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F. 2006. **Uso de Coletores com Substrato Artificial para Monitoramento Biológico de Qualidade de Água**. Comunicado técnico, Embrapa, Jaguariúna, SP. Setembro. 5 p.

SILVEIRA, M. P. 2001. **Estudo da comunidade de macroinvertebrados aquáticos e sua utilização na avaliação da qualidade da água na bacia do rio Macae, Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Ecologia) UFRJ - Rio de Janeiro, 2001.

SILVEIRA, M. P. 2004. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Jaguariúna**. Embrapa, Meio Ambiente. Documento, 36. p. 68.

SOUZA C.P.; JANNOTTI-PASSOS L. K; FREITAS J. R. 1995. Degree of host-parasite compatibility between *Schistosoma mansoni* and their intermediate molluscan hosts in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 90: 5-10.

STRIEDER, M. N.; RONCHI, L. H.; STENERT, C.; SCHERER, R. T.; NEISS, U. G. 2006. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia** 28(1):17-24.

UIEDA, V. S.; GAJARDO, I. C. S. M. 1996. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia (São José do Rio Preto)**, v. 21, p. 31-47.

VANNOTE R. L.; MINSAHLL G. W.; CUMMINS W. K.; SEDELL J. R.; CUSHING, C. E. 1980. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of fish and Aquatic Science**. 37: 130-136.

WALKER, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. **In** Tundisi, J. G., C. E. M. Bicudo e T. M. Tundisi (eds), *Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro: 167–193.

WASHINGTON, H. G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18: p. 653-694. *apud* BASTOS, I. C. O., LOVO, I. C., ESTANISLAU, C. A. M. e SCOSS, L. M. 2006. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papeis reciclados em Governador Valadares – MG. **Eng. San. Ambient.** Vol.11 - Nº 3 - jul/set, 203-211.

WILLIAMS, D. D.; WILLIAMS, N. E. 1998. Aquatic insects in estuarine environment: densities, distribution and salinity tolerance. **Freshwater Biology**, v. 39, n. 3, p. 411-421.

APÊNDICE

Foto: LABENT/UFRN



*“...Eu perdi o meu medo
O meu medo
O meu medo da chuva
Pois a chuva voltando pra terra
Traz coisas do ar...”*

(Medo da Chuva - Paulo Coelho / Raul Seixas)

APÊNDICE A – Variáveis ambientais não mesuráveis medidas *in loco* para os quatro pontos de coleta durante as amostragens durante o verão de 2007.

Pontos/coletas	Data	Hora	Odor	Presença de espuma	Coloração	Presença de algas	Presença de lixo	Pontos de esgoto	Presença de óleo	Outras observações	
P1	1ª Coleta	out/07	09:20	Não	Não	Clara	Não	Sim	Sim	Não	
	2ª Coleta	20/nov/07	08:20	Não	Não	Escuro	Não	Sim	Não	Sim	
	3ª Coleta	26/dez/07	10:00	Não	Não	Clara	Não	Sim	Sim	Não	
P2	1ª Coleta	out/07	10:30	Não	Não	Clara	Não	Não	Não	Não	Presença de fezes de gado na margem.
	2ª Coleta	20/nov/07	09:40	Não	Não	Escuro	Não	Não	Não	Não	
	3ª Coleta	26/dez/07	11:40	Não	Não	Clara	Não	Sim	Não	Não	
P3	1ª Coleta	out/07	11:30	Sim	Não	Clara	Não	Sim	Não	Não	
	2ª Coleta	20/nov/07	10:40	Não	Não	Clara	Não	Sim	Não	Não	
	3ª Coleta	26/dez/07	13:10	Não	Não	Clara	Não	Sim	Não	Não	
P4	1ª Coleta	out/07	12:20	Sim	Não	Clara	Não	Sim	Sim	Não	Há peixes mortos, grande quantidade de aguapé e a população utiliza a água para lavagem de carro e motos.
	2ª Coleta	20/nov/07	11:15	Sim	Não	Escuro	Não	Sim	Sim	Sim	
	3ª Coleta	26/dez/07	14:10	Não	Não	Clara	Não	Sim	Não	Não	

*P1 – Ponto próximo à Açú, P2 – proximidade de Ipanguaçu, P3 – Ponto a jusante de Alto do Rodrigues e P4 – Ponto próximo à Pendências.

ANEXOS

Foto: LABENT/UFRN



*“...Tudo é um rio refletindo a paisagem,
Espelho d’água levando as imagens pro mar,
Cada pessoa levando um destino,
Cada destino levando um sonho,
Sonhar é a arte da vida...”
(Espelho D 'Água - Almir Sater)*

ANEXO A – Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats segundo Callisto *et al.* (2002).

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de Coleta: ___/___/___ Hora da Coleta: _____			
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de Pastagem/Agricultura/ Monocultura/Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem Industrial / urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retificação do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

ANEXO B – Continuação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats de acordo com Callisto *et al.* (2002).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; Remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)