

# UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA IQA-CCME PARA AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS DOS RIOS PETECADA E LAMARÃO.

*Geane Silva de Almeida<sup>1\*</sup>; Iara Brandão de Oliveira<sup>2</sup>*

**Resumo** – O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da Bahia, de 2008, analisou vários parâmetros, em rios do Estado. Diante disso, surge a necessidade de consolidar as informações para facilitar a comunicação. Para isso foram utilizados diversos índices numéricos (IQA-CETESB, CT, IAP e IET), os quais se caracterizam por utilizar uma quantidade limitada de parâmetros, já predefinidos e insubstituíveis. O índice estatístico elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente Canadense, o IQA-CCME, utiliza todos os parâmetros medidos, com a exigência de um número mínimo de amostragens (4) e de parâmetros amostrados (4). Esse índice foi utilizado neste trabalho para avaliar a qualidade das águas dos rios Lamarão e Petecada, resultado do monitoramento de 2008. O IQA-CCME utiliza três fatores: um associado à frequência de parâmetros com resultados não conformes; outro, à frequência de análises não conformes; e outro deriva da soma normalizada das discrepâncias entre a medida e o padrão. A combinação dos três fatores gera um valor de 0 a 100, numa escala de qualidade de ruim a excelente. A aplicação feita às águas dos rios Lamarão e Petecada indicou que a qualidade se afasta dos níveis desejáveis, conclusão similar à obtida com os índices anteriormente utilizados.

**Palavras-Chave** – monitoramento, índice de qualidade, água superficial.

## USE OF WATER QUALITY INDEX CCME-WQI FOR ASSESSMENT OF WATER RIVERS PETECADA AND LAMARÃO.

**Abstract** – The Monitoring Program Water Quality of the State of Bahia, 2008, examined several parameters in rivers state. Therefore, there is a need to consolidate the information to facilitate communication. For this we used various numerical indices (CETESB-WQI, CT, IAP and IET), which are characterized by using a limited number of parameters, already predefined and irreplaceable. The statistical index prepared by the Canadian Ministry of Environment, the CCME-WQI uses all measured parameters with the requirement of a minimum number of samples (4) and sampled parameters (4). This index was used in this study to evaluate the water quality of rivers Lamarão and Petecada, results of monitoring in 2008. The CCME-WQI uses three factors: one associated with the frequency parameters with non-compliant results, another frequency analyzes do not comply, and another derived from the normalized sum of the discrepancies between the measure and standard. The combination of these factors yields a value of 0 to 100, a quality scale from poor to excellent. The application made to the waters of rivers Lamarão and Petecada indicated that the quality departs from desirable levels, similar conclusion to that obtained with the previously used indices.

**Keywords** – monitoring, quality score, surface water.

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental (FTC, 2011), Mestranda do Programa de Engenharia Ambiental Urbana (MEAU, UFBA). Rua Maria dos Reis Silva, 678, QD L LT 16 CS 03, Lot. Miragem, Buraquinho, CEP 42700-000. Lauro de Freitas, Bahia, Brasil.- e-mail: [geane.almeida@ufba.br](mailto:geane.almeida@ufba.br) e [geane\\_19@hotmail.com](mailto:geane_19@hotmail.com). \* Autor Correspondente.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, UFBA. Rua Aristides Novis, no.2, Federação, Salvador – Bahia – CEP 40210-630 . Tel (71) 3283-9795 – Celular (71) 8153-8400 – e-mail: [oliveira@ufba.br](mailto:oliveira@ufba.br).

## INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (MMA, 2006), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, propõe o monitoramento qualitativo e quantitativo dos corpos d'água. Como fazer um monitoramento efetivo, é ainda um assunto em discussão. Em geral, são utilizados vários parâmetros indicadores de qualidade de água para se verificar como estão as condições dos corpos d'água. Porém, há um grande número destes parâmetros e suas características são diferentes, com isso surge a questão de como se proceder para apresentar uma informação consolidada quanto aos problemas de poluição da água em um dado rio ou lago (Braga, 2005).

Uma alternativa para consolidar as informações sobre as condições qualitativas do manancial surge com a agregação de parâmetros monitorados em um corpo d'água (Braga, 2005), através de um Índice de Qualidade da Água (IQA). Segundo Braga (2005), o índice pode ser definido como “uma média harmônica ponderada de um conjunto de indicadores específicos”. A agregação de vários parâmetros em um único resultado facilita, dentre outras coisas, a comunicação sobre a qualidade do corpo d'água em estudo e a sua tendência através dos tempos.

Os índices, além de facilitarem a informação para o público, permitem inferências sobre aspecto específico (toxicidade, estado trófico, biodiversidade, etc.) de um corpo d'água (Von Sperling, 2007). A literatura oferece vários índices para apresentação dos resultados da qualidade da água ao público em geral, tais como: Índice de Qualidade de Água IQA/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (CETESB, 2009), Índice de Qualidade de Água – IAP (CETESB, 2009), Índice de Contaminação por Tóxicos – CT (ANA, 2012), e Índice do Estado Trófico – IET (CETESB, 2009), Índice de Diversidade de Espécies – R (Von Sperling, 2007), entre outros.

O método de avaliação da qualidade da água desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*, IQA-CCME, surge como uma nova proposta de agregação, que parece superior, pois o índice permite a agregação de todos os parâmetros que foram efetivamente medidos e julgados necessários para se definir a qualidade do corpo hídrico.

## OBJETIVO

Este trabalho pretende utilizar a metodologia para cálculo de Índice de Qualidade da Água IQA-CCME, desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME* (CCME, 2001a) na avaliação da qualidade da água dos Rios Petecada e Lamarão, em parâmetros monitorados no ano de 2008 pelo Programa Monitora.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dessa avaliação foram realizados os seguintes passos:

- Escolha dos rios e respectivo ponto a ser avaliado;
- Levantamento dos parâmetros monitorados pelo Programa Monitora (Bahia, 2008), com seus respectivos resultados;
- Organização e análise dos dados, levando em consideração os critérios estabelecidos na metodologia de cálculo do IQA-CCME;
- Cálculo do IQA-CCME, considerando os parâmetros que atendem os critérios metodológicos deste índice;
- Análise dos resultados;
- Comparação dos resultados do IQA-CCME com os resultados obtidos com o IQA CETESB.

## ÁREA DE ESTUDO

Os rios Lamarão e Petecada são afluentes do rio Joanes. Os dois pontos monitorados nesses rios, RCN-LAM-500 e RCN-PET-200 pelo Programa Monitora do INGÁ, hoje INEMA, em 2008, tiveram seus resultados avaliados pela metodologia do IQA CETESB (Bahia, 2008) e outros.

A Figura 1 refere-se ao rio Lamarão, ponto de monitoramento RCN-LAM-500 que se localiza em ambiente lótico, sob a ponte na BA-512 entre São Sebastião do Passé e Lamarão do Passé, à jusante de empresa metalúrgica na área industrial Oeste do Polo Industrial de Camaçari. Os usos identificados para a água desse rio foram: irrigação, recreação, pesca, e dessedentação de animais. A vegetação característica é de Floresta Ombrófila Densa, porém modificada com ausência de mata ciliar e vegetação predominantemente composta por gramíneas e espécies arbustivas e arbóreas (Bahia, 2008).



a



b

Figura 1 – Rio Lamarão à montante (a) e a jusante (b) do ponto RCN-LAM-500 em novembro de 2008.

A Figura 2 refere-se ao rio Petecada, ponto de monitoramento RCN-PET-200 que se localiza em ambiente lótico, sob a ponte na BA-522, município de Candeias, à montante da via de acesso da empresa produtora de Carbono e à jusante da barragem Joanes II. O uso identificado para suas águas foi a dessedentação de animais. A vegetação local é original de Mata Atlântica, sendo que no entorno do ponto de monitoramento a mata ciliar se encontrava modificada por espécies arbustivas, gramíneas e herbáceas (Bahia, 2008).



a



b

Figura 2 - Rio Petecada à montante (a) e jusante (b) do ponto RCN-PET-200 em novembro de 2008.

## MODELO CONCEITUAL DO IQA CCME

O IQA-CCME, assim como outros índices, é uma ferramenta que objetiva tornar mais simples a apresentação dos resultados de qualidade de água. A grande vantagem do IQA-CCME é que os parâmetros, os padrões e o período de tempo utilizado para o cálculo deste índice não são especificados, o julgamento profissional do usuário determina quais parâmetros devem ser incluídos para resumir de forma mais adequada a qualidade da água em uma determinada região. Dessa forma a sua utilização torna-se favorável nas diferentes regiões e respectivas condições locais. Entretanto, por ser um índice estatístico, exige um mínimo de quatro campanhas de monitoramento e um mínimo de quatro parâmetros analisados em cada ponto. Ao gestor do monitoramento resta a escolha dos parâmetros que se coadunem com os objetivos e, em número suficiente para dar informações relevantes sobre um determinado local. Logo, antes do índice ser calculado, precisam ser definidos para o corpo de água em análise, o período de tempo, as variáveis e os objetivos do monitoramento (CCME, 2001b).

O período de tempo dependerá do plano amostral. Um período mínimo de um ano é utilizado quando os dados são coletados em monitoramento trimestral. Mas, os dados de anos diferentes podem ser combinados, quando o monitoramento for anual. Se em certos anos a coleta é incompleta, podem-se combinar as estações, mas certo grau de variabilidade será perdido.

Depois que o corpo de água, o período de tempo, as variáveis e os objetivos forem definidos, deve ser calculado três fatores para inserir na fórmula do IQA CCME. O escopo (F1) está associado a percentagem de variáveis que não cumprem os objetivos de qualidade da água; a frequência (F2) a percentagem das análises que não atingem os objetivos de qualidade; e, a amplitude (F3) deriva da soma normalizada da discrepância entre o valor medido e o padrão pelo qual os objetivos não foram alcançados. A aplicação da fórmula produz um número entre 0 (pior qualidade de água) e 100 (melhor qualidade de água). Estes números são divididos em cinco categorias descritivas para simplificar a apresentação, conforme demonstrado na tabela 1 (CCME, 2001a). A tabela 2 apresenta as equações para cálculo do IQA-CCME.

Tabela 1 – Escala de Categorias do CCME WQI (CCME, 2001a).

Categoria	Faixa de valor	Qualidade da Água	Ameaça de Impacto	Condições da Água
Excelente	95-100	Protegida	Ausente	Muito próximas aos níveis naturais
Bom	80-94	Protegida	Pequeno grau	Raramente divergem dos níveis naturais ou desejáveis.
Mediana	65-79	Normalmente é protegida	Ocasionalmente ameaçada ou danificada	Às vezes afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Marginal	45-64	Frequentemente ameaçada ou prejudicada	Frequentemente ameaçada ou prejudicada	Frequentemente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Ruim	0-44	Quase sempre ameaçada ou prejudicada	Quase sempre ameaçada ou prejudicada	Geralmente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis

**Fonte:** Compilado de Oliveira *et. al* (2012).

Tabela 2 – Cálculo dos fatores e do índice IQA-CCME (CCME, 2001b)

Cálculo dos Fatores	Equação	Descrição
F <sub>1</sub> (Escopo)	$F_1 = \frac{N^\circ \text{ de variáveis falhas}}{N^\circ \text{ total de variáveis}} \times 100$	Representa a porcentagem de parâmetros em não conformidade com os seus objetivos, em relação ao número total de variáveis medidas.
F <sub>2</sub> (Frequência)	$F_2 = \frac{N^\circ \text{ de testes falhos}}{N^\circ \text{ total de testes}} \times 100$	Representa a porcentagem de testes individuais que não atendem aos seus objetivos.
F <sub>3</sub> (Amplitude)		Representa o valor pelo qual os testes falhos não alcançam os seus objetivos (ou amplitude) e é calculada em três passos: discrepância; soma normalizada das discrepâncias e a amplitude. A discrepância é calculada tantas vezes quando uma concentração individual é maior do que o objetivo (ou, menor que, quando o objetivo é um mínimo) (CCME, 2001b, f.3):
Discrepância	$\text{Discrepância}_i = \left( \frac{\text{Valor do teste falho}_i}{\text{Objetivo}_i} \right) - 1$	Usa-se quando o valor de teste não deve exceder o objetivo (mas excedeu).
Discrepância	$\text{Discrepância}_i = \left( \frac{\text{Objetivo}_i}{\text{Valor do teste falho}_i} \right) - 1$	Usa-se quando o valor do teste não deve ser inferior ao objetivo (mas foi inferior).
NSD	$NSD = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Discrepância}_i}{N^\circ \text{ total de testes}}$	A soma normalizada das discrepâncias mede o impacto dos testes individuais não conformes. É calculado somando-se as discrepâncias dos testes individuais dividida pelo número total de testes.
F <sub>3</sub>	$F_3 = \left( \frac{NSD}{0,01 NSD + 0,01} \right)$	É calculado utilizando-se uma função assintótica para a soma normalizada das discrepâncias (N <sub>se</sub> ) que permite obter uma variação numérica entre 0 e 100 (CCME, 2001b, f.4).
IQA-CCME	$IQA - CCME = 100 - \left[ \frac{\sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2}}{1,732} \right]$	Toma-se a soma dos quadrados de cada fator para o cálculo do quadrado do índice, como se fossem vetores, corrigindo-se para o fator 3 do radicando. Com este modelo, as mudanças no índice ocorrerão em proporção direta com alterações em todos os três fatores (CCME, 2001b).

## IQA CETESB

O IQA derivou do WQI criado pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos em 1970 (Porto, 1991), sendo o mais conhecido e aceito dos IQAs. O WQI-NSF vem sofrendo adaptações nas mais diferentes regiões do mundo (Jonnalagadda & Mhere, 2001).

No Brasil, o WQI-NSF foi adaptado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e iniciado seu uso em 1975 (Porto, 1991). O índice IQA-CETESB vem sendo utilizado por vários pesquisadores e órgãos ambientais como ferramenta de avaliação da qualidade das águas (Dias *et al.*, 2003; Almeida & Schwarzbald, 2003).

É composto por nove parâmetros, tais como: oxigênio dissolvido; coliforme termotolerantes; potencial hidrogeniônico (pH); demanda bioquímica de oxigênio; temperatura da água; nitrogênio total; fósforo total; turbidez e resíduo total. Todos os parâmetros são apresentados em forma gráfica de sua concentração versus nota, tendo pesos (w), respectivos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (ANA, 2012).

A Agência Nacional das Águas (ANA, 2012) considera que a avaliação da qualidade da água para abastecimento público, obtida por meio do IQA, apresenta limitações, por que este índice não incorpora vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos, assim como, protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

## RESULTADOS

Os quadros 1, 2 e 3 apresentam a aplicação da metodologia do IQA-CCME aos dados do Programa Monitora, para avaliação da qualidade das águas nos rios Lamarão e Petecada. Os parâmetros utilizados foram: pH, turbidez, OD, DBO, nitrogênio total, fósforo total, e coliformes termotolerantes, totalizando sete, dos nove parâmetros utilizados no IQA CETESB. Estes parâmetros foram escolhidos em virtude de apresentarem resultados em todas as quatro campanhas do ano de 2008. A conformidade dos resultados foi analisada em relação aos padrões para água doce, classe 2, segundo a Resolução CONAMA nº. 357/2005, uma vez que para corpos d'água não enquadrados são adotados os padrões estabelecidos para esta classe (Brasil, 2005).

Quadro 1 - Cálculo do IQA CCME para os Rios Petecada e Lamarão

Cálculo do IQA CCME	Rio Petecada	Rio Lamarão
Cálculo do Escopo		
Número de variáveis medidas	7	7
Número de variáveis falhas	2	5
<b>F1</b>	29	71
Cálculo da Frequência		
Número de testes	28	28
Número de testes falhos	9	8
<b>F2</b>	32	29
Cálculo da Amplitude F3		
Cálculo das Discrepâncias (Tabela 2 e Tabela 3)	-	-
Cálculo da Soma Normalizada das Discrepâncias, <b>NSD</b>	0,4	0,3
<b>F3</b>	29	24
<b>IQA CCME</b>	<b>70</b>	<b>53</b>

Quadro 2 - Cálculo das Discrepâncias quando o valor de teste não deve exceder o objetivo.

Rio Campanha	Petecada				Petecada			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
<b>DBO</b>	0,74	-	0,24	-	-	-	-	-
<b>Fósforo total</b>	5,8	0,46	-	1,01	0,8	-	-	-
<b>Turbidez</b>	-	-	-	-	-	6,34	-	-
<b>Coliformes termotolerantes</b>	-	-	-	-	-	1,2	-	-

Quadro 3 - Cálculo das Discrepâncias quando o valor do teste não deve ser inferior ao objetivo.

Rio Campanha	Petecada				Petecada			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	1,3	0,4	1	0,3	-	-	-	0,1
<b>pH</b>	-	-	-	-	0	0	0,3	0

Quadro 4 - Comparação dos Resultados: IQA-CETESB e IQA-CCME para os Rios Petecada e Lamarão

Rios	Petecada				Lamarão			
	1 <sup>a</sup> 2008	2 <sup>a</sup> 2008	3 <sup>a</sup> 2008	4 <sup>a</sup> 2008	1 <sup>a</sup> 2008	2 <sup>a</sup> 2008	3 <sup>a</sup> 2008	4 <sup>a</sup> 2008
Ponto	RCN-PET-200				RCN-LAM-500			
IQA CETESB	69	46	71	53	46	62	55	58
IQA CCME	70				53			

Conforme o Quadro 4, o resultado do IQA CCME para os dois pontos nos rios Petecada e Lamarão, apresenta as classificações: “Mediana” (IQA-CCME = 70) e “Marginal” (IQA CCME = 53), respectivamente. Observando-se o Quadro 5, com as escalas de nota e semafórica de ambos os índices, IQA-CCME e IQA-CETESB, observa-se que os resultados estão compatíveis entre si.

Quadro 5 - Escalas de qualidade para os índices IQA-CCME e IQA CETESB. Fonte: Oliveira et al. (2012).

NOTAS	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA-CCME	RUIM						MARGINAL			MEDIANA		BOM		EXCELENTE		
IQA-CETESB	IMPRÓPRIA			REGULAR			BOM				ÓTIMA					

## CONCLUSÃO

Os resultados do IQA CCME obtidos para os rios Lamarão e Petecada, com os índices IQA-CCME e IQA-CETESB apresentaram resultados compatíveis, sendo que a escala do IQA-CCME é mais restritiva que a escala do IQA-CETESB, e, portanto, pode resultar numa classificação indicando uma menor qualidade para as águas.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas (2012). *Portal da qualidade das águas: índice de qualidade das águas*. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2012.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A (2003). Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.8, n.1, pp.81–97.

BAHIA (2008). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ, Programa Monitora–Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da BAHIA: *rels. 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> campanhas*. Ed SENAI CETIND, Salvador.

BRASIL (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. *Resolução N° 357, de 17 de Março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.



BRASIL (1997). *Política Nacional de Recursos Hídricos*, Diário Oficial da União DOU de 09 de janeiro de 1997, Seção 1, Brasília DF, p. 470-474.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M (2006). Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In *Águas doces no Brasil*. Org. por Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G., 3ª Ed. Escrituras, São Paulo-SP, p. 145-160.

CETESB – Campanha de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2009). *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo de 2009*. CETESB, São Paulo, 310 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp>>. Acesso em: 20 Jun. 2012

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment (2001a). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report*. Canada, 13 f. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi\\_techrprtftsht\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_techrprtftsht_e.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2012a.

\_\_\_\_\_ (2001b). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, User's Manual*. Canada, 5 f. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi\\_techrprtftsht\\_e.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_techrprtftsht_e.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2012b.

DIAS, C. A.; OLIVEIRA, D. M.; RIBEIRO, M. L (2003). Avaliação da qualidade das águas superficiais na microbacia do rio Dourados utilizando o índice de qualidade das águas IQA-NSF. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Curitiba: Vídeo Congress. 1 CD.

MMA- Ministério do Meio Ambiente (2006). Secretaria de Recursos Hídricos. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Síntese Executiva – português. MMA, Brasília.

JONNALAGADDA, S.B.; MHERE, G (2001). Water Quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. *Water Research*, v.35, n.10, pp.2371-2376.

PORTO, R. L. L (1991). Estabelecimento de Parâmetros de Controle da Poluição. In *Hidrologia Ambiental*. Org. por Porto, R. L. L.; Branco, S.M.; Cleary, R.W., ABRH, São Paulo.

OLIVEIRA, I. B.; ALMEIDA, R. A. S.; NEGRÃO, F. I.; BERETTA, M (2012). Avaliação da Qualidade da Água do Aquífero Sedimentar do Estado da Bahia Utilizando os Índices de Qualidade IQNAS e CCME WQI. In *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrânea*, Bonito-MS, 23-26/10/2012.

SPERLING, V. M (2007). *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. UFMG, Belo Horizonte, V 7, 588 p.