



**I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO BAIXO SÃO FRANCISCO  
UTILIZANDO UM ÍNDICE DINÂMICO DE QUALIDADE DE ÁGUA**

*Maria Nogueira Marque; Mayra Sandrine. Santos; Adnivia Santos Costa; Rosa Cecília Lima Santos; Felipo Obed Correia; Jose do Patrocínio Hora Alve*

**RESUMO:** A bacia do rio São Francisco é importante para o Brasil e abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país). Principalmente, para o estado de Sergipe, pois, é responsável por 95 % da vazão dos rios que cruzam o Estado. A captação do sistema São Francisco é um dos mais importante para o abastecimento humano no Estado, porque abastece 70% da capital sergipana. Este estudo avaliou a qualidade da água do rio São Francisco no Estado de Sergipe usando o Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment* - CCME) adaptando a metodologia para utilizar os parâmetros contemplados na resolução CONAMA n° 375/05. As amostras foram coletadas a cada três meses, em cinco pontos ao longo da sub-bacia no Estado, no período de 2009 a 2010. Das 39 amostras avaliadas: (33% apresentaram qualidade ótima, 28% apresentaram qualidade boa, 18% apresentaram qualidade regular, 15% apresentaram qualidade ruim e 5% apresentou qualidade péssima

**Palavras-chave:** água superficial, monitoramento, CCME



## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

### INTRODUÇÃO

A água representa insumo fundamental à vida, configurando elemento insubstituível em diversas atividades humanas, além de manter o equilíbrio do meio ambiente. No entanto, o aumento dramático na população resultou em um consumo enorme das reservas de água do planeta. O uso da água pode ser caracterizado de duas formas com derivação ou sem derivação. A diluição, o transporte e a assimilação de esgotos, a preservação da fauna e da flora, a pecuária, a geração hidrelétrica, a recreação e o lazer, a navegação fluvial são caracterizados como uso sem derivação. O abastecimento urbano, industrial, rural, irrigação, aquicultura caracterizam o uso com derivação. A derivação quase sempre implica em maior possibilidade de conflitos entre usos, pois resulta no retorno das águas derivadas em menor vazão, isto é, com perdas consultivas cujo percentual varia em cada uso e caso, com alterações de qualidade mais ou menos intensas (SIGRH, 2000, COTRIM 2006, MARQUES *et al.*, 2007a).

A ação antrópica sobre o meio aquático é responsável pela maioria das alterações nos recursos hídricos. Os rios vêm sendo depositários de rejeitos por muitos anos, alterando profundamente o estado normal do meio aquático. As alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto da atividade humana sobre a biosfera (PORTO, 1991). A qualidade da água é um termo que não se restringe à determinação da pureza da mesma, mas às suas características desejadas para os seus diversos usos. Tanto as características físicas, químicas como as biológicas da água podem ser alteradas; essas alterações no sistema aquático conduzem a prejuízos econômicos para a região, que vão desde a redução da captura da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água (GRADVOHL & AQUINO, 2008).

O emprego de um índice de qualidade da água (IQA) facilita a avaliação integrada de um corpo d'água, bem como a comunicação com o público não técnico, pois apresenta um nível maior de significância comparado aos parâmetros individuais além de representar uma média de diversas variáveis em um único número. Porém, este apresenta a desvantagem da perda de informação das variáveis individuais bem como do significado real da interação entre as mesmas (Marques *et al.*, 2008). O índice de qualidade de água desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente (Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME) – IQA-CCME permite mudar as variáveis analisadas, de acordo com o tipo de água e a legislação que estabelece os parâmetros e seus valores ((MARQUES *et al.*, 2007)).



## **I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

O rio São Francisco é um rio de domínio da União. Nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais e deságua no oceano Atlântico, em divisa com os estados de Alagoas e Sergipe. Sua bacia hidrográfica ocupa 8% do território nacional (638.323 km<sup>2</sup>), é um dos bons exemplos onde se pratica todo o tipo de uso possível da água, é extensa e complexa, drenando sete Unidades da Federação: Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Essa Região Hidrográfica está dividida em quatro regiões fisiográficas: São Francisco Alto; São Francisco Médio; São Francisco Sub-Médio e São Francisco Baixo. O Estado de Sergipe está localizado no São Francisco Baixo e representa 1,1% (7.024 km<sup>2</sup>) do território total da bacia (MMA, 2006).

Segundo o relatório final de enquadramento dos cursos d'água de Sergipe a bacia do rio São Francisco no Estado possui 8 pontos de captação de água superficial para o abastecimento público, dos quais 7 pertencem ao rio São Francisco e uma no rio Nossa Senhora em Japoatã. A adutora do São Francisco é responsável por 70% do abastecimento da cidade de Aracaju (SEMARH, 2003). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe, através do o Índice de Qualidade de Água – IQA, determinando os parâmetros físico-químicos e biológicos, que o compõe.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi aplicar o IQA-CCME como um instrumento de avaliação da qualidade da água superficial em parte da bacia hidrográfica do rio São Francisco no estado de Sergipe, no período de dois anos utilizando os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA n° 375/05.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco está localizada ao norte do Estado de Sergipe na divisa com o Estado de Alagoas e corresponde a 33% do seu território. O São Francisco é o rio de maior extensão do Estado, com 2700 km. A vazão total anual dos rios que cortam o Estado de Sergipe ou passam pelas fronteiras com outros estados é da ordem de 58.765 milhões de m<sup>3</sup>/ano, sendo que deste total anual de vazão 95% deve-se a vazão do rio São Francisco, o que dá uma idéia da sua importância para o desenvolvimento do Estado (SEMARH, 2003).

Ao longo da Bacia foram selecionados cinco pontos apresentados e as coordenadas geográficas na Tabela 1. Sendo estes localizados: no rio São Francisco em Canindé do São Francisco e Neópolis, no rio Jacaré em Poço Redondo, no riacho dos Cachorros em Monte Alegre

## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

de Sergipe e no riacho Pilões e Japoatã. Na Figura 1 são apresentados os registros fotográficos dos pontos de coleta

Tabela 1 – Pontos de coleta e suas coordenadas geográficas e altitudes.

Município	Cód.	Rio	Coordenadas	Altitude
Canindé de SF	SF-01	R. S. Francisco	S-09 38.458 / W-37 47.198	39 m
Poço Redondo	SF-02	R. Jacaré	S-09 48.164 / W-37 41.266	177 m
Monte Alegre	SF-03	Rch. dos Cachorros	S-10 05.268 / W-37 32.922	180 m
Japoatã	SF-04	Rch. Pilões	S-10 22.060 / W-36 48.428	39 m
Neópolis	SF-05	R. S.Francisco	S-10 18.499 / W-36 35.054	12 m



SF-01 – Rio São Francisco



SF-02 – Rio Jacaré



SF-03 – Riacho dos Cachorros



SF-04 – Riacho Pilões



SF-05 – Rio São Francisco

Figura 1– Registro fotográfico dos pontos de coleta (Fotos de M.N.Marques)



## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

O relatório final de enquadramento dos cursos d'água de Sergipe enquadra o rio São Francisco e o riacho Pilões como corpos de água de doce classe 2 e o rio Jacaré e o riacho dos Cachorros como corpos de água salobra de classe 1, segundo a Resolução CONAMA n° 20/86. Essa foi substituída pela Resolução CONAMA n° 357/05 a qual determina no seu artigo 42 que: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”.

### Coletas das amostras

Realizaram-se coletas trimestrais durante o período de março de 2009 a novembro de 2010, totalizando oito coletas. Foram coletadas 39 amostras, pois um ponto o SF-03 riacho dos Cachorros na coleta de março/09 estava seco. As amostras foram coletadas na camada superficial utilizando recipientes adequados e previamente limpos para cada tipo de análise. Antes da coleta os recipientes foram lavados duas a três vezes com a água a ser amostrada. Essas foram mantidas em refrigeração abaixo de 4°C durante as coletas e transporte até os laboratórios onde foram mantidas no refrigerador até o momento das análises, exceto as amostras de oxigênio dissolvido. Todos os procedimentos de coleta e conservação obedeceram às metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, 21th edition, Washington (APHA, 2005).

### Cálculo do índice (IQA-CCME)

O índice desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente baseia-se em medidas de variáveis (parâmetros), da frequência e da amplitude dos valores que estão fora dos padrões estipulados pelas normas nacionais: F1 o número de variáveis que apresentaram valores fora dos padrões; F2 a frequência com que valores das análises apresentam-se fora dos padrões e F3 o quanto estes valores se distanciam dos valores padrão. Estes fatores são combinados para produzir um único valor (entre 0 e 100) que descreva a qualidade de água. Ao contrário dos outros índices encontrados na literatura, os quais trabalham com variáveis (parâmetros) fixas, esta formulação é flexível por permitir a escolha das variáveis e pode ser aplicado em diversas situações, além de ser facilmente calculada, (MARQUES *et al*, 2007). Uma vez que o valor foi determinado, a qualidade de água é expressa relacionando-a com a categorias que atribui valores de: 0 – 100 e classifica as amostras como: Excelente (95-100), Boa (80-94), Regular (65-79), Ruim (45-64) e Péssima (0-44).



## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coliformes termotolerantes correspondem à caracterização biológica da água, sendo utilizados como indicadores de poluição por efluentes sanitários e, eventualmente, de contaminação, já que integram um grupo de bactérias originárias do trato intestinal humano e de outros animais (Gradwohl & Aquino, 2008). A Resolução CONAMA nº 357/05 determina como valor máximo permissível (VMP) 1.000 números mais prováveis (MNP) por 100 mL<sup>-1</sup> para águas doce de classe 2 e salobra de classe 1. Este é um parâmetro importante na avaliação da qualidade da água.

As análises de coliformes termotolerantes apresentaram valores acima dos VMP pela Resolução CONAMA nº 357/05 para 16 das 39 amostras analisadas, sendo o valor máximo 1,6x10<sup>5</sup>NMP/100mL para a amostra de nov/2009 do ponto SF-02, indicando a contaminação da água por patogênicos de origem fecal.

O do ponto SF-02 rio Jacaré em Poço Redondo é o mais impactado, pois quase todas as amostras exceto a amostra de nov/10 apresentaram valores acima do VMP. Os pontos SF-01 rio São Francisco em Canindé do São Francisco, SF-03 riacho dos Cachorros em Monte Alegre de Sergipe e SF-04 riacho Pilões em Japoatã apresentaram três amostras cada com valores acima dos VMP. Pode-se considerar o ponto SF-05 do rio São Francisco em Neópolis o menos impactado, pois foi o único em que todas as amostras apresentaram valores menores que VMP. As amostras não apresentaram um comportamento sazonal definido, como se observa na Tabela 2.

O rio Jacaré, ponto SF-02, a classificação variou entre regular (maio 2010) e ruim (maio e ago/09 e ago/10, no período de cheia, e nov/10), e péssima (mar e nov/09) no período de seca. O riachos dos Cachorros (SF-03) obteve classificação regular para maior parte das suas amostras, uma classificação ruim no período de seca (jan/2010) e duas amostras classificadas com boa no período de cheia 2010 (mai e ago). O rio Pilões (SF-04) obteve uma classificação entre ótima e boa para quase todas as amostras avaliada, com exceção das amostras de maio de 2009 e de 2010 que foram classificadas como regular. Todas as amostras de água do rio São Francisco (SF-01 e SF 05) variaram entre ótima e aceitável. Os valores de IQA obtidos neste estudo estão apresentados na Tabela 2.

Quanto à classificação do IQA da água da bacia hidrográfica do Rio São Francisco das 39 amostras analisadas: 13 amostras (33%) apresentaram qualidade ótima, 11 amostras (28%) apresentaram qualidade boa, sete amostras (18%) apresentaram qualidade regular, seis amostras apresentaram qualidade ruim (15%) 2 duas amostra (5%) apresentou qualidade péssima, Figura 2.

## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

Tabela 2. Classificação do IQA-CCME das amostras da bacia hidrográfica do rio São Francisco no Estado de Sergipe.

Rio	Ponto	mar/09	mai/09	ago/09	nov/09	jan/10	mai/10	ago/10	nov/10	Classe
S. Francisco	SF01	97	92	96	76	93	97	97	96	Doce 2
Jacaré	SF02	49	55	53	42	62	68	62	58	Salobra 1
Cachorros	SF03	seco	74	69	68	58	93	80	71	Salobra 1
Rch. Pilões	SF04	97	75	82	100	96	75	92	94	Doce 2
S. Francisco	SF05	94	85	97	97	94	90	100	98	Doce 2

OBS: (0 – 44) péssima, (45 – 64) ruim, (65 – 79) regular, (80 – 94) boa e (95 – 100) ótima.

NC = não foi coletado amostra

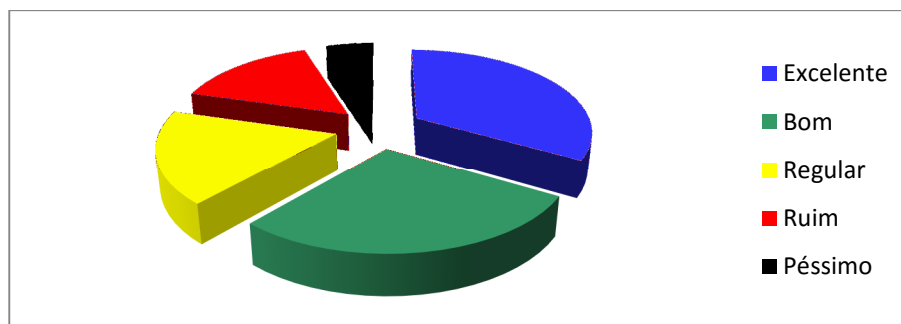


Figura 2 – Gráfico de porcentagem da classificação do IQA das amostras da bacia hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe.

### CONCLUSÕES

A qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe é boa de maneira geral, embora já apresente indícios de contaminação por esgoto doméstico como mostram os parâmetros de coliformes termotolerante, nitrogênio total e fósforo total. Com exceção do rio Jacaré em Poço Redondo que já se encontra totalmente impactado com os índices de qualidade da água variando entre regular, no período de cheia, e péssimo, no período de seca.

Destaca-se a capacidade de autodepuração do corpo hídrico que ao longo dos 638.323 km<sup>2</sup> da sua área de drenagem tem suas águas aplicadas em todos os diversos usos da água chega ao município de em Neópolis (SF-05) próximo da sua foz com água de boa qualidade.

### AGRADECIMENTOS

FAPITEC pelo financiamento do projeto e bolsas DTI e ITI, CNPq pela bolsa DCR e ao ITPS pela infra-estrutura.



## I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

---

### BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA (2006). “Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco”. Plano Nacional de Recursos Hídricos – Plano de águas do Brasil.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA (2009). Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos.

COTRIM, M. E. B. (2006). “Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao abastecimento público”. Tese de doutorado, Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, São Paulo.

GRADVOHL, S.T.S. & AQUINO, M.D. (2008). “Avaliação da qualidade das águas a partir do índice de qualidade das águas (IQA): Estudo de caso dos açudes Pacajus e Acarape do Meio” in Anais do X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador, Nov. 2008.

MARQUES, M.N.; DAUDE, L.F.; SOUZA, R.M.G.L., CONTRIM, M.E.; PIRES, M.A.F. (2007). “Avaliação de um índice dinâmico de qualidade de água para abastecimento. Um estudo de caso”. *Exacta*, 5. (1), pp. 5-8.

PIVELI, R. P. & KATO, M. T. 2006. *Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-químicos*. Editado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES.

PORTO, R. L. L. (1991), “Hidrologia Ambiental”. 3º ed. Edusp, São Paulo, 414p.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe (2003). “Relatório final do enquadramento dos cursos d’água de Sergipe”.

SIGRH -Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (2000). Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em:<[www.sigrh.sp.gov.br](http://www.sigrh.sp.gov.br)> Acesso em abr 2002.