

I-219 – UMA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR

Jorge L. R. Amorim⁽¹⁾

Geólogo e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Bahia. Gerente da Divisão de Captação e Adução da EMBASA-BA.

Jorge Brito Barreto⁽²⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Bahia. Gerente da Divisão de Tratamento do Sistema Bolandeira da EMBASA-BA.

Clovis Alberto Barreto⁽³⁾

Químico pelo Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Gerente da Divisão de Tratamento do Sistema Principal da EMBASA-BA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Eugênio Sales, s/nº -Parque Bolandeira – Boca do Rio - Salvador - BA - CEP: 41706-670 - Brasil - Tel: (71) 3373-7828- e-mail: ompb@embasa.ba.gov.br

RESUMO

Os reservatórios das barragens que servem de mananciais para os sistemas de abastecimento de água das regiões metropolitanas bem como de grandes cidades vêm sofrendo ao longo dos anos com as conseqüências danosas das ações antrópicas dos aglomerados urbanos que crescem totalmente desorganizados nas suas margens, na maioria das vezes, sem um mínimo de infra-estrutura de saneamento básico. Além disso, a falta de conscientização da população aliada a uma ausência de fiscalização por parte dos poderes públicos implica na existência de uma serie de atividades poluidoras do meio ambiente, que causam degradação na qualidade da água acumulada nas barragens. Partindo dessas premissas, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado no sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador, sobre o desempenho dos processos e seus custos operacionais, nas estações de tratamento de água que compõem este sistema, diante da redução da qualidade das águas armazenadas nos seus reservatórios, destacando-se a ultrapassagem dos limites, de alguns parâmetros, estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA. As adequações dos processos nestas estações conduziram, para garantir o abastecimento de água tratada dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelas legislações atuais, na elevação dos custos operacionais, principalmente dos produtos químicos como desinfetantes, alcalinizantes, coagulantes e outros adicionais.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento, Sistemas de Reservatórios, Mananciais, Tratamento de Água, Qualidade de água.

METODOLOGIA

A Embasa, Empresa Baiana de Águas e Saneamento órgão do governo do Estado da Bahia é responsável pelo sistema integrado de abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador que, além da capital, atende a mais de oito municípios com uma população em torno de 3 milhões de habitantes. Abastece, também, as indústrias instaladas no Centro Industrial de Aratu e no Pólo Petroquímico de Camaçari.

Este artigo pretende fazer uma avaliação do desempenho e dos custos dos processos operacionais das cinco estações de tratamento existentes neste sistema, diante da redução da qualidade da água bruta verificadas no monitoramento sistemático efetuado pela Embasa nas águas de seus mananciais, que mostraram ocorrências de ultrapassagem dos limites de alguns parâmetros de controle estabelecidos pela legislação do CONAMA.

A água bruta deste sistema é originada de sete reservatórios, o de Pedra do Cavalo, situado na bacia do Rio Paraguaçu, sendo que os outros seis se localizam na bacia do Recôncavo e estão distribuídos nas seguintes sub-bacias: do Rio Jacuípe (reservatório de Santa Helena), do Rio Joanes (reservatórios do Joanes I e II), do Rio Ipitanga (reservatórios do Ipitanga I e II) e do Cobre (reservatório do Cobre), todas com fortes ações antrópicas, cujos reservatórios são operados em serie, em paralelo e também com transposição de águas entre bacias.

Das cinco estações de tratamento de água (ETA), existentes no Sistema Integrado de Abastecimento da Região Metropolitana de Salvador: Vieira de Melo e Teodoro Sampaio (Bolandeira), Principal, Cobre e a Suburbana, apenas a última não utiliza os processos convencionais de tratamento e sim o processo compacto (filtro russo).

As duas estações de Bolandeira, Vieira de Melo e Teodoro Sampaio tratam as águas das barragens do Joanes I e Ipitanga I produzindo uma vazão média diária de 3,6 m³/s. A Principal, produzindo uma vazão média diária de 7,5 m³/s, trata as águas dos reservatórios das barragens do Joanes II, Pedra do Cavalo e Santa Helena sendo que desta última apenas em períodos secos quando é necessário haver transposição de água da bacia do Rio Jacuípe para a bacia do Joanes II, e duas de pequeno porte, a ETA do Cobre que trata a água da barragem do Cobre, produzindo uma vazão média diária de 100 L/s; e a ETA Suburbana que trata a água da barragem do Ipitanga II e produz uma vazão média diária de 270 L/s.

Primeiramente foram catalogados os resultados dos últimos cinco anos (2006 a 2010) do monitoramento da qualidade das águas dos mananciais que compõem este sistema e que é realizado através das análises, no próprio laboratório da Embasa, da água coletada em uma rede de pontos pré determinados, seguindo frequências e parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357. Estes resultados, depois de compilados e plotados em gráficos e tabelas, indicaram a evolução dos parâmetros cujos valores estavam acima dos limites estabelecidos pela legislação.

Posteriormente foram efetuadas, inspeções nas áreas adjacentes aos reservatórios das barragens, e consultada a bibliografia existente sobre o uso e ocupação do solo destas bacias com ênfase nos pontos de poluição/contaminação.

Através das análises dos relatórios operacionais das estações de tratamento e dos resultados dos monitoramentos para o controle da qualidade da água tratada, foi efetuada, então, correlações, verificando se houve, e quais foram as modificações necessárias implementadas nos processos das estações de tratamento para manter um fornecimento de água tratada dentro dos padrões legais, e quais as implicações destas modificações nos custos operacionais.

RESULTADOS

As principais atividades poluidoras identificadas e que influenciam diretamente ou indiretamente a qualidade das águas acumuladas nos reservatórios das barragens pertencentes ao sistema de abastecimento da região metropolitana de Salvador estão descritas na Tabela 1, juntamente com as suas principais consequências para a qualidade das águas.

Tabela 1: Atividades poluidoras das águas dos reservatórios dos mananciais.

OCUPAÇÃO DO SOLO	CONSEQUÊNCIAS
Áreas submetidas a elevado grau de urbanização	Lançamentos de esgotos sem tratamento. Disposição de resíduos domésticos
Exploração mineral - pedreiras, cascalho, areia e caulim	Erosão do solo e transporte de sedimentos para os rios e reservatórios. Áreas degradadas.
Parques Industriais	Lançamentos de efluentes industriais
Atividades agropecuárias	Supressão de vegetação. Lançamentos de pesticidas nos rios e reservatórios

Apesar de se localizarem em bacias diferentes, verificou-se ao longo dos cinco anos estudados - 2006 a 2010, que as anomalias apresentadas na qualidade da água bruta acumulada nos reservatórios das barragens, são decorrentes dos mesmos problemas ambientais e cujas soluções tendem, numa visão otimista, a serem concretizadas a longos prazos.

Constatou-se, também, através do monitoramento dos reservatórios, que estes problemas ambientais vêm trazendo consequências negativas e afetando a qualidade da água bruta dos mananciais e aduzidas para as estações de tratamento. No período estudado 2006 a 2010, parâmetros de controle como o Pb, Zn, Al, Mn, Fe, P, OD, DBO e florações de algas/cianobactérias estão, sistematicamente, ultrapassando os valores dos limites

estabelecidos pela legislação vigente, em todos os reservatórios deste sistema, implicando em interferências nos processos operacionais das estações de tratamento.

ALUMÍNIO -- A grande concentração de alumínio na água bruta aduzida para a ETA Principal implicou na utilização de uma mistura de 20% em volume de sulfato férrico e 80% de sulfato de alumínio, aliado a um aumento da frequência das descargas e das lavagens dos decantadores. Nas estações de Bolandeira houve a substituição do coagulante de sal de alumínio pelo de sal férrico. Em ambos os casos a concentração do alumínio residual foi mantida dentro dos padrões de potabilidade.

FERRO / MANGANÊS -- Devido a teores elevados de ferro, manganês e matéria orgânica nas misturas das águas afluentes às duas Estações de Bolandeira verificou-se a necessidade de efetuar a pré-cloração com o objetivo de promover a remoção destes teores no tratamento químico e manter a água tratada com cor menor ou igual a 15 uH e o ferro menor que 0,3 mg/l. Como resultado negativo, a pré-cloração resultou na formação de THM em concentração total na água distribuída, tendendo a ultrapassar o padrão de potabilidade.

Para minimizar a formação do THM, está sendo acurado estudos anteriores com a utilização de peróxido de hidrogênio e/ou permanganato de potássio em substituição ao cloro como pré oxidante. Enquanto esta sendo concluída a implantação da infra-estrutura necessária para aplicação dos oxidantes acima mencionados nas estações de captação de água bruta, de forma a permitir maiores dosagens, devido ao maior tempo de contato, sem a formação de residual, vêm-se aplicando uma coagulação com sulfato férrico em meio ácido (pH igual a 5,5) com a finalidade de oxidar os ácidos húmicos e fúlvicos precursores para a formação do THM obtendo, com isso, concentração total abaixo dos limites máximos da legislação.

Na Estação de Tratamento da Suburbana os grandes teores de Ferro encontrados na água bruta são tratados através do aumento da quantidade do oxidante já na fase de pré-oxidação, obtendo sua redução na água tratada a valores normais.

ALGAS / CIANOBACTÉRIAS -- Na ETA Principal o aumento considerável de florações de algas/cianobactérias implicou na aplicação de cloro e/ou permanganato de potássio e/ou peróxido diretamente na estação elevatória de água bruta do Joanes II através de uma estrutura construída apenas para esta finalidade, pois, a capacidade instalada da central de cloro existente na ETA Principal não estava atendendo a demanda para o controle das algas/cianobactérias.

As águas brutas dos rios Joanes e Ipitanga, aduzidas para as duas estações de Bolandeira, Vieira de Melo e Teodoro Sampaio, apresentam, constantemente, altas concentrações de matéria orgânica, indicando contaminação do manancial por esgoto doméstico e/ou despejos industriais, daí os altos teores de fósforo. Estes são os reservatórios onde ocorreram as maiores florações de algas/cianobactérias. Após estudos emergenciais para remoção dessas células de cianobactérias no processo do sólido-líquido (coagulação, floculação, sedimentação e filtração rápida) utilizando aparelho de teste de jarro para ensaio de sedimentação com sulfato férrico e coagulação ácida (pH 5,5), foi aplicado na pré oxidação, permanganato de potássio na caixa de reunião dos mananciais, localizada no Parque da Bolandeira, com tempo de contato de 5 minutos, tempo este, de deslocamento da água da caixa de reunião ao canal de coagulação, que não permitiu dosagens maiores que 0,5 mg/l pois, caso contrário, conferiria um residual de cor rosa a água.

Após a coagulação com mecanismo de dosagem elevada de coagulante (varredura), pré oxidação com cloro e logo após a elevação do pH entre 7,5 a 8,0 para desestabilização da emulsão e remoção do material graxo e aplicação de 0,1 ppm de polieletrólito catiônico como auxiliar de floculação, verificamos a não ocorrência de lise celular nas diferentes etapas do tratamento e a eficiência da remoção de células de cianotoxinas dissolvidas, daí a não necessidade de aplicação de carvão para adsorver as toxinas. Nos monitoramentos que são efetuados nas entradas das clínicas de hemodiálise de Salvador não vem ocorrendo registros negativos. Na ETA Suburbana as florações de algas são tratadas, com sucesso, através da elevação da aplicação de oxidante (cloro).

MATERIAIS GRAXOS --A remoção de materiais graxos emulsificantes das águas “in natura” do Parque da Bolandeira, através dos processos de tratamento convencional, foi baseada em estudos efetuados anteriormente (Vieira 2000). Para desestabilizar a emulsão e remover o material graxo liberado através de precipitação, foi necessário a adição de carbonato de cálcio ou mesmo a utilização daquele produzido no tratamento adicionando cal após a coagulação ácida (pH igual a 5,5), para reagir com o dióxido de carbono gerado na

reação com a alcalinidade natural, mantendo-se o pH de floculação entre 7,5 a 8,0. Os precipitados de carbonato de cálcio na forma de cristais possuem a capacidade de adsorver o material graxo que seria liberado em sua superfície arrastando-o para o fundo do decantador. Esse processo aumentou a capacidade da eficiência dos filtros.

No lago do reservatório do Cobre, ocorreu um processo de redução de sulfato a sulfeto de hidrogênio, o ambiente redutor favoreceu a solubilização das formas solúveis de ferro, manganês e nitrogênio, que contribuiu para ocorrência de gosto e odor na água. Apesar destas propriedades, na água potável, necessariamente, não ser considerado risco a saúde pública, preferiu-se suspender a operação enquanto ocorre ações para a adequação de sua estrutura para produzir água tratada de boa qualidade.

Com relação aos custos operacionais constatou-se que nos processos normais do tratamento de água os produtos químicos utilizados são o insumo mais representativo. Quando estas águas são captadas para as Estações de tratamento com anomalias na sua qualidade os custos aumentam significativamente. No Sistema de abastecimento da RMS, dos parâmetros que estão prejudicando a qualidade da água, observa-se que o tratamento do excesso de Fe, Mn e Al exigem o aumento do consumo de produtos químicos, além de outros adicionais, sendo que no caso das florações de algas/cianobactérias este consumo é bem maior.

As águas captadas em reservatórios com grandes florações de algas e cianobactérias podem causar vários problemas como: dificultar a coagulação, a floculação, baixar a eficácia do processo de sedimentação, elevar a taxa de colmatagem dos filtros, aumenta a demanda de produtos para desinfecção, coagulação, e alcalinização dentre outros, além da possível formação de trihalometanos, alumínio residuais altos e sobrenadantes de aspectos graxos logo após o processo de coagulação. Implicam também no aumento de outros custos, pois, aumentam a frequência da lavagem dos filtros e das descargas dos decantadores elevando substancialmente a perda de água na produção e elevação do consumo de energia elétrica.

Neste estudo, para simplificar o entendimento, a unidade utilizada para demonstrar os custos será o consumo de produtos químicos por metro cúbico de água tratada produzida. Na Figura 01, observa-se a evolução da média anual desse consumo em todo o sistema da RMS. Houve uma elevação significativa de 2006 a 2009 que, segundo os relatórios operacionais das estações de tratamento, foi decorrente, principalmente, do aumento das florações de algas/cianobactérias em todos os reservatórios do sistema.

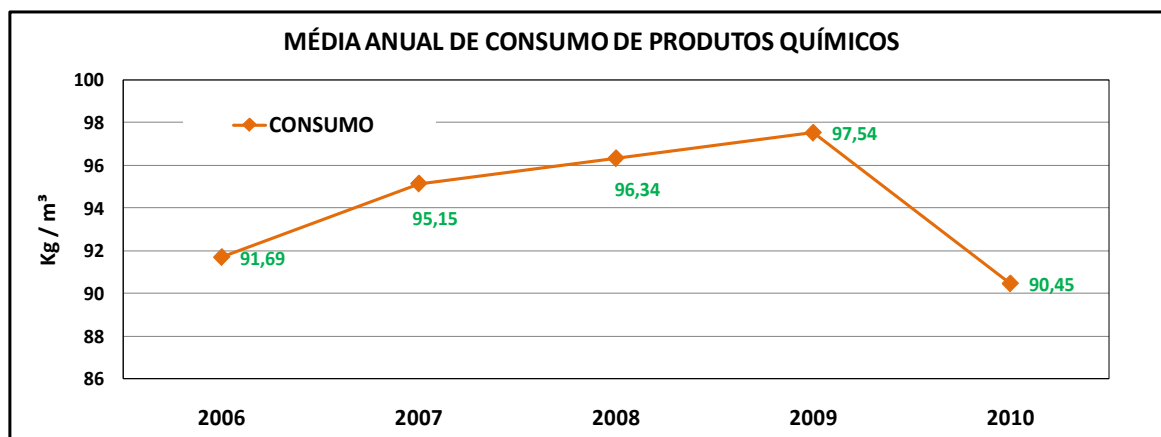


Figura 1: Evolução do consumo de produtos químicos por metro cúbico de água produzida, no sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Salvador.

A partir de 2009, ocorreu uma redução do consumo em relação ao período estudado neste trabalho. Para efeito de comparação, apresenta-se na Figura 02 a evolução da média do IET- Índice do Estado Trófico dos reservatórios das barragens, salientando que, o maior consumo de produtos químicos geralmente está relacionado com o maior o estado trófico do reservatório. Em 2010 ficou evidenciado que o consumo de produtos químicos atingiu os níveis do ano de 2006 apresentando-se nas faixas mesotróficas e oligotróficas.

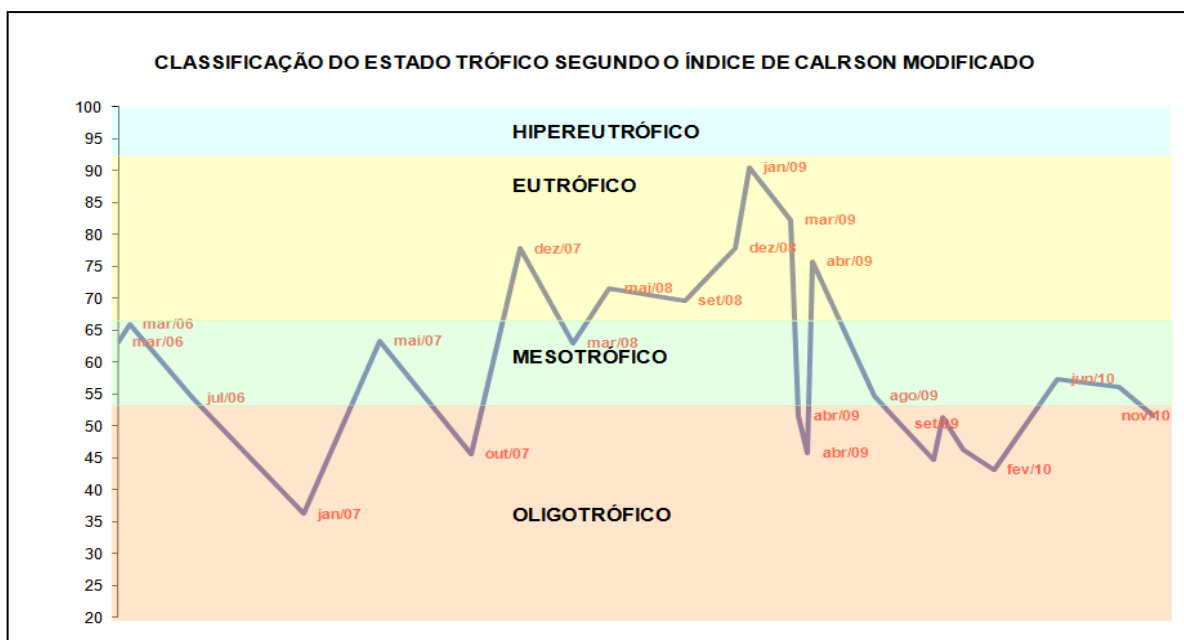


Figura 2: Evolução do índice do estado trófico - IET nos reservatório das barragens.

Como nenhuma medida foi tomada para combater ou mesmo minimizar os efeitos das ações antrópicas nos reservatórios, presume-se que variáveis naturais, como altos índices de pluviosidade, contribuíram para a redução do consumo de produtos químicos a partir do ano de 2009.

Na Figura 03 tem-se um comparativo do índice pluviométrico versus a quantidade de cianobactérias no reservatório do Joanes I, que é o mais representativo do sistema em relação a florações de algas/cianobactérias. Observa-se que com o aumento da pluviosidade nos anos de 2009 e 2010 ocorreu uma diminuição significativa da quantidade de florações. Como o processo de tratamento de água bruta com florações é o que implica em maiores consumos de produtos químicos, daí a conseqüente diminuição dos custos operacionais do tratamento neste mesmo período.

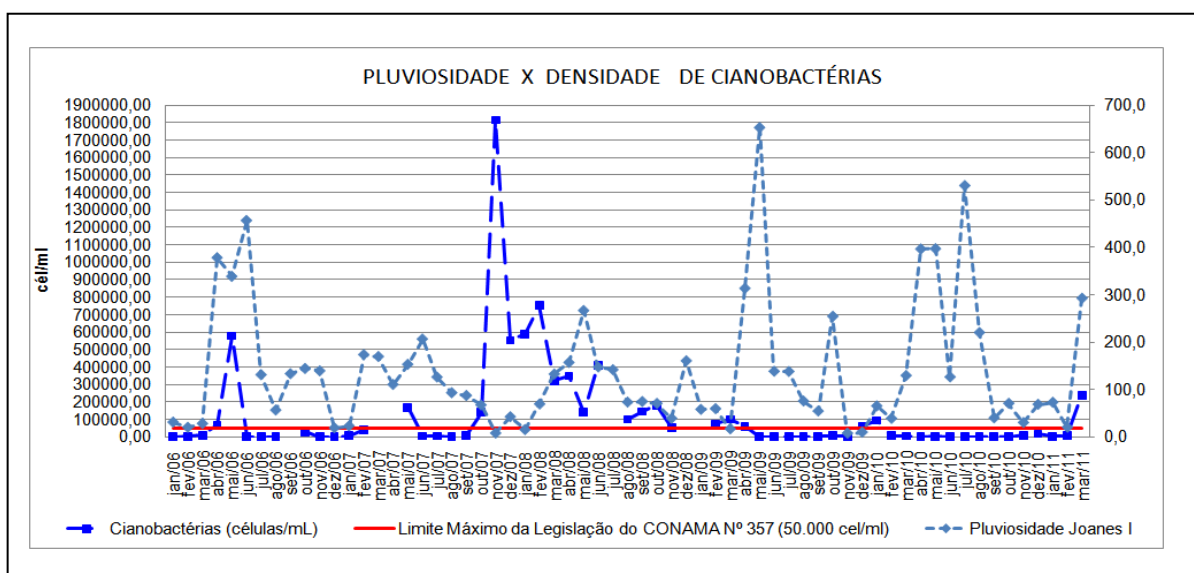


Figura 3: Evolução do comparativo de Pluviosidade X Cianobactérias na Barragem Joanes I.

CONCLUSÕES

Pelo monitoramento e estudos efetuados nos últimos anos conclui-se que não houve a eliminação ou mesmo algum tipo de redução dos focos de poluição ambiental existentes nas bacias onde se localizam os mananciais do sistema de abastecimento da RMS. Cessar as emissões antropogênicas de Alumínio, Ferro e, principalmente, Fósforo, Nitrogênio e Carbono total (florações de algas/cianobactérias) seria o meio mais eficaz para evitar a queda na qualidade das águas dos reservatórios dos mananciais, entretanto, como já mencionado, esta prática só será viável a longo prazo. Com isso, a tendência é que as águas dos reservatórios das barragens que compõem este sistema de abastecimento continuem a apresentar parâmetros de controle da qualidade fora dos limites máximos estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA.

Dos parâmetros atualmente acima dos limites e que tendem a continuar dentro deste patamar pelos próximos anos, o Pb e o Zn estão sendo retirados nos processos de tratamento normais. O Al, Fe e Mn exigiram alguma substituição ou acréscimo de produtos químicos. Já o P, OD e DBO podem-se considerar como diretamente relacionados às florações de algas/cianobactérias, que realmente é o fator que mais transtornos causam nas etapas de um tratamento e o que implica em maiores custos operacionais.

Com relação à situação positiva na eficiência dos processos de tratamento visando manter a qualidade da água tratada dentro dos padrões solicitados pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, a equipe técnica que compõe as estações de tratamento da EMBASA, pertencentes ao Sistema de Abastecimento da Região Metropolitana de Salvador, vem buscando modificações e exigindo cada vez mais estudos alternativos de oxidantes e técnicas de aplicação que maximizem os sucessos no tratamento de água atualmente alcançados.

Em paralelo, mais que não é objeto deste trabalho, a Embasa está trabalhando junto às autoridades e órgãos competentes, como também, junto aos gestores das Áreas de Proteção Ambiental onde estão localizados os mananciais, visando eliminar ou minimizar as fontes de poluição que estejam contribuindo para deteriorar a qualidade da água dos reservatórios das barragens que compõem o Sistema Integrado de Abastecimento da Região Metropolitana de Salvador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, V. C.; CARNEIRO, C. Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Finep. Curitiba. 2005.
2. PIVELE, R. P. KATO, M. T. Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-químicos. ABES. Capítulo Nacional da AIDIS. 2006. São Paulo.
3. OMPT, Divisão de Tratamento de Bolandeira. Relatórios Operacionais 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. EMBASA. Bahia.
4. OMPR Divisão de Tratamento do Sistema Principal. Relatórios Operacionais 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. EMBASA. Bahia.
5. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
6. PITANGUEIRA, R. C. S. A Preservação dos Mananciais Como Parâmetro de Qualidade Hídrica e Indicador de Custos. Unifacs. Salvador 2007.
7. VIEIRA, A.F.T. Remoção de Materiais Graxos Emulsificados nas Águas Naturais Através do Tratamento Convencional. ABES. 2000.
8. AMORIM, J.L.R. Mananciais de Abastecimento em Áreas Urbanas. IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2009. Salvador.