

## I-099 – ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO FRANCISCO SOB INFLUÊNCIA DAS CHUVAS

**Heran Santana Porto**<sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

**Sylvia Paes Farias de Omena**<sup>(2)</sup>

Professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

**Ted Johnson Vasconcelos Leitão**<sup>(3)</sup>

Técnico em Química da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Santa Luzia, 137 – Santo Antônio - Juazeiro - BA - CEP: 48903-180 - Brasil - e-mail: [heran\\_gbi8@hotmail.com](mailto:heran_gbi8@hotmail.com)

### RESUMO

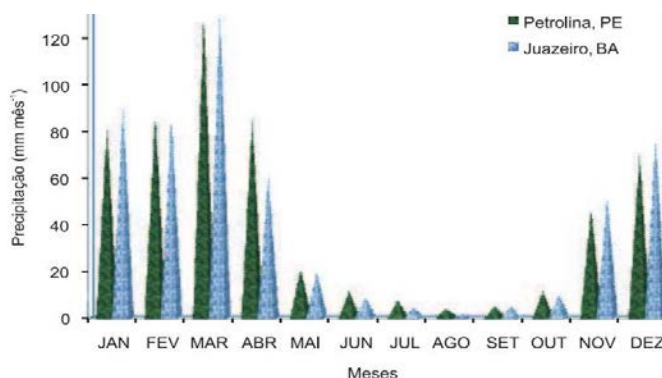
A água, principal fonte de vida, é utilizada desde a recreação, navegação, limpeza, aos usos mais nobres, como o consumo humano. Assim em face da sua grande importância, foi realizado um estudo para avaliar sua qualidade através dos seguintes parâmetros: pH, turbidez e cor. Os quais em níveis elevados evidenciam uma má qualidade da água, além de uma possível contaminação por microrganismos que podem causar graves danos à saúde humana. Ciente disso foram analisadas amostras de água em seu estado bruto, e após “jar test”, da mesma amostra, coletadas próximo a Estação de Coleta do SAAE (Sistema de Autônomo de Água e Esgoto) – Juazeiro/BA, cidade que apresenta déficit na saúde, com problemas relacionados à veiculação hídrica, além de uma Estação de Tratamento de Água ultrapassada estruturalmente. As análises das amostras coletadas à margem do rio São Francisco, fonte de abastecimento da cidade, qualificaram-no de acordo com a Resolução 357 de 2005/CONAMA, e logo em seguida indicado um tratamento adequado, floculação seguido de filtração, de forma a enquadrar a água para abastecimento nas normas da Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011, como água potável, enfatizando que o rio sofre alterações nos períodos de chuva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de Água, Qualidade da Água, Rio São Francisco.

### INTRODUÇÃO

A cidade de Juazeiro/BA, conta com uma população de 197.965 habitantes e um PIB de R\$ 1.731.389 (IBGE, CENSO 2010), tem a economia baseada na agricultura irrigada e no setor de serviços e localiza-se à margem direita do rio São Francisco. O abastecimento de água fornecido para a população de Juazeiro/BA através do Serviço Autônomo de Água e Esgotos (SAAE) é realizado exclusivamente através do rio São Francisco e embora sua nascente não seja na região, não há dúvidas de que a recarga deste manancial fica comprometida frente à seca e escassez crítica advinda de anos de baixos índices pluviométricos, cuja média anual da região chega a ser inferior a 450 mm (CODEVASF, 2001).

Segundo a EMBRAPA (2010), em estudo feito entre 1963 e 2009, realizando observações nas estações agrometeorológicas de Bebedouro (Petrópolis/RJ) e Mandacaru (Juazeiro/BA), foi constatado que entre os meses de novembro a abril, as chuvas são mais intensas na região (Figura 1), implicando em variações nos níveis de turbidez e cor da água. Além dos fatores naturais, as atividades antropogênicas interferem veemente na qualidade da água do rio, desde a abertura das comportas da Represa de Sobradinho, localizada 37 km à montante – aumentando a vazão do rio, trazendo sedimentos e revolvendo-os do fundo do rio – ao despejo direto de esgoto sem tratamento algum, o que proporciona o aumento da carga orgânica no rio, reduzindo os níveis de oxigênio dissolvido – até as atividades de mineração nas proximidades do rio que também influenciam, introduzindo no rio areia, metais pesados, agravando ainda mais as interferências negativas.



**Figura 1 – Histograma – precipitação média nas estações agrometeorológicas de Bebedouro (Petrolina/PE) e Mandacaru (Juazeiro/BA), entre 1963 e 2009.**

O abastecimento de água à população de Juazeiro/BA é realizado exclusivamente através do rio São Francisco, que além de se encontrar em situação delicada, ainda enfrenta a baixíssima precipitação da região, com média anual inferior a 450 mm (CODEVASF, 2001), o tratamento é realizado pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, órgão municipal, que realiza todas as etapas para fornecimento de água, desde a coleta, tratamento, adução e a distribuição, além da coleta de esgoto sanitário. A rede de abastecimento cobre 95,99% da população, enquanto o sistema de esgotamento sanitário, cerca de 76%, sendo os bairros distantes e distritos, os que contam com menor cobertura.

É visto que, o devido tratamento é essencial à manutenção da saúde humana, sendo as doenças de veiculação hídricas causas intensas de morte no país. Segundo o Ministério da Saúde (2011), a Bahia é o segundo estado com a maior área endêmica do país para esquistossomose, a doença está presente em 251 municípios, entre eles Juazeiro, para doenças diarreicas agudas, no período de 2007 a 2010, foram notificados 1.088.982 casos na Bahia, sendo as cidades ribeirinhas, além daquelas com sistema de saneamento deficiente, as mais afetadas. No ano de 2003, as internações por diarreia em Juazeiro tiveram entre as crianças menores de 5 anos, percentual de 57,64% (IBGE, PMJ – SMS, 2004). Além destas, ainda há diversos tipos de doenças por contato direto ou indireto com a água, tais como: giardíase; gastroenterite; febre tifoide e paratifoide; hepatite infecciosa; cólera; ascaridíase; teníase; oxiuríase; ancilostomíase (COPASA, 2012).

A análise da água bruta, ou seja, aquela que ainda está no manancial, é feita sob a égide da resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que de acordo com as características analisadas em laboratório, recomenda o nível mínimo de tratamento ao qual a água deve ser submetida para ser fornecida aos usuários. Não obstante, após o tratamento, a concessionária deverá observar os critérios exigidos pela Portaria 2914/2011, publicada pelo Ministério da Saúde.

Assim, este trabalho teve como objetivo observar as influências das ocorrências/estiagens das chuvas, sob a qualidade da água bruta do Rio São Francisco, no ponto de coleta em que a água é captada para o abastecimento da cidade de Juazeiro/BA.

## 1. MATERIAIS E MÉTODOS

### 1.1 Local de Coleta e Periodicidade

O local escolhido para coleta das amostras foi próximo ao local de coleta do SAAE de Juazeiro/BA (Figura 2), com o intuito de tornar o experimento o mais fidedigno possível, situado à margem direita do rio São Francisco. A coleta realizada pelo SAAE é do tipo captação flutuante, utilizando um conjunto motobomba, que envia através de uma adutora, água bruta, com 310 m de extensão para a Estação de Tratamento (Figura 3).

A primeira coleta foi realizada no mês de fevereiro de 2013, e a última no mês de setembro do mesmo ano, a fim de avaliar os meses com altos e baixos índices pluviométricos, relacionando o período chuvoso com os parâmetros mais relevantes físico-químicos da água.



**Figura 2 – Juazeiro/BA – localização.**



**Figura 3 – Estação de Coleta/Tratamento - localização.**

## 1.2 Análises Físico-Químicas

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento (LABSAN) da UNIVASF – Campus Juazeiro/BA. Com análises da amostra bruta e amostras analisadas após o “jar test” (teste do jarro). As análises foram as seguintes:

- pH e temperatura: realizada com amostra bruta, utilizando medidor de pH de bancada, com compensação automática de temperatura, modelo mPA 2012 – marca MS Tecnopon® Instrumentação;
- Alcalinidade: realizada em triplicata da amostra bruta, determinada conforme a metodologia do Manual Prático de Análises de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA);
- Turbidez: realizada com amostra bruta, filtrada e após ensaio do jar test, utilizando turbidímetro de bancada, modelo 2100AN – marca Hach®.
- Cor Aparente: realizada em amostra bruta e após “jar test”, utilizando espectrofotômetro, programa 120 para determinação da cor, com comprimento de onda de 455 nm, modelo DR5000 UV/VIS – marca Hach®.

## 1.3 Jar test

O jar test é um teste de floculação, realizado para medir a eficiência do tratamento para determinada quantidade de agente coagulante, o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) a 1% ou 10 mg/l foi o coagulante utilizado durante o experimento. A partir da quantidade teórica calculada, variou-se a concentração do  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  em 0,5 mg/l, assim avaliaram-se cinco concentrações, duas maiores e duas menores a partir valor do teórico. Para cada bateria do jar test, foram utilizados 2 litros de amostra de água bruta para cada concentração. O jar test seguiu a metodologia indicada pelo Manual da FUNASA e foi executado em um Jar Test Microcontrolado para seis provas, do Fabricante Milan® - modelo Milan JT-203/6. Para determinação do valor teórico do coagulante foi utilizada a seguinte equação:

$$[(\text{AE}_1/0,45)/\text{C}_2] \times \text{VA}_3 = \text{CT}_4 \quad (1)$$

1. Alcalinidade encontrada (mg/l de  $\text{CaCO}_3$ );
2. Concentração do coagulante (mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ );
3. Volume de água em cada jarro (l);
4. Concentração teórica do coagulante (mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já esperado de acordo com as observações nas estações agrometeorológicas de Bebedouro e Mandacaru supracitadas, as chuvas desse ano foram mais intensas no período de fevereiro e março, se prolongando até o mês de abril. As chuvas que ocorrem ao longo de toda extensão do rio São Francisco influenciam diretamente no aumento relativo da cor e da turbidez do rio, que normalmente, em dezembro começa a apresentar uma coloração em tom barrenta, evidenciando também a alta quantidade de sólidos dissolvidos na água. A cor escura da água se deu também pela grande presença de algas, principalmente do tipo clorofíceas, mais conhecidas como algas verdes, além de outras espécies em menor número.



**Figura 4 – Local de coleta – Rio São Francisco.**

### 2.1 Cor Aparente e Turbidez

Tanto a turbidez quanto a cor apresentaram a mesma tendência nos períodos chuvosos (entre os meses de fevereiro a abril), se estendendo até maio, decorrente de acumulados dos meses anteriores, que se mantiveram em alta, a cor chegou a 133 uC, e a turbidez variou entre 20 e 26 UT. A partir do mês de junho, período em que as chuvas ficaram mais escassas, foi observada uma queda substancial nos valores, como pode ser visto na Figura 5.

No final de agosto e início de setembro os valores da turbidez da água bruta foram tão baixos que atingiram aqueles recomendados para o consumo humano após o tratamento, prescritos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, ou seja, abaixo de 5 UT. Isto significa que em determinadas épocas do ano a Estação de Tratamento de Água da cidade de Juazeiro, pode dispensar o uso de coagulantes implicando diretamente em pelo menos duas vantagens: a primeira, no tocante a economia na aquisição de produtos químicos. A segunda, é que para Baumgarten (2001) citado por Fiorentini (2005) dependendo da dosagem empregada o sulfato de alumínio é tóxico, e pode provocar doenças de demência e coordenação motora, devido à deficiência renal em filtrar os metais no sangue que é levado ao cérebro, causando o mal de Parkinson e Alzheimer.



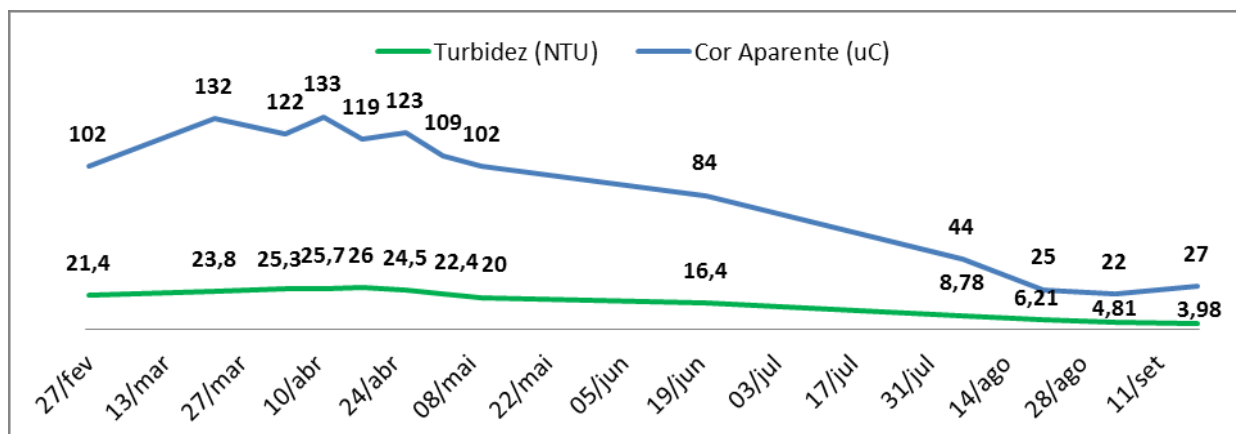


Figura 5 – Resultados das análises de turbidez e cor aparente.

## 2.2 pH, Temperatura e Alcalinidade

O pH se manteve na faixa entre 7,6 e 9,2, sendo o último valor um pouco acima do máximo recomendado pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA (onde pH deve estar entre 6 e 9), para que a água seja submetida tão somente ao tratamento convencional.

Para a temperatura não há um valor ideal segundo a CONAMA 357/2011, embora seja um parâmetro que interfira em muitos outros a exemplo do pH, condutividade, viscosidade etc. A variação observada foi de 2°C, permanecendo entre 24,5°C e 26,5°C. De acordo com Silva *et al.*, 2010, em estudo que analisou a variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e a relação com as atividades antrópicas, os maiores valores de temperatura foram observados em Bom Jesus da Lapa, Xique-Xique e região do Médio São Francisco, onde ocorre o recebimento de águas do rio Corrente, que por sua vez recebe águas do rio do Meio e do rio Formoso. Já as menores temperaturas foram encontradas na cabeceira do rio São Francisco e na vizinhança de Sobradinho e Juazeiro-Petrolina. Para os autores os valores observados nas cabeceiras do rio foram coerentes com o esperado, no entanto, a diminuição de temperatura no Submédio São Francisco tem relação com as maiores densidades própria de águas poluídas, o que promove a mistura não homogênea da água e assim, menor temperatura.

Assim como a temperatura, a alcalinidade não é um parâmetro de qualidade do manancial indicativo quando observado isoladamente, mas pode indicar mudanças relevantes, como a partir da sexta coleta, a qual houve um aumento de 40% (figura 6), onde pode ter ocorrido interferência antrópica necessitando uma análise pormenorizada.

SOUZA *et al.*, 2006, após estudo da alcalinidade parcial e total do rio Apodi/Mossoró tanto em períodos chuvosos quanto nos de estiagem, no perímetro urbano da cidade de Mossoró, concluíram com os resultados obtidos que o aumento da alcalinidade está diretamente ligado a descarga de esgotos.

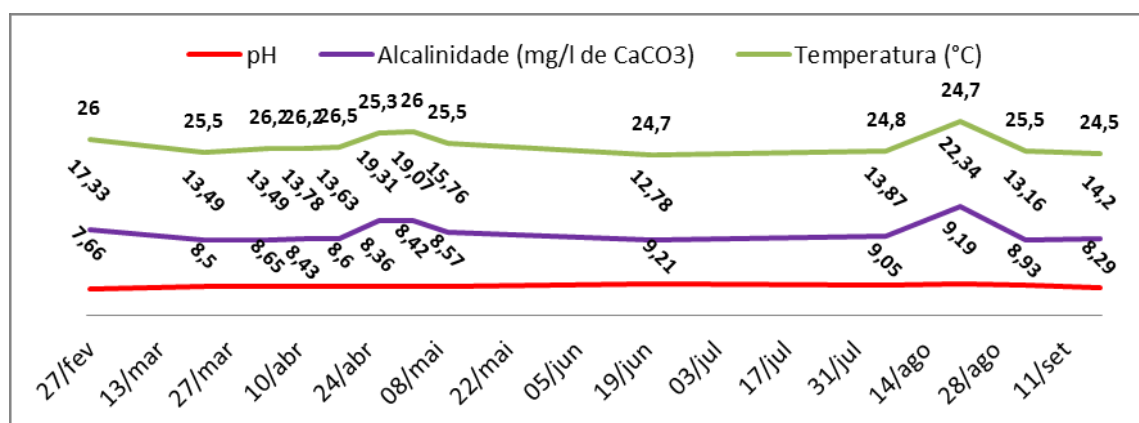
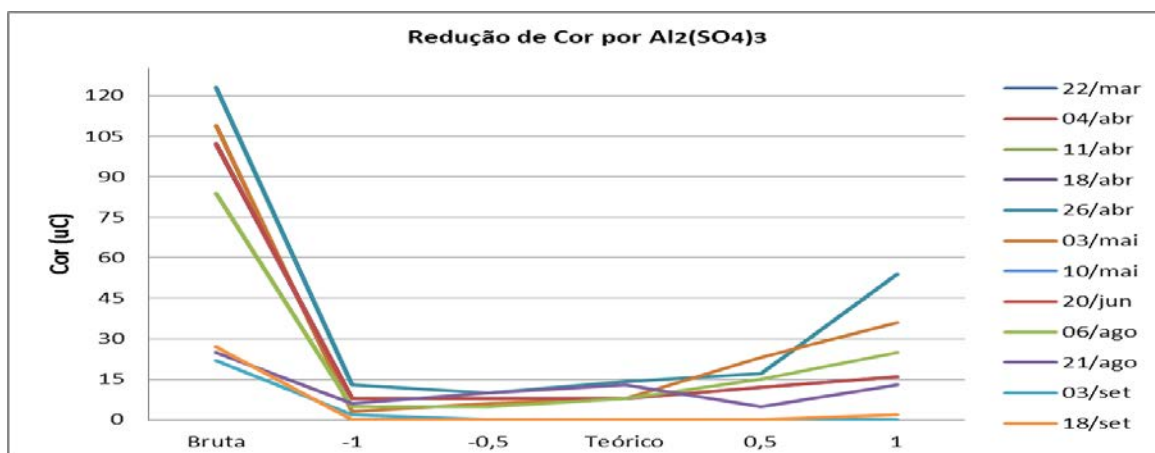
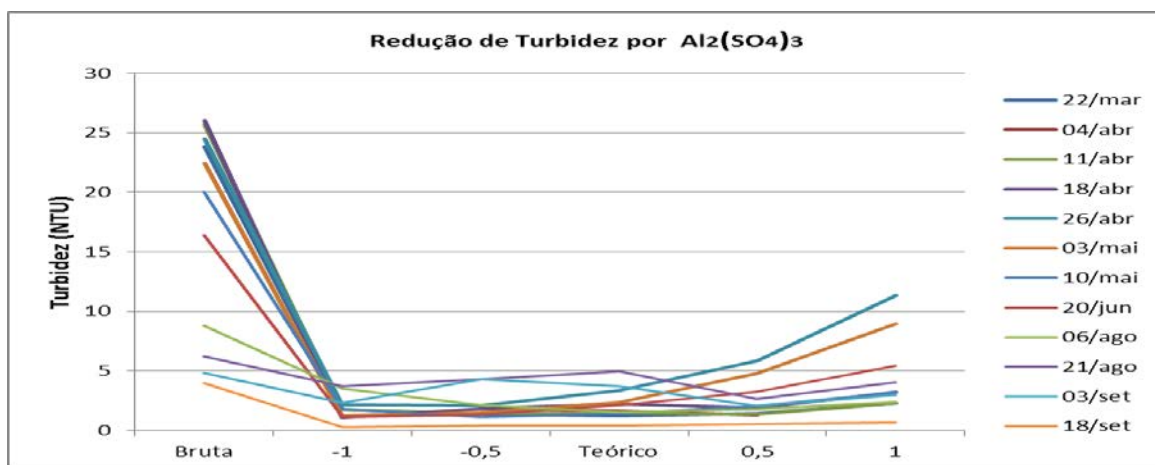


Figura 6 – Resultados das análises de alcalinidade, pH e temperatura .

### 2.3 Ensaio de Coagulação (“Jar test”)

O ensaio de coagulação é um procedimento de rotina em estações de tratamento de água para determinar a dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento. Sua importância se dá pelo fato de ser uma simulação do que ocorre na ETA. Neste trabalho foram considerados apenas os parâmetros: cor, turbidez, pH e alcalinidade total, já que o objetivo principal do teste é a remoção da cor e turbidez da água, aplicando-se uma menor quantidade de coagulante. Para iniciar os testes, é necessário antes, descobrir qual seria a concentração de sulfato de alumínio teórica ótima para a água bruta analisada. Teoricamente, cada mg/L de sulfato de alumínio requer: 0,45 mg/L de alcalinidade natural, assim o valor teórico ótimo calculado foi de 2,5 mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , tendo sido testadas também as concentrações de 1,5; 2,0; 3,0 e 3,5 mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Em relação à turbidez, as concentrações de 1,5; 2,0 e 2,5 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , proporcionaram valores abaixo de 5 UT, podendo evitar assim, a sobrecarga para os filtros, já que a quantidade de sólidos em suspensão, que causam obstrução dos filtros, já estaria com um valor desejável antes mesmo da água passar por estas unidades. Quanto a cor aparente, o comportamento foi análogo, pois, para as concentrações de 3,0 e 3,5 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , a concentração foi superior a 15 uC (valor máximo permitido pela Portaria MS nº 2914/2011). Assim, a análise deste parâmetro permite concluir que apesar da dosagem teórica do coagulante ser de 2,5 mg/l de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , pode-se obter resultados excelentes de remoção de cor e turbidez com concentração bem inferior. Na prática, isto pode representar grande economia, pois, como a vazão da Estação de Tratamento de Água na cidade de Juazeiro-Ba, trata aproximadamente de 700L/s, caso seja empregada a concentração de 1,5 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , será possível economizar até 60 kg de sulfato por dia, ou seja, deixa-se de adicionar ao tratamento 1,0 mg/L de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , mantendo-se mesmo assim excelente qualidade da coagulação.



**Figuras 7 e 8 – Resultados das análises de redução turbidez e cor por coagulação com  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .**

## CONCLUSÃO

Com os valores obtidos, constata-se a influência negativa das chuvas nos parâmetros de turbidez e cor. E havendo sido citado como controle da qualidade da água um fator indispensável para manutenção da saúde da população, torna-se prioridade o uso do coagulante na dosagem correta, para que se estabeleçam os níveis adequados da qualidade da água para consumo humano. Ademais, é necessária uma análise criteriosa da água bruta, sobretudo nestes períodos, onde é indispensável o uso de coagulantes para o tratamento adequado da água. Vale ressaltar que análise da água, aliada ao estudo da dosagem do coagulante, é extremamente pertinente haja vista que é possível usar concentração muito inferior a teórica (1,5 mg/L de sulfato de alumínio), ou até mesmo dispensá-lo como nos meses de agosto e setembro, cuja concentração de turbidez da água bruta já era inferior a concentração máxima pela Portaria MS nº 2914/2011.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013.
2. CBHSF, 2013. Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Características Gerais. Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/bacia-hidrografica-do-rio-sao-rancisco/caracteristicas-gerais>. Acesso em: 14/05/13.
3. CODEVASF. Polos de Desenvolvimento, Juazeiro/Petrolina. Disponível em <http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/polos-de-desenvolvimento-1/juazeiro-petrolina>. Acesso em: 14/05/13.
4. EMBRAPA, 2010. Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/ Juazeiro, BA - 1963 a 2009. Dezembro de 2010.
5. IBGE - Censo 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=291840#>. Acesso em: 14/05/13.
6. FIORENTINI, V. Uso do Tanino no Processo de Tratamento de Água como Melhoria em Sistema de Gestão Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2005. Tese (Mestrado).
7. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011. Portaria nº 2914 de 12/12/2011. Disponível em <http://www.suvisa.ba.gov.br/laboratorio/documento/artigo>. Acesso em: 14/05/13.
8. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14/05/13.
9. SILVA, D.F. et. al., 2010. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio são francisco e atividades antrópicas relacionadas. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/687/496>.
10. SOUZA et al., 2006, Efeito da Sazonalidade na Alcalinidade da Água do Rio Apodi/Mossoró no Perímetro Urbano da Cidade de Mossoró. Disponível em <http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/5/647-835-5-T2.htm>. Acesso em: 14/05/13.