

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DOS PRINCIPAIS RIOS DA BACIA DO RECÔNCAVO NORTE – INHAMBUPE

Sérgio Augusto de Moraes Nascimento¹; Rosa Alencar Santana de Almeida²; Jamille Evangelista Alves³; Marcelo Santana de Souza⁴

RESUMO – Este estudo realizou uma avaliação dos recursos hídricos na bacia do Recôncavo Norte e Inhambupe, utilizando índices de qualidade de água. Os parâmetros foram obtidos pelo INEMA (antigo INGÁ) através de coletas trimestrais de água, nos anos de 2009 e 2010, no Projeto Monitora. Para realizar os cálculos dos Índices de Qualidade de Água (IQA) foi utilizada a metodologia proposta pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2001). Trata-se de um índice abrangente que não limita a quantidade de parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água, mas que exige pelo menos quatro amostras no mesmo ponto de coleta. O CCME-WQI é baseado na combinação de três fatores, que variam na escala entre 0 e 100. O índice qualifica água em cinco categorias descritivas: Excelente (95-100), Boa (80-94), Mediana (65-79), Marginal (45-64) e Ruim (0-44). Os resultados mostraram que as bacias dos rios Sauípe e Subaúma apresentaram melhores médias de IQA, sendo classificadas na Categoria Mediana, vindo em seguida por ordem decrescente, as bacias dos rios Imbassaí, Inhambupe, Joanes/Ipitanga e Pojuca respectivamente, classificadas na Categoria Marginal. Finalmente, os rios Jaguaripe, Subaé e São Paulo apresentaram os piores valores de IQA, sendo classificados na Categoria Ruim.

ABSTRACT– This study performed an assessment of water resources in the basin of the North and Recôncavo Inhambupe using water quality index. The parameters were obtained in quarterly collecting of water by the INEMA, in the years 2009 and 2010, in the Project Monitor. To perform the calculation of the Water Quality Index (WQI) was used the methodology proposed by the Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 2001). It's a comprehensive index that does not limit the number of parameters used in the evaluation of water quality, but requires that at least four samples in the same collection point. The CCME WQI is based on a combination of three factors, which vary in the range between 0 and 100. The index qualifies water into five descriptive categories: excellent (95-100), Good (80-94), Fair (65-79), Marginal (45-64) and Poor (0-44). The results showed that WQI in the basins of the Sauípe and Subaúma presented better average, and are classified as Median Category, being followed in descending order, by the basins of Imbassaí, Inhambupe, Joanes/Ipitanga and Pojuca, classified as Marginal Category. Finally, the rivers Jaguaripe, Subaé and São Paulo, had the worst values of WQI, was classified in Poor Category.

¹Geologia (UFBA, 1969), Mestre em Geociências na área de Geoquímica de Exploração Mineral (UFBA, 1981), Doutor em Geologia Ambiental e Hidrogeologia (UFBA, 2008). Professor Associado II do Departamento de Geofísica - UFBA e Coordenador do Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente-NEHMA/UFBA, Instituto de Geociências – Universidade Federal da Bahia. Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-340. Salvador, Bahia, Brasil. - e-mail: sergiomn@ufba.br e sergiomn62@yahoo.com.br

² Engenharia Civil (UFBA, 1979), Mestre em Engenharia Ambiental (UFBA, 2007), Doutoranda do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE (CIEEnAm, UFBA). Professora - UFRB, Rua Amazonas, 845 Apto. 202 – Pituba – Salvador – Bahia – CEP 41830.380. Tel (71) 2401431 – Celular (71) 9962-8114 - e-mail: ralencar@ufrb.edu.br

³ Graduanda em Geologia (UFBA), Condomínio Rodrigo Horácio, Bloco 56, apto. 01, Brotas-Salvador-Bahia – CEP 40275-180 – celular (71) 8873-9019, e-mail: Jami_alves@hotmail.com

⁴ Graduando em Geologia (UFBA), Rua 21 de agosto 39-A, bairro de Santa Cruz-Salvador-Bahia – CEP 41915-280 – e-mail: Santana-souza@hotmail.com

Palavras-Chave – índice de qualidade, água superficial, bacia do recôncavo.

INTRODUÇÃO

A atenção com a qualidade da água na bacia hidrográfica do Recôncavo Norte e Inhambupe, situada no Estado da Bahia, vem aumentando nos últimos anos, devido entre outros fatores, à crescente instalação de empreendimentos industriais e agrícolas na região. Esses são potencialmente geradores de efluentes líquidos e sólidos que poderão ocasionar poluição e contaminação dos corpos hídricos, levando consequentemente à diminuição da disponibilidade hídrica regional. Muitas comunidades da região têm contado com as águas superficiais para atender tanto as necessidades para consumo humano como para atividades industriais e de irrigação. Ao longo dos anos as condições sanitárias têm se agravado e os municípios da região ainda carecem de soluções adequadas e integradas para as suas infraestruturas de saneamento básico, cuja falta tem levado à contaminação dos mananciais.

Este estudo realiza uma avaliação da qualidade dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Recôncavo Norte e Inhambupe, no Estado da Bahia, utilizando índices de qualidade de água (IQA). Os dados físicos, químicos e biológicos das águas dos rios da bacia hidrográfica citada foram obtidos pelo Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ), atualmente Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEMA), em coletas trimestrais nos anos de 2009 e 2010 no Projeto Monitora.

Para realizar os cálculos dos Índices de Qualidade de Água (IQA) foi utilizada a metodologia proposta e disponibilizada pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2001), CCME - WQI. Trata-se de um índice de qualidade água (IQA) abrangente que não limita a quantidade de parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água, mas que exige que pelo menos quatro amostras tenham sido realizadas no mesmo ponto de coleta. O índice CCME – WQI qualifica a água em cinco categorias descritivas: Excelente (95-100), Boa (80-94), Mediana (65-79), Marginal (45-64) e Ruim (0-44).

OBJETIVO

Avaliar a qualidade da água na bacia hidrográfica do Recôncavo Norte e Inhambupe, no Estado da Bahia, utilizando índice de qualidade de água (CCME WQI) em pontos situados no alto, médio e baixo curso dos rios.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimentos

Os procedimentos realizados para o desenvolvimento desta avaliação foram os seguintes:

- 1) Delineamento da área de abrangência e seleção dos municípios contemplados;
- 2) Seleção da metodologia para cálculo do Índice de Qualidade de Água;
- 3) Seleção de amostras do monitoramento da qualidade das águas, na base de dados das análises do Projeto Monitora (BAHIA, 2010), realizado pelo Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ) atualmente Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEMA) através de coletas trimestrais nos anos de 2009 e 2010;
- 4) Seleção, plotagem dos pontos de coleta escolhidos e elaboração dos mapas de localização;
- 5) Seleção e plotagem dos pontos de anomalias e elaboração dos mapas das anomalias;
- 6) Cálculo do índice de qualidade de água;
- 7) Análise dos resultados obtidos.

Modelo conceitual do Índice de Qualidade de Água

O índice CCME WQI (*Canadian Council of Ministers of the Environment - Water Quality Index*) é baseado em uma combinação de três fatores, cada um dos quais variando na escala entre 0 e 100. O CCME-WQI é baseado em uma combinação de três fatores, cada um dos quais variando na escala entre 0 e 100. Os fatores representam: a abrangência do impacto causado por uma não conformidade (F1 = Alcance), a frequência com a qual ocorreu a não conformidade (F2 = Frequência) e a amplitude da não conformidade (F3 = Amplitude), ou seja, desvio entre valor não conforme e o valor esperado (meta). O índice resultante qualifica a água em cinco categorias descritivas: Excelente (95-100), Boa (80-94), Mediana (65-79), Marginal (45-64) e Ruim (0-44).

Primeiramente defini-se o corpo d água, o período de tempo, as variáveis e os objetivos (valores esperados ou metas), e a partir destes parâmetros são calculados cada um dos três fatores que compõem o índice (CCME, 2011):

Primeiro fator: Alcance (F1) = representa a abrangência das não conformidades, dada pela porcentagem das variáveis que estiveram não conformes em relação aos teores exigidos:

$$F1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis que falharam}}{\text{Número total de variáveis}} \right) \times 100$$

Segundo fator: Frequência (F2) = representa a porcentagem de amostras individuais cujos parâmetros não atenderam à meta estabelecida:

$$F2 = \left(\frac{\text{Número de testes que falharam}}{\text{Número total de testes realizados}} \right) \times 100$$

Terceiro fator: Amplitude (F3): representa o montante pela qual os valores medidos dos ensaios não atingiram as suas metas, melhor dizendo é a diferença entre o valor observado e o valor desejado. A amplitude (F3) é calculada em três passos: primeiro define-se número de vezes pelo qual uma concentração individual é superior à meta; em seguida o montante coletivo pelo qual os testes individuais estão fora de conformidade - soma normalizada dos desvios, ou NSE (“*normalized sum of excursions*”, em inglês); e finalmente o fator é calculado por uma função assintótica que se adapta a soma normalizada dos “desvios de direção” dos objetivos (NSE) para gerar um intervalo entre 0 e 100.

$$F3 = \frac{NSE}{0,01 \times SND + 0,01}$$

Uma vez que os fatores foram obtidos, o índice em si pode ser calculado pela soma dos três fatores, como se fossem vetores.

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

A representação gráfica dos três fatores é mostrada na Figura 1, onde é mostrado o vetor resultante representativo do índice da qualidade da água:

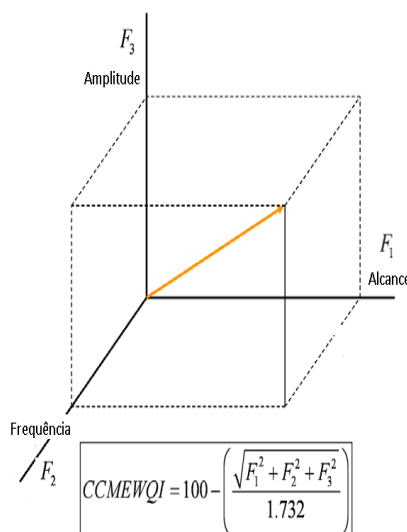


Figura 1. Resultante dos três fatores calculados

A atribuição de valores do CCME WQI para as categorias de qualidade da água é chamada de "categorização" e representa um processo fundamental, mas um tanto subjetivo. Os valores calculados são divididos em cinco categorias descritivas para simplificar a apresentação, como mostrado no Quadro 1 - Esquema de Categorias do CCME WQI.

Categoria	Faixa de valor	Descrição
Excelente	95-100	A qualidade da água está protegida, com ausência de ameaça ou virtual impacto; condições muito próximas níveis naturais.
Bom	80-94	A qualidade da água está protegida, tem apenas um pequeno grau de ameaça ou impacto; as condições raramente divergem dos níveis naturais ou desejáveis.
Mediana	65-79	A qualidade da água normalmente é protegida, mas ocasionalmente ameaçada ou danificada; as condições às vezes afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Marginal	45-64	A qualidade da água é freqüentemente ameaçada ou prejudicada; as condições freqüentemente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.
Ruim	0-44	A qualidade da água é quase sempre ameaçada ou prejudicada; as condições geralmente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis.

Fonte dos dados: CCME (2001)

Quadro 1 - Esquema de Categorias do CCME WQI.

Seleção de Amostras

Recomenda-se que, no mínimo, quatro variáveis amostradas pelo menos quatro vezes sejam utilizadas no cálculo dos valores do índice (CCME, 2001). A seleção foi realizada dentre os conjuntos de amostras disponíveis que atendessem a esta recomendação, e deste modo foram selecionadas seis campanhas em cada um dos pontos amostrados pelo Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ), atualmente Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEMA), nos principais rios do Recôncavo Norte/Inhambupe, no período 2009 e 2010. Para o cálculo do IQA escolheu-se três ponto por rio (alto, médio e baixo curso) com os dados das seis campanhas. A Figura 2 mostra o mapa de localização dos pontos escolhidos.

Nas seis campanhas do INGÁ foram analisados dezenas de parâmetros, porém para os cálculos do IQA foram escolhidos nove deles, pois apresentavam valores definidos em todos os pontos, quais sejam: DBO5, pH, Turbidez, oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, fósforo total, nitratos, condutividade elétrica e temperatura. Para avaliação da conformidade de cada parâmetro foi utilizado como “meta” (F3) as condições e padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 para as águas superficiais doces de classe 2 (BRASIL, 2005).

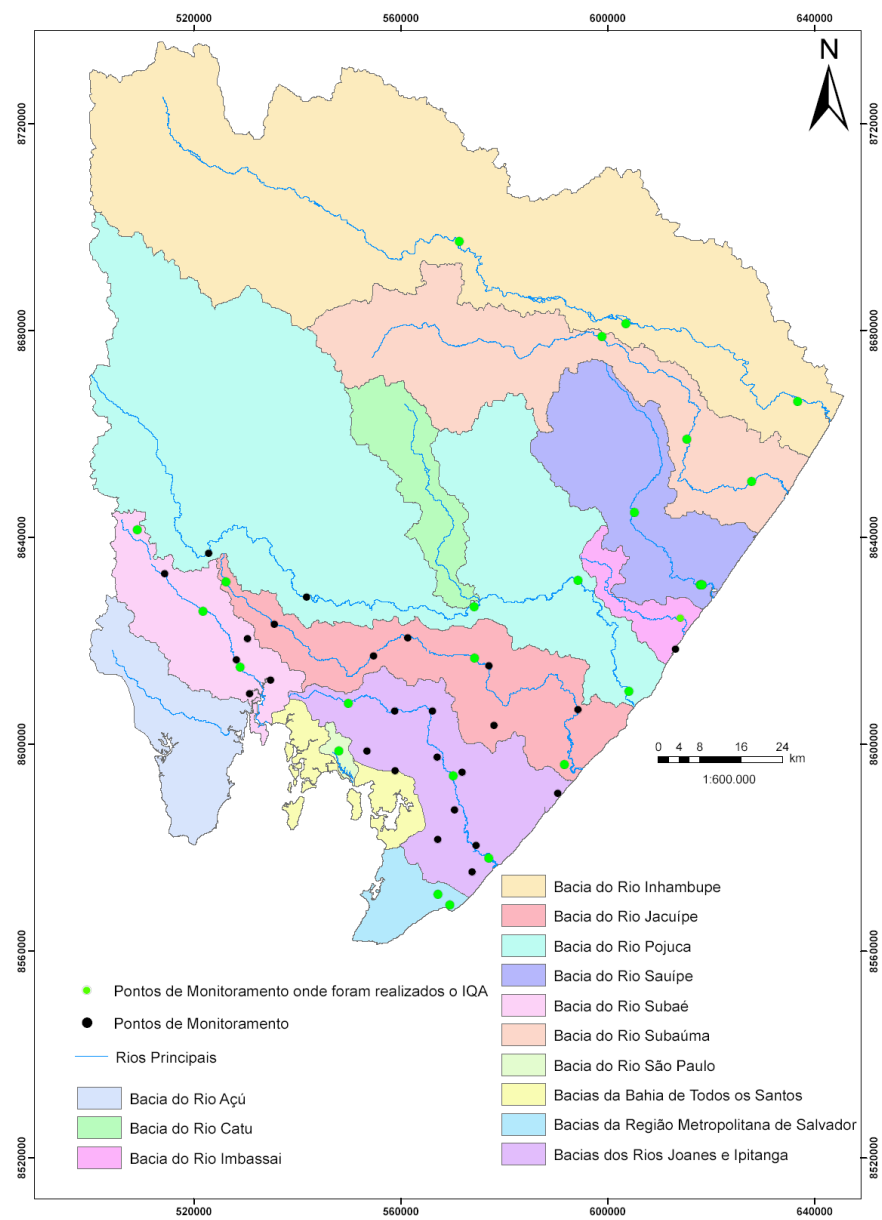


Figura 2 – Pontos de amostragem para o cálculo do IQA

RESULTADOS

O Quadro 2 - Índice de Qualidade de Água (IQA) dos Principais Rios da Bacia do Recôncavo Norte/Inhambupe mostra os resultados do cálculo do índice de qualidade de água pelo método CCME-WQI:

Rios	Pontos De Amostragem	Alcance F1	Frequência F2	Amplitude F3	WQI-CCME	Categoria por ponto	Média do Rio	Categoria da média
Inhambupe	RCN-INB-400	66,66	31,48	45,6	49,95	Marginal	61	Marginal
	RCN-INB-600	55,55	25,92	20,7	62,65	Marginal		
	RCN-INB-800	44,44	14,81	20,4	70,51	Mediana		
Subaúma	RCN-SUM-600	66,66	22,22	18,4	58,06	Marginal	67	Mediana
	RCN-SUM-800	55,55	14,81	23,4	64,16	Marginal		
	RCN-SUM-900	33,33	5,55	1,2	80,48	Bom		
Sauípe	RCN-SAP-300	44,44	14,81	27,6	68,61	Mediana	76	Mediana
	RCN-SAP-900	33,33	7,40	3,2	80,20	Bom		
	RCN-SAP-925	33,33	9,25	8,8	79,39	Mediana		
Imbassai	RCN-IMB-900	66,66	16,66	10,1	59,89	Marginal	63	Marginal
	RCN-IMB-950	55,55	18,51	4,9	66,07	Mediana		
Pojuca	RCN-POJ-600	66,66	27,77	26,9	55,50	Marginal	48	Marginal
	RCN-POJ-400	66,66	27,77	68,8	42,42	Ruim		
	RCN-POJ-800	77,77	14,81	50,8	45,69	Marginal		
Jacuípe	RCN-JCP-800	33,33	22,22	47,1	64,29	Mediana	73	Mediana
	RCN-JCP-025	22,22	11,11	11,3	84,24	Bom		
	RCN-JCP-200	44,44	14,81	16,9	71,24	Mediana		
Joanes/Ipitanga	RCN-JOA-050	55,55	25,92	0,7	64,60	Mediana	53	Marginal
	RCN-JOA-900	77,77	55,55	95,6	21,97	Ruim		
	RCN-JOA-400	44,44	20,37	0,1	71,77	Mediana		
Jaguaripe	RCN-ABT-100	55,55	40,74	60,8	46,95	Marginal	43	Ruim
	RCN-ABT-600	66,66	46,29	80,5	38,98	Ruim		
São Paulo	RCN-SPA-100	66,66	37,03	91,2	31,37	Ruim	31	Ruim
Subaé	RCN-SUB-020	66,66	29,62	73,5	40,21	Ruim	42	Ruim
	RCN-SUB-160	55,55	25,92	99,7	32,42	Ruim		
	RCN-SUB-550	66,66	24,07	40,7	52,81	Marginal		

Quadro 2 - Índice de Qualidade de Água (IQA) dos Principais Rios da Bacia do Recôncavo Norte/Inhambupe.

Avaliação por Categoria, Faixa de Valor e Descrição

Situando os resultados obtidos nas definições do CCME-WQI:

Excelente 95-100 - A qualidade da água está protegida, com ausência de ameaça ou virtual impacto; condições muito próximas níveis naturais.

Bom 80-94 - A qualidade da água está protegida, tem apenas um pequeno grau de ameaça ou impacto; as condições raramente divergem dos níveis naturais ou desejáveis.

Mediana 65-79 - A qualidade da água normalmente é protegida, mas ocasionalmente ameaçada ou danificada; as condições às vezes afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis, **conforme foi encontrado nos Rios Subaúma e Sauípe (Figura 3).**



Figura 3 - Rio Sauípe. Fonte INGÁ, 2010

- **Marginal 45-64** - A qualidade da água é frequentemente ameaçada ou prejudicada; as condições frequentemente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis, conforme foi encontrado nos Rios Inhambupe, Imbassaí, Pojuca e Joanes/Ipitanga (Figura 4).



Figura 4 - Rios Joanes/Ipitanga. Fonte INGÁ, 2010

- **Ruim 0-44** - A qualidade da água é quase sempre ameaçada ou prejudicada; as condições geralmente afastam-se dos níveis naturais ou desejáveis, conforme foram encontrados nos Rios Jaguaripe, São Paulo (Figura 5) e Subaé.



Figura 5 - Rio São Paulo. Fonte: INGÁ, 2010

As variáveis que se apresentaram mais alteradas nos 26 locais estudados na bacia do Recôncavo Norte/Inhambupe foram: o oxigênio dissolvido (22), o fósforo total (20) e os coliformes termotolerantes (12).

Os principais parâmetros responsáveis pela qualidade ruim nos Rios Jaguaripe, São Paulo e Subaé são: DBO5, OD, Coliformes termotolerantes e Fósforo total, sendo oriundo, segundo o INGÁ (2010) de a) Atividades agropecuárias, desmatamento e utilização de agrotóxicos - daí a presença constante de fósforo total contribuindo com a diminuição do IQA; b) Atividade Urbana - Lançamento de esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, desmatamento; concentrações populacionais nas margens, daí os valores de DBO5, OD e Coliformes termotolerantes contribuindo para a diminuição dos valores de IQA.

CONCLUSÕES

Segundo dados do INGA (2010), os resultados analíticos das amostras coletadas nas campanhas de monitoramento na RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe permitiram avaliar a qualidade das águas com base na análise dos parâmetros utilizados nesse trabalho e obtidos no Projeto Monitora (INGÁ, 2010).

As bacias dos rios Sauípe e Subaúma apresentaram as melhores médias de IQA, sendo classificadas na Categoria Mediana, vindo em seguida por ordem decrescente, as bacias dos rios Imbassaí, Inhambupe, Joanes/Ipitanga e Pojuca respectivamente, sendo classificadas na Categoria Marginal. Finalmente, os rios Jaguaripe, Subaé e São Paulo apresentaram os piores valores de IQA, sendo classificados na Categoria Ruim.

Em todas as bacias quem mais contribuiu com a diminuição do valor do IQA foi o Fator 1 devido ao número de variáveis (parâmetros) que apresentaram valores acima do limite máximo recomendado pela Resolução 357/2004 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Nas bacias dos rios Sauípe e Subaúma o Fator F2 (Frequência) contribuiu mais para a diminuição do valor do IQA do que o fator F3 (Amplitude) em 4 dos 6 pontos estudados, o mesmo acontecendo nos rios Imbassaí, Inhambupe, Joanes/Ipitanga e Pojuca em 6 dos 8 pontos estudados. Assim, o número de análises não conformes (acima do valor máximo permitido) predominou sobre a amplitude de variação dos valores em relação ao limite máximo permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2004. Entretanto nos rios Jaguaripe, São Paulo e Subaé, o Fator F3 contribuiu mais do que o Fator F2 para a diminuição do valor do IQA.

BIBLIOGRAFIA

BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010 – Programa Monitora – Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da BAHIA, Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ, Salvador, vols. I, II e III Disponível em <http://www.monitora.inga.ba.gov.br> Acesso em: 05 set. 2011

BAHIA. Instituto de Gestão das águas e Clima. Biblioteca Virtual. Biblioteca das Águas. Hidroweb, base de dados -2006 . Disponível em: <www.inga.ba.gov.br>. Acesso em: 05 set. 2011.

BAHIA. Instituto de Gestão das águas e Clima. Biblioteca Virtual. Biblioteca das Águas, 2011.RPGA Recôncavo Norte e Inhambupe. Disponível em: <www.inga.ba.gov.br>. Acesso em: 05 set. 2011.

BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010 – Programa Monitora – Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas do Estado da BAHIA, Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ, Salvador, vols. I, II e III Disponível em <http://www.monitora.inga.ba.gov.br>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 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.

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian water quality guidelines for the protection of Water Quality Index 1.0, User's Manual. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of aquatic life: CCME Ministers of the Environment, Winnipeg. Disponível em http://www.ccme.ca/assets/pdf/wqi_usermanualfctsht_e.pdf Acesso em 10. Jan.2011.