

**ADEQUAÇÃO DE TRATAMENTO PARA MELHORIA NA QUALIDADE DE ÁGUA EM
ACOPIARA-CE**DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.5.22.XV-010>

Alyne Gessick Pinheiro da Silva Lima, Abraão Evangelista Sampaio, Cícera Cilene Bezerra Moreira, Lindamar Bezerra da Silva. Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. alynegessick@gmail.com

RESUMO

O Nordeste vem vivenciando a maior seca já registrada no estado do Ceará, sendo a região da Bacia do Alto Jaguaribe uma das áreas mais afetadas, especificamente a cidade de Acopiara. Além dos aspectos quantitativos, a qualidade dos mananciais também preocupa o abastecimento público de água. Para possibilitar que os sistemas existentes de tratamento de água sejam capazes de ter eficiência no tratamento das águas de baixa qualidade há uma necessidade urgente de adequações e investimentos no setor. O objetivo desse trabalho é propor melhorias estruturais para a Estação de Tratamento de Água de Acopiara, a fim de melhorar o tratamento da água e verificar a possibilidade de aumento da produção com o sistema atual, objetivando o atendimento aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estabelecidos pela portaria vigente. Foram realizados alguns teste e coleta de dados no local, assim como elaboração de cálculos para dimensionamento e verificação da capacidade real do sistema. Foi identificado que a atual vazão não atende a demanda do sistema, e que os filtros existentes necessitam de intervenção em relação a operação, e estrutural no que se refere a conserto de difusores e substituição do leito filtrante. Verificou-se ainda que há possibilidade de melhorar a eficiência do tratamento instalando dois filtros descendente, adotando o sistema de dupla filtração. Sendo a proposta de adequação uma sugestão eficiente e com baixo custo de instalação de comparada a outras tecnologias disponíveis, além de se adequar a variações de qualidade da água bruta, contribuindo para melhoria da saúde da população e atendendo também as demandas da legislação e da agência reguladora.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, consumo humano, dupla filtração.

ABSTRACT

The Northeast has been experiencing the largest drought ever recorded in the state of Ceará, and the Alto Jaguaribe Basin region is one of the most affected areas, specifically the city of Acopiara. In addition to the quantitative aspects, the quality of water sources also concerns public water supply. To make it possible for existing water treatment systems to be efficient in the treatment of low quality water, there is an urgent need for adjustments and investments in the sector. The objective of this work is to propose structural improvements for the Acopiara Water Treatment Station in order to improve water treatment and to verify the possibility of increasing production with the current system, aiming to meet the established physical, chemical and microbiological parameters by the current ordinance. Some tests and data collection were carried out at the site, as well as the preparation of calculations for sizing and verifying the actual capacity of the system. It was identified that the current flow does not meet the demand of the system, and that the existing filters need intervention in relation to the operation, and structural in regard to repair of diffusers and replacement of the filter bed. It was also verified that it is possible to improve the efficiency of the treatment by installing two descending filters, adopting the double filtration system. Being the proposal of adequacy an efficient suggestion with a low installation cost compared to other available technologies, besides being adapted to changes in the quality of raw water, contributing to the improvement of the health of the population and also meeting the demands of the legislation and agency regulatory.

KEY WORDS: Water quality, human consumption, double filtration.

INTRODUÇÃO

O Nordeste é uma região carente em termo de quantidade de água, com baixa pluviosidade anual, em média 750mm, além de distribuição irregular e das altas temperaturas, com média de 28°, chegando até 40°C em alguns estados. (INPE, 2018). A região tem sofrido por conta das grandes secas, somadas às dificuldades que famílias do interior enfrentam para ter acesso ao recurso hídrico, o que prejudica tanto a saúde da população, como suas fontes de renda, sobretudo as atividades de agricultura e pecuária.

No estado do Ceará, de acordo com os dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), desde 2012 o Nordeste vem vivenciando a maior seca já registrada no estado. Dessa forma, a estiagem, muitas vezes restrita às populações rurais, chegou até as sedes municipais. (Adaptado Governo do Estado do Ceará e



FUNCEME, 2017).

Na região do Alto Jaguaribe, uma das mais afetadas com a estiagem existe municípios que já se encontram há oito anos com chuvas abaixo da média anual que é de 500mm a 700mm. Na cidade de Acopiara desde 2014 as chuvas tem sido abaixo da média histórica que é de 800 mm. (FUNCEME, 2018).

Além dos aspectos quantitativos, a qualidade dos mananciais também preocupa o abastecimento público de água. De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas dos Açudes Monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), realizado em novembro de 2017, 83,19% das amostras de água dos açudes analisados pela companhia apresentaram elevado nível de eutrofização. (COGERH, 2017).

Ainda conforme este relatório, os principais geradores da contaminação para os reservatórios são descargas de esgotos domésticos e industriais, afluência de partículas dos solos em decorrência de erosão hídrica, presença de gado no entorno dos açudes e piscicultura intensiva. Além dos impactos causados pela ação humana, há um agravante natural, pois os reservatórios do Estado são formados por rios intermitentes e submetidos à interanualidade das chuvas, assim como baixos índices pluviométricos anuais. Estas condições dificultam a renovação da massa de água contida nos mesmos, o que contribui com a degradação natural da qualidade das águas. (COGERH, 2018).

Para enfrentamento da crise, o Governo do Estado do Ceará, em parceria com a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e COGERH, tem investido em obras hidráulicas e de saneamento, com objetivo de minimizar o impacto da seca no estado, dentre elas estão: a construção de adutora de montagem rápida (AMR's); construção de barragem e do "cinturão das águas"; busca de novas fontes hídricas, dentre elas a perfuração de poços tubulares e medidas de redução de perdas. (CEARÁ, 2018). Além destas medidas, faz-se necessário investimento e adequação das Estações de Tratamento de Água para que o recurso receba tratamento adequado e distribuição dentro dos padrões de qualidade para abastecimento humano.

PROBLEMA

Em Acopiara, Ceará, a atual Estação de Tratamento de Água foi projetada para operar através do açude Quincoê, que hoje encontra-se seco devido à estiagem. Como forma de suprir a demanda da população outros dois açudes foram incluídos ao sistema. Todas estas alterações demandam de investimento no tratamento com objetivo de adequá-la aos parâmetros exigidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5 do Ministério da Saúde (Antiga Portaria 2914, também do Ministério da Saúde), reduzindo assim a probabilidade de riscos à saúde humana deste município.

JUSTIFICATIVA

Com a alteração da qualidade da água dos mananciais, realizar investimentos e adequação nas estações de tratamento é de extrema importância e deve ser visto como ação conjunta no enfrentamento à seca, assim como o monitoramento e rigorosa fiscalização dos mananciais e obras públicas de saneamento, principalmente no que se refere à coleta e tratamento de esgoto.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Propor melhorias estruturais para a ETA de Acopiara, a fim de melhorar o tratamento da água e verificar a possibilidade de aumento da produção com o sistema atual, objetivando o atendimento aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estabelecidos pela portaria vigente.

Objetivos Específicos:

- Estimar população de projeto.
- Dimensionar tubulações de lavagem de filtro.
- Dimensionar vazões para abastecimento atual, população projetada e adução.
- Dimensionar vazões e velocidades ideais para lavagem dos filtros.
- Dimensionar capacidade de filtração ideal e máxima dos filtros existentes na ETA de Acopiara.
- Calcular capacidade da adutora (velocidade, diâmetro e vazão) verificando a possibilidade de aumentar a demanda do sistema.
- Dimensionar filtros descendentes (capacidade de filtração, diâmetro, tubulações, alturas e leito filtrante) de forma a adequá-los a ETA existente.



- Elaboração de Termo de referência para obra de adequação da ETA contendo: justificativa, objetivo, obrigações das partes, orçamento, projeto básico, normas e referências, forma de pagamento e cronograma de atividades.

METODOLOGIA

O presente estudo será realizado com base em pesquisa bibliográfica e dados fornecidos através da Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE e COGERH- Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Foram coletados valores históricos referentes à pluviometria média anuais no município e qualidade da água.

Foram realizadas visitas e alguns testes operacionais na ETA- Estação de Tratamento de Água de Acopiara. Com base na experiência e coleta de dados através do acompanhamento da operação da ETA surge à proposta de melhorias operacionais e estruturais mais adequadas ao sistema existente, com menor custo financeiro para a Companhia e que atenda aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente.

Para sugestão da adequação foram utilizadas as seguintes normas técnicas como parâmetro do projeto e legislação:

- NBR 12.211 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.
 - NBR 12.216/1992 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para abastecimento público.
 - Padrão da residência: Médio- Residências com área edificada igual ou superior a 50 m² e inferior a 150 m² ou lotes com área igual ou superior a 150 m² e inferior a 350 m². (Norma interna da Cagece).
 - Normas Internas da CAGECE (Sistema de Projetos e Obras – Anexos SPO- 023). O consumo "Per Capita" foi determinado de acordo com as tabelas 1 e 2 do anexo 1 da SPO-023 da CAGECE. - Consumo per capita: Médio (interior)- 150 L/hab.dia.
 - Os valores adotados foram aqueles usualmente utilizados em sistemas para comunidades de pequeno porte, associada às prescrições normativas da ABNT.
- K1= 1,20 - coeficiente do dia de maior consumo
- K2 = 1,50 - coeficiente da hora de maior demanda.
- A população foi estimada com a taxa de crescimento de 2% ao ano, conforme recomendação da Cagece e NBR 12.211-ABNT, para uma previsão de 20 anos, visto que de acordo com os dados estatísticos o crescimento é menor que 2%.
 - Anexo XX, consolidação 5 do Ministério da Saúde de setembro de 2017- Parâmetros de Qualidade da Água que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Além disso, foram utilizados cálculos hidráulicos para verificação da real capacidade da ETA existente e as adequações necessárias para aumento de vazão, tendo em vista que o sistema trabalha com abastecimento através de revezamento, analisando como a operação com vazão abaixo da demanda necessária pode influenciar na operação e qualidade da água tratada.

O seguinte estudo foi realizado com preposições de melhoria baseadas não somente para atendimento as condições atuais, mas uma adequação que atenda a demandas necessária por 20 anos, garantindo dessa forma o retorno financeiro à concessionária.

Área de Estudo

Acopiara é um município brasileiro do estado do Ceará, localizado na região Centro-Sul do estado, possui população estimada de 51.160 habitantes, sendo 25.228 na zona urbana e 25.932 na zona rural. O número de domicílios é de 7.887 na zona urbana e 7.156 na zona rural. (IBEGE, 2010).

O clima da cidade é tropical quente semi-árido, a temperatura média esta entre 26° a 28°, e o período chuvoso é entre os meses de fevereiro a abril com precipitação média anual de 788,8 mm. (IPECE, 2010).

Em 2012 e 2013 as chuvas da cidade foram abaixo da média, com uma recarga um pouco acima da média em 2014, não sendo esta necessária para amenizar os dois anos de seca seguidos, e a partir de 2014 o município tem sofrido até o presente ano com as chuvas bem abaixo da média, como pode ser verificado no gráfico abaixo.

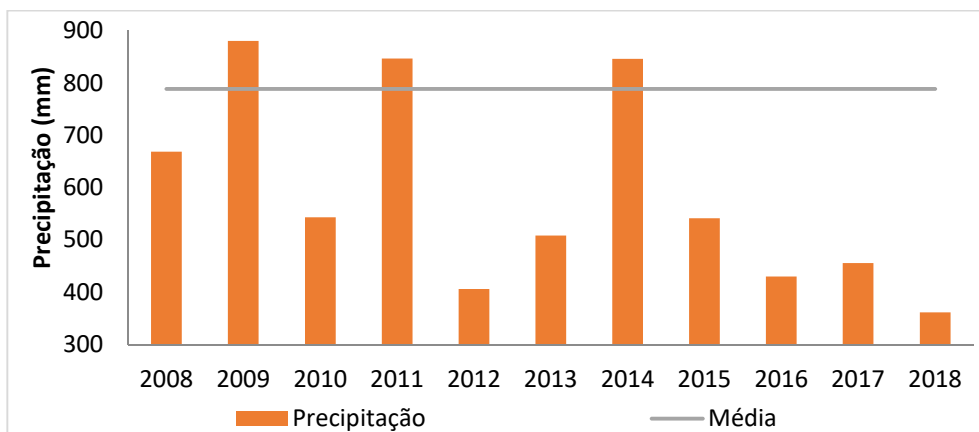


Figura 5: Histórico de Precipitação em Acopiara, Fonte: Adaptado FUNCEME, 2018.

Sistema de Abastecimento de Água de Acopiara

Um sistema de abastecimento de água deve fornecer e garantir água à população em condições adequadas de quantidade e de qualidade do ponto de vista físico, químico, biológico e bacteriológico, sem impurezas prejudiciais à saúde. Se tratamento de aspectos econômicos o investimento em tratamento de água aumenta a vida média e reduz a mortalidade, aumenta a vida produtiva do indivíduo, tendo em vista a redução do tempo perdido com doenças, além de contribuir para o avanço das cidades como instalação de indústrias, escolas, hospitais, etc.

O atual sistema de abastecimento de água de Acopiara tem em média 15 a 20 anos de operação é constituído por unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, como pode ser observado na Figura 01.

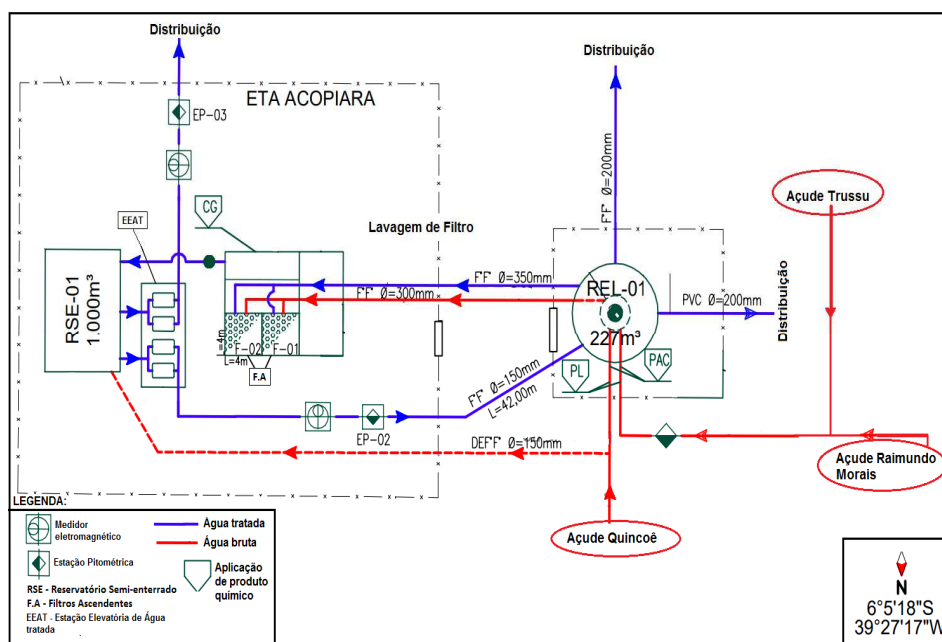


Figura 06: Sistema abastecimento de água de Acopiara, Fonte: Adaptado CAGECE, 2017

RESULTADOS

A capacidade ideal de filtração atual da ETA é de 160m³/h e a capacidade máxima de 240 m³/h. Logo, para atender a demanda atual de 217 m³/h e a projetada para 20 anos de 234,4m³/h, o atual sistema de tratamento atende ao pré-requisito da capacidade de filtração. Durante o acompanhamento da operação da ETA, e após a avaliação dos cálculos acima, alguns pontos foram observados:

- A vazão atual não atende de forma ideal a demanda da cidade;



- Ao verificar a velocidade de lavagem do filtro 02, foi encontrado um valor abaixo de 0,8 m/min.
- A limpeza química e lavagem com injeção de ar realizadas, não apresentaram melhoria no tratamento, o que indica uma provável obstrução nos difusores ou bolas de lodo e/ou areia que percolaram pelas camadas suportes. Neste caso, somente com a retirada total do leito filtrante e a reparação dos difusores solucionaria o problema.
- Mesmo a concessionária tendo realizado todos os procedimentos descritos, a qualidade se aproximou dos valores estabelecidos pela legislação vigente.

A atual Estação de Tratamento de Acopiara - CE opera através de filtração direta ascendente, no entanto, a área disponível para melhoria do sistema é reduzida. Conforme verificação, através de estudo bibliográfico e estudos das tecnologias disponíveis para tratamento de água para abastecimento (DI BERNARDO, 2004), chegou-se à conclusão de que a tecnologia mais adequada às oscilações de qualidade da água existente, atualmente, e a reduzida área disponível, seria a instalação de dois filtros descendentes, alterando o tratamento para dupla filtração.

Para atendimento a uma vazão de 240m³/h, capacidade máxima dos filtros ascendentes existentes, seria necessária a aquisição de 02 Filtros Descendentes de 3,5m de diâmetro. Os dois filtros terão capacidade máxima de filtração de 288m³/h, trabalhando com folga de 48m³/h, garantindo a melhoria na capacidade de filtração do sistema.

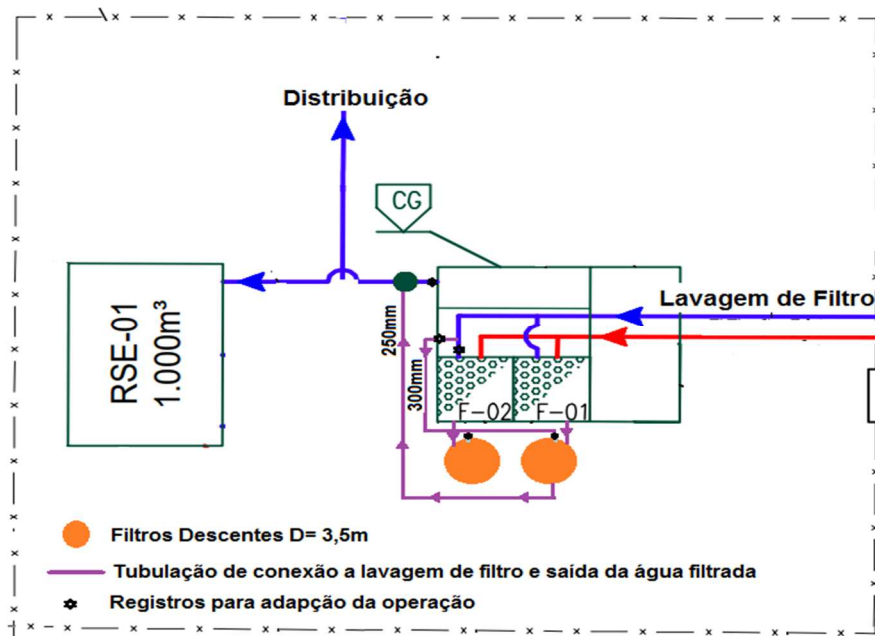


Figura 01 : Proposta da implantação dos filtros descendentes, Fonte: Adaptado, Cagece 2017.

A dupla filtração proporcionará maior eficiência relativa ao tratamento da ETA, no entanto, a carga hidráulica existente precisa ser revista, para que seja possível a adequação.

O nível de água sobre a camada filtrante e o de saída do filtro, estabelecidos na norma NBR 12216/92, tem o objetivo de eliminar ou reduzir a ocorrência de pressão inferior à atmosférica no leito filtrante. Nesse intuito, foi realizada a medição das alturas referentes a entrada e saídas das tubulações, tanto entre o filtro ascendente existente e o filtro descendente a ser instalado, como da saída do filtro descendente para o reservatório.

Para que fosse possível o fluxo gravitacional da água do filtro descendente para o reservatório, a única solução seria elevá-lo, ficando conforme a desenho abaixo:

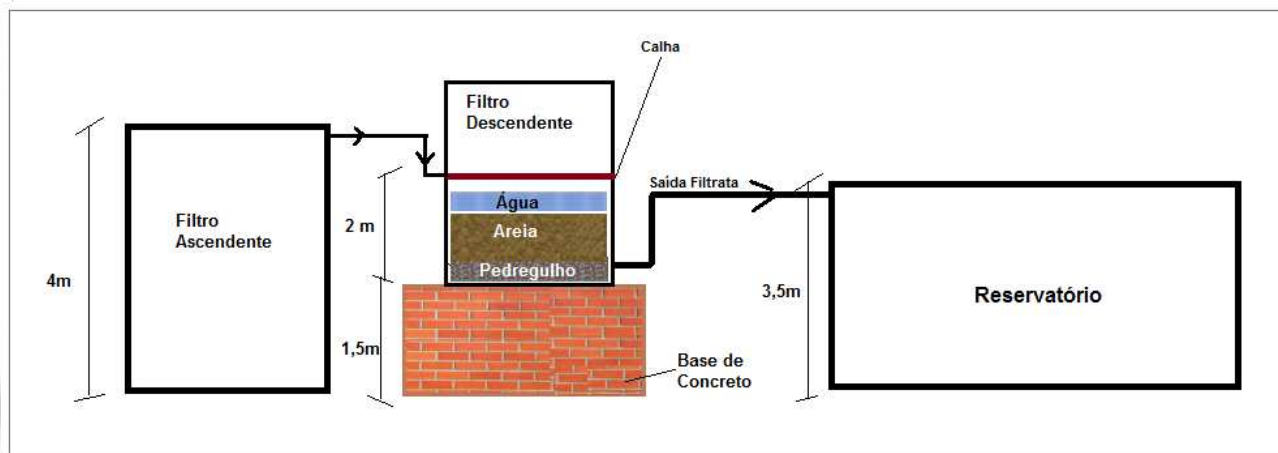


Figura 02: Situação proposta para Dupla Filtração, Fonte: Autor,2018.

Analisando as Figura 01 e 02, podemos entender como ficaria a posição dos filtros descendentes dentro da estação e sua viabilidade de adaptações.

CONCLUSÃO

No trabalho realizado conclui-se que apesar de todo investimento do governo referente à seca histórica no estado, faz-se necessário também um olhar voltado para a questão da qualidade da água, como adequação de alguns sistemas, que nas condições atuais podem não mais atender a qualidade exigida pela legislação vigente.

Após avaliação do espaço geográfico disponível no sistema atual e da aplicação de cálculos percebeu-se que as adequações propostas seriam possíveis. Sendo a proposta de adequação uma sugestão eficiente e com baixo custo de instalação de comparada a outras tecnologias disponíveis.

Com as adequações sugeridas neste projeto espera-se que ocorra o aumento da vazão no sistema, fator que resultaria em piora da qualidade, para isso faz-se necessário a alteração do tipo de tratamento de filtração direta para dupla filtração, e dessa forma além de contribuir para melhoria da saúde da população, atender também as demandas da legislação e da agência reguladora, evitando assim o pagamento de pesadas multas, que do contrário o valor poderia ser investido em melhoria para os sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Agência Nacional de Normas Técnicas. NBR 12216/92 – **Projeto Estação de Tratamento de Água para abastecimento público**. Disponível: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe2egAL/nbr-12216-92-projeto-estacao-tratamento-agua-abastecimento-publico?part=8>. Acesso em: 16.02.18

BRAGA, Fuad M. **Dupla filtração em filtros ascendentes de pedregulho e filtros descendentes de areia aplicada à remoção de algas: influência da taxa de filtração e granulometria do filtro de areia**. Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação de Mestrado. Brasília, jul, 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Instituto Nacional do Semiárido (INSA)**. População do Semiárido Estimada para 2014. Disponível em ; <http://www.insa.gov.br/sigsab/>, [Acesso em: 20 jul. 2017].

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Alto Jaguaribe / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009. 119p.

CEARÁ - GOVERNO DO ESTADO. Ceará transparente - **Maior seca da história do Ceará quebra paradigmas. Por Henrique Silvestre. Setembro, 2017**. Disponível em: <http://www.ceara.gov.br/2017/09/27/maior-seca-da-historia-ceara-quebra-paradigmas/>. Acesso em: 27.02.18.



COGERH – Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Ceará. **Relatório da Qualidade das águas dos açudes monitorados pela COGERH.- Campanha de novembro de 2017.** 2ª Ed. Fortaleza-CE, fevereiro de 2018. Disponível em: http://www.hidro.ce.gov.br/estado-trofico?data_ini=11-2017. Acesso em: 10.04.18

DE PAULA, D. **Avaliação da dupla filtração para tratamento de água superficial utilizando filtro ascendente de areia grossa.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003. 177p.

DI BERNARDO, L. coord. ET AL. Tratamento de Água para abastecimento humano por filtração direta. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, ABES. Rima, 2003.

DI BERNARDO, Angela S. **Desempenho de sistema de dupla filtração no tratamento de água com turbidez elevada.** Universidade de São Paulo. P.301. Tese de Doutorado. São Carlos, 2004.

FUNCEME- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Precipitação média no Ceará e no município de Acopiara de 2008 a 2018.** Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/569-precipita%C3%A7%C3%A3o-m%C3%A9dia>. Acesso em:10.04.18

HELLER, L. et AL. Abastecimento de água para consumo humano. 2 ed. **Ver e atual – Belo Horizonte. Editora: UFMG,** 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População, 2010.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15.09.17

IPECE – **PERFIL BÁSICO MUNICIPAL - Acopiara, 2016.** Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2016/Acopiara.pdf. Acesso em: 23.07.17.

KURODA, E.K. **Avaliação da filtração direta ascendente em pedregulho com pré-tratamento em sistema de dupla filtração.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. São Carlos, 2002. 238p.

MACHADO, Luciana de Souza Melo; SCALIZE, Paulo Sérgio. **AVALIAÇÃO DA FILTRAÇÃO LENTA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CAMPUS- SISTEMA SAMAMBAIA.** In: **SBPC,** Goiás. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-luciana-souza.pdf>. Acesso em: 03.03.18

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Tratamento de água para abastecimento por filtração direta / Luiz Di Bernardo (coordenador). – Rio de Janeiro : **ABES, RiMa,** 2003. 498 p.

SAAESMA – **Serviço de Abastecimento de Água e esgotamento sanitário de São Mateus – Espírito Santo,** 2013. Disponível em: <http://www.saaesma.com.br/tratamento>. Acesso em: 03.04.2018

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (ORG). Operação e manutenção de estações: abastecimento de água: guia do profissional em treinamento : nível 1 / – Belo Horizonte : **ReCESA,** 2007. 80 p