

ESTUDO COMPARATIVO DE ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA : APLICAÇÃO NO RIO PARAÍBA/PE-AL

Fernando Fernandes da SILVA¹, Bernardete Feitosa CAVALCANTI², Alexandre Malta SILVA³, Fabiana Carnaúba Medeiros⁴ e Xavier Fernandez ESPINEL⁵

RESUMO

O armazenamento do grande volume de dados resultantes de monitoramentos ambientais, tende a ser publicado de forma complexa dificultando sua assimilação e interpretação. Índices de qualidade da água têm sido propostos visando resumir as variáveis analisadas em um único número, mostrando a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço.

Apresenta-se, neste trabalho, a aplicação e a comparação de índices de qualidade da água baseados na opinião de especialistas para avaliar a qualidade da água do rio Paraíba.

O rio Paraíba nasce no Estado de Pernambuco e deságua no Complexo Estuariano Lagunar de Mundaú-Manguaba no litoral de Alagoas. Várias cidades situadas às margens do rio lançam em suas águas efluentes sanitários e industriais, sem nenhum tratamento, e as utilizam para fins diversificados, com ênfase para a irrigação de cana-de-açúcar, comprometendo as suas características físico-químicas.

Os estudos realizados demonstraram a coerência dos índices utilizados que retrataram, de forma concreta, a qualidade da água do rio em questão.

INTRODUÇÃO

No estudo da qualidade da água do rio Paraíba, foram realizadas análises de 5 parâmetros físico-químicos de amostras coletadas ao longo de sua calha, durante um ano de monitoramento (novembro/1981 a outubro/1982), e de 27 parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos de amostras coletadas nos mesmos pontos, durante outra campanha realizada em 1998 (agosto a novembro). Com um grande número de dados o processo de análise torna-se demorado e confuso. Índices de qualidade da água têm sido propostos visando resumir as variáveis analisadas em um só

¹Engenheiro Civil, MSc Recursos Hídricos - Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas. Tel. (082) 2217042 Fax (082) 3266040, Email: fernando@cdct.al.gov.br

²Professora da UFPB, Consultora da AERH, CCT/UFPB-Campus II, Campina Grande-PB, Tel. (083) 3334813

³Graduando de Eng. Civil da UFAL, Estagiário do NMRH-AL, Email: amalta@cdct.al.gov.br

⁴Engenheira Agrônoma, NMRH-AL, Email: fabiana@cdct.al.gov.br

⁵Graduando de Eng. Civil da UPC-Espanha, Estagiário do NMRH-AL, Email: xavi@cdct.al.gov.br

número, que mostra a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço. Testou-se 2 índices de qualidade geral, ou seja, foram usados os índices de Horton e o NSF-WQI. Têm sido identificados na literatura alguns papéis básicos dos índices ambientais :

- instrumento acessório na interpretação de dados, ajudando na avaliação preliminar dos resultados;
- representação da qualidade da água numa escala numérica, fornecendo um meio de julgar a efetividade de programa de controle ambiental ;
- meio de comparar condições da água ao longo do tempo e em várias localizações geográficas;
- comunicação explícita entre profissionais e o público, onde a informação é passada em termos simples e compreensíveis da quantidade e localização da poluição.

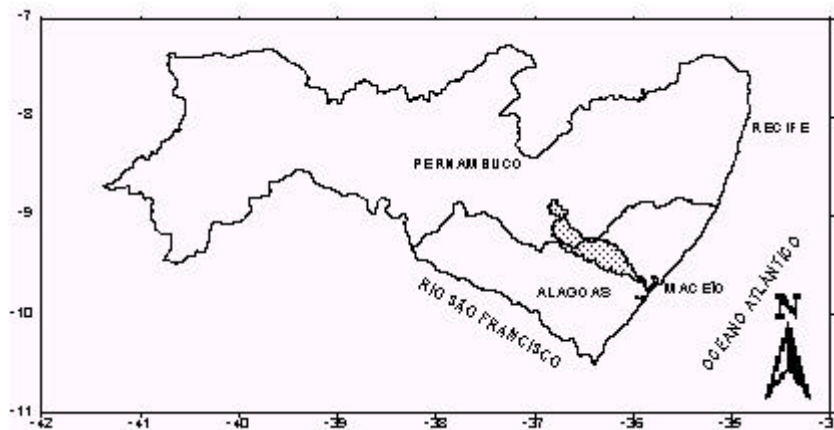
Como foi visto, o índice não é muito aplicado para decisões que requeiram um conhecimento mais detalhado e preciso do corpo d'água.

Este trabalho objetiva a aplicação e comparação do índice de qualidade da água IQA e do índice de Horton nos anos de monitoramento da água do rio Paraíba de 1981 a 1982 e em 1998.

MATERIAIS E MÉTODOS

• Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraíba está localizada nos Estados de Pernambuco e Alagoas. Situa-se aproximadamente entre os paralelos 08°42'42" e 09°40'49" de latitude Sul e entre os meridianos 35°14'08" e 36°22'15" de longitude Oeste de Greenwich. A figura 1 ilustra esquematicamente a posição geográfica da bacia. A bacia do rio Paraíba possui uma área total de 3.127,83 km², sendo 1.175,33 km² (37,6% da bacia) localizada no Estado de Pernambuco e 1.952,5 km² (62,4% do total) pertencente ao território alagoano. O rio Paraíba nasce no Estado de Pernambuco e deságua no



Complexo Estuarino Lagunar de Mundaú-Manguaba no litoral de Alagoas.

Figura 1 : Localização da bacia do rio Paraíba.

- **Índices de Qualidade da Água**

Existem diferentes usos da água, como por exemplo, abastecimento público, irrigação, recreação e manutenção da vida aquática. Exigências da qualidade de água dependem da pretensão do uso. Alguns índices, porém, são baseados na suposição que “qualidade de água” é um atributo geral de águas superficiais. É mostrado a seguir um resumo dos índices utilizados neste estudo que mensura a qualidade da água de um modo geral.

- **Índice da NSF-WQI (IQA)**

Trata-se de um modelo multiplicativo que tem vasta aplicação para a avaliação e interpretação da qualidade de águas de rios, praias, reservatórios de acumulação, etc. Foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation - EUA - e tem sido bastante utilizado nesse país. No Brasil, é usado tanto na Companhia Tecnológica de Saneamento Básico (CETESB) para águas interioranas de São Paulo, como pelo Departamento de Águas e Energia de São Paulo (DAE), SP. O modelo utiliza nove parâmetros físico-químicos e bacteriológicos para a interpretação da qualidade da água (Tabela 1). A análise é feita através de curvas de variação da qualidade sendo traçadas curvas médias para cada parâmetro.

Tabela 1: Parâmetros e pesos escolhidos

Parâmetro	Unidade	Peso (wi)
Oxigênio Dissolvido	%	0.17
Coliforme Fecal	NMP/100 ml	0.15
PH	-	0.12
DBO ₅	mg / L	0.10
Nitrogênio Total	mg / L	0.10
Fósforo Total	mg / L	0.10
Temperatura	°C	0.10
Turbidez	UFT	0.08
Sólidos Totais Dissolvidos	mg / L	0.08

O cálculo do IQA é feito através do produto dos subíndices dos parâmetros (q), que são obtidos por curvas, elevados aos seus respectivos pesos (w).

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Com a determinação deste valor, é feita a análise comparativa da amostra de água com os parâmetros de qualificação da tabela 2.

Tabela 2 : Designação qualitativa da água para abastecimento público

Valor do IQA	Diagnóstico
entre 80 e 100	A água é ótima
entre 52 e 80	A água é boa
entre 32 e 52	A água é aceitável
entre 20 e 32	A água é imprópria para tratamento convencional
entre 0 e 20	A água é imprópria

• **Índice de Horton**

Horton selecionou 8 parâmetros (Oxigênio Dissolvido, pH, Coliformes Fecais, Condutividade Elétrica, Alcalinidade, Cloreto, Carbono Orgânico Total e Tratamento de Esgoto), atribuindo a cada deles uma escala de qualificação e um peso de acordo com sua significância relativa. O índice é dado pela expressão :

$$QI = \frac{\sum_{i=1}^n I_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} M_1 M_2$$

Onde :

- Wi = peso do parâmetro i ; Ii = sub-índice do parâmetro i ;
- M1 = 1,0 se temperatura abaixo de 34° C; ou 0,5 caso contrário ;
- M2 = 1,0 se ausência de poluição óbvia ; ou 0,5 caso contrário.

Trata-se de um índice que varia de 0 a 100, e que quanto maior seu valor, melhor a qualidade da água. Assim, percebemos uma semelhança com o Índice de Qualidade da Água (IQA), citado anteriormente, e resolvemos adotar a mesma designação qualitativa para abastecimento público (vide tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os pontos de coleta (10 em número comuns aos dois monitoramentos), foram estrategicamente distribuídos a montante e jusante de cada cidade por onde o rio passa e estão linearmente indicados na figura 2. As amostras foram coletadas a 0,30 m de profundidade em cada ponto.

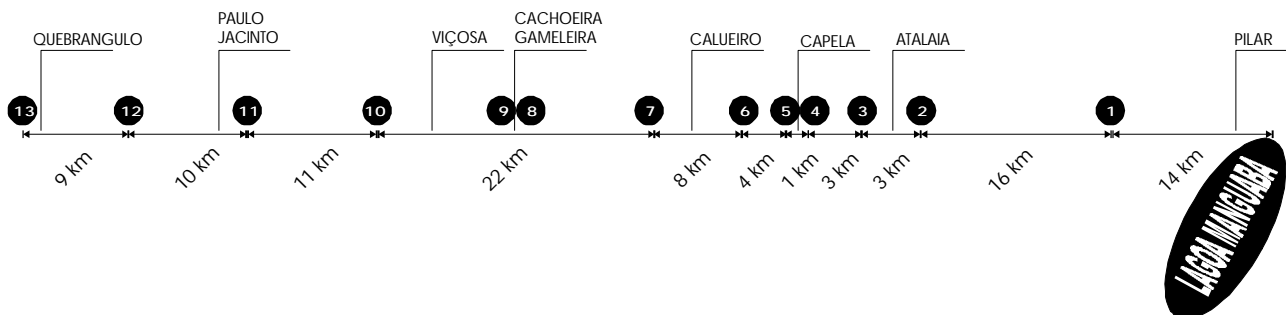


Figura 2: Seções escolhidas ao longo do Rio Paraíba para análise de qualidade de água.

Para aplicação dos índices no monitoramento de 1981 a 82, foram utilizados os parâmetros de Coliformes Fecais, Nitrogênio, Fósforo, Turbidez e Sólidos Totais para o índice IQA e Coliformes Fecais, Alcalinidade, Cloreto e Carbono para o índice de Horton da campanha de 1998, haja vista que nestes parâmetros, não foram realizadas análises. O monitoramento de 1981/82 foi feito somente com os parâmetros de OD, pH, DBO, Temperatura e Resíduo Seco.

As figuras 3 e 4, mostram as variações dos valores do IQA e Horton nos meses de novembro/81, junho/82 e setembro/98 nos pontos de coleta e a distância dos pontos até a desembocadura do rio na lagoa Manguaba em Maceió-Al (0 no eixo do gráfico).

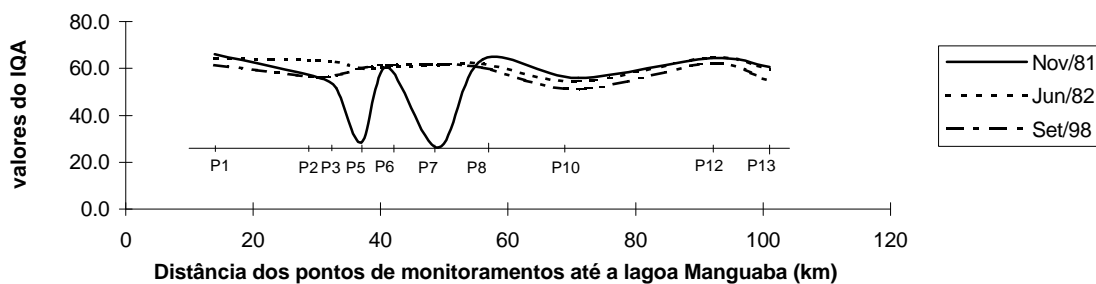


Figura 3 : Índice IQA aplicado ao rio Paraíba

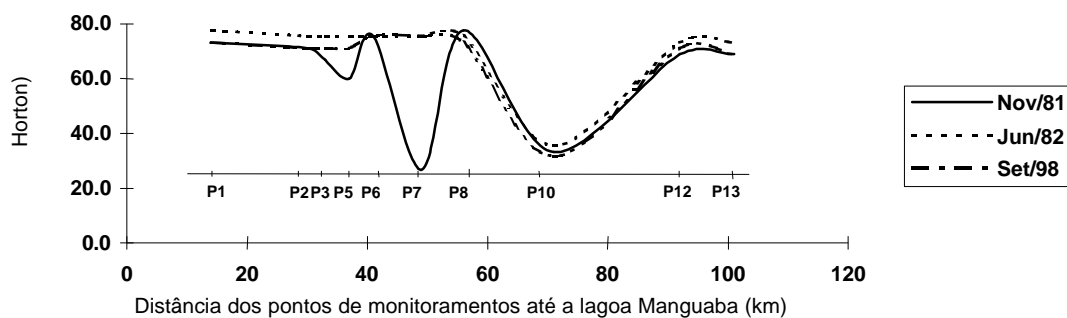


Figura 3 : Índice de Horton aplicado ao rio Paraíba

A aplicação do índice IQA revelou um mínimo (pontos 5 e 7 no mês de nov/81, vide figura 3). Isto mostra que além da contaminação por esgotos das cidades lançados no rio sem nenhum tratamento prévio, os principais problemas verificados nesse ano foram os baixos valores de Oxigênio Dissolvido e altos valores de DBO₅, estes decorrentes, provavelmente, do lançamento de

efluentes de algumas indústrias sucroalcooleiras, haja vista que estes pontos estão a jusante das usinas João de Deus, situada no município de Capela, e Capricho, situada em Cajueiro, ambas usuárias e eventuais impactantes de águas do rio Paraíba. Os demais pontos mostram uma distribuição uniforme durante todo o ano nos meses monitorados.

Já o uso do índice de Horton revelou um mínimo (pontos 7 no mês de nov/81 e no ponto 10 em todos os outros meses monitorados, vide figura 4). Além dos baixos valores do Oxigênio Dissolvido encontrados nestes pontos, o parâmetro indicador da má qualidade da água nestes pontos é o Coliforme Fecal. O ponto 5 não sofreu o mesmo decréscimo equivalente ao do índice IQA pela ausência no índice de Horton do parâmetro DBO.

A tabela 3 mostra que a concentração de oxigênio dissolvido está sempre abaixo do valor da saturação e é o parâmetro que apresenta maiores desvio padrão e coeficiente de variação na parte baixa do rio (P3, P2 e P1). A demanda bioquímica de oxigênio é baixa, na maioria dos pontos, exceção dos pontos P5 e P7, e apresenta comportamento diferente do OD. Apresenta menor desvio padrão em boa parte dos pontos (P2, P6, P7, P8 e P12). Tem, no geral, baixos valores do coeficiente de variação, porém apresentando os maiores valores de desvio padrão e coeficiente de variação (verificado no ponto P5), e é o responsável pela baixa qualidade da água nos pontos (P5 e P7) do rio. O pH é o parâmetro que menos afeta a qualidade da água do rio Paraíba nos pontos estudados, sempre apresentando valores que indicam uma água nem básica e nem tão ácida. Apresenta na maioria dos pontos os menores valores de desvio padrão, como também do coeficiente de variação. Já a temperatura se mantém, no geral, uniforme em todos os meses, apesar de ser o parâmetro da tabela 3 que apresenta, em boa parte - principalmente na parte mais alta do rio, P6, P7, P8, P10, P12 e P13 - os maiores valores de desvio padrão e coeficiente de variação. No entanto, um parâmetro responsável pela baixa qualidade da água de reservatórios e rios é a contaminação fecal (GASTALDINI, 1998 e SCOTTISH DEVELOPMENT DEPARTMENT, 1976), sendo o de maior variabilidade e de elevados coeficientes de variação. Mas, infelizmente, este parâmetro somente foi realmente avaliado no monitoramento de 1998 em dois meses, apenas, não sendo suficiente para representar um resultado conclusivo, principalmente no monitoramento de 1981 a 1982.

Tabela 3 : Média, desvio padrão e coeficiente de variação dos parâmetros de qualidade da água do rio Paraíba

Parâmetros	P1			P2			P3			P5			P6		
	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição
Oxigênio Dissolvido	6,25	1,32	1,75	5,87	1,54	2,38	5,83	1,82	3,33	5,51	2,62	6,87	6,80	0,90	1,21
DBO	1,58	0,64	0,41	1,82	0,89	0,79	1,56	0,98	0,95	10,96	20,17	407,03	2,14	0,86	0,33
pH	6,97	0,55	0,30	7,16	0,30	0,09	7,32	0,14	0,02	7,00	0,61	0,38	7,23	0,58	0,17
Temperatura	26,32	1,25	1,57	26,48	1,50	2,25	26,22	1,09	1,19	25,80	2,26	5,11	26,22	1,89	5,30
	P7			P8			P10			P12			P13		
	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição	Média	D.Padrão	C.Varição
Oxigênio Dissolvido	5,83	0,87	1,12	6,44	1,44	2,75	6,99	1,00	1,48	6,93	1,12	1,84	6,61	1,04	1,57
DBO	39,58	0,37	0,05	1,78	0,45	0,12	1,76	0,54	0,01	1,74	0,29	0,12	1,48	0,33	0,16
pH	6,95	0,76	0,13	7,31	0,46	0,10	7,39	0,35	0,05	7,52	0,54	0,17	7,44	0,29	0,04
Temperatura	27,30	1,55	3,51	25,82	1,48	3,22	26,02	1,29	2,47	25,70	1,26	2,29	25,58	1,54	3,50

CONCLUSÕES

Apresenta-se, neste trabalho, a aplicação dos índices de qualidade da água IQA da National Sanitation Foundation, - EUA - e de Horton para avaliar a qualidade da água do rio Paraíba.

No geral, pode-se perceber que a qualidade da água apresenta um comportamento uniforme ao longo dos meses, (sendo verificado uma variação nos pontos P5 e P7 no monitoramento de 1981 a 1982 no índice IQA e no mesmo ponto P7 e P10 no índice de Horton), indicado, principalmente, pelos parâmetros do OD e DBO₅ no IQA e OD e Coliforme Fecal no índice de Horton, decorrente, provavelmente, do lançamento de efluentes, urbanos e agroindustriais, que deram séria degradação ambiental. São impactantes também, os barramentos criados por usuários ao longo do percurso do rio, formando reservatórios, e conseqüentemente, acelerando o processo de fotossíntese (degradação de material carbonáceo) em anos secos.

• Agradecimentos

Os autores, como também o Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas (NMRH-AL) desejam expressar os seus agradecimentos ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) e a Companhia de Abastecimento D'água e Saneamento de Alagoas (CASAL), pelas análises realizadas e, em especial à SUDENE, pelo apoio financeiro do convênio firmado com o NMRH-AL para custear o trabalho do Estudo das Características Físicas e Socioeconômicas da Bacia do Rio Paraíba.

BIBLIOGRAFIA

- CAVALCANTI, B. F.** Padrão Quali para Interpretação da Qualidade de Águas Naturais para usos Municipais e de Irrigação, Revista Roteiro, Ano I, N°3, Ed. UEPB, Junho 1994.
- GASTALDINI, M. C. C.** Estudo comparativo de índices de qualidade da água : Aplicação ao reservatório do Arroio Vacacaí-Mirim, VIII Simpósio Luso-Brasileiro de Eng. Sanitária e Ambiental, ABES, APRH, Vol. II, 26 a 30 abril de 1998.
- OTT, W. R.** Environmental Índices: Theory and Practice, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, 1978, 371 p.