



ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERRUGA

Ana Verena Luciano Santos Campos^{1*}; Iara Oliveira Fernandes²; Mariangela Bittencourt³; Eduardo Freitas Rêgo⁴; Phablo Cabral⁵; Felizardo Adenilson Rocha⁶; Joseane Oliveira da Silva⁷; Adenilde Passos⁸; Cristiano Tagliaferre⁹; Flávia Mariani Barros¹⁰

RESUMO – O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de água do rio principal da Bacia Hidrográfica do Rio Verruga, região sudoeste da Bahia, por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA), comparando os resultados obtidos em campo com padrões estabelecidos pelas resoluções 357/2005 do CONAMA. A pesquisa consistiu no monitoramento de nove variáveis de qualidade de água, que compõem o IQA, durante o período de Novembro de 2012 a Julho de 2013, em escala de tempo mensal. Foram coletadas amostras de água mensais em cinco pontos distintos do rio Verruga, entre a nascente e a seção de controle. Os valores de IQA no ponto 1 (nascente) variaram entre 42,62 a 58,30, enquanto no ponto 2 (saída da cidade) os valores oscilaram entre 20,53 a 31,48. Por outro lado, no ponto 4 (antes da cidade de Itambé-Ba), os valores oscilaram entre 32,36 a 53,34. Na seção de controle da bacia (P5), após a cidade de Itambé, os valores oscilaram entre 30,72 e 43,51. Em termos médios a qualidade da água, pelo IQA, em todos os pontos analisados pode ser classificada como ruim ($25 < IQA \leq 50$).

Palavras-chave: Poluição hídrica, Rio Verruga, IQA

WATER QUALITY INDEX IN THE VERRUGA RIVER HIDROGRAPHIC BASIN

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the water quality of the main river Basin of Verruga River, the southwest region of Bahia, through the Water Quality Index (WQI), comparing the results obtained in the field with standards established by 357/2005 CONAMA resolution. This research consisted in monitoring nine water quality variables that compose the IQA during the period November 2012 to July 2013, in monthly time scale. They were collected monthly water samples in five different parts of the Verruga River between the source and the control section. The IQA values in point 1 (source) ranged from 42.62 to 58.30, while in point 2 (output city) values ranged from 20.53 to 31.48. On the other hand, point 4 (before Itambé city) values ranged from 32.36 to 53.34. In the basin control section (P5), after Itambé city the values were between 30.72 and 43.51. In average the water quality, by WQI, in every point can be classified as bad ($25 < WQI \leq 50$).

Key-words: Water Pollution, Verruga River, WQI

¹Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: verena.campos@gmail.com;

²Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: iara158@gmail.com;

³Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: mariangela251@hotmail.com;

⁴Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: eduardofreitas95@yahoo.com.br;

⁵Estudante de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: phablo_cabral@hotmail.com;

⁶Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: felizardoar@hotmail.com;

⁷Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: joseaneoliverias@yahoo.com.br;

⁸Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, E-mail: denvqui@yahoo.com.br;

⁹Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB E-mail: tagliaferre@yahoo.com.br;

¹⁰Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB E-mail: mariamariani@yahoo.com.br

* Autor Correspondente: Ana Verena Luciano Santos Campos



INTRODUÇÃO

Atividades urbanas, industriais e agrícolas são as principais fontes de compostos orgânicos, metais tóxicos, nutrientes potencialmente poluidores, tais como fósforo e nitrogênio, dentre outros. Essas contribuições antropogênicas têm alterado a quantidade da água, causando diversos problemas de ordem ambiental, econômica e social (Adedeji e Okocha, 2011).

De acordo com Almeida e Schwarzbald (2003), o índice de qualidade de água (IQA) é considerado uma metodologia integradora, por converter várias informações num único resultado numérico. O IQA foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. Este índice é amplamente utilizado no mundo inteiro. A partir de 1975, foi adotado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e, nas décadas seguintes, por outros estados brasileiros. Assim, o IQA tornou-se um dos parâmetros mais utilizados para caracterizar águas superficiais no país.

O Rio Verruga nasce cidade de Vitória da Conquista, terceira maior cidade da Bahia em população, mais especificamente na sub-bacia do Rio Santa Rita. Está localizado em uma área de reserva ecológica, e desagua no Rio Pardo, próximo à cidade de Itambé. Sua bacia possui uma extensão total de aproximadamente 901 Km², com uma extensão de 57,5 km de comprimento. O relevo da área fluvial é ondulado em grande parte da bacia, sendo, na parte de cabeceira muito montanhoso com altitudes acima de 1000 metros. Possui como classes predominantes de solo o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e o Argissolo Vermelho-Amarelo.

Devido à grande fertilidade natural dos solos da região, são desenvolvidas atividades de pecuária extensiva, com predomínio de pastagens naturais. Além disso, é uma área intensamente afetada pela ação antrópica, onde há um alto grau de desmatamento, pouca mata ciliar e muitas residências próximas à margem do rio, principalmente no alto curso do rio.

Esta pesquisa foi realizada com objetivo de calcular o Índice de Qualidade da Água do rio Verruga e classificá-lo de acordo com a resolução CONAMA 357/2005, realizando-se o monitoramento mensal dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos que compõem o IQA, durante nove meses, em cinco pontos distintos do rio.

MATERIAL E MÉTODOS

No monitoramento da qualidade da água do rio Verruga, foram coletadas, em cinco pontos distintos, amostras mensais, pelo período de nove meses. Os pontos de amostragem podem ser vistos na Figura 1, a saber: a) P1 – próximo à nascente do rio principal (982 metros de altitude), P2 – dentro da cidade de Vitória da Conquista, P3 – saída da cidade de Vitória da Conquista (ponto após o lançamento de esgoto tratado da cidade), P4 – a montante da cidade de Itambé e P5 – a jusante da cidade de Itambé, na seção de controle da bacia (324 metros de altitude).

Nessas coletas foram empregados recipientes de vidro com capacidade de três litros, na cor branca, com rolha esmerilhada. Esses recipientes foram previamente esterilizados e, após a coleta, as amostras eram acondicionadas em caixas de isopor, contendo gelo para que a temperatura da água se mantivesse em torno de 4 °C. As análises eram realizadas em até 24 horas após o

procedimento de coleta, seguindo o que determinam as técnicas de coleta e preservação de amostras sugeridas por Gouvêa *et al* (2001).

São utilizados nove parâmetros no cálculo do IQA: pH, temperatura, turbidez, nitrogênio total (Ntotal), fosfato total (Ptotal), Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes e sólidos totais.

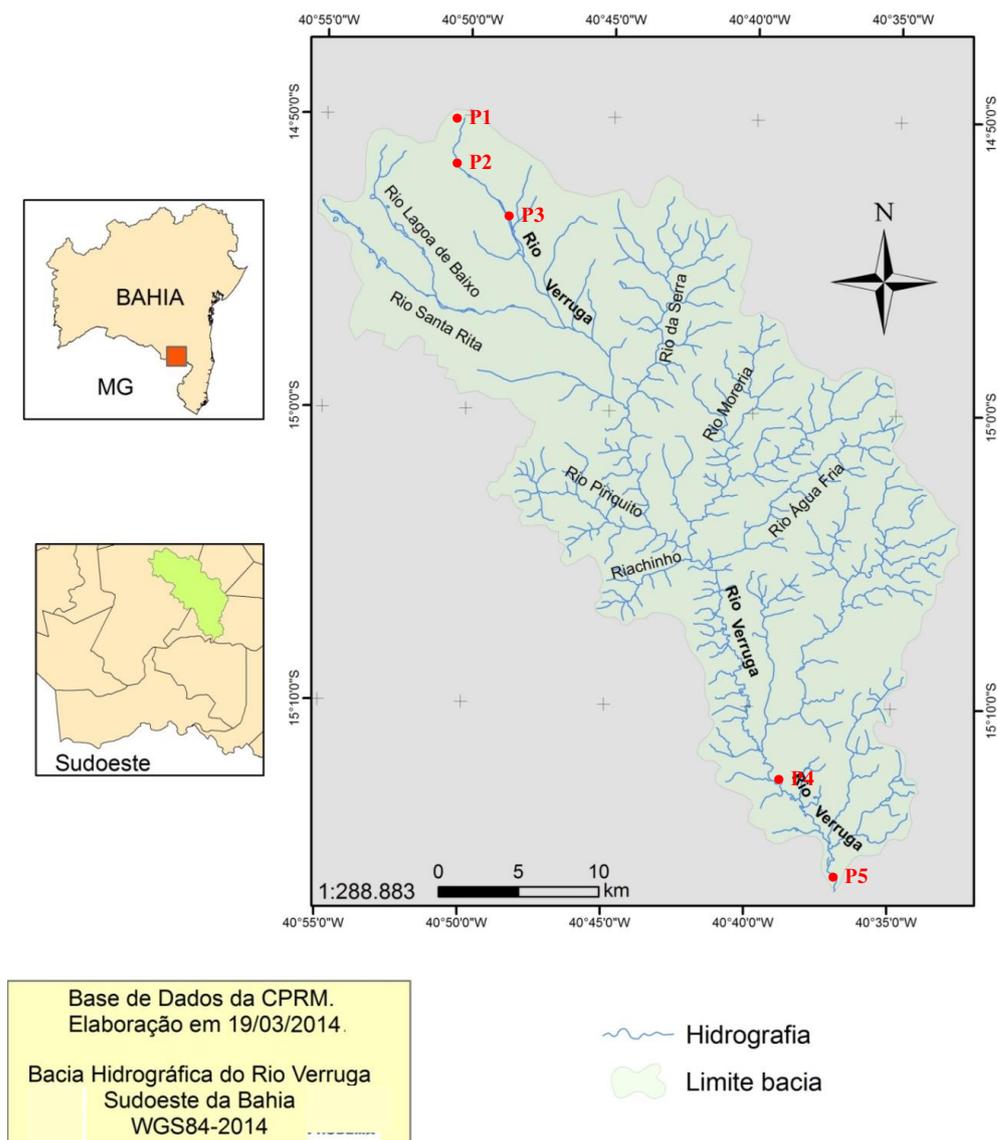


Figura 1 – Bacia Hidrográfica do rio Verruga, com a localização dos 5 pontos de amostragem.
Fonte: Base de dados da CPRM, 2014.

Esses parâmetros, em sua maioria, são indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos e agrícolas. Para cada parâmetro foi elaborada uma curva de variação de qualidade, que fornece uma “nota” entre 0 e 100, dependendo da concentração ou do valor do parâmetro ou variável pesquisada.



As amostras foram analisadas no Laboratório de Água e Esgoto do IFBA – campus Vitória da Conquista. As análises foram conduzidas utilizando-se da metodologia estabelecida pelo *Standard Methods* (APHA, 1995). Com base na média dos três valores mensais de cada variável analisada determinou-se o IQA, visando-se avaliar o estado de qualidade da água do Rio Verruga. O IQA pode ser expresso pela equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Nessa equação, “ q_i ” representa a qualidade do i -ésimo parâmetro. Seu resultado é expresso por um número entre 0 e 100. O membro “ w_i ” representa o peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, cujo resultado é expresso por um número entre 0 e 1, valor atribuído em função da sua importância para a conformação global da qualidade.

Os parâmetros que compõem o índice apresentam pesos diferenciados, isto é, Coliformes termotolerantes (peso 0,15), pH (peso 0,12), DBO (peso 0,1), Ntotal (peso 0,1), Ptotal (peso 0,1), Temperatura (peso 0,1), Turbidez (peso 0,08), Sólidos totais (peso 0,08) e OD (peso 0,17), conforme CETEC (1983) *apud* Matos (1998).

A partir do cálculo efetuado empregando-se a equação 1, chega-se a um número que teoricamente representa a qualidade da água, permitindo classificar a água em “Excelente” ($90 < IQA \leq 100$), “Bom” ($70 < IQA \leq 90$), “Média” ($50 < IQA \leq 70$), “Ruim” ($25 < IQA \leq 50$) e “Muito Ruim” ($0 < IQA \leq 25$), conforme CETEC (1983) *apud* Matos (1998). De acordo com valores do IQA, para cada faixa de valores está associado um conceito de classificação.

Desse modo, com base no valor calculado do IQA foi possível classificar a qualidade de água de cada ponto estudado do Rio Verruga em uma das cinco categorias.

Em seguida, a partir dos valores obtidos do IQA, foi calculada uma média a fim de se enquadrar o Rio Verruga de acordo com as normas do CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de IQA obtidos nos nove meses de monitoramento em que a pesquisa foi realizada estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de IQA nos cinco pontos distintos de monitoramento no Rio Verruga

Data de coleta	IQA				
	P1	P2	P3	P4	P5
02/11/2012	55,62	28,34	22,63	32,26	38,84
17/11/2012	58,30	42,99	28,17	39,12	34,59
01/12/2012	50,02	34,39	27,95	33,21	38,64
14/12/2012	54,04	39,21	23,44	38,59	35,59
12/11/2013	53,44	48,93	22,56	53,34	43,51



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília - DF

27/02/2013	48,60	40,19	20,92	43,62	38,00
23/03/2013	47,71	32,02	20,53	44,72	35,58
13/04/2013	49,49	32,64	26,26	38,16	37,6
03/05/2013	54,38	35,33	21,87	38,31	39,62
18/05/2013	43,40	36,00	25,54	39,57	32,39
08/06/2013	49,93	49,35	26,34	46,65	30,72
06/07/2013	44,62	32,5	29,47	42,68	38,37
20/07/2013	42,62	32,40	31,48	45,23	42,06
27/07/2013	46,09	32,50	29,47	43,38	38,37
Média/desvio	49,9 ± 5	36,9 ± 6	25,5 ± 5	41,3 ± 6	37,4 ± 3

Os valores de IQA no ponto 1 (nascente) variaram entre 42,62 (20/07/13) a 58,30 (17/11/12), enquanto no ponto 2 (saída da cidade) os valores oscilaram entre 20,53 (23/03/13) a 31,48 (20/07/13). Por outro lado, o ponto 4 (antes da cidade de Itambé-Ba), os valores oscilaram entre 32,36 (02/11/12) a 53,34 (12/01/13). Na seção de controle da bacia (P5), após a cidade de Itambé, os valores oscilaram entre 30,72 (08/06/13) e 43,51 (12/01/13).

Em média durante o período analisado, o ponto P1 (nascente) apresentou melhores resultados de qualidade de água em termos do IQA, enquanto em P3 obteve-se a pior qualidade de água do rio. Vale ressaltar que a nascente do rio Verruga é dentro da cidade e próximo do ponto de coleta (nascente) existe lançamento de esgoto clandestino do bairro adjacente. No P3, saída da cidade, além de receber todo o esgoto não tratado da cidade ainda recebe o esgoto proveniente da estação de tratamento de esgoto da cidade, afetando drasticamente o índice de qualidade de água. Entre o ponto P3 e P4 existe uma desnível de mais de 400 metros de altitude, fato que contribui para o processo de autodepuração do rio. Além disso, no ponto P4 não existe povoado próximo que cause poluição hídrica significativa. No ponto P5, ocorre lançamento de esgoto da cidade de Itambé, afetando a qualidade da água. Porém, vale destacar que neste trecho do rio a vazão é bem maior. Com a diluição do esgoto lançado no rio, ocorreu a redução no valor do IQA, ficando este acima dos valores encontrados no ponto P2, dentro da cidade de Vitória da Conquista.

Observa-se pela Tabela 1 que o maior valor de IQA encontrado foi de 58,30 na nascente do Rio Verruga. Por este valor poder-se-ia classificar o rio em nível de qualidade média. Porém, analisando o comportamento médio das amostras observou-se que a qualidade da água, em todos os pontos analisados, pode ser classificada como “ruim” ($25 < IQA \leq 50$), conforme Matos (1998).

O P2 foi classificado como ruim em todas as épocas analisadas, devido o ponto de amostragem encontrar-se dentro da cidade, local com grande lançamento de esgoto doméstico e resíduos orgânicos. No ponto P3, trecho localizado na saída da cidade de Vitória da Conquista há o lançamento direto de grande parte do efluente tratado da cidade, assim, o nível de qualidade da água variou de ruim a muito ruim. O P4, trecho localizado antes da cidade de Itambé, foi classificado como ruim, enquanto o P5, localizado depois da cidade de Itambé, foi classificado como ruim. Pinho (2001), estudando a qualidade de água em 11 pontos da bacia do rio Cachoeira, localizado na bacia do Leste, Bahia, observou que o enquadramento do rio pela resolução CONAMA 357/2005 variou de classe 2 a classe 4, dependendo do trecho do rio, ou seja, das condições de uso e ocupação do solo. O autor observou que a jusante das cidades a qualidade de água tende a piorar, devido ao lançamento de esgoto doméstico não tratado.



Segundo a resolução CONAMA 357/2005 um rio enquadrado como Classe 3 apresenta valores de sólidos dissolvidos totais inferiores a 500 mg/L, P total inferior a 0,15 mg/L de P, turbidez de até 100 UNT, cor até 75 uH e pH entre 6 e 9. Porém, se o OD for superior a 2 mg/L em todas as amostras o rio passa a enquadrado como classe 4, fato que foi evidenciado nesta pesquisa, ou seja, o rio Verruga apresenta classe 4 segundo a norma CONAMA 357/2005, pois os valores de OD estiveram superiores ao estabelecido por esta norma. Portanto, as águas do rio Verruga podem ser utilizadas, no máximo, para navegação e para a harmonia paisagística.

Os valores de pH da água do rio Verruga oscilaram entre 6 a 9 e, em média o ponto P3 apresentou o maior valor, indicando lançamento de esgoto de origem doméstica. A cor e turbidez variaram muito durante o período de monitoramento, fato já esperando porque o rio possui mais de 600 metros de desnível entre a nascente e a seção de controle, favorecendo maiores velocidades de escoamento e maior movimentação de partículas. Além disso, os períodos chuvosos contribuem para elevar os valores de cor e turbidez nas águas do rio Verruga.

A média dos valores das variáveis analisadas em laboratório, nos cinco pontos de amostragem no rio Verruga, está apresentada na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Média e desvio padrão das variáveis analisadas no Rio Verruga durante o período de estudo

Variáveis analisadas ⁽¹⁾	Média ⁽²⁾ e Desvio Padrão ⁽³⁾				
	P1	P2	P3	P4	P5
pH	6,8 ⁽²⁾ ± 0,5 ⁽³⁾	6,8 ± 0,2	7,2 ± 0,5	6,8 ± 0,3	6,9 ± 0,3
Cor (PCU)	93,5 ± 128	90,3 ± 105	381,4 ± 452	64,2 ± 24	264,9 ± 534
Turbidez (UH)	12,3 ± 12	22,2 ± 26	85,8 ± 66	32,0 ± 9	135,5 ± 385
OD (mg/L)	4,1 ± 1,1	3,4 ± 1,1	3,4 ± 1,1	3,3 ± 0,5	3,8 ± 0,9
ST (mg/L)	224,9 ± 96	414,9 ± 107	484,9 ± 82	272,3 ± 126	324,2 ± 216
DBO (mg de O ₂ /L)	7,5 ± 5,0	56,7 ± 4,1	154,8 ± 4	14,3 ± 2	24,1 ± 2,0
N total (mg/L)	9,0 ± 21	8,6 ± 7	34,3 ± 23	2,3 ± 3,3	9,4 ± 16
P total (mg/L)	0,0 ± 0	0,3 ± 0,2	2,6 ± 1,3	0,7 ± 0,4	0,8 ± 0,5

⁽¹⁾ Valores obtidos de 14 repetições

A concentração de fósforo foi alta, exceto em P1, representando mais que o dobro do estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 (0,15 mg/L de P), justificando a presença de macrófitas ao longo do leito. Este fato associado à presença de nitrogênio total pode ocasionar a eutrofização do rio.

Os valores de DBO evidenciam que ocorre lançamento de matéria orgânica no leito do rio, sendo o maior valor encontrado no ponto 3. Vale dizer que no ponto 5 é lançado esgoto da cidade de Itambé, porém ocorre diluição do esgoto devido a maior vazão do rio neste trecho.



CONCLUSÕES

- a) As atividades urbanas vêm causando intensa deterioração ao manancial hídrico desde a nascente principal do rio, o que pode ser comprovado pelos baixos valores do índice de qualidade de água IQA;
- b) De acordo com a resolução CONAMA 357/2005 o Rio Verruga se enquadra na classe 4, podendo ser utilizado apenas para a navegação e para a harmonia paisagística;
- c) Em termos médios a qualidade da água, em todos os pontos analisados, pode ser classificada como “ruim”, uma vez que o IQA esteve inferior a 50.

REFERÊNCIAS

- ADEDEJI, O.B.; OKOCHA, R.C.; Heavy metal concentrations in prawns (*macrobrachium vollenhovenii*) and water from Asejire river Southwestern Nigeria. *Advances in Environmental Biology*, v. 5, n. 6, 2011, pp. 1359-1363.
- ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A.; 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, 2003, pp. 81-97.
- APHA - Standard methods for the examination of water and wastewater, 19 th edition: Washington, American Public Health Association, 1995.
- GOUVÊA, C. B.; CAMPOS, C. M. M.; VALLE, R. H. P.; SILVEIRA, I. A. Recursos Naturais Renováveis e Impacto Ambiental: Água, Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, pp. 187.
- MATOS, A. R.; Índice de Qualidade de Águas para Bacia do Rio das Velhas: Aspectos Metodológicos e Avaliação Qualitativa do Ambiente, Belo Horizonte, 1998, pp. 101.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Resolução CONAMA nº, 357, de 18/03/2005, Brasília: CONAMA, 2006. 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.
- PINHO, A.G.; Estudo da qualidade das águas do rio cachoeira-região sul da Bahia. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Ilhéus, 2001, pp.101. (Dissertação de Mestrado).