

## AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MANAUS UTILIZANDO O METODO BMW P ADAPTADO.

Maria José do Nascimento Lopes<sup>1</sup>; Maria do Socorro Rocha da Silva<sup>1</sup>; Raquel Telles de Moreira Sampaio<sup>2</sup>; Enide Luciana Lima Belmont<sup>3</sup>; Cláudio Rabelo dos Santos-Neto<sup>4</sup>.

### RESUMO

Este estudo objetiva avaliar a qualidade das águas com base nas condições físico-químicas e nas comunidades de macroinvertebrados bentônicos em igarapés pertencentes a bacias hidrográficas de Manaus/AM, no período de julho a novembro/2002. Dois tipos de substrato foram amostrados no igarapé com auxílio de redes entomológicas e draga EKMAN; a água de superfície para as análises físico-químicas foi coletada com garrafa VAN DORN. A bacia do Tarumã esta representada por ambientes aerados, com baixos teores de amônio, grande diversidade de macroinvertebrados mostrando-se como ambientes naturais, ainda preservados. As bacias do São Raimundo e Educandos são representadas por inúmeros igarapés alterados, porém a diversidade dos macroinvertebrados é maior na bacia do São Raimundo. A análise integrada dos igarapés da cidade de Manaus utilizando o índice BMWP permitiram estabelecer os índices bióticos e o grau de degradação em que se encontram estes ambientes.

**Palavras-chave:** *Indicadores biológicos, índice de saprobidade, igarapés, Amazônia.*

### PRELIMINAR WATER QUALITY AVALIATION OF STREAMS FROM BASINS IN MANAUS USING THE ADAPTED BMWP INDEX

### ABSTRACT

This study aims to evaluate hydro resources quality based on the macroinvertebrates community and physical and chemical conditions of streams from basins in Manaus/AM, from July to November/2002. Two types of substrate were collected with entomological nets and Ekman drag; surface water was collected with Van Dorf bottle. The Tarumã basin is represented by oxygenated environments, with low levels of ammonium, a large diversity of macroinvertebrates demonstrating to be natural environments, still preserved. The basins of the São Raimundo and Educandos are represented by numerous disturbed streams, but the diversity of macroinvertebrates is greater in the basin of São Raimundo. The integrated analysis of Manaus city's streams using the index BMWP' helped establish the biotic index and the degree of degradation where these environments are.

**Key words:** *Biological indicators, saprobity levels, streams, Amazonia.*

<sup>1</sup> Mestre em Geoquímica Ambiental, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/ Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos /CPCRH - AM.

<sup>2</sup> Mestre em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/ Coordenação de Pesquisas em Entomologia -CPEN -AM.

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, Centro Universitário do Norte - UNINORTE - AM.

<sup>4</sup> Graduando em Ciências Biológicas, Centro Universitário do Norte - UNINORTE - AM

## INTRODUÇÃO

O rio é um sistema dinâmico e sua preservação deve ser realizada através de uma visão holística contemplando os aspectos físicos, químicos e biológicos (1). As normas vigentes para a classificação da qualidade da água enfatizam quase que exclusivamente os indicadores ou estressores individualmente (2). No entanto os impactos raramente são causados por um único estressor. A utilização de macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores de qualidade da água possibilita uma complementação às análises físico-químicas como também auxilia na avaliação e acompanhamento do grau de degradação de ambientes aquáticos, uma vez que seu ciclo de vida longo reflete a dinâmica do ambiente.

O monitoramento da qualidade da água remonta ao início do século XX, quando surgiram os primeiros indicadores biológicos de poluição na Alemanha (3). Dentre os mais de 50 diferentes métodos desenvolvidos para os países de clima temperado, o BMWP (Biological Monitoring Water Score System) tem sido amplamente adotado devido à confiabilidade, rapidez na obtenção dos resultados e facilidade na aplicação (4, 5). O índice BMWP, foi comparado por (5), com os índices de diversidade de Shannon (H), Simpson (D), Hurlbert (PIE), McIntosh (M), Keefe (TU), Margaleff e os índices biológicos E.B.I. (Índice Biótico Estesio) e T.P. (Torrente Parma), mostrando alto grau de correlação linear. Este índice vem sendo adaptado para os trópicos, pois cerca de 50% dos macroinvertebrados utilizadas no BMWP ou não estão presentes ou seu comportamento difere em climas tropicais (4, 6, 7).

Deve-se ressaltar que para a utilização de uma determinada espécie como bioindicadora, é necessário compreender claramente seus limites ambientais (8). Nem sempre organismos que foram bons indicadores em uma localidade revelam a mesma configuração em outras, assim deve-se evitar a generalização e realizar um estudo preliminar na região a ser avaliada, a fim de selecionar as espécies mais sensíveis e mais resistentes encontradas nos ambientes (9).

A região Norte possui uma das maiores e mais complexas redes hidrográficas existentes, abrange inúmeros rios e igarapés importantes

na manutenção dos ciclos hidrológicos. E como todo ambiente aquático, possui inúmeras espécies de organismos que são responsáveis pela ciclagem de nutrientes e energia no sistema (10,11). No Amazonas, um dos maiores estados territoriais do Brasil, ainda não se avaliou a qualidade dos corpos d'água usando o potencial dos organismos aquáticos relacionando-os as variáveis ambientais.

Para uma rápida avaliação de um corpo aquático é necessário conhecer o funcionamento do sistema assim como as comunidades aquáticas. Neste contexto o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água de igarapés da cidade de Manaus, em diferentes graus de conservação, utilizando os macroinvertebrados e as variáveis ambientais tomando como base o índice BMWP adaptado.

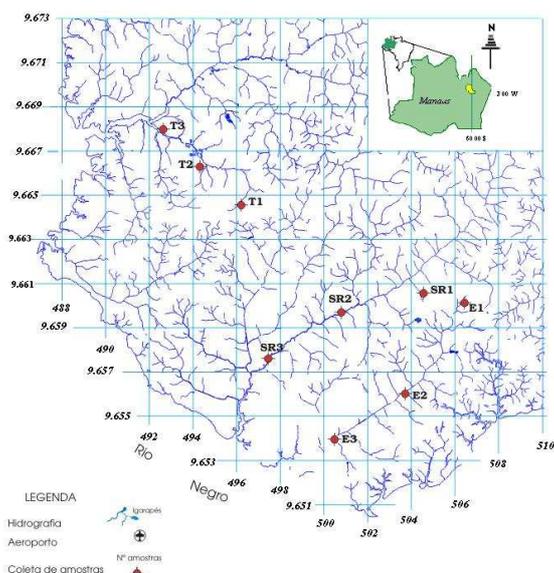
## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em três bacias hidrográficas da cidade de Manaus/AM, que são: bacia de Educandos (E1, E2, E3) localizada nas coordenadas 3° 04' 16.95" e 3° 08' 83.51" s e 59° 55' 62.35" e 60° 01' 31.42" w; São Raimundo (SR1, SR2, SR3) nas coordenadas 3° 01' 48" e 3° 06' 35" s e 59° 55' 36" e 60° 04' 31" w e Tarumã (T1, T2, T3), nas coordenadas 3° 11' 50" e 3° 03' 13" s e 59° 55' 08" e 60° 06' 21" w (Figura 1). Os locais amostrados das bacias de Educandos e São Raimundo estão situados na área urbana e do Tarumã em área rural.

A bacia de Educandos, que tem como principal afluente o igarapé do "Quarenta", apresenta margens desmatadas e, em alguns trechos, vegetação secundária. No seu curso superior drena a área do Distrito Industrial de Manaus, onde recebem efluentes provenientes das atividades de cerca de 400 indústrias que atuam no setor químico, termoplástico, metalúrgico, mecânico e eletroeletrônico, cujo principal agente poluidor é metais pesados. Nesta bacia foram selecionados três pontos: 1- uma nascente localizada na reserva ecológica Sauim Castanheira (E1); 2- uma área que recebe despejos das indústrias localizadas a montante localizada próximo de uma indústria

que fabrica sacos e embalagens plásticas (E2); 3- uma área a jusante da indústria de sacos e embalagens plásticas e próximo da Secretaria de Educação – SEDUC onde ocorre contaminação predominantemente química, provenientes de esgotos domésticos e industriais (E3), Figura 1.



**Figura 1** – Mapa de localização.

A bacia do São Raimundo tem como um dos principais tributários o igarapé do Mindu, em suas margens apresentam parte com cobertura vegetal e outras desmatadas e totalmente habitadas, recebe em seu percurso esgotos domésticos e resíduos orgânicos liberados pela comunidade. Nesta bacia foram selecionados três pontos: 1- uma nascente de igarapé localizado no campus do clube do trabalhador SESI (SR1); 2- um ponto com forte contaminação orgânica localizado no conjunto residencial Petro (SR2); 3- um ponto com contaminação orgânica localizado no Parque Municipal do Mindu (SR3).

A bacia do Tarumã é uma bacia mista (parte em área urbana com igarapés comprometidos e parte em área rural). Na área rural ainda apresenta cobertura vegetal significativa, características de ambiente preservado, além de algumas nascentes localizadas em áreas protegidas como as do igarapé do Bolívia que estão na área da Reserva florestal Adolfo Ducke. Nesta bacia os pontos selecionados foram: 1- no igarapé Barro Branco, localizado na

Reserva Florestal Adolpho Ducke (T1); 2- em um balneário no igarapé Acará (T2) a jusante da Reserva Florestal Adolpho Ducke; 3- um balneário localizado no km 30 da rodovia BR 174 (T3) (Figura 1).

### Metodologia de Coleta

As amostras de água e de invertebrados foram coletadas no período de estiagem nos meses de julho, agosto, outubro e novembro de 2002, em igarapés das bacias hidrográficas de Educandos, São Raimundo e Tarumã (Figura 1). Os macroinvertebrados foram coletados em amostras semiquantitativas ao longo de 5 a 15 metros, conforme a disponibilidade de substrato. Os substratos amostrados foram sedimento fino e o folhicho submerso encontrado no leito dos igarapés.

O folhicho submerso contendo os macroinvertebrados foi obtido com auxílio de uma rede entomológica aquática com área de 1m<sup>2</sup>, malha de 228 µm de abertura e transferido para sacos plásticos contendo álcool 90 %. O sedimento de fundo foi coletado com auxílio de uma draga de Eckman (área da abertura igual a 225 cm<sup>2</sup>; volume máximo de 3,5 L) e transferido para sacos plásticos contendo álcool 90 %. Todo material coletado foi lavado em um sistema de peneiras, com menor abertura igual a 120 µm, e os organismos retidos foram transferidos para pequenos frascos de vidro contendo álcool 80%. Os indivíduos foram identificados ao nível de família utilizando literatura pertinente (11, 12 e 13).

As amostras de água utilizadas para a obtenção das variáveis físico-químicas foram coletadas na superfície dos igarapés com auxílio de uma garrafa coletora tipo VAN DORN. As variáveis ambientais determinadas foram: oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>); demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitrogênio na forma de amônia (N-NH<sub>4</sub>) segundo técnicas descritas anteriormente (14, 15) e, o déficit de saturação e a super saturação do oxigênio calculados usando fatores descritos por Silva, 1999 (17).

Os cálculos do grau de saprobidade, a classificação e determinação dos escores para as famílias de insetos e outros macroinvertebrados das bacias hidrográficas de Manaus, baseado nos fatores físicos e químicos e na ocorrência dos grupos

taxonômicos foram determinados segundo Silva, 1999 (17). O índice biótico foi determinado pela somatória dos escores de todos os táxons de macroinvertebrados encontrados em cada ponto de coleta segundo metodologia descrita por Salati, 1983(10).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos representantes de 34 grupos taxonômicos formados por insetos, peixes, crustáceos, ácaros, moluscos e oligoquetos (Tabela 1). Dentre estes, Chironomidae (Insecta) foi o grupo mais representativo, tendo ocorrido em todos os pontos amostrados, seguido de Ceratopogonidae (Insecta) e Oligochaeta que só não foram encontradas no ponto SR1.

De um modo geral, os locais pertencentes às Bacias do Tarumã e de São Raimundo apresentaram maior diversidade de macroinvertebrados; já os locais E2 e E3 da Bacia do Educandos apresentaram menor diversidade, representada por quatro grupos taxonômicos (Tabela 1), o que se justifica devido à entrada de efluentes químicos com presença de Cu, Ni e Zn provenientes do Distrito Industrial de Manaus observada por Cleto-Filho, 1998 (19).

Na Bacia do Educandos a maior diversidade foi obtida no local de coleta Sauim,

um igarapé de cabeceira nesta Bacia que ainda não recebeu efluentes industriais. Os pontos de coleta da indústria de sacos e embalagens plásticas e SEDUC apresentaram menor diversidade. O local de coleta da indústria de sacos e embalagens plásticas e o SEDUC são igarapés que cortam o Distrito Industrial, recebendo grandes descargas de efluentes industriais o que contribui para a extinção de espécies sensíveis.

No local SR2 (Bacia do São Raimundo), obteve-se maior diversidade provavelmente em função da grande quantidade de matéria orgânica e macrófitas que fornecem grande quantidade de substrato para a fauna. A menor diversidade foi registrada no SR1, devido o menor volume de água por ser igarapé de cabeceira e com pouco substrato disponível para a fauna. Nesta bacia constatou-se a presença de famílias muito sensíveis à degradação ambiental como Leptophlebiidae (Ephemeroptera) e Leptoceridae (Trichoptera) – EPT, indicando baixa degradação no ambiente.

Na Bacia do Tarumã não houve grande diferença na diversidade de macroinvertebrados entre os locais coletados por estar em melhor estado de preservação. Esta bacia apresenta organismos indicadores de ambientes com características naturais, como os Ephemeroptera (Leptophlebiidae), Plecoptera (Perlidae) e Trichoptera (Leptoceridae) - EPT.

**Tabela 1** – Abundancia relativa (média de 4 coletas) de macroinvertebrados (%) em igarapés das bacias hidrográficas de Educandos, São Raimundo e Tarumã, Manaus/AM.

	SR1	SR2	SR3	E1	E2	E3	T1	T2	T3
<b>Diptera</b>									
Ceratopogonidae		39,55	14,92	8,21	4,48	10,45	9,7	10,44	<b>2,24</b>
Psychodidae		42,22	2,22		42,22	11,11		2,22	
Ephydriidae		85,71	14,28						
Chironomidae	1,72	1,02	3,47	30,47	3,89	6,06	12,47	15,51	<b>25,39</b>
Culicidae		28,57		57,14					<b>14,29</b>
Stratiomyidae		96,87	3,13						
<b>Odonata</b>									
Cordulidae	7,69	7,69	61,54				23,07		
Libellulidae				82,61			8,69	4,35	<b>4,35</b>
Caenagrionidae	3,45			27,59			6,89	62,07	
<b>Coleoptera</b>									
Elmidae (larva)	6,67						68,33	5	<b>20</b>
Hydrophilidae		90,91	9,09						
Dytiscidae		40		10			50		
<b>Lepdoptera</b>									
Pyralidae		5,41	21,62	37,84				13,51	<b>21,62</b>
<b>Hemiptera</b>									
Belostomatidae		100							
Notonecidae		100							
Corixidae		20	40	20				20	
Gerridae	14,29	7,14		50			28,57		

	SR1	SR2	SR3	E1	E2	E3	T1	T2	T3
Vellidae	33,33	33,33						33,33	
<b>Ephemeroptera</b>									
Caenidae	4			16			22	38	20
Leptophlebiidae	23,81								76,19
Polymitarcidae							100		
Baetidae				100					
<b>Plecoptera</b>									
Perlidae							42,86		57,14
<b>Trichoptera</b>									
Hydroptilidae				86,3					13,7
Leptoceridae	38,09						14,29	42,86	4,76
Hydropsychidae				3,85			34,6		61,54
Polycentropodidae							88,88		11,11
Rhyacophilidae									100
Peixe	2,82	78,87		4,23				5,63	8,45
<b>Crustacea</b>	27,27			5,45			18,18	21,82	27,27
<b>Ácaro</b>				14,29				7,27	28,57
<b>Molusco</b>		41,67	58,33						
<b>Oligochaeta</b>		8,26	81,76	0,27	7,31	0,8	0,57	0,15	0,88

Os organismos mais sensíveis, com escores 10, 8 e 7, ocorreram principalmente em locais menos impactados das três bacias. Nos locais mais impactados da bacia do Educandos (E2 e E3) só ocorreram os organismos com os escores 1,2 e 3 (Tabela 2). Na Bacia do Tarumã não houve grande diferença na diversidade de macroinvertebrados entre os locais coletados por estar em melhor estado de preservação. Esta bacia apresenta organismos indicadores de

ambientes com características naturais, como os Ephemeroptera (Leptophlebiidae), Plecoptera (Perlidae) e Trichoptera (Leptoceridae) - EPT. No São Raimundo o elevado teor de matéria orgânica proveniente dos esgotos doméstico permitiu o desenvolvimento de macrófitas que serviram como substrato para o estabelecimento de diversos grupos taxonômicos.

Tabela 2 – Escores dos Macroinvertebrados nas bacias hidrográficas de Manaus, adaptado de Junqueira e Campos, 1998.

Grupo taxonômico	SR1	SR2	SR3	E1	E2	E3	T1	T2	T3
<b>Diptera</b>									
Stratiomyidae		2	2						
Ceratopogonidae		3	3	3	3	3	3	3	3
Psychodidae		2	2		2	2		2	
Ephydriidae		2	2						
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Culicidae		2		2					2
<b>Odonata</b>									
Corduliidae	8	8	8				8		
Coenagrionidae	6			6			6	6	
Libellulidae	5			5			5	5	5
<b>Coleoptera</b>									
Elmidae (larva)	4						4	4	4
Hidrophylidae		4	4						
Dytiscidae		5		5			5		
<b>Lepidoptera</b>									
Pyalidae		10	10	10				10	10
<b>Heteroptera</b>									
Belostomatidae		5							
Notonectidae		3	3						
Corixidae		5	5	5				5	
Gerridae	3	3		3			3		
Vellidae	7	7						7	
<b>Ephemeroptera</b>									
Baetidae				4					
Caenidae	4			4			4	4	4

Grupo taxonômico	SR1	SR2	SR3	E1	E2	E3	T1	T2	T3
Leptophlebiidae	8								8
Polymitarcidae							5		
<b>Trichoptera</b>									
Hydropsychidae				5			5		5
Hydroptilidae			6	6				6	6
Leptoceridae	7						7	7	7
Polycentropodidae							7		7
<b>Plecoptera</b>									
Perlidae								8	
<b>Crustacea</b> (Camarão)	2			2			2		2
<b>Mollusca</b>		3	3						
<b>Oligochaeta</b>		1	1	1	1	1	1	1	1

Os teores de “déficit” de saturação (%), supersaturação (%) e oxigênio dissolvido (mg/L) encontrados nos locais de coleta estão apresentados na tabela 1. Os locais SR2, SR3 (Bacia do São Raimundo) e E2, E3 (Bacia de Educandos) apresentaram déficit de saturação acima de 70%, oxigênio dissolvido menor que 3,29 mg/L, DBO acima de 70 mg/L e o íon amônio variando de valores médios de 2,46 a 5,25 mg/L, classificando estes locais de ambiente redutor e degradado (Tabela 1).

No ponto E1, características de um sistema lêntico, oxigenado com déficit de saturação do oxigênio (3,08 %), baixo teor do íon amônio (0,358 mg/L), local levemente impactado. O mesmo se observa no SR1, com déficit de 2,6% e oxigênio de 3,55 mg/L, mostrando características de ambiente intermediário, com águas ácidas (pH<5,5), baixa condutividade < 30, baixo teor do íon amônio (0,1615 mg/L), características naturais da região a ambiente pouco aerado com início de degradação ambiental (16).

Os pontos T1, T2 e T3, representam

trechos de igarapés de terra firme, com cobertura vegetal em suas margens, sistema aerados com baixos teores de íon amônio e supersaturação de oxigênio dissolvido, permitindo classificar estes como ambiente natural e ainda preservado (Tabela 3). Os graus e níveis de saprobidade e graus de poluição baseados nas variáveis físicas e químicas estão na Tabela 4.

A Bacia do Tarumã com demanda bioquímica (DBO) inferior a 1,6 mg/L apresentou características de ambiente Oligosapróbico (Os), ou seja, grau de poluição variando de nenhum a leve (14). Estes dados confirmam a impressão visual de que estes ambientes ainda encontram-se preservados.

Os igarapés da cidade de Manaus foram classificados (14) como ambientes que apresentaram características diversificadas, de ambiente variando de natural (Os) a degradado, ou seja, ambiente polisapróbico (ams-po) (Tabela 3 e 5), que evidencia seu alto grau de poluição.

**Tabela 3** – Valores médios das variáveis físico-químicas (OD, DBO, NH<sub>4</sub>) utilizadas para calcular índice de saprobidade e escore médio dos organismos em locais das bacias hidrográficas da cidade de Manaus, AM, 2002.

	OD %Déficit Sat.	OD %Sat.O <sub>2</sub>	OD (mg/L)	DBO	N-NH <sub>4</sub>	Índice Biótico
SR1	2,605	44,273	3,55	0,943	0,1615	56
SR2	>70	9,7975	0,7175	>70	2,7145	67
SR3	>70	21,5	1,6175	>70	2,4613	51
E1	3,08	60,075	4,9425	1,513	0,3578	63
E2	>70	42,5	3,29	>70	3,578	8
E3	>70	4,605	0,175	>70	5,253	8
T1	5,285	85,35	6,8325	1,545	0,0475	75
T2	5,945	94,223	7,015	1,065	0,2283	62
T3	5,955	111,77	7,5325	1,575	0,2295	74

**Tabela 4** - Grau de saprobidade calculado de acordo com as variáveis físicas e químicas, adaptado de Junqueira e Campos (1998).

Classes	Nível de saprobidade	Grau de poluição	OD déficit sat. (%)	OD super sat. (%)	O <sub>2</sub> mg/L	DBO mg/L	N-NH <sub>4</sub> mg/L	Org. Score
I	Os	Nenhuma	0-10	80-100	8,0-10,0	0-10	0-0,5	70-80
I-II	Os- βms	Leve	10-20	70-80	6,0-8,0	10-25	0,5-1,0	60-70
II	βms	Moderado	20-30	60-70	4,0-6,0	25-40	1,0-2,0	50-60
II-III	βms-ams	Problemático	30-50	40-60	2,0-4,0	40-55	2,0-3,0	30-50
III	ams	Alto	50-70	10-40	0,5-2,0	55-70	3,0-4,0	10-20
III-IV	ams-po	Muito alto	>70	0-10	0-0,5	70-100	4,0-8,0	0-10

Obs. Os = Oligosapróbico; Os- βms = Oligo à β mesosapróbico; βms = β mesosapróbico; βms-ams = β a α mesosapróbico; ams = α mesosapróbico; ams-po = α mesosapróbico a polisapróbico.

**Tabela 5** – Nível de saprobidade dos igarapés da cidade de Manaus/AM, calculado de acordo com os parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Locais	OD déficit saturação (%)	OD super saturação (%)	O <sub>2</sub> mg/L	DBO Mg/L	NH <sub>4</sub> mg/L	Índice Biótico
SR1	I	II-III	II-III	I	I	II
SR2	III-IV	III-IV	III	III-IV	II-III	I-II
SR3	III-IV	III	III	III-IV	II-III	II
E1	I	II	II	I	I	I-II
E2	III-IV	II-III	II-III	III-IV	III	II-IV
E3	III-IV	III-IV	III	III-IV	III-IV	II-IV
T1	I	I	I-II	I	I	I
T2	I	I	I-II	I	I	I-II
T3	I	I	I-II	I	I	I

Os maiores valores de déficit de saturação (%), DBO (mg/L) e das concentrações do íon amônio no ambiente são forte indicio de degradação ambiental (15, 16, 17, 18). Os locais SR2, SR3 (Bacia de São Raimundo), E2 e E3 (Bacia do Educandos) apresentaram déficit acima de >70%, alto consumo de DBO e íon amônio variando de 3,57 a 5,25 mg/L (Tabela 1), sendo também classificados como α mesosapróbico a polisapróbico (ams-po) (4) (Tabela 3). Estes dados indicam grau de poluição muito alto.

Os baixos valores de déficit de saturação (<5), valores do íon amônio (<0,357 mg/L) encontrados em todos os pontos da Bacia do Tarumã (T1, T2 e T3) e nas nascentes SR1 (Bacia do São Raimundo) e E1 (bacia do Educandos) indicam ambientes não alterados; este fator é reforçado pelo seu caráter Oligosapróbico (Os) (12), ou seja, ambientes

com grau de poluição leve ou sem contaminação.

Avaliando o grau de poluição com relação às abundâncias dos organismos, pode-se perceber que tanto a Bacia do São Raimundo quanto a do Tarumã mostraram uma grande diversidade, enquanto que a Bacia do Educandos mostrou um decréscimo bastante acentuado com relação à diversidade dos organismos.

Quanto à classificação por grau de poluição os locais da bacia do Tarumã estão representados por ambientes aerados, com baixos teores de amônio, mostrando-se como ambientes naturais, ainda preservados.

Os locais da Bacia do Educandos que corta o Distrito Industrial recebem grandes descargas de efluentes industriais que os diferenciam da Bacia do São Raimundo. Trabalhos anteriores demonstraram que sedimentos de fundo desta Bacia possuem altos teores de metais, acredita-se que um dos fatores limitantes na abundância dos macroinvertebrados é a interferência dos metais presentes no sistema (17).

## CONCLUSÕES

A análise integrada dos igarapés da cidade de Manaus quanto aos aspectos físicos, químicos, a diversidade e abundância relativa dos macroinvertebrados aquáticos permitiram classificar, estabelecer os índices bióticos e o grau de degradação em que se encontram estes ambientes.

O índice BMWP e os escores estabelecidos em nível de família adaptados

por Junqueira foram considerados eficientes para avaliar a qualidade da água dos igarapés de Manaus.

As águas das bacias hidrográficas de Manaus apresentam diferentes níveis de poluição tendo sido possível diferenciar de forma holística os ambientes mais conservados

(bacia do Tarumã), os intermediários (nascentes das bacias urbanas do Educandos e São Raimundo) e os ambientes com grau de poluição muito alto (bacia do Educandos, receptor de efluentes industriais).

**Maria José do Nascimento Lopes**  
**Maria do Socorro Rocha da Silva**  
**Raquel Telles de Moreira Sampaio**  
**Enide Luciana Lima Belmont**  
**Cláudio Rabelo dos Santos-Neto**

*Endereço para correspondência:* Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA  
Coordenação de Pesquisas em Entomologia – CPEN  
Av. André Araújo, 2936, Petrópolis,  
CEP 69067-375,  
Manaus - AM,  
Tel: (92)3643-3205  
(92)3642-3165.  
e-mail: [ferreira@inpa.gov.br](mailto:ferreira@inpa.gov.br);  
[ssilva@inpa.gov.br](mailto:ssilva@inpa.gov.br);  
[rsampaio@inpa.gov.br](mailto:rsampaio@inpa.gov.br);  
[belmont@inpa.gov.br](mailto:belmont@inpa.gov.br);  
[claudio@inpa.gov.br](mailto:claudio@inpa.gov.br)

Recebido em 28/04/08  
Revisado em 25/09/08  
Aceito em 15/10/08

## REFERÊNCIAS

- (1) BROOKES, A.; SHIELDS, Jr., F.D. **River channel restoring**: guiding principles for sustainable projects. Chichester: J. WILEY, 1996.
- (2) HART, B.T.; MAHER, B.; LAWRENCE, I. New generation water quality guidelines for ecosystem protection. **Freshwater Biology**, 1999, v. 41, n. 2, p. 347-359.
- (3) KOLWITZ, R; MARSSON, M. Okologie der pflanzlichen saprobien. **Berichte der deutschen Botanischen Gesellschaft**, 1909, v. 26A:, p.505-519.
- (4) JUNQUEIRA, V.M.; CAMPOS, S.C.M. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensi**, 1998, v. 10, n. 2, p. 125-135.
- (5) ALBA-TERCEDOR, J.; SANCHEZ-ORTEGA, A. Un Método Rápido y Simple para evaluar la Calidad Biológica de las Águas Corrientes Basado en el de Hellawell (1978). **Limnética**, 1988, v. 4, p. 51-56.
- (6) PNMA – PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Aperfeiçoamento do Monitoramento da Qualidade das Água da Bacia do Alto Curso do Rio das Velhas. Relatório 2. **Ministério do Meio Ambiente**, 2004, 110pp.
- (7) CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Revista Hídricos** 2001, v. 6, n. 1, p. 71-82.
- (8) WRIGHT, J.F.; MOSS, D.; ARMITAGE, P.D.; FURSE, M.T. A preliminary classification of runnin-waters sites in Great Britain base

don macro-invertebrates species and the prediction of community type using environmental data . **Freshwater Biology**, 1984, v. 14, p. 221-256.

(9) JUNK, W. J. As águas da região amazônica. In: SALATI, E.; SCBUBART, H.O.; JUNK, W.; OLIVEIRA, A.E. **Amazônia: Desenvolvimento. Integração e Ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 1983. p. 45-100.

(10) SALATI, E. O clima atual depende da floresta. In: SALATI, E. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 1983. p. 15-44.

(11) MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. **An Introduction to the aquatic insects on North America**. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1996.

(12) BORROR, D.J.; DELONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1988.

(13) MCCAFFERTY, W.P.; PROVONSHA, A.V. **Aquatic Entomology. The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives**. Boston: Jones and Bartlett Publishers, INC, 1983.

(14) GOLTERMAN, H.L.; CLYMON, R.S. **Methods for chemical analysis of fresh water**. Oxford: Backwell Scientific Publications, 1971.

(15) APHA - American Public Health Association; American Water Work Association-WWA; Water Pollution Control Federation-WOCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York, 1985.

(16) BRINGEL, S.R.B. **Estudo do Nível de Poluição nos Igarapés do Quarenta e do Parque Dez de Novembro**. 1986. 30f. Relatório UTAM, Manaus, Amazonas.

(17) SILVA, M.S.R. **Metais de Transição nos Sedimentos de Igarapés de Manaus - AM**. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 1999, v. 11 n 2, p. 89-100.

(18) MELO, E.G.F; SILVA, M.S.R.; MIRANDA, S.A.F. Influência Antrópica sobre Águas de Igarapés na Cidade de Manaus – Amazonas. **Caminhos de Geografia**, 2005, 5 n 16, p. 40-47.

(19) CLETO-FILHO, S.E.N. **Efeitos da Ocupação Urbana sobre a Macrofauna de Invertebrados Aquáticos de um Igarapé (Mindú) da Cidade de Manaus/ Am – Amazônia Central**. 1998. 60f. Dissertação, UFAM; INPA, Manaus, Amazonas

---

<sup>i</sup> Doutora em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/ Coordenação de Pesquisas em Entomologia -CPEN - AM.