

# AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS DOS AÇUDES PACOTI, RIACHÃO E GAVIÃO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

*Rejane Felix Pereira<sup>1</sup>; Alexandra de Vasconcelos Feitosa<sup>2</sup>; Antônio Idivan V. Nunes<sup>3</sup>; Marco Aurélio Holanda de Castro & Walt Disney Paulino<sup>4</sup>*

**RESUMO** – A sustentabilidade nos recursos hídricos é um dos temas visados por especialistas desde a ECO-92. As ações antrópicas estão cada vez mais reduzindo a qualidade da água bruta, colocando em risco o panorama futuro de abastecimento público. Para determinação do nível de tratamento a qual a água bruta deverá ser submetida, são analisados nove parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água (IQA), que classifica, segundo a CETESB, a qualidade da água bruta de péssima a ótima. Neste estudo foram analisados os parâmetros de forma individual e o valor do IQA nos anos 2008 e 2009 para os reservatórios que integram o sistema de abastecimento da região metropolitana de Fortaleza – Pacoti, Riachão e Gavião. O estudo mostrou que, embora alguns parâmetros estivessem acima do limite permitido pela Resolução 357/2005 do CONAMA, a classificação das águas oscilou de Boa a Ótima para os reservatórios estudados.

**ABSTRACT**– The sustainability of water resources is one of the topics covered by experts from the ECO-92. The human activities are increasingly reducing the quality of raw water, endangering the future outlook for public supply. To determine the level of treatment to which the raw water must be submitted, are analyzed nine parameters that make up the Water Quality Index (AQI), which ranks second CETESB, the quality of raw water from bad to great. In this study parameters were analyzed individually and the value of AQI in 2008 and 2009 for members of the reservoirs that supply system in the metropolitan region of Fortaleza - Packington, Riachão and Hawk. The study showed that although some parameters were above the limit allowed by Resolution 357/2005 of CONAMA, the classification of the waters ranged from Good to Great for the reservoirs

**Palavras-Chave** – IQA, Reservatório, Qualidade.

---

1)Engenheira Civil, Doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará. Campos do Pici, CEP.: 60445-760. Bloco 713. Fortaleza - Ceará. e-mail: [rejanefp@gmail.com](mailto:rejanefp@gmail.com)

2)Bacharel em Química, Doutoranda em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará Campos do Pici, CEP.: 60445-760. Bloco 713. Fortaleza - Ceará. e-mail: [Alexandravf@bol.com.br](mailto:Alexandravf@bol.com.br)

3)Engenheiro Químico, Doutor. Professor Adjunto, DEHA, UFC. Campos do Pici, CEP.: 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [vieiranunes@yahoo.com.br](mailto:vieiranunes@yahoo.com.br)

4) Engenheiro Civil, PHD. Professor Titular, DEHA, UFC. Campos do Pici, CEP.: 60445-760. Bloco 713. Fortaleza – Ceará. e-mail: [marco@ufc.br](mailto:marco@ufc.br)

5) Engenheiro Agrícola, Especialista em Gestão dos Recursos Hídricos. Gerente de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. e-mail: [wdisney@gmail.com](mailto:wdisney@gmail.com)

## 1.0 INTRODUÇÃO

Um dos temas proeminentes no contexto brasileiro é a sustentabilidade nos recursos hídricos, e este vem despertando uma atenção cada vez maior da sociedade na busca de soluções para os problemas de ação antrópica que estão ocasionando a degradação dos sistemas hídricos, reduzindo a qualidade da água bruta e colocando em risco o panorama futuro de abastecimento público.

Os sistemas hídricos superficiais possuem diversas características de qualidade impostas pelos ambientes de nascente, curso e foz, que associadas às influências antrópicas torna-se imprescindível o monitoramento constante da qualidade da água objetivando determinar o tratamento adequado para diferentes usos.

Este monitoramento é importante para avaliar a tendência da qualidade das águas; diagnosticar locais críticos, definindo as causas; definir prioridades de ações de controle ou recuperação, conforme o uso destinado; obter informações que subsidiem o planejamento ambiental; e informar a população.

O monitoramento da qualidade gera diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, que, de acordo com o objetivo do monitoramento são sintetizados por meio de um índice ou vários índices que tornam o fenômeno mais compreensível à sociedade em geral. Em contrapartida, durante o processo de síntese podem ocorrer perdas de informações sobre o comportamento de cada parâmetro analisado.

Os principais índices de qualidade da água utilizados no Brasil são: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP), Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Contaminação por Tóxicos, Índice de Balneabilidade (IB) e o Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta tendo em vista seu uso para o abastecimento humano após tratamento adequado. Este índice classifica a qualidade de um determinado manancial em péssima a ótima, permitindo comparações entre diferentes cursos d'água, passando informações referentes à qualidade da água, inclusive em relação à tendência da evolução da qualidade com o passar do tempo.

O objetivo deste trabalho é analisar o IQA dos principais reservatórios que compõem o Sistema Integrado de Abastecimento de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) – Pacoti, Riachão e Gavião onde está localizada a principal estação de tratamento de água da região.

## 2.0 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS RESERVATÓRIOS EM ESTUDO

A Bacia Metropolitana ocupa uma área de aproximadamente 15.085Km<sup>2</sup>, englobando um conjunto de bacias independentes, inclusive as bacias responsáveis pelo abastecimento de Fortaleza.

Os açudes Pacoti e Riachão estão inseridos na sub-bacia do Rio Pacoti e o açude Gavião na sub-bacia do Rio Cocó. A integração desses três açudes compõe o sistema de abastecimento de Fortaleza, sendo o açude Pacoti o que possui maior capacidade de armazenamento.

O açude Pacoti, construído através do barramento do Rio Pacoti, localiza-se no município de Horizonte e possui capacidade de armazenamento de 380km<sup>3</sup>, apresenta bacia hidráulica de 3.700ha e ocupa uma área hidrográfica de 1.110Km<sup>2</sup>. À sua montante, se interliga com os açudes Ererê e Pacajus e a jusante, com o açude Riachão. (atlas 20012).

O açude Riachão, construído através do barramento do Rio Pacoti, localiza-se no município de Itaitinga e possui capacidade de armazenamento de 47km<sup>3</sup>, apresenta bacia hidráulica de 5,65ha e ocupa uma área hidrográfica de 33,68Km<sup>2</sup>. À sua montante, se interliga com o açude Pacoti e a jusante, com o açude Gavião. (atlas 20012).

O açude Gavião, construído através do barramento do Rio Cocó, localiza-se no município de Pacatuba e possui capacidade de armazenamento de 32,9km<sup>3</sup>, apresenta bacia hidráulica de 6,18ha e ocupa uma área hidrográfica de 97,12Km<sup>2</sup>. À sua montante, se interliga com o açude Riachão onde está localizada a principal estação de tratamento de água para abastecimento da RMF. Conforme ilustra a figura 1.

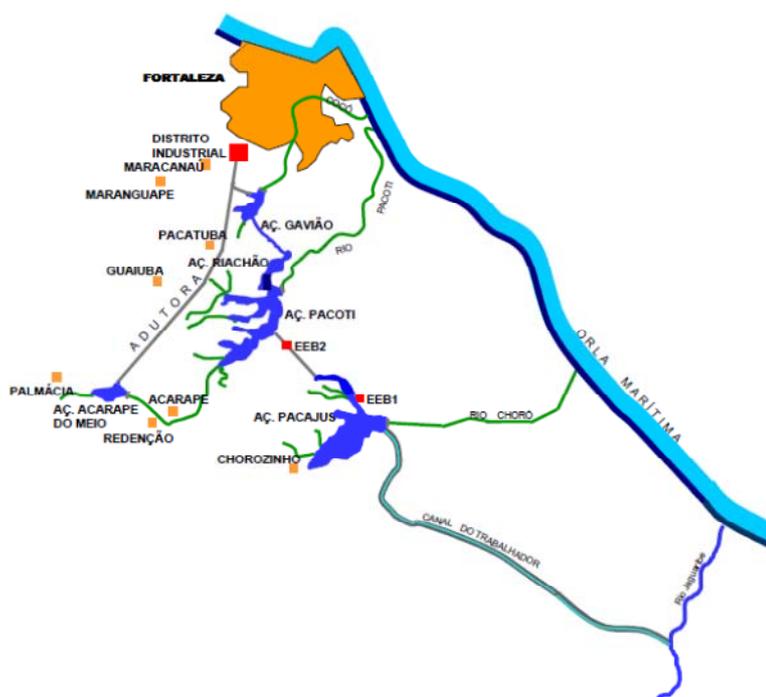


Figura 1 - Esboço do Sistema Integrado de Abastecimento da RMF. Fonte: COGERH, 2002

### 3.0 METODOLOGIA

#### 3.1. Cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Com o objetivo de sistematizar através de um índice um conjunto de parâmetros químicos, físicos e biológicos presentes na água e que dão origem a um determinado fenômeno, foi desenvolvido em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation o Índice de Qualidade das Águas (IQA).

Para estruturação desse Índice foram selecionados arbitrariamente 35 parâmetros para serem analisados por especialistas, que elegeram apenas 9 como mais representativos da qualidade para compor o IQA, limitando a participação de cada parâmetro no índice através da atribuição de pesos. Conforme dispostos na tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros que compõe o IQA e seus respectivos pesos.

Parâmetros	Peso ( $w_i$ )
Oxigênio dissolvido - OD	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico - PH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub>	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitratos	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: LIBÂNIO & SOUZA, 2009

Após a determinação dos parâmetros e dos seus respectivos pesos, os especialistas desenvolveram curvas que representam a variação da qualidade da água de acordo com o estado de cada parâmetro, mais conhecidas como curvas médias de cada parâmetro.

O IQA é calculado pelo produto ponderado dos valores obtidos nas curvas médias de cada parâmetro conforme equação 1.

$$IQA = \prod_{i=0}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

$IQA$  – Índice de Qualidade da Água (varia de 0 a 100);

$q_i$  – qualidade do parâmetro  $i$ -ésimo, obtido através da curva média de cada parâmetro;

$w_i$  – é o peso atribuído ao  $i$ -ésimo parâmetro;

$n$  – número de parâmetros ( $n = 9$ )

O número  $n$  sempre vai ser igual a nove, pois, na falta da medida de algum dos parâmetros que formam o IQA, seu cálculo será inviabilizado.

No cálculo original do IQA-NSF, considera-se o nitrogênio nitrato, porém, a CETESB realizou uma adaptação desse índice para o nitrogênio total (CETESB, 2012).

A qualidade das águas são classificadas de acordo com faixa de variação do IQA, que no Estado do Ceará varia de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 – Faixas de Classificação conforme a variação do IQA

<b>Classificação</b>	<b>Faixa</b>
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Razoável	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: ANA, 2012

O IQA, como qualquer índice é limitado, o seu emprego deve ser somente para determinar a qualidade das águas destinadas ao abastecimento, mesmo assim, este índice não considera parâmetros tóxicos e organolépticos que são considerados importantes pelos especialistas para determinar a qualidade da água em ambientes lânticos a ser utilizada em abastecimento. No entanto, esta deficiência não indica a inaplicabilidade do índice para se devido fim.

#### 4.0 RESULTADOS

Neste trabalho, o IQA foi calculado a partir dos dados referentes aos Reservatórios Pacoti, Riachão e Gavião e foram feitas análises comparativas dos principais parâmetros que compõe o Índice estudado.

A figura 2 apresenta a variação do Oxigênio Dissolvido em cada Reservatório. Os resultados mostram que em Maio/2008 ocorreu o maior valor deste parâmetro (16,1mg/L) no Reservatório Riachão, podendo este, ser considerado nesse período com eutrofizado, pois sua concentração estava superior a 10mg/L.

As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Porém, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, é o que ocorre com os três reservatórios nos períodos seguintes, estando de em conformidade com a Resolução 357/2005 do CONAMA para águas doces Classe II.

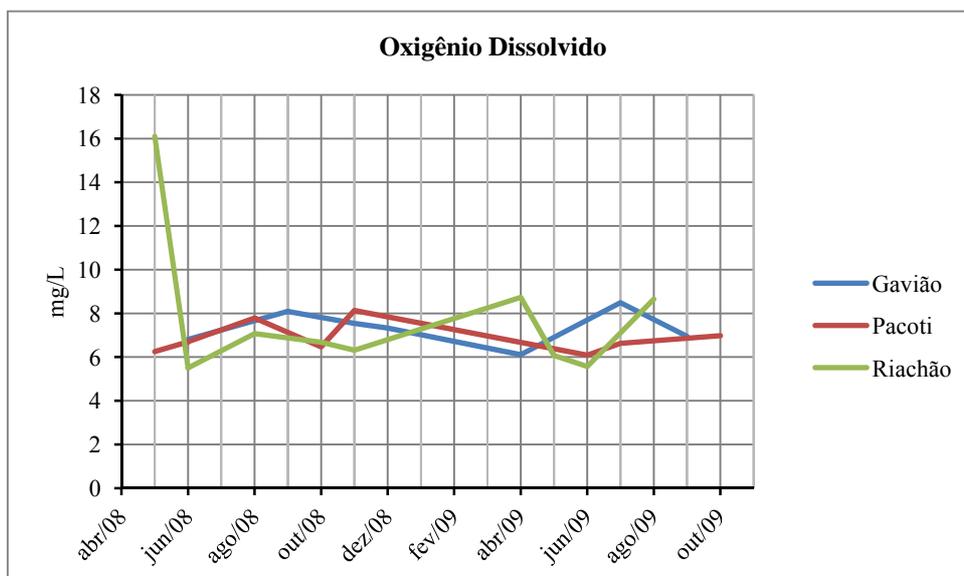


Figura 2 - Variação do Oxigênio Dissolvido nos três Reservatórios

A figura 3 mostra a variação dos coliformes termotolerantes que são bactérias presentes no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos, quando presentes em grande quantidade indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. Verificou-se número elevado desse parâmetro nos Reservatórios Pacoti e Riachão no período de maio/2008 a outubro/2008. Nos outros períodos analisados, nos três reservatórios, este parâmetro manteve-se em conformidade com Resolução 357/2005 do CONAMA para águas doces Classe I.

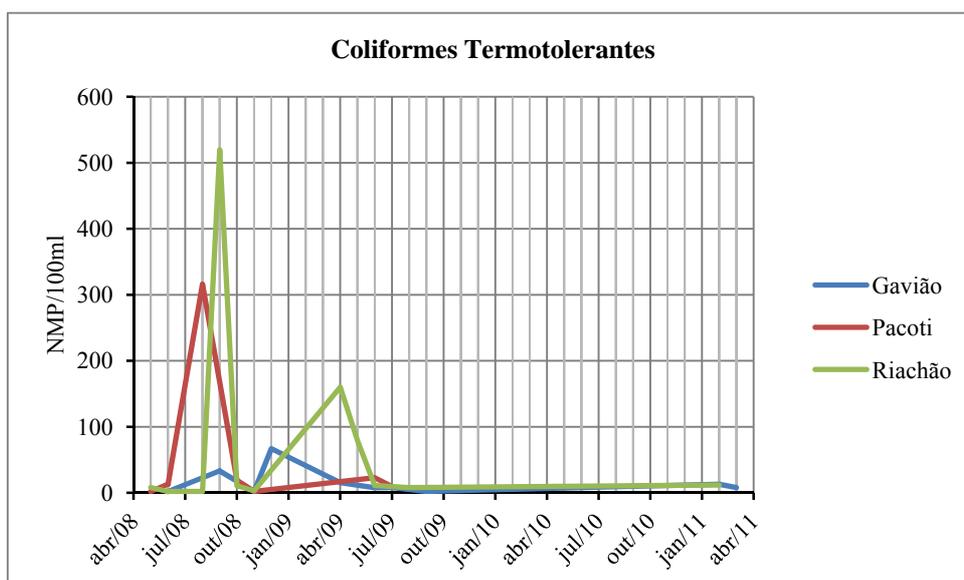


Figura 3 - Variação dos Coliformes Termotolerantes nos três Reservatórios

A figura 4 ilustra a variação do potencial hidrogeniônico (PH) nos três reservatórios, ambos, no período analisado estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

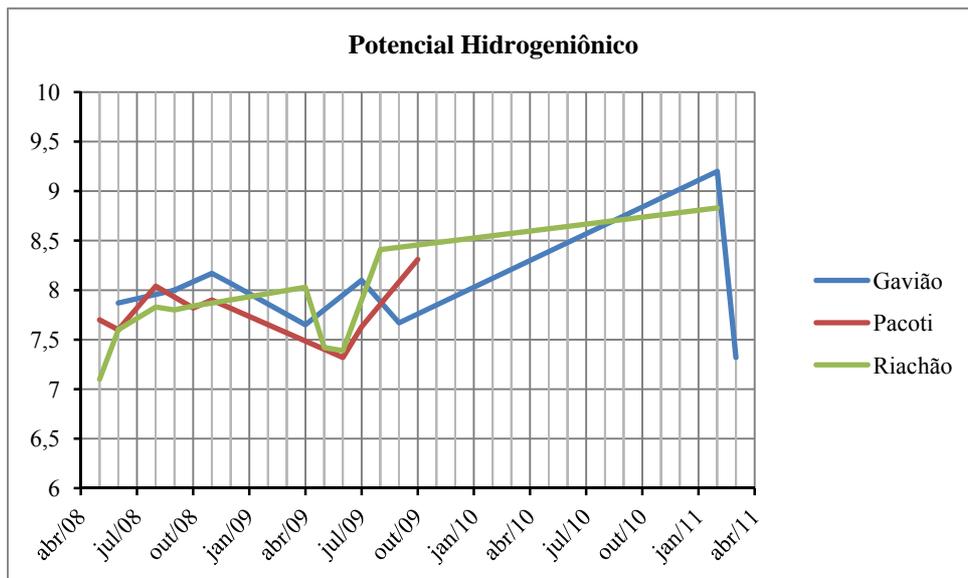


Figura 4 - Variação do PH nos três Reservatórios

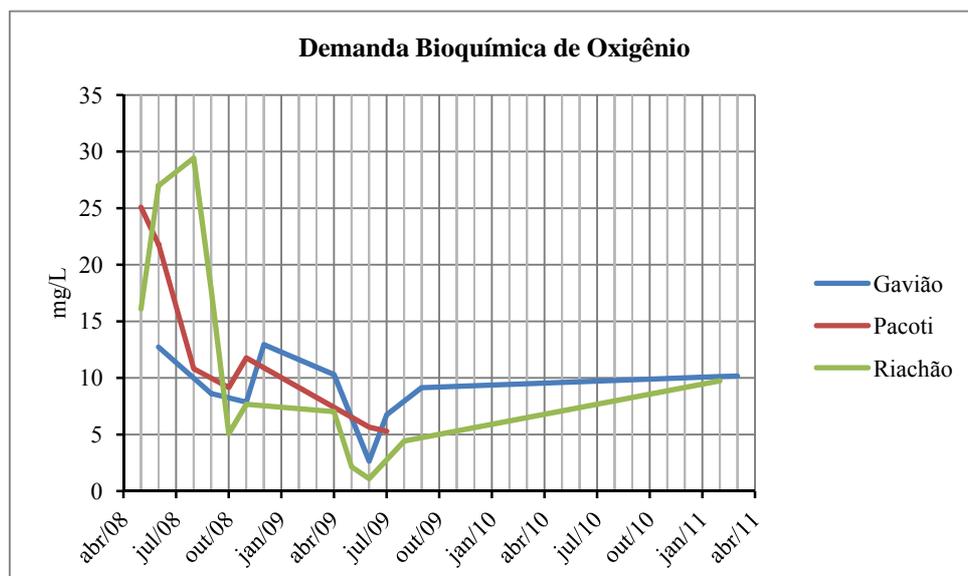


Figura 5 - Variação da DBO nos três Reservatórios

A figura 5 expõe a variação da Demanda Bioquímica de Oxigênio que representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. Valores altos de  $DBO_{5,20}$ , num corpo d'água são geralmente causados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. Entre maio/2008 e outubro/2008 houve elevação da  $DBO_{5,20}$  nos três mananciais e ficaram acima do estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 que é de 10mg/L. nos outros períodos analisados este parâmetro, nos três reservatórios, permaneceu nos limites exigidos pela legislação vigente.

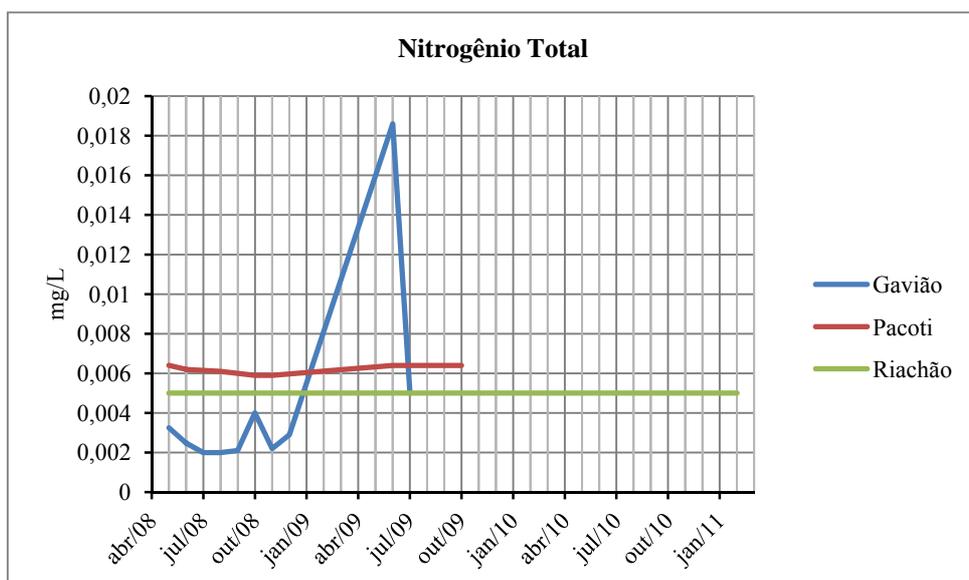


Figura 6 - Variação do Nitrogênio Total nos três Reservatórios

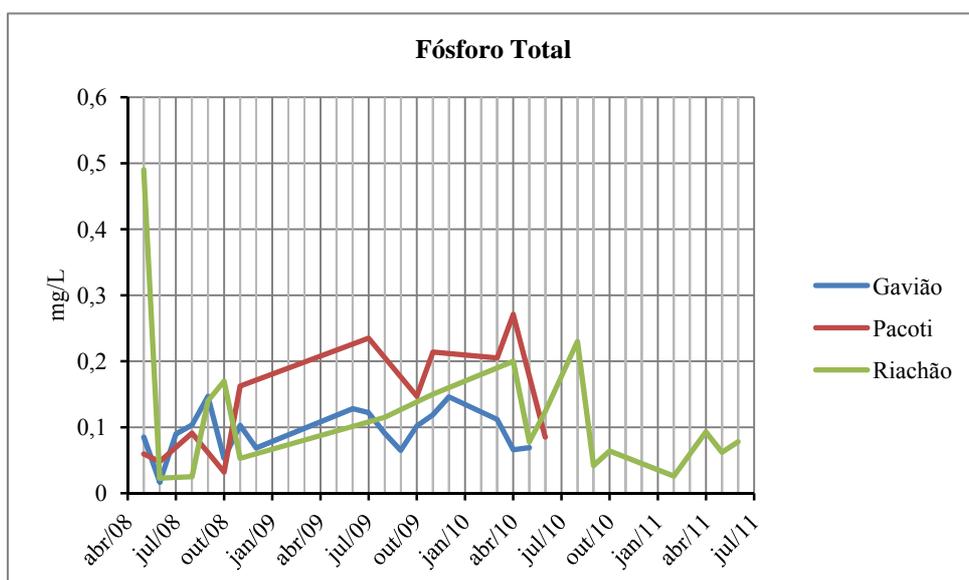


Figura 7 - Variação do Fósforo Total nos três Reservatórios

As figuras 6 e 7 descrevem, respectivamente, a variação de nitratos e fosfatos os três reservatórios analisados. Observa-se que os valores estão sempre abaixo de 0,03mg/L, que é o valor máximo tabelado pela Resolução CONAMA 357/2005.

A maioria dos mananciais apresenta baixa concentração de nitratos e fosfatos, pois estes parâmetros se manifestam mais significativamente quando a captação é realizada em reservatórios com algum grau de eutrofização, pois, da mesma maneira do fósforo, o nitrogênio é um importante nutriente para os processos biológicos.

A figura 8 apresenta a variação do parâmetro Turbidez, que é fundamental para a determinação da transmissão de luz por coluna de água e quanto maior o seu valor mais limitado torna-se o potencial de degradação de poluentes orgânicos nos reservatórios. Sua principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex.: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de água, aumentando significativamente os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

Os valores de turbidez apresentados na figura 8 estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, pois são menores que 100UNT.

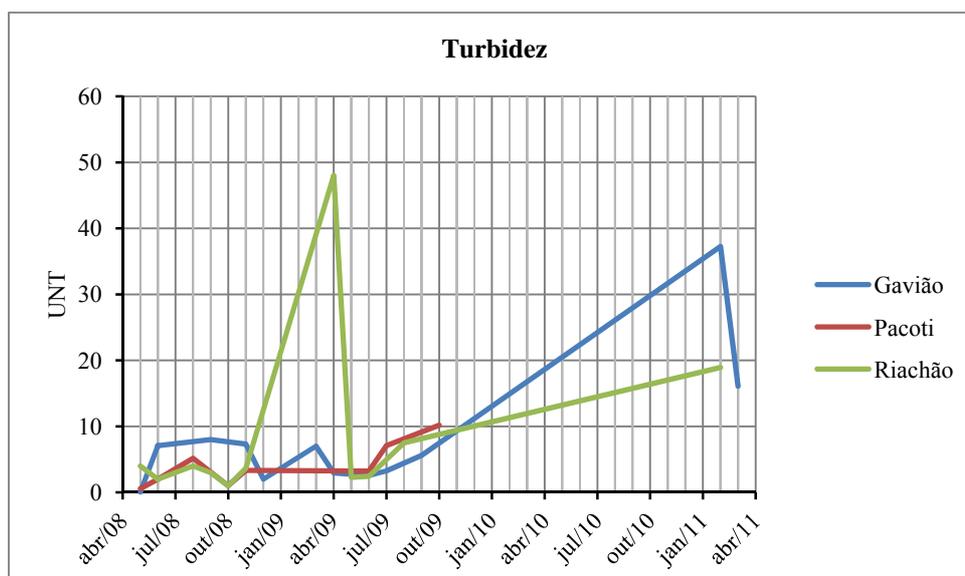


Figura 8 - Variação da Turbidez nos Três Reservatórios

A figura 9 mostra a variação do parâmetro Resíduo Total nos três reservatórios. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos mananciais, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

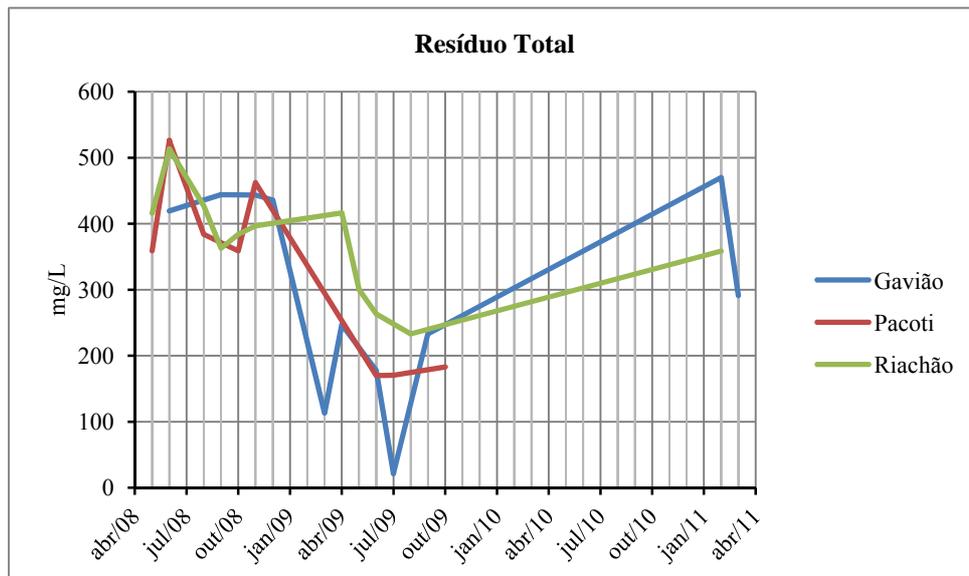


Figura 9 - Variação do Resíduo Total nos três Reservatórios

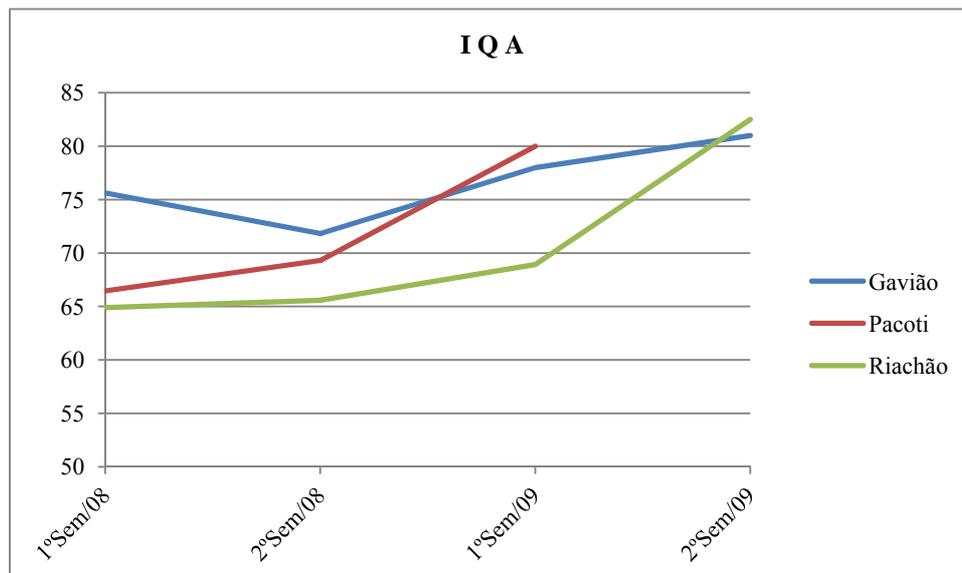


Figura 10 - Variação do IQA nos três Reservatórios

A temperatura superficial é influenciada por diversos fatores, dentre eles a latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um manancial geralmente é provocada por despejos industriais e usinas termoelétricas. A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Nos reservatórios analisados este parâmetro permaneceu praticamente sem variação.

A figura 10 apresenta a variação do IQA semestralmente durante o período de 2008 a 2009 para os açudes Pacoti, Riachão e Gavião. Os Índices de Qualidade da água se mostraram satisfatórios, pois estão entre 66 e 82, classificando a qualidade desses materiais de BOA a ÓTIMA.

## 5.0 CONCLUSÕES

Conforme esperado, dos valores dos parâmetros que compõem o IQA, os do açude Riachão foram os que se apresentaram mais elevados durante o ano 2008, fazendo com que o IQA deste reservatório fosse o mais baixo dos três açudes estudados.

O mesmo resultado ocorre, durante o período de 2008, nos açudes Pacoti com um valor de IQA intermediário, e Gavião com o maior valor de IQA, pois este apresentou parâmetros com menor valor comparado aos parâmetros dos açudes Pacoti e Riachão.

O maior valor do Índice analisado, em ambos os açudes, ocorreu no ano considerado muito chuvoso, 2009.

O IQA não substitui a análise individual dos parâmetros de qualidade da água, pois poderá induzir a perda de informações acarretando na escolha menos apropriada em relação ao nível de tratamento na qual água deverá ser submetida.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas e organolépticas.

Perante o estudo apresentado, salvo alguns mananciais mais comprometidos, o IQA pouco interfere como instrumento de comparação das águas dos reservatórios em termos de maior ou menor dificuldade na potabilização.

## BIBLIOGRAFIA

ANA – Agência Nacional de águas. *Indicadores de Qualidade*. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx> . Acesso em: 27/05/2012.

AQUINO, M. D.; GRADVOHL, S. T. S.; NETO, F. C.; NUNES, A. I. V.; SILVA, M.E.R. (2007). “Avaliação da Qualidade das Águas na Região Metropolitana de Fortaleza-Ce: estudo de caso dos açudes Gavião, Pacoti e Riachão” in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, Nov. 2007.

CARVALHO, E. F.; FRINHANI, E. M. D. (2010). “Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC”. *Unoesc & Ciência – ACET*, v. 1, n. 1, p. 49-58.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental no Estado de São Paulo. *IQA – Índice de Qualidade das Águas*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf> . Acesso em: 04/05/2012.

COGERH (2002) – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. *Rede de Monitoramento da Qualidade de Água Operada pela COGERH*.

CONAMA (2005) – Conselho Nacional do Meio Ambiente. “Resolução nº 357, de 17 de março de 2005”. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> . Acesso em: 04/05/2012.

MERTEN, GUSTAVO H.; MINELLA, JEAN P. (2002). “Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura”. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v.3, n.4, pp. 33-38.

PMNA – Programa Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pmna2/qualidade-agua/selecaoIndiceIndicadoresFinal.pdf> . Acesso em: 27/05/2012.

RIBICKI, A. C.; SCHEFFER, E. W. O.; VIANA, A. G. (2010). “Avaliação das águas do Rio Pitangui através da aplicação de índices de qualidade”. *Terr@Plural*, v. 4, n. 2, pp. 163-167.

SRH/Ce – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. *Consulta Espacial*. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/> . Acesso em: 27/05/2012.

SOUSA, I. V. A.; SOUZA, R. O.; DISNEY, W. D. (2007). “Cálculo do Índice de Qualidade de Água em Reservatórios Tropicais com Estudo de Caso no Acarape do Meio” in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, Nov. 2007.

SOUZA, M. E. T. A.; LIBÂNIO, M. (2009). “*Proposta de índice de Qualidade para Água Bruta afluyente a estações convencionais de tratamento*”. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 4, pp. 471-478.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à COGERH pela disponibilização dos dados.