

## **I-092 - ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA CONSUMIDA POR UMA COMUNIDADE ISOLADA EM JUAZEIRO-BA**

**Julliana Melo Pinheiro de Araújo<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Mestranda em Tecnologia Ambiental pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEC/UFPE). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF-Sertão).

**Sylvia Paes Farias de Omena**

Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento na Escola de Engenharia de São Carlos (USP). Docente da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

**Ted Johnson Vasconcelos Leitão**

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia de Minas pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Técnico em Química da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Teles Júnior, 80, Apt. 502 - Rosarinho - Recife - PE - CEP: 52050-040 - Brasil - Tel.: (81) 30313511 - e-mail: [jullianameloaraujo@gmail.com](mailto:jullianameloaraujo@gmail.com)

### **RESUMO**

De modo geral, comunidades que se encontram afastadas dos centros urbanos costumam ser abastecidas com água sem o devido tratamento, podendo dessa forma, trazer risco à saúde dessa população. Buscando analisar a qualidade da água bruta disponível em uma comunidade ribeirinha em Juazeiro - BA, foram definidos pontos de amostragem que abarcassem a captação do sistema, e outras possíveis fontes de captação (mananciais próximos à captação: rio São Francisco e riacho Maria Preta). Dentre os parâmetros analisados encontram-se as análises físico-químicas de oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, turbidez, fosfato, DBO e o exame microbiológico de coliformes termotolerantes. De posse dos parâmetros, os mananciais foram enquadrados dentro dos padrões de classificação da Resolução 357 de 2005 do CONAMA. Essa análise permitiu observar que para um mesmo manancial, a depender do parâmetro analisado e da sazonalidade, o enquadramento varia, ressaltando a importância da análise global dos corpos hídricos para definição do tipo de tratamento a ser utilizado em um sistema de abastecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Legislação, Mananciais, Abastecimento.

### **INTRODUÇÃO**

O artigo 2º da lei 9.433 de 1997 assegura à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água necessária em padrões de qualidade adequados aos seus respectivos usos. No entanto, o aumento da população, a má distribuição dos recursos hídricos, a diversidade de usos, a ocupação e o uso do solo, o aumento da área plantada, a exploração indiscriminada de jazidas e o lançamento de resíduos, resultam dentre outras consequências, em cheias, contaminação por metais pesados, erosão, redução do lençol freático e a seca dos mananciais, muitas vezes impossibilitando o abastecimento adequado de parte da população.

Segundo Padilha e Ortega (2004), a região semiárida do Nordeste Brasileiro abrange uma área de 1.663.200km<sup>2</sup> com 24 milhões de habitantes e é caracterizada por longos períodos de estiagem, com secas intensas que acarretam a hibernação das plantas, a morte dos animais e submetem a população rural a condições de extrema dificuldade. Nesse contexto, a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, ao atravessar a região semiárida nordestina, possibilita para as regiões de baixa taxa pluviométrica a irrigação, a criação de gado, o desenvolvimento de polos urbanos e a sobrevivência de comunidades ribeirinhas.

Localizada às margens do Rio São Francisco, a 10km do centro da cidade de Juazeiro-BA, a comunidade é responsável pelo próprio abastecimento de água, utilizando um sistema simples, que conduz a água do rio para as torneiras dos moradores, sem que esta passe por nenhum tipo de tratamento. Sabendo que essa situação

pode ser observada em outras comunidades ribeirinhas, visto que um sistema de abastecimento convencional apresenta restrições técnicas e/ou econômicas de implantação, e que o conhecimento da qualidade do corpo d'água é essencial ao adequado gerenciamento dos recursos hídricos, esse trabalho tem como objetivo geral a análise da água disponível para o abastecimento da comunidade.

## **USOS DA ÁGUA E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

São diversas as finalidades atribuídas aos corpos hídricos, como o abastecimento público, a hidroeletricidade, a agricultura, o transporte, a recreação, a navegação e o turismo, todos com quantidade e padrões de qualidade característicos. Desta forma, um mesmo corpo hídrico pode ser utilizado para fins opostos, como o lançamento de efluentes simultâneo a captação de água, possibilitando a geração de conflitos e afetando diretamente o seu ciclo hidrológico.

A legislação nacional contemplou pela primeira vez o uso dos recursos hídricos no Código das Águas (Decreto nº 24.643/34), que priorizava a gestão quantitativa, especialmente no que tange as concessões para hidroeletricidade. Posteriormente, o artigo 2º do Código Florestal (Lei nº 4.771/65) determinou a preservação da vegetação situada ao longo das margens do rio (mata ciliar), e o Código de Pesca (Decreto-Lei nº 221/67), com o intuito de proteger as águas interiores, estabeleceu que o lançamento de efluentes das redes de esgotos e os resíduos industriais nas respectivas águas só será permitido quando não as tornarem poluídas. Entretanto, somente em 1986, com a Resolução 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), recentemente revogada pela Resolução 357 de 2005, foi inaugurada a gestão da qualidade das águas.

Essa Resolução dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento por salinidade (doce, salobra e salina) e suas classes de uso (classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4, sendo a última referente apenas às águas doces), estabelecendo condições e padrões de lançamento de efluentes para cada uma, além de outras providências. Esse enquadramento assegura às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminui os custos de combate à poluição destas, à medida que possibilita o uso de ações preventivas permanentes. Das características analisadas para o enquadramento, destacam-se:

- A presença de material flutuante, óleos e graxas, substâncias que conferem gosto ou odor, corantes de fontes antrópicas e resíduos sólidos objetáveis.
- Parâmetros microbiológicos analisados através do número de colônias de coliformes termotolerantes (indicadores de contaminação por patogênicos), e;
- Parâmetros físico-químicos, como Demanda Bioquímica de Oxigênio de cinco dias (DBO<sub>5</sub>), Oxigênio Dissolvido (OD), turbidez e cor verdadeira.

A resolução aborda tais parâmetros isoladamente, não apresentando um método que os correlacione. Tal fato dificulta a análise global e leva o pesquisador a buscar metodologias alternativas, como o índice de qualidade de água (IQA), metodologia da National Sanitation Foundation adaptada pela CETESB.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

### ***1. Determinação dos pontos de amostragem para coleta de água***

Inicialmente, a coleta de amostras ocorreu nas margens do rio São Francisco (MRSF) próximas à comunidade, 9°27'44.48"S, 40°33'14.80"O; na captação do sistema da comunidade no rio São Francisco (CAPT), 9°27'46.15"S, 40°33'15.99"O; e no riacho intermitente Maria Preta (RMP), que intercepta o lixão da cidade de Juazeiro a montante da captação e possui um trecho localizado entre a comunidade e o rio São Francisco, 9°27'45.79"S, 40°33'13.55"O.

No entanto, no final de fevereiro de 2012, a captação do sistema foi transferida para o riacho Maria Preta, sendo necessária a modificação do ponto de coleta na captação. Assim, para os meses de março e maio de 2012, a coleta na captação do rio São Francisco foi substituída pela captação do sistema no riacho Maria Preta (CAPT2), 9°27'47.00"S, 40°33'14.36"W. A Figura 1 traz imagem de satélite da comunidade, datada de 2011, com identificação dos pontos de coleta.



**Figura 1 - Comunidade Barrinha da conceição (poligonal amarela) e pontos de coleta**

## 2. Procedimento e periodicidade de coleta de amostras de água

As amostragens foram realizadas mensalmente nos pontos supracitados entre os meses de setembro de 2011 e maio de 2012, com exceção de janeiro e abril de 2012, nos quais a coleta não foi realizada por problemas técnicos. Para cada ponto de coleta foram utilizados dois frascos com volume de um litro, previamente autoclavados durante 15 minutos a 121,5°C, assegurando a esterilidade. Considerando que algumas análises *in loco* variam com o horário, as coletas foram realizadas pela manhã, de acordo com os procedimentos recomendados pela FUNASA (2006).

## 3. Análises de água *in loco* utilizando o medidor multiparâmetros

As análises de Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura foram realizadas no local com o auxílio de uma sonda multiparâmetros da marca Hanna®, modelo HI 9828 para análise dos parâmetros de Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura.

## 4. Análises Laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas em triplicata (sendo utilizada a média dos resultados) no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) logo após a coleta das amostras, de acordo com as metodologias propostas pela American Public Health Association (APHA) em Standard Methods for the examination of water and wastewater (1998). A Tabela 1 lista estas análises com seus respectivos métodos e equipamentos utilizados.

**Tabela 1 - Análises laboratoriais**

Análise	Métodos Standard Methods	Equipamentos Utilizados
pH	Eletrométrico Método 4500-H <sup>+</sup> -B	pHmetro de bancada Marca Lactea® – Modelo MPA-210
Turbidez	Nefelométrico Método 2130-B	Turbidímetro Marca Hach® – Modelo 2100AN
Fosfato*	Redução com ácido ascórbico Método 4500P-E	Espectrofotômetro Marca Hach® – Modelo DR5000 UV/VIS
DBO <sub>5</sub> **	DBO de 5 dias Método 5210-B	Dispositivo para testes de DBO Marca Hach® – Modelo BODTrak.
Coliformes Termotolerantes	Membrana Filtrante Método 9222-D	Sistema de filtração a vácuo

\* Análise realizada a partir do mês de dezembro de 2011.

\*\*Análise realizada a partir do mês de outubro de 2011.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Dados de vazão do rio São Francisco:

O valor de vazão interfere diretamente nos resultados das análises, onde o volume de água pode diluir ou precipitar uma determinada substância na água, modificando sua concentração. Assim, para uma análise geral, neste trabalho serão utilizados os dados de vazão média mensal, cedidos pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), que gerencia a Usina Hidrelétrica de Sobradinho, localizada aproximadamente 35km à montante dos pontos de coleta. Esses valores, seguido dos dados pluviométricos na cidade de Juazeiro-BA (cedidos pelo laboratório de meteorologia da UNIVASF), estão dispostos na Tabela 2 a seguir.

**Tabela 2 - Vazão e Pluviometria (CHESF, 2012 e UNIVASF, 2012)**

Ano	Mês	Vazão (m³/s)	Pluv. (mm) Juazeiro
2011	Setembro	2176	0,0
	Outubro	2102	15,2
	Novembro	2230	11,4
	Dezembro	1624	6,1
Ano	Mês	Vazão (m³/s)	Pluv. (mm) Juazeiro
2012	Janeiro	1447	36,3
	Fevereiro	2356	126,5
	Março	2999	0,0
	Abril	1785	0,0
	Maio	1912	0,3

### 2. Diagnóstico do local das captações

Durante o período de cheia, observado a partir do mês de março de 2012, a captação no rio São Francisco, foi desativada e uma segunda captação foi instalada no riacho Maria Preta. Isto ocorreu porque a quantidade de água liberada pela barragem de Sobradinho (quase 3000 m³.s<sup>-1</sup>) proporcionou a elevação do nível de água no Rio, que não foi suportada pelo precário sistema existente na localidade. Assim, as características da água bruta fornecida mudaram consideravelmente. Portanto, a análise do local de captação será feita para as duas situações.

#### 2.1. Local de captação no Rio São Francisco

No ponto de tomada da captação no rio São Francisco foi construído um canal de terra perpendicular às margens do rio sob árvores baixas para evitar que pessoas em embarcações furtassem o conjunto moto-bomba (Figura 2). O canal fica coberto por folhas que caem dessas árvores e ao serem decompostas conferem cor e odor à água.

Esse canal foi construído com a escavação do solo, sem a presença de uma estrutura de contenção, o que facilita a erosão e o assoreamento do canal, principalmente após o acionamento da bomba, aumentando frequentemente a manutenção do mesmo. Deve-se ressaltar que a profundidade do canal variou entre 50 e 70cm. Sendo tão raso e, sobretudo, constituído de terra, a proximidade entre o crivo e o fundo do canal favoreceu a agitação dos sedimentos já decantados, alterando assim qualidade da água.

#### 2.2. Captação no riacho Maria Preta

A segunda captação está localizada às margens do riacho Maria Preta, onde se pode observar a presença de uma vegetação flutuante que cobre praticamente toda a superfície do corpo hídrico onde está localizada a tubulação de sucção, como mostra a Figura 3 abaixo.





**Figura 2 - Canal de derivação para captação no rio São Francisco**



**Figura 3 - Local de captação no riacho Maria Preta**

### **3. Qualidade dos mananciais**

Sabe-se que a qualidade da água dos mananciais é função das suas condições naturais, dos usos dados às suas águas e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica, sendo representada através de diversos parâmetros, que traduzem as características físicas, químicas e biológicas, bem como suas variações no decorrer do tempo (VON SPERLING, 2007). De posse de alguns desses parâmetros, foi possível enquadrar os mananciais estudados de acordo com a Resolução 357, bem como indicar o tratamento mínimo necessário para o abastecimento humano.

#### **3.1. Temperatura**

De maneira geral, a temperatura dos mananciais variou entre 22°C e 28°C, mantendo-se uma média aproximada de 26°C. Isoladamente a temperatura não caracteriza qualitativamente um corpo hídrico, de maneira que a Resolução 357 sequer estabelece valores limites, devendo ser analisada junto com outros parâmetros, como pH e oxigênio dissolvido.

#### **3.2. Potencial de Hidrogênio (pH)**

Para a análise de pH, os valores encontram-se entre 6,7 e 10,3, variando de neutro a básico. A Resolução 357 estabelece esse parâmetro o intervalo limite com valor mínimo de 6,0 e valor máximo de 9,0, no qual todos os mananciais se enquadram com exceção do Riacho Maria Preta nos meses de dezembro, fevereiro e março (43% dos meses coletados).

#### **3.3. Turbidez**

Geralmente pode ser observada uma variação de turbidez entre períodos de chuva e estiagem para os mananciais superficiais, sendo maior no primeiro devido ao aporte de material transportado pelo escoamento superficial. Isso foi observado na análise dos mananciais deste estudo, visto que o pico de turbidez se deu no mês com maior índice pluviométrico (fevereiro com 126,5mm). No entanto, deve-se observar também o local de coleta da água, que estando próximo às margens do manancial sofre interferências decorrentes da utilização da água.

#### **3.4. Fósforo**

As análises de fosfato total nos mananciais resultaram nos valores abaixo (Tabela 3):

Tabela 3 - Concentrações de Fosfato ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

	Novembro	Dezembro	Fevereiro	Março	Maio
<b>MRSF</b>	11,88	0	48,93	0	0
<b>CAPT</b>	13,56	27,04	59,04		
<b>RMP</b>	48,93	64,09	80,94	10,19	0
<b>CAPT2</b>				43,88	5,14

A maior concentração de fosfato no Riacho Maria Preta, inicialmente foi associada à provável contaminação do lixão da cidade de Juazeiro-BA. No entanto, considerando o período de estiagem durante o estudo e o aparecimento de plantas macrófitas (plantas que indicam um ambiente com grande aporte de nitrogênio e fósforo), acredita-se que essa contribuição não seja tão significativa, e que houve outras fontes, como esgoto doméstico. A diferença de concentração entre o rio e a captação, por sua vez, pode ser explicada pela decomposição das folhas presentes no local da captação.

O pico de concentração no mês de fevereiro pode estar relacionado à pequena vazão liberada pela barragem de Sobradinho no mês de janeiro, que ocasionou um rebaixamento no nível dos córregos no período. Outra explicação seria a baixa concentração de oxigênio dissolvido.

### 3.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\text{DBO}_5$ )

Todos os mananciais apresentaram resultados inferiores a  $10\text{mg.L}^{-1}$ , podendo assim ser utilizados para abastecimento humano. Considerando isoladamente a  $\text{DBO}_5$ , todos os mananciais poderiam ser enquadrados na Classe 2.

### 3.6. Oxigênio Dissolvido (OD)

A Figura 4 traz a variação do oxigênio dissolvido no período estudado:

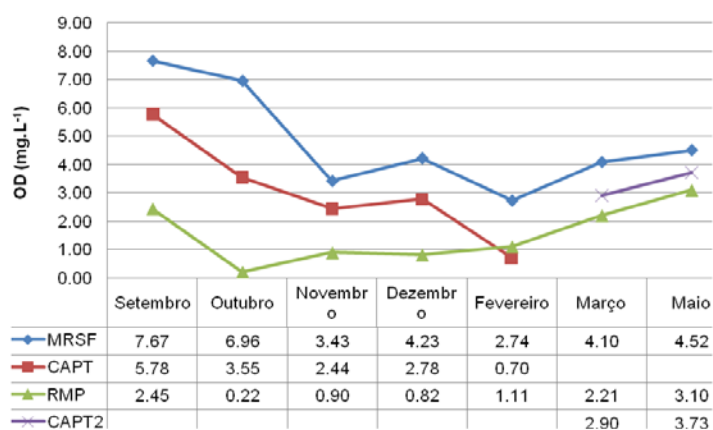


Figura 4 - Concentração de Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

De acordo com a Resolução 357, concentrações de oxigênio inferiores a  $4\text{mg.L}^{-1}$  enquadram os mananciais de água doce na Classe 4, na qual as águas só podem ser destinadas a navegação e a harmonia paisagística. Observando o gráfico da Figura 5.15, e observando este parâmetro isoladamente, nota-se que na maior parte do tempo, nenhum dos mananciais poderia ser utilizado para o abastecimento humano.

Observa-se também que no tipo de tomada d'água adotada na captação (através de canal) a concentração de oxigênio é inferior a concentração nas margens do rio. Isso pode ser explicado decomposição das folhas por microrganismos, e pela baixa velocidade da água no canal.

### 3.7. Coliformes termotolerantes

Para águas doces, a Resolução 357 limita para classe 1, 2 e 3 os valores de 200, 1000 e 2500UFC, limites bastante consideráveis, nos quais todos os mananciais se enquadram na classe II. Como a água de qualquer manancial, mesmo da classe especial, deve ser submetida pelo menos à desinfecção, o rigor nesse parâmetro de qualidade diminui, devendo-se ressaltar a importância de um processo de desinfecção eficaz.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Considerando o tamanho dos mananciais e a complexidade do conjunto de fatores condicionantes, como velocidade e profundidade, conclui-se que existe uma grande dificuldade de fazer avaliações globais para um dado manancial.

A avaliação da contaminação ambiental e o enquadramento do rio nos parâmetros estabelecidos pela norma são onerosos e ineficientes quando os constituintes são considerados um de cada vez. Sendo assim, é necessário o conhecimento e a aplicação de metodologias que analisem as características do manancial simultaneamente, como o índice de qualidade de água (IQA) conforme metodologia proposta pela CETESB. Para os mananciais estudados, com os parâmetros disponíveis, o índice de qualidade das águas dos mananciais variou mensalmente conforme o gráfico abaixo (Figura 5).

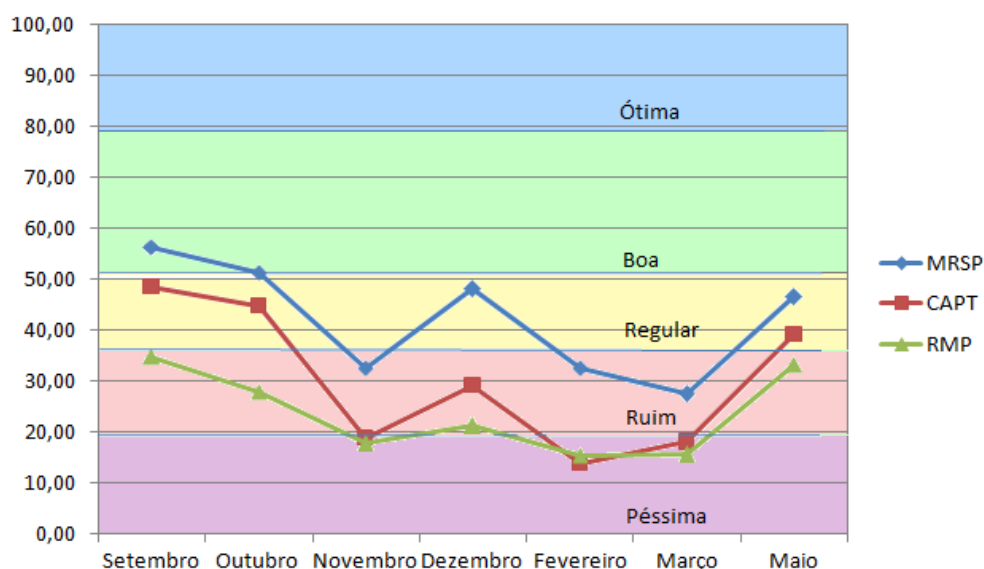


Figura 5 - Classificação dos mananciais utilizando o IQA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Baltimore: United Book Press, 1998.
2. BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em 21 de outubro de 2011.
3. \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.
4. CETESB. 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 30 de abril de 2013.
5. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. Manual de Saneamento. 3. ed.rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

6. PADILHA, J. A. Z., ORTEGA, E. M. F. L. O uso da água nas micro-bacias hidrográficas do semiárido do nordeste brasileiro e o conceito base zero. Proceedings of IV biennial International workshop “Advances in energy studies”, Campinas, p. 65-72, 2004.
7. VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG: Belo Horizonte, 2007.