

Biomonitoramento da qualidade das águas da Baía do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados

JUNQUEIRA, M. V., AMARANTE, M. C., DIAS, C. F. S., FRANÇA, E.S.

Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC, Setor de Recursos da Água- SAA, Caixa Postal 2306, Belo Horizonte - MG/Brasil. E-mail: marília@cetec.br

RESUMO: Biomonitoramento da Qualidade das Águas da Baía do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. O trabalho apresenta os resultados do Biomonitoramento de qualidade de água realizado através do uso de uma adaptação regional da metodologia do BMWP "Biological Monitoring Working Party Score System" (UK National Water Council), com base numa série histórica de dados coletados entre 1985 e 1996 na baía do alto rio das Velhas, que relacionou as características físico-químicas da água e a frequência de ocorrência dos organismos macroinvertebrados da comunidade bentônica. Considerando as novas pontuações ecológicas ("scores") estabelecidas para as famílias da referida baía, foi determinada e comparada a qualidade da água nos períodos de estiagem dos anos de 1992 e 1996, através de representação cartográfica.

Palavras-chave: bioindicadores, qualidade de água, índice biótico, biomonitoramento, macroinvertebrados bentônicos.

ABSTRACT: Water quality biomonitoring in Rio das Velhas watershed (MG/Brazil) using benthic macroinvertebrate method. The work presents the results of the biomonitoring of quality of water accomplished through the use of a regional adaptation of the methodology of BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System) based on a historical series of data collected between 1985 and 1996 in the highest Rio das Velhas watershed. It was observed the interrelation of the physical-chemical characteristics of the water and the frequency of occurrence of benthic macroinvertebrate organisms. Considering the new scores established for the families of the benthic macroinvertebrates of that watershed it was determined and compared to the quality of the water of the drought periods in the years of 1992 and 1996, through cartographic representation.

Key words: bioindicator, water quality, biotic index, biomonitoring, benthic macroinvertebrates, tropical ecosystem.

Introdução

A estratégia de utilizar os próprios organismos existentes nos ecossistemas aquáticos como indicadores da qualidade das águas surgiu na Europa há aproximadamente 135 anos com Kolenati (1848) e Cohn (1853) (citados por Liebmann, 1962), notificando a existência de relação entre os organismos e a poluição da água. Posteriormente através das grandes descobertas de Pasteur e Koch no campo da microbiologia foi confirmada essa relação (Sladeczek, 1973).

Em 1902, Kolkwitz e Marsson (citado por Sladeczek, *op.cit.*), criaram o primeiro método para uso de bioindicadores de qualidade das águas por meio de um sistema matemático, que determina numericamente os limites de tolerância das espécies em relação à poluição.

Tal sistema, representado através de índices, foi denominado sistema saprobiótico e deu origem ao desenvolvimento de muitas outras variações metodológicas para avaliação da qualidade das águas através de bioindicadores

(vide De Pauw & Vanhooren, 1983; Washington, 1984 e Balloch *et al.* 1976). No biomonitoramento realizado, a avaliação da qualidade das águas é feita através do estudo de organismos bentônicos, os quais, estando continuamente expostos no ambiente aquático, refletem as alterações ambientais que ocorrem no rio ao longo do tempo. Estas alterações são detectadas pela sobrevivência ou desaparecimento das populações destes organismos (Baur, 1981; Wegl, 1983). Os macroinvertebrados bentônicos constituem-se nos melhores bioindicadores de qualidade das águas nos ambientes lóticos devido às suas características sésseis, ao seu ciclo de vida relativamente longo e à sua fácil visualização (Rosenberg e Resh, 1993; USEPA, 1996).

Por outro lado, além da possibilidade de avaliar a qualidade das águas através de organismos aquáticos, o uso desses indicadores biológicos permite ainda diagnosticar as condições limnológicas das áreas investigadas do ponto de vista da sua biodiversidade, uma vez que a estrutura da comunidade fica conhecida.

O uso de bioindicadores de qualidade de água, para monitorar bacias hidrográficas, é amplamente utilizado nos países desenvolvidos, tendo se constituído inclusive em normas técnicas nacionais em vários países da Europa, como na Alemanha através da DIN, (1990). No Brasil, no entanto, seu emprego é ainda muito restrito. O Estado de Minas Gerais, através da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, iniciou seus esforços nesse sentido, em 1985, usando como área piloto a bacia hidrográfica do alto rio das Velhas (Junqueira, 1987; 1988; 1994; 1998).

Com base nas informações obtidas, através do banco de dados implantado neste período, foi possível adequar uma metodologia própria para a bacia do alto rio das Velhas que poderá servir de ferramenta aos órgãos de proteção ambiental, para executarem com maior eficiência o acompanhamento, a fiscalização e a implementação das providências cabíveis referentes aos problemas de poluição hídrica existentes.

O trabalho ora apresentado teve como objetivo traçar e consolidar as diretrizes metodológicas para realização de um efetivo biomonitoramento da bacia hidrográfica do alto rio das Velhas, que permita o conhecimento e o acompanhamento da evolução dos efeitos antrópicos na qualidade de suas águas através de representação cartográfica.

Localização da área de estudo

A região de estudos, com aproximadamente 1943 km², compreendeu a bacia do alto rio das Velhas desde as proximidades da sua nascente, na Serra de Antônio Pereira, no município de Ouro Preto, distrito de São Bartolomeu, até após a sua confluência com o ribeirão do Onça no município de Santa Luzia. O trecho estudado do rio das Velhas apresenta um percurso de cerca de 108 km.

A região apresenta um relevo bastante acentuado, estando a estação de amostragem mais a montante localizada a 1160 m. de altitude e a mais a jusante, a 680 m. A região apresenta índices térmicos entre 18°C e 20°C (isotermas anuais).

O trecho estudado da bacia do alto rio das Velhas merece uma especial atenção do ponto de vista ambiental no Estado, visto suas águas drenarem regiões com intensas atividades de mineração e serem receptoras de efluentes de esgotos municipais e industriais de grande parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, ao mesmo tempo que responde também por grande parte do abastecimento de água da cidade de Belo Horizonte.

Material e métodos

Coleta e análise

A rede de amostragem para o biomonitoramento tomou como referência a rede de amostragem de qualidade físico-química das águas, que vem sendo operada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM e a rede de amostragem hidrobiológica operada pelo CETEC a partir de 1985, na região do alto curso do rio das Velhas.

Ao referencial informativo das redes de amostragem preexistentes, somaram-se os dados anteriormente levantados sobre ocupação do solo e erosão acelerada para seleção das estações de coleta, de forma a atender simultaneamente à avaliação dos parâmetros físicos e químicos e hidrobiológicos, segundo o Manual Alemão de Normas Técnicas "Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker" (1979), de acordo com os seguintes critérios: características hidrológicas; influência dos tributários; características granulométricas dos sedimentos; ocorrência de assentamentos humanos; lançamento de efluentes líquidos; outras interferências antrópicas; características da vegetação ciliar; ocorrência de vegetação aquática; facilidade de acesso; equidistância entre as estações. Com base nos critérios mencionados, foram selecionados e demarcados os locais de coleta, compondo uma rede de amostragem com vinte e seis estações, das quais dez localizam-se ao longo do rio das Velhas e dezesseis, nas sub-bacias dos seus principais contribuintes. Estas estações incluíram pela margem direita, o rio de Pedras, o córrego Mingu e os ribeirões Cortesia, da Prata e Sabará e pela margem esquerda, os rios Itabirito e do Peixe e os ribeirões dos Macacos, Água Suja, Arrudas e Onça. Ressalta-se que todas as estações selecionadas possuem sedimentos com características granulométricas semelhantes, ou seja, são biótopos de habitats pedregosos. Isto foi fundamental para que os resultados pudessem ser comparados.

A rede de amostragem foi operada no período de estiagem do ano de 1996, correspondente aos meses de junho, julho, agosto e setembro, que representa, o período de maior diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos em ambientes lóticos conforme diretrizes do "Manual para Gerenciamento de Recursos Hídricos DVWK 227/1993" da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA/GTZ, 1999). A maior diversidade acontece em função da maior estabilidade dos biótopos presentes nos rios, à partir da diminuição do volume de água e conseqüentemente, da menor ocorrência de distúrbios nesses biótopos, provocados por enchentes e assoreamentos. Os estudos da qualidade das águas incluíram medições de parâmetros físicos e químicos direcionados basicamente à determinação do teor de carga orgânica, e da saprobidade da água, segundo os critérios físicos e químicos do sistema saprobótico (Hütter, 1984).

Tais medições contemplaram principalmente a análise da demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, fósforo total, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido e temperatura da água. Estes parâmetros foram analisados em todas as estações da rede de amostragem e suas amostras foram coletadas com auxílio de recipientes com capacidade para dez litros, a uma profundidade média de 20 cm da lâmina d'água. As amostras foram fixadas e acondicionadas segundo as técnicas e métodos descritos pela American Public Health Association (APHA, 1995).

Os métodos analíticos empregados na determinação dos parâmetros físicos e químicos fundamentaram-se em APHA (*op.cit.*) e em normas brasileiras registradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986b 1988a; 1988b; 1988c; 1989; 1992a; 1992b).

As coletas das amostras das comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram feitas nas margens dos cursos d'água ou no leito dos rios, quando a profundidade assim o permitia. As comunidades de macroinvertebrados aquáticos presentes tanto na epifauna quanto na infauna bentônica foram amostradas segundo o método de "kicking" (Macan, 1958), com auxílio de puçá, de acordo com International Standard ISO 7828 (1985), com tela de 0,3 mm de poro, durante um período de três minutos de coleta. Além do método "kicking", foram feitas coletas manuais dos indivíduos em cada estação, com auxílio de pinças e pincéis.

As amostras coletadas com puçá foram fixadas em formol a 10% e os indivíduos coletados manualmente em álcool 80%. Na triagem dos organismos utilizou-se peneira de 0,3 mm de malha para lavagem e separação dos organismos contidos nas amostras. Em seguida procedeu-se à triagem do material através de estereomicroscopia, acondicionando-se os organismos em álcool 70°, para posterior análise quali-quantitativa. Esta análise compreendeu a identificação taxonômica dos organismos com auxílio de chaves dicotômicas e comparações de pranchas ilustrativas (Edmondson,

1959; Nieser, 1975; Wiggins, 1978; Flint, 1982; Costa *et al.*, 1988; Pérez & Roldan, 1988; Wiederholm, 1989; Dominguez *et al.*, 1992; Lopretto & Tell, 1995; Trivinho-Strixino & Strixino, 1995; Merritt & Cummins, 1996). A identificação sistemática foi feita para a maioria dos indivíduos no nível taxonômico de família, alguns grupos em nível de gênero e quando possível em nível de espécie, visando o aprimoramento dos "scores" das famílias e os seus registros no banco de dados do CETEC.

Paralelamente às coletas dos macroinvertebrados aquáticos foram coletadas, nas margens adjacentes às estações de amostragem, formas adultas dos insetos aquáticos. Estes indivíduos foram capturados durante o dia, com redes entomológicas e fixados com álcool 80%. À noite também foram realizadas capturas de insetos adultos com o auxílio de armadilhas luminosas. Estas coletas visaram subsidiar as identificações taxonômicas das larvas aquáticas dos insetos.

Tratamento dos dados

Considerando que o conhecimento e a determinação das valências saprobióticas dos organismos macroinvertebrados aquáticos de ecossistemas lóticos tropicais, com relação aos seus limites de tolerância ao teor de carga orgânica na água, são fundamentais para a adaptação da metodologia de bioindicadores de qualidade das águas às nossas condições ambientais, foi primeiramente determinado o grau de saprobidade das estações com base nos critérios físico-químicos do sistema saprobiótico, conforme recomendações do manual "Richtlinie für die Ermittlung der Gewässergüte Klasse" do LAWA (1982); de Hütter (*op.cit.*) e de Hamm citado por Schäffer (1984) com modificações.

Este sistema saprobiótico de classificação de qualidade das águas estabelece sete níveis de saprobidade, que correspondem a diferentes concentrações de carga orgânica na água, conforme pode ser visto na Tab. 1.

Com base nos resultados das análises físicas e químicas, foram determinados os índices e os graus de saprobidade da água para cada estação de coleta. Estes dados, juntamente com os contidos no banco de dados da bacia do alto rio das Velhas, serviram de referencial para a determinação das pontuações ("scores") dos macroinvertebrados aquáticos.

Devido às atuais limitações do conhecimento taxonômico dos macroinvertebrados das comunidades bentônicas tropicais, a adaptação de metodologias de bioindicadores só é possível, considerando-se o nível taxonômico de família. Portanto, no tratamento dos dados para bioindicação da qualidade das águas na bacia do alto rio das Velhas, utilizou-se a metodologia de avaliação de qualidade das águas do "Biological Monitoring Working Party Score System - BMWP" (National Water Council, 1981) citada por Hawkes (1982), Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988) e Hellawell (1989). Este método foi adotado, após estudo comparativo entre os métodos internacionalmente conhecidos da literatura que utilizam a identi-

Tabela 1: Níveis de saprobidade da água em função de parâmetros físicos e químicos segundo LAWA (1982); Hütter (1984) e Hamm citado por Schäffer (1984) com modificações.

Grau de saprobidade	Índice saprobiótico	Teor de carga orgânica	Parâmetros físicos e químicos				
			OD (%)		DBO.	NH.N	DQO
			Déficit de saturação	Super-saturação	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
oligosapróbio	1,0 a < 1,5	ausente a escasso	0 a 5	0 a 3	0 a 0,5	< 0,1	1 a < 3
oligo-beta mesosapróbio	1,5 a < 1,8	escasso	5 a 15	3 a 10	0,5 a 2,0	0,1	3 a < 6
beta mesosapróbio	1,8 a < 2,3	moderado	15 a 30	10 a 25	2,0 a 4,0	> 0,1 a < 0,3	6 a < 10
beta-alfa mesosapróbio	2,3 a < 2,7	crítico	30 a 50	25 a 50	4,0 a 7,0	0,3 a < 0,7	10 a < 19
alfa mesosapróbio	2,7 a < 3,2	forte	50 a 75	50 a 100	7,0 a 13,0	0,7 a < 3,0	19 a < 75
alfa mesopolisapróbio	3,2 a < 3,5	multo forte	75 a 90	> 100	13,0 a 22,0	0,3 a < 9,0	> 75
polisapróbio	3,5 a < 4,0	excessivo	> 90	-	> 22	> 9,0	> 75

ficação dos macroinvertebrados ao nível taxonômico de família (Woodwiss, 1964 e Tufféry & Verneaux, 1967 citado por Pesson, 1979), tendo apresentado-se como o mais eficaz segundo Junqueira e Campos (1988). Apesar disso, houve necessidade da sua adequação às nossas condições ambientais, visto que muitas das famílias de macroinvertebrados presentes na bacia do alto rio das Velhas, não constavam da listagem original do método "BMWP" e que os "scores" atribuídos à várias delas não refletiam a realidade dos dados obtidos nos rios estudados na bacia, uma vez que aquelas foram estabelecidas para ambientes lóticos temperados.

A readaptação do "BMWP" consistiu na revisão e ajuste das pontuações já determinadas para as famílias de macroinvertebrados da bacia, de acordo com a sua distribuição e frequência de ocorrência nos diferentes graus de saprobidade, segundo Junqueira e Campos (1998), acrescidos das informações obtidas no presente trabalho em que se considerou um nível de identificação taxonômica mais apurado e uma série histórica de dados ainda maior.

Para obtenção dos índices bióticos das estações amostradas e portanto, da qualidade de suas águas, foi feito o somatório dos "score" de todas as famílias presentes em cada uma das estações da rede de amostragem da bacia do alto rio das Velhas conforme determina a metodologia do "BMWP".

Para inserir os dados de vazão no mapa final temático sobre a classificação da qualidade das águas, foram utilizados estudos de regionalização e variabilidade geográfica elaborados pelo CETEC (1984). Determinaram-se as vazões médias de longo período, bem como as características físicas das sub-bacias, como área e densidade de drenagem. A densidade de drenagem foi estimada segundo definição feita pelo NERC (1975), obtida pela contagem do número de confluências dos diversos cursos d'água da bacia, dividida pela área de drenagem.

Na elaboração da legenda referente às vazões de longo período, foram estabelecidos seis intervalos de classe entre zero e $> 45\text{m}^3/\text{s}$, resultando no ábaco que é apresentado nos mapas.

Nos trechos entre as estações, as classes de qualidade da água foram inferidas tomando-se como referência os mesmos estudos preexistentes de ocupação do solo e erosão acelerada utilizados para a demarcação das estações. Estes estudos foram realizados com base na interpretação de fotografias aéreas pancromáticas em preto e branco, escala 1:30.000, voo Embrafoto - CEMIG de 1986, a partir de observação estereomicroscópica e pela interpretação visual de imagens digitais de satélite (Landsat - TM 5), escala 1: 100.000, ano 1996. As interpretações foram checadas em campo, vistoriando o entorno de todas as estações de amostragem.

Considerando-se que o objetivo final do estudo executado com bioindicadores é permitir um efetivo biomonitoramento da qualidade das águas na bacia do alto rio das Velhas, de modo a consolidar o seu uso e aplicação, foram comparados os resultados de dois períodos de estudos realizados na sub-bacia: 1992 e 1996. A comparação dos resultados foi realizada após terem sido recalculados todos os índices bióticos e classes de qualidade de água do biomonitoramento realizado em 1992 de acordo com a readaptação proposta neste trabalho. Além disso, os métodos de coleta, análise e tratamento dos dados, bem como, o período climático do ano das coletas realizadas para avaliação de qualidade das águas através de bioindicadores, foram os mesmos em ambos os períodos.

Resultados

Os índices saprobióticos, resultantes das análises físico - químicas constantes nas Tab. II, III e IV somados aos dados obtidos através de estudos realizados pelo CETEC desde 1985 na bacia do alto rio das Velhas e por Junqueira e Campos (1991), serviram de referencial para o estabelecimento das pontuações dos macroinvertebrados aquáticos. Estas pontuações refletem a relação entre os limites de tolerância das famílias destes organismos a diferentes teores de carga orgânica na água.

Com base nestas observações foi determinada, numa escala de um a dez, a pontuação correspondente a cada família de macroinvertebrados, conforme sua tolerância à carga orgânica. Esta determinação foi obtida através de um estudo estatístico de médias ponderadas com todos os dados da série histórica. A nova listagem de "scores" do "BMWP" estabelecida para as famílias de macroinvertebrados da bacia do alto rio das Velhas é apresentada na Tab. V.

As composições das famílias de macroinvertebrados bentônicos encontrada nas estações da rede de amostragem da bacia do alto rio das Velhas em 1996, são apresentadas na Tabela VI, bem como os índices bióticos obtidos com aplicação do método "BMWP", readaptado para a bacia do alto rio das Velhas. Estes índices bióticos correspondem às médias de todos os índices obtidos nas estações, no período de estudo (junho, julho, agosto e setembro).

Tomando-se como base os índices bióticos existentes no banco de dados do CETEC e os índices obtidos neste trabalho, foi possível identificar as faixas de "score", para determinar classes de qualidade de água, conforme apresentado por Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988) e pela UIMP (1992) e estabelecer um sistema de classificação, específico para ambientes com substrato pedregoso da bacia do alto rio das Velhas, como demonstrado na Tab. VII. Esta classificação facilita a visualização dos resultados do biomonitoramento ao permitir a sua representação cartográfica.

Tabela II: Média dos resultados das análises físico-químicas da rede de amostragem na bacia do alto rio das Velhas, MG em junho, agosto e setembro de 1996.

Parâmetros Físicos e químicos		Estações do rio das Velhas									
		1	2	4	7	16	17	18	21	23	26
Temperatura da água	°C	16	17	17	14	19	18	19,5	19	18	20
DBO	mg/l	4,6	4,6	2	3	4	2	4	3,5	18,3	16
DQO	mg/l	21	18	4,6	21	9,5	4,7	6,15	6	31,1	40
Fósforo total	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,02	0,13	0,01	0,07	0,08	0,18	0,4
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,2	0,75	0,6	3,5	23,3
Oxigênio dissolvido	mg/l	8,1	7,9	8	7,7	7,2	9,4	7,4	7,6	4,7	0,8
pH (in loco)				6,9	6,6	6,3		6,9	6,7	6,3	6,3
Nitrogênio nítrico	mg/l			0,12	0,18			0,54		0,88	0,12
Sólidos totais	mg/l			38	44			99		153	182
Turbidez	NTU			5,2	11			21		14	16
Cloreto	mg/l			1,68	1,39			2,08		18,5	26,9
Índice saprobiótico		1,9	2,0	1,6	2,0	2,2	1,7	2,1	1,9	2,9	3,3

Tabela III: Média dos resultados das análises físico-químicas dos afluentes da margem Esquerda da bacia do alto rio das Velhas, MG em junho, agosto e setembro de 1996.

Parâmetros Físicos e químicos		rib. do	rio do	rio do	rib. dos	rib. dos	rib. Água	ribeirão	rib. do		
		Silva	Rabirito	Peixe	Marumbé	Macacos	Cristais	Suja	Arrudas	Onça	
		5	6	8	11	12	13	14	22	24	25
Temperatura da água	°C	16,2	15	16,6	16	15,3	16	16,0	18,5	21	20
DBO	mg/l	2	11	3	2	3,3	5,3	16,6	32	42	56
DQO	mg/l	1,8	19,5	1,8	2,9	7,3	6,4	46	104	116	145
Fósforo total	mg/l	0,34	0,05	0,3	0,35	0,013	0,01	0,47	0,9	2,2	3
Nitrogênio amoniacal	mg/l	<0,1	0,35	<0,1	1,36	0,13	<0,1	1,3	11,3	15	15
Oxigênio dissolvido	mg/l	7,8	7,5	7,8	7,9	8	8,1	4,6	2,3	5	10,5
pH (in loco)			6,5			6,8		6,5	6,2		6
Nitrogênio nítrico	mg/l		0,32					2,34	0,57		0
Sólidos totais	mg/l		76					298	408		###
Turbidez	NTU		15					50	39		18
Cloreto	mg/l		1,49					8,7	56		41
Índice saprobiótico		1,4	2,3	1,5	1,5	1,7	1,8	2,7	3,8	3,9	4,0

Tabela IV: Média dos resultados das análises físico-químicas dos afluentes da margem direita do rio das Velhas em junho, agosto e setembro de 1996.

Parâmetros Físicos e químicos		rio de	ribeirão	córrego	ribeirão	ribeirão	
		Pedras	Cortesia	Mingú	da Prata	Sabará	
		3	9	10	15	19	20
Temperatura da água	°C	16,5	15	17,2	17	17	18
DBO	mg/l	2	2	2	4	6	4
DQO	mg/l	1,85	5,8	10,9	4,2	8,5	8,4
Fósforo total	mg/l	0,01	0,02	0,07	0,01	0,06	0,1
Nitrogênio amoniacal	mg/l	0,1	0,1	0,23	0,2	3,65	0,2
Oxigênio dissolvido	mg/l	7,55	7,7	6,7	8,2	9,5	8,3
pH (In loco)				5,9			6,8
Nitrogênio nítrico	mg/l						0,15
Sólidos totais	mg/l						71
Turbidez	NTU						2,2
Cloretos	mg/l						5
Índice saprobiótico		1,5	1,7	2,0	1,8	2,1	2,0

Tabela V: Método "Biological Monitoring Work Party Score System (BMWP)" adaptado para a baía do alto rio das Velhas, MG.

Famílias	Score
Siphonuridae	10
Gripopterygidae	
Odontoceridae, Helicopsychidae	
Hydroscaphidae	
Leptophlebiidae	
Perlidae	8
Philopotamidae	
Psephenidae, Microsporidae	
Pyralidae, Noctuidae	
Calopterygidae, Libellulidae, Aeshnidae	
Hebridae	7
Leptohyphidae	
Polycentropodidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae	
Staphylinidae	
Coenagrionidae	
Vellidae	6
Glossosomatidae, Hydroptilidae	
Nepidae	
Ancyllidae, Unionidae	
Dixidae	
Hydropsychidae	5
Elmidae	
Gomphidae	
Naucoridae, Gerridae, Belostomatidae, Corixidae, Mesovellidae	
Gyrinidae, Hydrophilidae	
Dugesidae	4
Simuliidae, Tipulidae	
Baetidae	
Dysticidae, Chrysomelidae	
Corydalidae	
Psocollidae	3
Ceratopogonidae, Empidoidea	
Gelastocoridae	
Physidae, Sphaeriidae, Planorbidae	
Glossiphonidae	
Athericidae, Tabanidae	2
Erpobdellidae	
Chironomidae, Psychodidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Ephydriidae	
Sciomyzidae, Culicidae	
OLIGOCHAETA (todos)	

Tabela VI : Composição das famílias de macroinvertebrados bentônicos encontradas nas estações da bacia do alto do rio da Velhas, MG, em junho, julho, agosto e setembro de 1996.

Estações		Famílias de organismos	Índice biótico
Rio das Velhas	1	Chironomidae-Empidoidea-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Libellulidae-Belostomatidae-Veliidae-Gerridae-Mesovelidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Hydrophilidae-Hydropsychidae-Glossosomatidae-Polycentropodidae-Hydroptilidae-Hydrobiosidae-Philopotamidae-Leptoceridae-Dugesidae	101
	2	Chironomidae-Empidoidea-Simuliidae-Gomphidae-Gelastocoridae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Psephenidae-Hydropsychidae-Glossosomatidae-Hydroptilidae	61
	4	Chironomidae-Empidoidea-Tabanidae-Psychodidae-Simuliidae-Stratiomyidae-Gomphidae-Coenagrionidae-Belostomatidae-Veliidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Psephenidae-Hydrophilidae e-Hydropsychidae-Glossosomatidae-Hydroptilidae-Philopotamidae-Leptoceridae-Pyralidae-Dugesidae	89
	7	Chironomidae-Empidoidea-Tabanidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Tipulidae-Simuliidae-Stratiomyidae-Gomphidae-Corydalidae-Baetidae-Perlidae-Gripopterygidae-Hydropsychidae	33
	16	Chironomidae-Empidoidea-Psychodidae-Simuliidae-Stratiomyidae-Libellulidae-Corydalidae-Baetidae-Leptohyphidae-Elmidae-Hydropsychidae-Physidae-Glossiphoniidae	33
	17	Chironomidae-Empidoidea-Psychodidae-Baetidae-Elmidae-Crysmelidae-Hydropsychidae-Physidae	30
	18	Chironomidae-Empidoidea-Simuliidae-Libellulidae-Corydalidae-Baetidae-Elmidae-Hydropsychidae	33
	21	Chironomidae-Empidoidea-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Stratiomyidae-Culicidae-Ephydriidae-Gomphidae-Gelastocoridae-Corydalidae-Baetidae-Elmidae-Hydropsychidae	32
	23	Chironomidae-Psychodidae-Gelastocoridae	5
	26	Chironomidae-Tubificidae	2
ribeirão do Silva	5	Chironomidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Empidoidea-Dixidae-Gomphidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Staphylinidae-Microsporidae-Hydropsychidae-Philopotamidae-Dugesidae	72
rio Itabirito	6	Chironomidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Empidoidea-Corydalidae-Pyralidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Elmidae-Hydropsychidae-Hydroptilidae-Glossiphoniidae-Dugesidae	26
rio do Peixe	8	Chironomidae-Simuliidae-Empidoidea-Libellulidae-Veliidae-Corydalidae-Pyralidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Gripopterygidae-Elmidae-Hydropsychidae-Hydroptilidae-Hydrobiosidae-Philopotamidae-Dugesidae	79
córrego Marumbé	11	Chironomidae-Ceratopogonidae-Simuliidae-Empidoidea-Stratiomyidae-Tipulidae-Libellulidae-Aeshnidae-Coenagrionidae-Veliidae-Corydalidae-Noctuidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Psephenidae-Hydrophilidae-Hydropsychidae-Glossosomatidae-Hydroptilidae-Hydrobiosidae-Philopotamidae-Polycentropodidae-Physidae	101
ribeirão dos Macacos	12	Chironomidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Empidoidea-Tipulidae-Libellulidae-Gomphidae-Gelastocoridae-Belostomatidae-Corydalidae-Baetidae-Gripopterygidae-Elmidae-Psephenidae-Hydropsychidae-Hydroptilidae-Philopotamidae-Leptoceridae-Glossiphoniidae-Dugesidae	50
ribeirão dos Cristais	13	Chironomidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Empidoidea-Dixidae-Veliidae-Corydalidae-Pyralidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Psephenidae-Hydropsychidae-Hydrobiosidae	63
ribeirão Água Suja	14	Chironomidae-Psychodidae-Simuliidae-Stratiomyidae-Elmidae-Physidae	9
ribeirão Arrudas	22	Chironomidae-Psychodidae-Baetidae-Tubificidae	5
ribeirão do Onça	24	Chironomidae-Psychodidae-Baetidae-Hydropsychidae-Tubificidae	14
	25	Chironomidae-Psychodidae-Sciomyzidae-Tubificidae	5
rio de Pedras	3	Chironomidae-Ceratopogonidae-Tipulidae-Simuliidae-Empidoidea-Veliidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Gripopterygidae-Elmidae-Philopotamidae-Hydroptilidae-Hydrobiosidae-Glossosomatidae	57
ribeirão Cortesia	9	Chironomidae-Tipulidae-Simuliidae-Empidoidea-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Elmidae-Hydropsychidae	42
córrego Mingu	10	Chironomidae-Ceratopogonidae-Simuliidae-Empidoidea-Tabanidae-Coenagrionidae-Corixidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Elmidae-Hydropsychidae-Glossiphoniidae-Dugesidae	38
ribeirão da Prata	15	Chironomidae-Ceratopogonidae-Tipulidae-Simuliidae-Empidoidea-Libellulidae-Gomphidae-Coenagrionidae-Gelastocoridae-Belostomatidae-Corydalidae-Baetidae-Leptophlebiidae-Leptohyphidae-Perlidae-Gripopterygidae-Elmidae-Hydropsychidae-Philopotamidae-Hydroptilidae-Hydrobiosidae	73
ribeirão Sabará	19	Chironomidae-Ceratopogonidae-Psychodidae-Simuliidae-Tabanidae-Libellulidae-Corydalidae-Baetidae-Elmidae-Hydropsychidae-Physidae	28
	20	Chironomidae-Ceratopogonidae-Simuliidae-Culicidae-Stratiomyidae-Baetidae-Hydropsychidae-Hydroptilidae-Unionidae	43

Tabela VII: Composição das famílias de macroinvertebrados bentônicos encontradas nas estações da bacia do alto rio das Velhas, MG, em junho, julho agosto e setembro de 1996.

Classe	Faixa de "score"	Qualidade da água	Padrão indicativo
1	> 81	Excelente	
2	80 - 61	Boa	
3	60 - 41	Regular	
4	40 - 26	Ruim	
5	< 25	Péssima	

Nas fig. 1 e 2 são apresentadas as classificações da qualidade das águas obtidas através dos biomonitoramentos feitos com base em macroinvertebrados aquáticos, no período de 1996 (Fig.1) e 1992 (Fig.2) na bacia do alto rio das Velhas. Este biomonitoramento visou o conhecimento do grau de evolução dos processos de degradação e ou recuperação das condições limnológicas dos ambientes lóticos estudados.

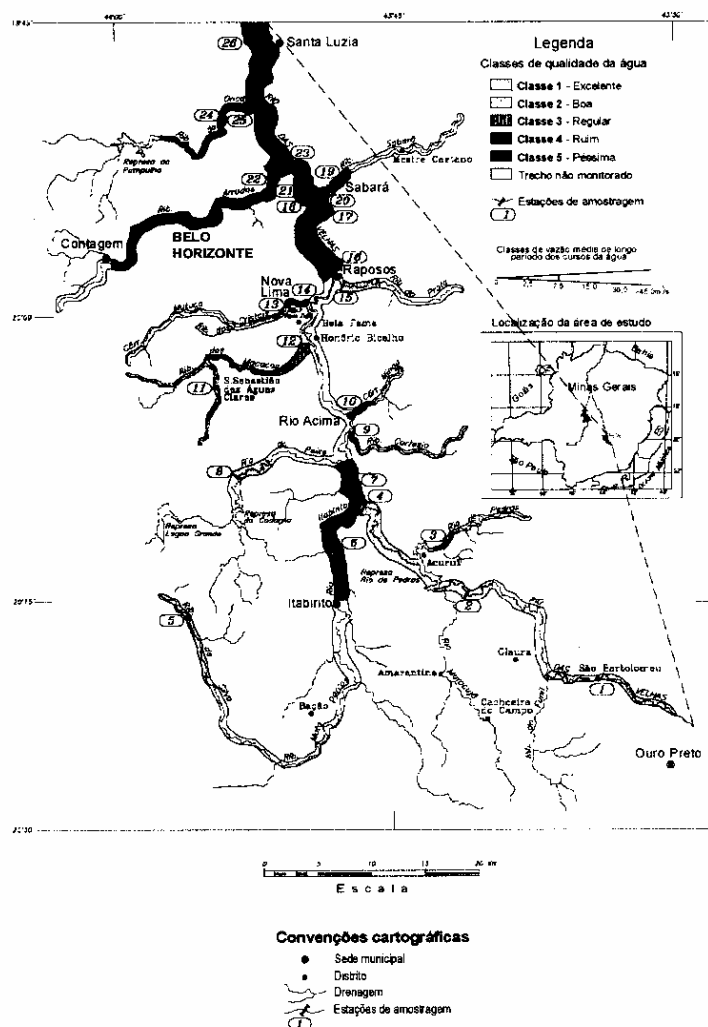


Figura 1: Biomonitoramento da qualidade da água com base nos macroinvertebrados, 1996.

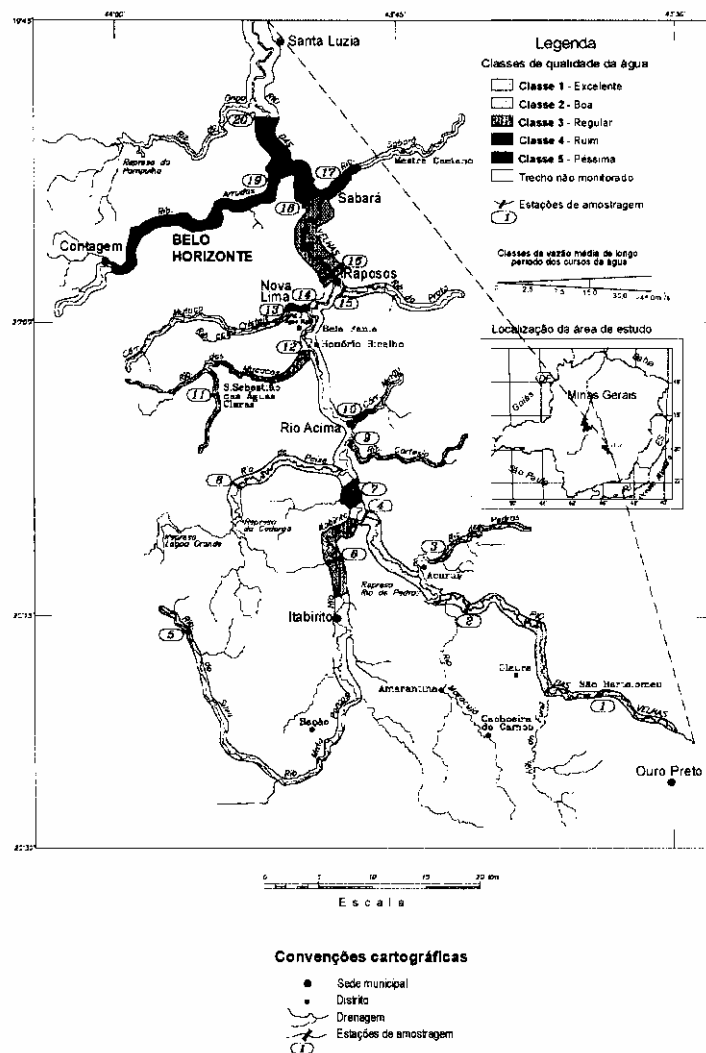


Figura 2: Biomonitoramento da qualidade da água com base nos macroinvertebrados, 1992.

Discussão

Como pode ser observado na Figura 1 ocorreu uma nítida diminuição nos índices bióticos ao longo do trecho do rio das Velhas estudado, ou seja, uma queda na qualidade das águas de montante para jusante. A primeira queda na qualidade das águas das estações da rede de biomonitoramento do rio das Velhas ocorreu na estação 2, localizada após a desembocadura do ribeirão do Funil. Isto pode estar associado à influência do referido ribeirão e de outros pequenos afluentes, que transportam resíduos provenientes de minerações existentes nas áreas a montante.

Mais a jusante, há uma melhoria na qualidade da água registrada na estação 4, localizada logo após a represa de Rio de Pedras, onde fica retido grande parte dos resíduos de minério, mencionados anteriormente, permitindo assim, maior trans-

parência da água e favorecendo a melhora das condições ambientais para os macroinvertebrados.

Ocorre uma piora mais acentuada na qualidade da água na estação 7, influenciada pelo rio Itabirito, que deságua poucos metros a montante. O rio Itabirito possui classificação da qualidade das águas ruim (estação 6), transportando rejeitos domésticos e industriais do município de Itabirito.

Na estação 16 e naquelas localizadas a jusante desta, até a desembocadura do ribeirão Arrudas, quais sejam, 17, 18 e 21, as condições de qualidade das águas do rio das Velhas são as mesmas, correspondendo à qualidade ruim.

Na estação 23 ocorre uma piora evidente da qualidade das águas do rio das Velhas devido ao deságüe do ribeirão Arrudas. As águas do rio das Velhas pioram ainda mais, no que diz respeito aos índices bióticos, a jusante da sua confluência com o ribeirão do Onça.

Ainda com relação aos índices bióticos, pode-se constatar que a melhor qualidade ocorreu na estação 11, no córrego Marumbé, localizado nas cabeceiras da sub-bacia do ribeirão dos Macacos.

As estações que apresentaram índices bióticos indicativos de águas de pior qualidade foram, em ordem crescente: o ribeirão Água Suja a jusante da sede de Nova Lima (estação 14), o ribeirão do Onça - cujas estações foram localizadas a montante e a jusante do Distrito Industrial de Santa Luzia (estações 24 e 25) e o ribeirão Arrudas, a jusante da cidade de Belo Horizonte (estação 22).

Quando comparados os resultados obtidos pelo índice biótico com aqueles obtidos através dos parâmetros físico-químicos do sistema saprobiótico, podem ser constatadas algumas divergências. Isto deve-se ao fato do índice biótico refletir, além das características físicas e químicas da água, as alterações produzidas no sedimento dos leitos e nas margens dos rios, que podem causar destruição nos habitats dos organismos bentônicos, provocando o desaparecimento de várias espécies.

Portanto, em locais sujeitos à alterações mecânicas, tais como, extração de areia ou cascalho, lançamentos ou lixiviação de resíduos de mineração, assoreamento dos cursos d'água por solos de áreas de loteamentos ou mesmo áreas onde há recreação intensa de banhistas, podem ocorrer resultados de qualidade de água bastante diferentes dos obtidos através de parâmetros físico-químicos do sistema saprobiótico, que considera apenas os teores de carga orgânica na água e expressa somente a sua saprobidade.

Ainda observando a Fig.1, pode-se verificar que foram encontradas apenas três estações na classe I: a estação 1, localizada próxima à nascente do rio das Velhas, a estação 11, localizada nas cabeceiras do ribeirão dos Macacos, onde provavelmente a formação de amontoamentos de pedras no leito do rio, formando pequenas represas, tem favorecido a manutenção das comunidades de macroinvertebrados, e a estação 4, localizada a jusante da represa de Rio de Pedras.

A estação 3, apesar das condições físico-químicas das águas serem boas, apresentou classe regular de qualidade no tocante à avaliação biológica, possivelmente, devido à interferência da recreação, prática comum no local.

Os trechos mais críticos na bacia estudada correspondem principalmente às proximidades da desembocadura dos ribeirões Água Suja e Arrudas. O trecho do rio das Velhas que vai da confluência do ribeirão Arrudas até a estação 26, apresenta águas de péssima qualidade. Assim destacam-se alguns trechos, com águas de qualidade ruim, situados a jusante de Itabirito nos rios Itabirito e Velhas, no córrego Mingu, na cidade de Rio Acima e no Velhas, a jusante de Raposos até as proximidades da desembocadura do ribeirão Arrudas, bem como, o trecho a jusante do ribeirão Sabará.

O final do trecho estudado do rio das Velhas, compreendendo as desembocaduras dos ribeirões Arrudas e do Onça, apresenta altíssimo teor de carga orgânica e substâncias tóxicas na água (Mattos, 1995). Como pode ser constatado na Figura 1, este

percurso é enquadrado na classe 5 (cinco). A comunidade de macroinvertebrados é composta predominantemente por Oligochaeta da família Tubificidae.

Comparando-se as classes de qualidade de água entre os anos 1992 e 1996, pode-se constatar que havia seis estações amostradas em 1992 (Figura 2) com qualidade de água excelente, o que não acontece segundo os resultados obtidos para o ano de 1996.

Em relação às estações que pioraram de qualidade, convém ressaltar que a estação 5, no ribeirão do Silva, que possuía águas excelentes em 1992, e atualmente, apresenta águas de qualidade boa, foi atingida por uma descarga de resíduos de minério de ferro, durante o período dos estudos, devido ao rompimento de uma barragem de contenção de rejeitos de uma mineração localizada à montante.

Na estação de rio de Pedras (3), anteriormente apresentando águas de excelente qualidade e tendo passado a apresentar águas de qualidade regular, não foram encontrados em 1996, indivíduos da ordem Ephemeroptera, família Siphonuridae, que são organismos extremamente sensíveis a alterações antrópicas e que só existiam nesta estação do rio de Pedras.

Os resultados apresentados pelos métodos biológicos ao longo do período comparado, indicam uma melhora na qualidade das águas para duas estações: a estação 20, localizada no ribeirão Sabará, na confluência com o rio das Velhas, cuja melhora pode ser associada à possíveis providências tomadas pela Siderúrgica Belgo Mineira em relação ao controle e diminuição da poluição de efluentes líquidos lançado no ribeirão Sabará e a estação 4, localizada no rio das Velhas a jusante da represa Rio de Pedras. Neste último caso, nenhuma causa aparente foi encontrada para justificar tal melhora, a não ser o fato de o teor de carga orgânica, expresso pelo índice físico-químico da água, ter aumentado. Este pequeno aumento de nutrientes pode ter favorecido um enriquecimento da comunidade de microorganismos e aumentado a disponibilidade de recursos alimentares para os macroinvertebrados, associado, às vantagens relativas à uma retenção de rejeitos de minério e aumento da transparência da água decorrente do barramento, localizado a montante desta estação. O ribeirão Arrudas, o rio das Velhas, a jusante deste, e o ribeirão Água Suja permaneceram com águas de péssima qualidade.

Através dos resultados obtidos pelo biomonitoramento, pôde-se constatar que a metodologia adotada apesar de não empregar uma identificação taxonômica no nível de espécie, o que possibilitaria uma maior precisão na avaliação da qualidade das águas, mostrou-se capaz de detectar alterações nas condições limnológicas, de forma bastante satisfatória, ao longo do período estudado. As modificações ocorridas nos índices bióticos neste período, retrataram bem os processos de recuperação e degradação dos ambientes aquáticos, decorrentes de atividades antrópicas na bacia do alto rio das Velhas.

Com as alterações evidenciadas pelo biomonitoramento realizado na bacia do alto rio das Velhas pôde-se concluir que houve uma degradação significativa das condições limnológicas dos rios nesta bacia, no intervalo entre os anos de 1992 e 1996, indicando que muito pouco ou praticamente nada foi feito para reverter a crítica situação em que já se encontram as cabeceiras do rio das Velhas.

O monitoramento realizado com bioindicadores em bacias hidrográficas acusa alterações nas condições limnológicas do rio, que não podem ser detectadas apenas por monitoramentos feitos através de análises físico-químicas da água sobretudo ao se considerar que existem mais de 11 milhões de substâncias químicas registradas no CAS (Chemical Abstracts Service), que podem potencialmente atingir o meio ambiente. Mesmo em laboratórios bem equipados, podem ser rotineiramente analisadas no máximo, entre 250 a 300 substâncias isoladamente, sem contar ainda os efeitos de ações recíprocas e sinérgicas, assim como antagônicas, que muitas vezes têm maior importância do que a grandeza absoluta de uma substância isolada. Portanto, em rios pouco a mediamente poluídos, são estimadas a presença de 30 a 100 mil substâncias na água. Para as águas é válido a frase de Aristóteles:

"O todo é mais do que a soma de suas partes". Os organismos bioindicadores indicam integralmente os efeitos produzidos por todas as substâncias existentes na água, incluindo as substâncias novas, que surgem a partir de interações entre elementos que se subtraem à análise química. (CETEC, 1998; FATMA/GTZ,1999).

No que se refere ao uso da adaptação metodológica deste trabalho para outras bacias hidrográficas, o ideal seria readaptar a metodologia do "BMWP" especificamente para cada bacia, ou seja em nível regional, conforme os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho e principalmente, considerando-se o estabelecimento de uma classificação de qualidade das águas, que deve ser feita de acordo com os índices bióticos encontrados na bacia. Contudo o uso dos "scores", para famílias de macroinvertebrados de comunidades aquáticas de outras bacias, apresenta algumas restrições que devem ser observadas, pois algumas famílias podem necessitar de ajustes metodológicos, ao se considerar que as espécies podem diferir de uma bacia para outra, bem como os seus limites de tolerância à poluição orgânica. Sendo assim, estes ajustes poderiam ser efetuados após a obtenção de uma série de dados levantados regionalmente.

Portanto, a extensão do uso de metodologias de biomonitoramento, como a utilizada neste trabalho, para programas de controle e fiscalização de bacias hidrográficas poderá proporcionar avanços metodológicos na avaliação da qualidade das águas e promover, ao mesmo tempo, o desenvolvimento e ampliação dos conhecimentos taxonômicos sobre as comunidades aquáticas tropicais, que servirão por sua vez de subsídios ao aperfeiçoamento de métodos capazes de monitorar com maior eficiência os recursos hídricos e possibilitar a preservação e o uso racional dos mesmos.

Finalmente, seria desejável a ampliação da série histórica para a bacia do alto rio das Velhas através da continuidade do seu biomonitoramento que viria a contribuir para a consolidação das pontuações ("scores") dos bioindicadores e para um efetivo trabalho de controle da poluição na bacia.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, que através do PROSAM - Programa de Saneamento Ambiental das Bacias do Arrudas e Onça na Região Metropolitana de Belo Horizonte, tornou possível a realização deste trabalho e a operadora de soft Edina Aparecida Bueno Gouvea pela confecção e desenho dos mapas.

Referências citadas

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 9 251. 1986. Águas – Determinação do pH – método eletrométrico. Rio de Janeiro. 5p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10 357. 1988a. Águas - Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) – método de refluxo aberto, refluxo fechado – titulométrico e refluxo fechado – colorimétrico. Rio de Janeiro. 11p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10 559. 1988b. Águas – Determinação de oxigênio dissolvido – método iodométrico de Winkler e suas modificações. Rio de Janeiro. 11p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10 560. 1988c. Águas – Determinação de nitrogênio amoniacal – métodos de nesslerização, fenato e titulométrico. Rio de Janeiro. 14p.

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 10 664. 1989. Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - método gravimétrico. Rio de Janeiro. 14p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 12 614. 1992. Águas - Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Método de incubação (20°C, cinco dias). Rio de Janeiro. 5p.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 12 772. 1992. Águas - Determinação de fósforo. Rio de Janeiro. 9p.
- Alba-Tecedor, J. & Sánchez-Ortega, A. 1988. Um método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado em el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4:51-56.
- APHA - American Public Health Association. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. AWWA/WPCH, Washington. 1156p.
- Balloch, B.A., Davies, C.E. & Jones, F.H. 1976. Biological assessment of water quality in three British river: the north esk (Scotland), the Ivel (England) and the Taf (Wales). *Wat. Pollut. Control.*, p.92-114.
- Baur, W.H. 1980. *Gewässergüte bestimmen und beurteilen: prakt. anleitung für gewässerwarte u. alle an d. qualität unserer gewässer interessierten kreise* - Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin. 141p.
- Baur, W.H. 1996. Benthic macroinvertebrate protocols. In: UNITED STATES. Environmental Protection Agency-USEPA. Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. USEPA, Washington. 17p.
- CETEC-Centro Tecnológico. 1984. Estudos integrados de recursos naturais - bacia do alto São Francisco e parte da área mineira da SUDENE. Hidrologia superficial. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte. 150p.
- CETEC-Centro Tecnológico. 1998. Desenvolvimento e aplicação de biotestes: relatório de treinamento especial. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, Belo Horizonte. 19p.
- Costa, C., Vanin, S.A. & Casari-chen, S.A. 1988. Larvas de coleoptera do Brasil. USP-Museu de Zoologia, São Paulo. 277p.
- De Pawn, N. & Vanhooren, G. 1983. Method for biological quality assessment for watercourses in Belgium. *Hydrobiologie*, 100:153-168.
- DIN 38 410. 1990. Biological - ecological analysis of water. Deutsches Institut für Normung, Berlin. 18p.
- Dominguez, E., Hubbard, M.D. & Peters, W. L. 1992. Clave para las ninfas y adultos de las familias y gêneros de Ephemeroptera (insecta) sudamericanos. Instituto de Limnologia "Dr. Raul " Ringuelet, La Plata. 1-39 p. (Biol. Acuatica 16)
- Edmondson, W.T. 1959. *Fresh-water Biology*. J. Wiley, New York. 1248p.
- Edmondson, W.T. 1996. Elements of biomonitoring. In: UNITED STATES. Environmental Protection Agency-USEPA. Revision to rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. USEPA, Washington. 11p.
- Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker. 1979. Methoden der biologisch - ökologischen gewässeruntersuchung. Gruppe M Fliessende gewässer. In: Deutsche einheitsverfahren zur untersuchung von wasser abwasser und schamm. Verlag Chemie, Weinheim. 35p.
- FATMA/GTZ. 1999. Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados à águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas/Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina, Florianópolis. 108p.
- Flint, O.S. 1982. Trichoptera of the area platense. Instituto de Limnologia ILPLA, La Plata. 70p. (Biologia. acuatica, 2)
- Hawkes, H.A. 1982. Biological surveillance of river. *Water Pollution Control*. 329-42.
- Hellawel, J.M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental. Management-Elsevier Science Publishers LTD, London. 545p.

- Hütter, L.A. 1984. Laborbücher chemie: wasser und untersuchung. Verlag Sauerländer, Frankfurt. 344p.
- ISO 7828 - 1985. (E). 1993. Water quality: methods of biological sampling, guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates. Switzerland. 6p.
- Junqueira, M.V. (coord.) 1987. Emprego de bioindicadores de qualidade de água no monitoramento de bacias hidrográficas II bacia do rio das Velhas. CETEC, Belo Horizonte. 49p. (Anexo)
- Junqueira, M.V. (coord.) 1988. Emprego de bioindicadores de qualidade de água no monitoramento de bacias hidrográficas II bacia do rio das Velhas. CETEC, Belo Horizonte. 32p. (Anexo)
- LAWA-Landsamt für Wasser und Abfall. 1982. Richtlinie die ermittlung der gewässergüte klasse. Nordrhein - Westfalen, Dusseldorf. 12p.
- Liebmann, H. 1962. Handbuch der frischwasser- und abwasserbiologie. - Band I und II. G. Fischer Verlag, Jena. 588p.
- Lopretto, E.C. & Tell, G. 1995. Ecosistemas de águas continentales: metodologias para su estudio. Ediciones Sur, La Plata. T. III, 1401p.
- Macan, T.T. 1958. Methods of sampling the bottom fauna in stony streams. Mitt.Internat.Verein. Limnol., 8:1-21.
- Mattos, A.R. (coord.) 1995. Monitoração da qualidade das águas na sub-bacia do rio das Velhas. FEAM, Belo Horizonte. 64p. (Anexos)
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publ, Dubuque. 706 p.
- NERC. 1975. Hydrological Studies. National Environment Research Council Institute of Hydrology of Wallingford, London. 550p. (Flood Studies Report, 1)
- Nieser, N. 1975. The water bugs (Heteroptera; nepomorpha) of the Guyana Region. D.C. Geijskes, P. Wagenaar Hummelinck, Utrecht. 310p.
- Péres, G.R. & Roldan, G. 1988. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidade de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Bogotá. 217p.
- Pesson, P. 1979. La contaminación de las aguas continentales: incidencias sobre las biocenosis acuáticas. Mundi-Prensa, Madrid. 335p.
- Rosenberg, D.M. & Resh, V.H. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman&Hall, London. 486p.
- Schäffer, A. 1984. Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais. UFRGS, Porto Alegre. 532p.
- Trivinho-Strixino, S. & Strixino, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros. PPG-ERN/UFSCAR, São Carlos. 229p.
- UIMP-Universidad Internacional Menéndez Pelayo. 1992. (Cop.) Métodos biológicos para la evaluacion de la calidad de agua epicontinentales: curso de postgrado, Valencia. 232p.
- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Res., 18:653-694.
- Wegl, R. 1983. Index für die limnosaprobität wasser und abwasser. Herausgegeben von der bundesanstalt für wassergüte in Wien-Kaisermühlen, Band 26. 175 p.
- Wiederholm, T. 1989. Chironomidae of the holarctic region key and diagnoses. Entomol. Scand., 34: 1-532.
- Wiggins, G. B. 1978. Larvae of the north american caddisfly genera (Trichoptera). University of Toronto Press, Toronto. 401p.
- Woodiwiss F.S. 1964. The biological system of stream classification used the Trent River Board. Chem.Ind., 14:443-447.