

APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DO PADRÃO NMRH PARA DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS PARA USOS MUNICIPAIS, IRRIGAÇÃO E CORROSIVIDADE EM TUBULAÇÕES NA BACIA DO RIO PARAÍBA/AL-PE

Fernando Fernandes da SILVA¹, Bernardete Feitosa CAVALCANTI², Alexandre Malta SILVA³, Francinete Francis LACERDA⁴ e Xavier Fernandez ESPINEL⁵

RESUMO

Este artigo apresenta o “Padrão NMRH“ indicado para o controle e interpretação da qualidade de águas naturais para fins de uso municipal, irrigação e avaliação de corrosividade em tubulações, e mostra uma aplicação do modelo na avaliação da qualidade da água do rio Paraíba.

O Padrão NMRH é um modelo desenvolvido por técnicos do Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas (NMRH-AL), baseado no Padrão Quali (Cavalcanti, B., 1995), com o objetivo de facilitar a interpretação da qualidade de águas, sendo o modelo desenvolvido em planilha excel oferecendo uma utilização prática para diagnosticar a qualidade da água.

INTRODUÇÃO

A escolha de uma água natural (superficial ou subterrânea) para diversos usos (consumos doméstico, comercial, de irrigação, etc.), baseia-se não somente na disponibilidade hídrica e custos de construção e de operação mas, principalmente, na qualidade de água dos mananciais (Cavalcanti, 1994). Águas que se apresentam límpidas e incolores podem dar a impressão falsa de “segurança” para uso doméstico. Contudo, ambos, bactérias patogênicas e elementos químicos tóxicos, invisíveis aos usuários, podem estar presentes na água tornando-a imprestável para muitas finalidades. Métodos analíticos, índices de qualidade da água, resoluções e padrões são aplicados para determinar a qualidade da água cuja correta interpretação possibilitará a escolha de um tratamento adequado para o uso que se destina.

O Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas firmou um convênio com a SUDENE, para se fazer um Estudo das Características Físicas e Socioeconômicas do rio Paraíba.

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

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

⁴ Msc Meteorologia, Gerente do Departamento de Hidrometeorologia da SRH-PE

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

Para avaliar a qualidade da água foram realizadas três campanhas de campo (agosto e setembro de 1998 e março/99), com um total de análise de 27 parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos. Em várias ocasiões, o grande número de dados pode tornar o processo de análise demorado e confuso. O padrão NMRH foi desenvolvido visando uma análise individual de cada parâmetro e para mostrar o diagnóstico em cada ponto analisado indicando os parâmetros não aceitáveis para o fim especificado. Têm sido identificados na literatura alguns papéis básicos de modelos ambientais :

- instrumento acessório na interpretação de dados, ajudando na avaliação preliminar dos resultados ;
- representação da qualidade da água em 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, índices e, ou padrões não são muito aplicados para decisões que requeiram um conhecimento mais detalhado e preciso do corpo d'água.

Este trabalho objetiva a apresentação e aplicação do padrão NMRH de qualidade da água para avaliar a água do rio Paraíba.

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraíba está localizada nos Estados de Pernambuco e Alagoas. Situa-se 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.

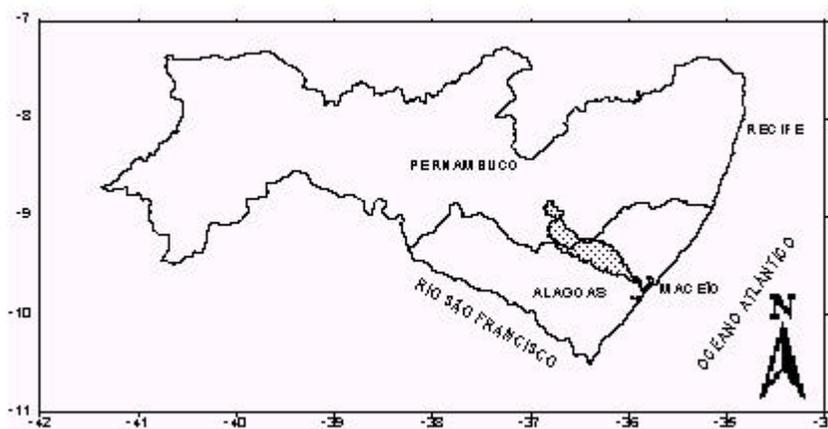


Figura 1 : Localização da bacia do rio Paraíba.

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.

MATERIAIS E MÉTODOS

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. É mostrado a seguir um resumo do padrão NMRH utilizado neste estudo que mensura a qualidade da água de um modo geral.

O Padrão NMRH é um modelo baseado no Padrão Quali (Cavalcanti, B., 1995) que foi desenvolvido por técnicos do NMRH-AL (MSc em Recursos Hídricos Fernando Fernandes da Silva e Alexandre Malta Silva, graduando de Eng. Civil na UFAL, com a co-orientação da professora, MSc em Saneamento, Bernardete Feitosa Cavalcanti, tendo ainda as participações de Francinete Francis Lacerda, MSc em Meteorologia e de Xavier Fernandez Espinel, graduando de Engenharia Civil da Universitat Politecnica de Catalunya de Barcelona, Espanha.

Os parâmetros foram analisados através de diversas publicações de órgãos e de outros autores, tais como : USPHS, OMS, CONAMA, ABNT, DAE, FAO, Cavalcanti, Loewenthal, Kunin, Shoeller, Daker, Hahn, Shainberg e Oster. Apresenta a análise individual de cada parâmetro e, no final, fornece o diagnóstico da qualidade da água em três classificações : a) para fins de abastecimento público ; b) para fins de irrigação e, c) em termos de corrosividade em tubulações.

O diagnóstico da água para fins de abastecimento público é dado com base nos parâmetros : Cor, Turbidez, pH, Sólidos Totais Dissolvidos, Alcalinidade, Dureza Total, Calcio, Magnésio, Condutividade Elétrica, Cloretos, Sódio, Oxigênio Dissolvido, Amônia, Nitritos, Nitratos, Ferro Total, DBO₅ e Coliforme Fecal.

O diagnóstico da água para fins de agricultura é dado com base nos seguintes parâmetros : Condutividade Elétrica, Cloretos, Residual Carbonatado Sódico (RCS) e Razão de Adsorção de Sódio (RAS).

Já o diagnóstico da água para fins de corrosividade em tubulações é dado com base nos parâmetros : Cloretos, Sulfatos, pH e Índice Modificado de Larson. A tabela abaixo (Tabela 1), mostra as referências para avaliação da qualidade da água.

Tabela 1 : Parâmetros e valores máximos permissíveis

Parâmetros	Unidade	Valores	VMP	Referências
Físicos				
Cor	(mg/L)	< 20	50	OMS
Turbidez	(mg/L)	< 10	25	USPHS
Químicos				
PH		7	6,5 a 9,5	PADRÃO QUALI
Sólidos Totais Dissolvidos	(mg/L)	< 4000	15000	CAVALCANTI, 95
Força Iônica		< 0,025	0,10	LOEWENTHAL E
Alcalinidade em Carbonato	(mg/L)	< 120	120	DAE, SP
Alcalinidade em Bicarbonato	(mg/L)	< 250	250	DAE, SP
Dureza Total	(mg/L)	< 60	200	KUNIM, 1972
Cálcio	(mg/L)	< 75	75	(OMS)
Magnésio	(mg/L)	< 10	15	(OMS)
Condutividade Elétrica	(μohm/cm)	< 700	1400	SCHOELLER, FAO E LEPRUN ET AL
Cloreto	(mg/L)	< 300	600	CAVALCANTI, 94
Sódio	(mg/L)	< 300	300	(HAHNN, 72)
Sulfato	(mg/L)	50	250	LOEWENTHAL,86
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	> 6	> 4	LOEWENTHAL
Amônia	(mg/L)	< 0,2	0,2	(OMS)
Nitrito	(mg/L)	< 1	1	(CONAMA, ABNT)
Nitrato	(mg/L)	< 50	50	(OMS)
Metais				
Residual Carbonatado Sódico	(meq/l)	1,25	< 2,5	(PADRÃO QUALI)
Razão de Adsorção Sódica			< 26 (s3)	DAKER
Ferro	(mg/L)	< 0,3	0,3	(OMS)
Conteúdo Orgânico e Bacteriológico				
DBO ₅		< 5	< 6	(PADRÃO QUALI)
Coliforme Fecal	NMP/100 ml	< 4000	< 4000	CONAMA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pontos de coleta (em número de 13), 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.

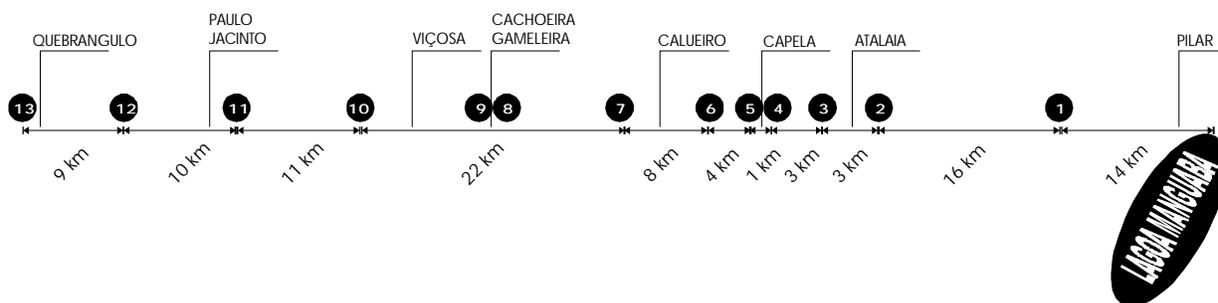


Figura 2: Seções escolhidas ao longo do Rio Paraíba para análise de qualidade de água.

A tabela 1, mostra a campanha de campo de qualidade da água realizada entre 21 a 22 de setembro de 1998.

Tabela 1 : Parâmetros, Órgão Executores e pontos de monitoramento realizados na campanha de 21 a 22 de setembro de 1998

Nº da amostra	Órgão	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Horário da coleta		08:40	09:20	10:00	10:40	11:55	12:20	10:45	10:15	09:55	09:30	08:05	07:40	06:35
Data de Coleta		22/Set	22/Set	22/Set	22/Set	22/Set	22/Set	23/Set	23/Set	23/Set	23/Set	23/Set	23/Set	23/Set
Ph (KIT)	KIT QA	7.18	7.30	7.37	7.15	7.41	7.56	7.64	7.80	7.52	7.23	7.35	7.06	7.07
Cor (mg / L Pt)	CASAL	18.00	18.00	20.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	-	18.00	28.00	28.00
Turbidez (mg/l S ₂ O ₂)	CASAL	2.60	0.30	0.40	0.40	0.80	1.10	1.00	0.70	1.30	-	1.00	1.70	3.10
Cond Elétrica (mS/cm) - KIT	KIT QA	0.72	0.65	0.68	0.63	0.33	0.33	0.32	0.32	0.25	1.1	0.235	0.239	0.208
OD (mg / L)	KIT QA	5.04	5.24	4.58	5.33	4.70	4.21	6.06	5.80	5.45	1.69	4.64	4.39	4.45
Temperatura °C	KIT QA	24.40	25.70	27.30	26.50	27.00	27.40	27.60	27.60	26.90	26.50	26.10	26.00	25.20
Salinidade (%)	KIT QA	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.03	0	0	0
Acidez (mg / L CaCO ₃)	CASAL	20.00	16.00	20.00	18.00	12.00	14.00	12.00	14.00	10.00	-	14.00	12.00	14.00
Alcalinidade OH ⁻ (mg/L CaCO ₃)	CASAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Alcalinidade CO ₃ ²⁻ (mg/L CaCO ₃)	CASAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Alcalinidade HCO ₃ ⁻ (mg/L CaCO ₃)	CASAL	116.00	106.00	112.00	110.00	68.00	64.00	64.00	62.00	58.00	-	58.00	56.00	52.00
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	CASAL	148.00	126.00	138.00	130.00	70.00	72.00	66.00	66.00	56.00	-	52.00	54.00	42.00
Dureza Carbonatos(mg/L CaCO ₃)	CASAL	116.00	106.00	112.00	110.00	68.00	64.00	64.00	62.00	56.00	-	52.00	54.00	42.00
Dureza não Carbon(mg/L CaCO ₃)	CASAL	32.00	20.00	28.00	20.00	2.00	8.00	2.00	4.00	0	-	0	0	0
Cálcio (mg/L CaCO ₃)	CASAL	54.00	46.00	48.00	46.00	24.00	26.00	24.00	24.00	20.00	-	20.00	20.00	18.00
Magnésio (mg/L CaCO ₃)	CASAL	94.00	80.00	90.00	84.00	46.00	46.00	40.00	42.00	36.00	-	32.00	34.00	24.00
Cloreto (mg / L Cl ⁻)	CASAL	118.00	172.00	174.00	156.00	79.00	78.00	73.00	74.00	54.00	-	51.00	51.00	43.00
Sílica (mg / L Si O ₂)	CASAL	7.20	7.00	7.80	7.80	8.00	8.00	7.20	7.20	7.00	-	8.00	8.00	9.00
Sulfatos (mg / L SO ₄ ²⁻)	CASAL	8.50	6.50	7.00	6.00	2.50	2.50	2.50	2.00	1.50	-	1.00	2.50	3.00
Amônia (mg / L N)	CASAL	0.30	0.10	0	0.30	0.15	0.30	0.07	0.25	0.05	-	0.25	0.10	0.45
Nitratos (mg / L N)	CASAL	0	0	0	0	0.30	0.10	0.25	0.15	0.25	-	0	0.15	0
Nitritos (mg / L N)	CASAL	0	0	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0	-	0	0	0.004
Ferro Total (mg / L Fe)	CASAL	0.80	0.32	0.27	0.35	0.40	0.50	0.50	0.37	0.32	-	0.42	0.42	1.13
Sódio (mg / L Na ⁺)	CASAL	56.00	54.00	52.00	35.00	30.00	34.00	30.00	29.00	23.00	-	23.00	23.00	20.00
Potássio (mg / L K ⁺)	CASAL	1.60	1.40	1.30	1.20	0.90	0.90	1.00	0.90	0.70	-	0.60	0.70	0.60
CO ₂ (graficamente) (mg / L CO ₂)	CASAL	1.55	1.05	1.30	1.28	1.55	2.36	2.06	1.29	1.34	-	2.10	1.72	1.33
Sólidos Totais (mg/l)	CASAL	446.00	406.00	392.00	370.00	216.00	224.00	174.00	192.00	160.00	-	168	160.00	176.00
DBO (IMA) (mg/l O ₂)	IMA	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	153.3	<2	<2	<2
DQO (IMA) (mg/l O ₂)	IMA	32.49	28.88	18.05	21.66	28.88	25.27	21.66	25.27	36.10	350.17	7.22	10.83	3.61
Coliforme Fecal (IMA) 100 ml	IMA	1700	240	16000	≥ 16000	130	300	1400	1300	≥ 16000	≥ 16000	1700	≥ 16000	170

CASAL => Companhia de Abastecimento d'água e saneamento de Alagoas. IMA => Instituto do Meio Ambiente KIT QA => Kit de Qualidade da água (HORIBA 10)

A aplicação do padrão NMRH durante o mês de setembro de 1998 mostrou os seguintes resultados : em relação a qualidade para consumo humano, todos os pontos apresentam alguns parâmetros que indicam a inadequação da água do rio Paraíba. O Magnésio está acima dos máximos permissíveis em todos os pontos (de acordo com os parâmetros da Organização Mundial da Saúde). O Ferro apresenta alto teores também em quase todos os pontos, exceção apenas dos pontos P1 e P11 (também de acordo com o padrão da Organização Mundial da Saúde). A amônia apresenta-se com valores acima dos máximos permitidos nos pontos P1, P3, P6, P8, P10 e P13 (padrão da Organização Mundial da Saúde). O teor de coliforme fecal apresenta índices acima do permitido nos pontos P10 e P11 (de acordo com os parâmetros que constam da Resolução CONAMA). A qualidade da água do rio Paraíba para uso na agricultura apresenta-se como inadequada nos pontos P6 a P13, sendo o teor de cloreto o principal parâmetro com valor acima do máximo permitido (de acordo com os critérios de análise para uso na agricultura de CAVALCANTI, B. & LINS, G., 1994). A qualidade da água do rio Paraíba em termos de corrosividade em tubulações, apresenta-se inadequada em todos os pontos. O teor de cloreto apresenta-se com valor acima do máximo permitido (Análise da corrosividade da água,

LOEWENTHAL, 1986). Outro parâmetro que indica a corrosividade da água em tubulações em todos os pontos é o Índice Modificado de Larson (Loewenthal et al, 1986).

CONCLUSÕES

No geral, pode-se perceber a importância da aplicação do padrão NMRH para o diagnóstico da qualidade da água de mananciais em termos de consumo humano, agricultura e corrosividade em tubulações. Percebe-se através, do uso do padrão NMRH, que a qualidade da água do rio Paraíba para consumo humano tem dureza permanente a ser eliminada ao longo de todo o rio. Na agricultura, a qualidade é comprometida pela presença de cloretos, sendo o Índice Modificado de Larson e o teor de ferro os responsáveis pela inadequação da água em certos trechos para alguns tipos de tubulações (concreto, cimento amianto e ferro fundido sem revestimento) devido à corrosividade e agressividade.

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 no convênio firmado com o NMRH-AL para custear o trabalho do Estudo das Características Físicas e Socioeconômicas da Bacia do Rio Paraíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CADIER, ERIC e MOLLE, FRANCOIS - Manual do Pequeno Açude (SUDENE)

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.