



## Qualidade da água bruta e insumos utilizados em ETA do Agreste pernambucano

*Raw water quality and inputs used in water treatment in the Pernambuco Agreste reservoir*



Artigo

Submetido em 21.02.17 | Aceito em 24.03.17 | Disponível on-line em 25.04.18

Camila Silva Guimarães\* e Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

Instituto Federal de Pernambuco | \*caamila2295@gmail.com

### RESUMO

*O reservatório do Jucazinho, localizado na bacia do Capibaribe, é responsável pelo abastecimento público de aproximadamente 21 cidades no Agreste pernambucano, contabilizando aproximadamente 800 mil habitantes. Esse manancial tem sua água bastante deteriorada em função do aporte de nutrientes, matéria orgânica e outros constituintes advindos do esgoto doméstico de núcleos urbanos e de efluentes industriais que são lançados ao rio Capibaribe sem o adequado tratamento. Devido a isso, cada vez mais, elevam-se os custos de operação das estações de tratamento de água (ETA) com a compra de insumos para tornar a água potável, dentro do que estabelece a legislação. Dentro desse contexto, o artigo objetiva apresentar a variação da qualidade da água do Jucazinho através do IET e IQA, e assim mostrar como o consumo do cloro varia com a dinâmica desses índices. Percebeu-se a importância do monitoramento e da obtenção desses índices para acompanhamento sistemático da qualidade da água bruta dos corpos hídricos. Estudos como esse auxiliam os gestores na tomada de decisão, na escolha das melhores técnicas de tratamento e com menores dispêndios de tempo e capital investido.*

**Palavras-chaves:** ETA, insumos, reservatório, Jucazinho, tratamento de água.

### ABSTRACT

*The Jucazinho reservoir, located in the Capibaribe basin, is responsible for the public supply of approximately 21 cities in Agreste of Pernambuco, accounting for approximately 800 thousand inhabitants. This reservoir has its water deteriorated due to the nutrients, organic matter and other constituents coming from the domestic sewage of urban nuclei and industrial effluents that are thrown to the Capibaribe river without adequate treatment. Due to this, more and more, the costs of operating the water treatment plants are increased with the purchase of inputs to make drinking water, within the established legislation. In this context, the article aims to present the variation water quality Jucazinho through the TSI and WQI, and thus show how the consumption of chlorine varies with the dynamics of these index. Observed the importance of monitoring and obtaining these index to systematic monitoring of raw water quality in water bodies. Studies such as this help managers in decision-making, choosing the best treatment techniques, and having the least expenditure of time and capital invested.*

**Keywords:** ETA, inputs, reservoir, Jucazinho, water treatment

### 1. Introdução

O Semiárido brasileiro caracteriza-se pela escassez de água, decorrente da incidência de chuva concentrada em curtos períodos de três a cinco meses. Essa característica regional torna necessária a intervenção do homem sobre a natureza para garantir o armazenamento de água para abastecimento humano, irrigação e outros

usos. Assim, utilizam-se açudes como forma estratégica de armazenar água para ser utilizada nos períodos secos (GARJULLI, 2003) e manter o abastecimento, sobretudo em regiões onde é comum a falta de água. Se por um lado as secas se constituem em flagelo para a população, a bacia do Capibaribe tem sido também palco de grandes eventos de enchentes. Além disso, a região sofre com altas temperaturas o ano todo, variando entre

20° e 28 °C, possui elevada taxa de evaporação, em média de 2.000 mm/ano, e registra uma precipitação média anual de apenas 800 mm (ANA, 2006).

Diante do cenário de escassez e excesso de água foi criado, pelo Departamento Nacional de Obras Contra Seca (DNOCS), o reservatório Jucazinho. Localizado entre os municípios de Surubim e Cumaru, na bacia hidrográfica do Capibaribe, e formada pelo barramento do rio de mesmo nome, a barragem tem capacidade máxima de acumulação de 327,04 milhões de metros cúbicos e um volume para amortecimento de enchentes de  $100 \times 106 \text{ m}^3$  (PE- SRHE, 2010). A construção desse reservatório ocorreu após alguns eventos de enchentes entre os anos de 1960 e 1980. Dessa forma, o DNOCS, em conjunto com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), elaboraram o Plano de Controle de Cheias no Capibaribe, recomendando a construção de barragens de contenção em várias localidades, a fim de proteger as cidades da Região Metropolitana de Recife, Paudalho e Limoeiro. A construção do Jucazinho foi a solução encontrada pelos governos para a contenção de enchentes e para solucionar o problema de escassez de água na bacia do Capibaribe (BARBOSA, 2012). Na Figura 1 é apresentada a localização do reservatório Jucazinho dentro da bacia do Capibaribe.

Esse manancial é de extrema importância para o Agreste pernambucano, pois, além do controle de enchentes, ele é responsável pelo abastecimento de 21 cidades, totalizando o atendimento de aproximadamente 800 mil habitantes. O Jucazinho também é utilizado para outras finalidades, tais como, piscicultura e irrigação, contudo, há outros usos não consuntivos, como por exemplo, atividades de lazer e recreação, turismo e pesca (SRHE, 2010). O seu sistema adutor é formado por 10 estações de tratamento de água (ETA), sendo duas estações do tipo convencional e oito classificadas como compactas. Uma ETA é dita convencional quando realiza o tratamento completo da água, composto pelos seguintes processos: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH. Já as ETAs

compactas possuem os processos de coagulação, floculação, decantação e desinfecção. No caso da ETA Jucazinho existe a etapa de floco-filtração, a qual abrange os processos de floculação e filtração em um só. Na Figura 2 é possível observar a localização das ETAs que compõem esse sistema e sua área de contribuição. O seu sistema adutor é formado por 10 estações de tratamento de água (ETA), dessas, apenas duas são ditas convencionais.

Entre os produtos químicos utilizados nas etapas do tratamento de água do Jucazinho, os que são utilizados nas ETAs que compõem seu sistema adutor são apenas o Cloro e o Sulfato. Em se tratando do insumo cloro, na prática do tratamento de água, seu uso é demandado para a oxidação de alguns elementos inorgânicos, como ferro e manganês, como também para todo tipo de microrganismos, presente na água e que seja sensível ao cloro, sendo a quantidade definida de acordo com a vazão de operação da unidade (LIBÂNIO, 2010).

Ainda em relação ao uso do cloro, sua maior utilização no tratamento de água é devido aos coliformes, em específico a *Escherichia Coli*, que é um tipo de bactéria que habita normalmente no intestino humano e de alguns animais de sangue quente, mas que em alguns casos pode causar infecção, gerando diarreia ou infecção urinária, por exemplo (DIAS, 2008).

Já o sulfato atua como um coagulante de sólidos, facilitando as posteriores etapas do tratamento. A dosagem de sulfato varia de acordo com o tipo de concepção da unidade, se compacta ou convencional, varia também com a alcalinidade e pH da água, pois estes fatores contribuem ou não para a reação do sulfato com as partículas da água, além de que, assim como o cloro, seu uso está diretamente relacionado com a vazão de operação da unidade (LIBÂNIO, 2010).

A deterioração da qualidade da água desse manancial e o consequente aumento dos custos para torná-la potável, conforme recomenda a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, tem preocupado os órgãos gestores e a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), responsável pelo abastecimento público no Estado.

Em se tratando da deterioração da água do Jucazinho, há alguns fatores que interferem consideravelmente na sua qualidade e consequentemente no tratamento, entre eles está o fenômeno da eutrofização, que consiste num processo em que há o crescimento do número de cianobactérias potencialmente tóxicas; a elevação da concentração de ferro e manganês, o aumento da coloração da água, a diminuição de oxigênio, que ocasiona morte de peixes e outros seres aquáticos, que por conseguinte causam danos à saúde humana; e o aumento exagerado nos custos do tratamento da água (ESTEVES, 2011).

Um estudo da variação sazonal da qualidade da água do Jucazinho mostrou que o reservatório estava eutrófico durante todo ano de 2008 (PORTELLA & ALBUQUERQUE, 2009). Barbosa & Cirilo (2012) apresentaram resultados de uma avaliação do nível de trofia do reservatório Jucazinho, mostrando que o manancial passou de mesotrófico, em 2005, para supereutrófico em 2011. Recentemente, Guimarães (2015) evidenciou que o nível trófico desse reservatório se manteve supereutrófico de 2008 a 2013.

Para que seja determinado o nível de trofia do reservatório é utilizado o Índice de Estado Trófico (IET), que é um importante indicador, pois classifica os corpos hídricos em diferentes graus quanto ao enriquecimento por nutrientes (nitrogênio e fósforo) e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Os resultados desse índice, calculado a partir dos valores de fósforo, devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como um dos principais agentes causadores do processo (BARBOSA, 2012). O IET funciona como um registro das atividades humanas na bacia hidrográfica, além de oferecer subsídios para a formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos, por meio de estratégias que visem à sustentabilidade dos recursos hídricos e que garantam os usos múltiplos da água, em médio e longo prazo (FIA et al., 2009).

Tão importante quanto os nutrientes, nitrogênio e fósforo, para a determinação do IET,

o crescimento fitoplanctônico (traduzido em clorofila a) também é um elemento que retrata o nível trófico de um manancial. O excesso de nutrientes no Jucazinho, em sua maioria, é de origem antropogênica. O reservatório encontra-se à jusante de núcleos urbanos das cidades de Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, o qual, mais adiante é barrado, formando a represa. Esses núcleos urbanos despejam seus esgotos domésticos no rio Capibaribe e que acabam chegando ao Jucazinho (BARBOSA & CIRILO, 2015).

Na área de contribuição hídrica do reservatório Jucazinho encontra-se a maior concentração de indústrias do setor têxtil de Pernambuco, que contempla os municípios de Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Este último é conhecido pela quantidade de lavanderias instaladas no município, atendendo à demanda da indústria de confecções de jeans da cidade e de outras vizinhas. A maioria dessas lavanderias é responsável por lançar efluentes industriais, que resultam das etapas de lavagem, amaciamento, estonagem e tingimento do jeans (ALMEIDA, 2008), sem tratamento adequado. Os efluentes líquidos, resultantes desses processos, contêm diferentes produtos químicos, a exemplos dos detergentes e amaciantes (SANTOS, 2006), os quais são capazes de elevar o nível de poluição do rio e o caracterizar com cor intensa, alta salinidade e com presença de metais pesados (SANTOS et al., 2003).

Outro índice bastante utilizado para avaliar a qualidade dos corpos hídricos é o Índice de Qualidade de Água (IQA). O IQA foi criado pela *National Sanitation Foundation* ó Estados Unidos, em 1970, o qual começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 1975. Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram o IQA e, atualmente, é o principal índice para analisar a qualidade das águas utilizado no país (ANA, 2009).

Esses impactos negativos, principalmente de origem antrópica, vêm sendo discutidos por órgãos gestores e pelo comitê da bacia, pois comprometem a qualidade das águas do Jucazinho e diminuí, progressivamente, o potencial de atendimento aos usos múltiplos, principalmente no que se refere ao abastecimento da população. Especificamente em relação ao abastecimento público, Jucazinho está com sérios problemas de atendimento à demanda da região, pois desde setembro de 2011 há ausência de chuvas na área de contribuição hídrica do reservatório e o mesmo vem diminuindo o seu nível de água, que atualmente se encontra com 0% do seu total de acumulação.

Diante do cenário de degradação ambiental existente na área de contribuição hídrica do reservatório Jucazinho, utilizar a água represada para fins mais nobres, como o consumo humano, torna-se tarefa difícil e dispendiosa. A baixa qualidade da água acarreta o aumento dos custos com a aquisição de insumos que tornem essa água potável, respeitando os limites estabelecidos pela legislação, através da Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. Segundo dados da Agência de Regulação de Pernambuco (ARPE), é notável o aumento dos custos de tratamento nas ETA, levando em conta que a cada dia aumenta a deterioração dos mananciais.

De agosto de 2012 a julho de 2013 foi estimado um montante de, aproximadamente, trinta e dois milhões de reais para o uso de produtos químicos no tratamento de água em Pernambuco, equivalendo a 20% do capital aplicado ao Estado (ARPE, 2014). A deterioração da qualidade da água ocasiona maior dispêndio de tempo e recursos financeiros para se adequar uma água com elevada concentração de algas e alto

nível trófico, como a do Jucazinho, aos padrões exigidos pela legislação, e assim evitar danos à saúde da população.

Dentro desse contexto, o artigo objetiva apresentar a variação da qualidade da água do Jucazinho através do IET e IQA e assim mostrar como consumo do cloro e sulfato varia com a dinâmica desses índices.

## **2. Materiais e métodos**

### **2.1 Aquisição de dados**

Foram levantados, organizados e analisados em planilhas eletrônicas dados referentes à qualidade de água do reservatório Jucazinho no período de 2005 até 2015. Entre esses dados estão alguns parâmetros importantes para medir a qualidade, entre eles: Turbidez, Fósforo, pH, Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Clorofila a, Sólidos Totais, Condutividade, Coliformes Termotolerantes, Cianobactérias e Salinidade. Essas informações foram provenientes de campanhas de monitoramento da qualidade de água do projeto de pesquisa aprovado pelo IFPE- Campus Recife junto a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH).

Contudo, em relação aos dados provenientes da quantidade de insumos utilizados para tratamento de água nas ETAs do sistema adutor Jucazinho, que são o cloro e o sulfato, foram obtidos da COMPESA apenas de 2009 a 2014.

Figura 1. Mapa de localização do reservatório Jucazinho. Fonte: Os autores, 2015

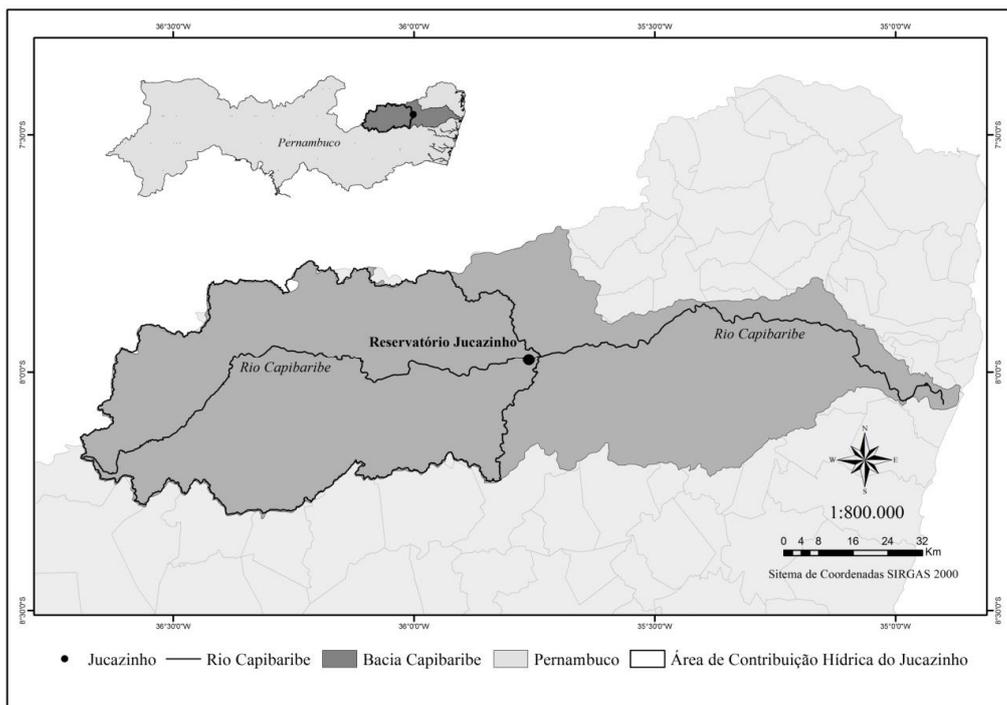
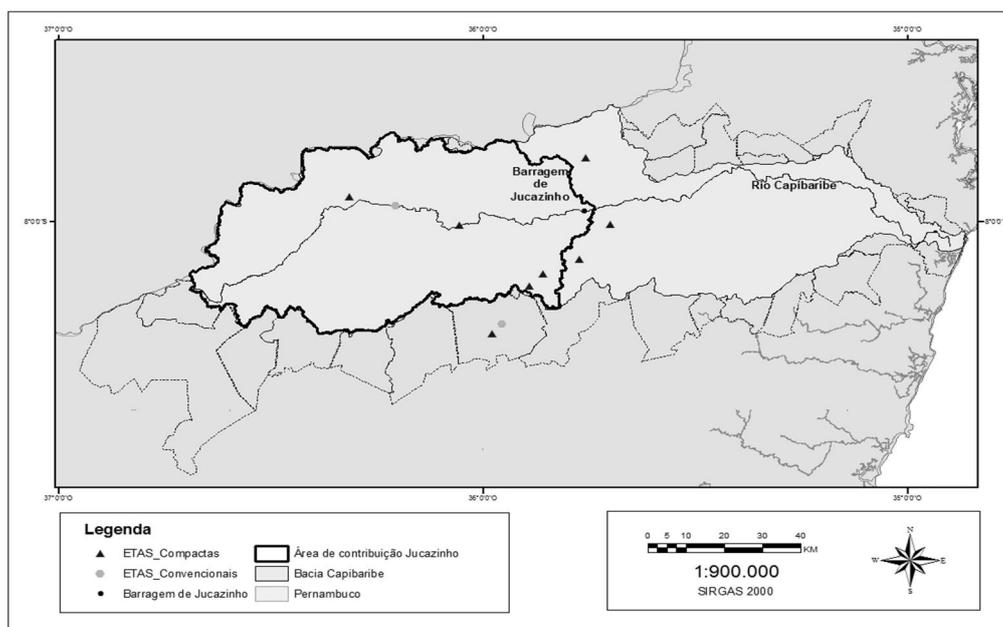


Figura 2. Estações de tratamento do sistema adutor Jucazinho. Fonte: Os autores, 2015



## 2.2 Índice de estado trófico-iet e índice de qualidade da água- iqa

O Índice de Estado Trófico (IET) classifica os corpos hídricos em diferentes graus de trofia, conforme valores apresentados na Tabela 1.

Ele caracteriza a água de acordo com o enriquecimento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, e seu efeito sobre o crescimento de algas e cianobactérias. Para o cálculo do IET de reservatório foi utilizada a Equação 1.

$$IET = 10 \cdot (6 - (1,77 - 0,42 \cdot (\ln \cdot PT) / 2)) \quad (1)$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;  
ln: logaritmo natural.

Em relação ao IQA, pode-se afirmar que esse índice incorpora nove parâmetros (coliformes fecais, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, sólidos totais,

oxigênio dissolvido e temperatura), e é obtido para caracterizar em que nível de qualidade encontra-se a água utilizada para o abastecimento humano. O IQA é calculado pela Equação 2:

$$IQA = \prod_{i=1}^n w_i q_i^{p_i} \quad (2)$$

Onde:

IQA= Índice de Qualidade da Água, (varia de 0 a 100);

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, (entre 0 e 100); obtido por meio da curva média específica de qualidade em função de sua concentração ou medida;

$w_i$  = o peso atribuído ao  $i$ -ésimo parâmetro, em função da sua importância na qualidade, entre 0 e 1. A faixa de classificação do IQA varia de zero a cem a qual qualifica a água desde péssima a excelente passando pelas faixas ruim, aceitável e boa.

Vale ressaltar que, quanto maior o valor do IQA, melhor o a qualidade do corpo hídrico, enquanto que a qualidade se torna pior à medida que esse índice diminui. Na Tabela 2, observam-se os valores de referência do Índice de Qualidade da Água para o estado de Pernambuco, de acordo com o índice utilizado pela CETESB desde 1975.

**Tabela 1.** Classificação do estado trófico para reservatórios. Fonte: Lamparelli, 2004.

Nível trofico	Fosforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	Clorofila A ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )	S (m)	IET
Ultraoligotrofico	$0,008 < FT \leq 0,019$	$\leq 1,17$	$\geq 2,4$	$= 47$
Oligotrofico	$\leq 0,008$	$1,17 < Cl \leq 3,24$	$2,4 > S \geq 1,7$	$47 < IET \leq 52$
Mesotrofico	$0,019 < FT \leq 0,052$	$3,24 < Cl \leq 11,03$	$1,7 > S \geq 1,1$	$52 < IET \leq 59$
Eutrofico	$0,052 < FT \leq 0,120$	$11,03 < Cl \leq 30,55$	$1,1 > S \geq 0,8$	$59 < IET \leq 63$
Supereutrofico	$0,120 < FT \leq 0,233$	$30,55 < Cl \leq 69,05$	$0,8 > S \geq 0,6$	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrofico	$> 0,233$	$> 69,05$	$< 0,6$	$> 67$

**Tabela 2.** Valores de referência do Índice de Qualidade da Água-IQA para Pernambuco. Fonte: CETESB, 1975.

Valor	Qualificação
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Aceitável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

### 2.3 Qualidade de água e consumo de produtos químicos

Nesta etapa foram analisados os dados do monitoramento da APAC/CPRH para cálculo do Índice de Estado Trófico e o Índice de Qualidade de Água (IQA) e observado o comportamento dos mesmos quando submetidos a variação do consumo de produtos químicos utilizados no tratamento.

Foram também verificados e analisados os valores referentes à quantidade de produtos químicos utilizados no tratamento da água do Jucazinho, sendo os mais usuais o Cloro (na sua versão gasosa ou em forma de Dicloro) e o Sulfato de Alumínio.

Vale salientar que a Portaria do Ministério da Saúde Nº 2.914/11 cita que após a desinfecção, a água deve conter o teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L (BRASIL, 2011).

É importante também ressaltar que a maioria das estações de tratamento do Jucazinho não utiliza o sulfato de alumínio, que é aplicado no processo de floculação para agregar partículas sólidas em suspensão, por possuir uma turbidez considerada ideal, como é o caso da ETA Jucazinho, principal estação de tratamento do sistema adutor. Há um valor limite de 500 mg/l que foi estabelecido porque a presença de sulfatos pode introduzir certo gosto e odor perceptível, e contribuir para acelerar a corrosão dos materiais metálicos componentes de redes distribuidoras (CETESB, 2010).

Sendo assim, o consumo de cloro e sulfato foi avaliado em função da variação dos índices IQA e IET, determinando ou não se há relação do consumo desses produtos com a qualidade da água do reservatório Jucazinho.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1 Índice de estado trófico (IET) e índice de qualidade da água (IQA)

Através dos gráficos apresentados na Figura 3, percebe-se que a qualidade da água bruta captada no Jucazinho, indicada pelo IQA, manteve-se boa de 2005 até 2015.

Em relação ao IET, deve-se dividir o período de 2005 a 2015 em algumas faixas de classificação trófica. De 2005 a 2007, o IET esteve no nível eutrófico ( $59 < \text{IET} \leq 63$ ), passando para supereutrófico ( $63 < \text{IET} \leq 67$ ) de 2008 a 2013. Contudo, no ano de 2014, as águas do Jucazinho melhoraram um pouco sua classificação trófica passando para o nível eutrófico, devido à baixa afluência e, conseqüentemente, pouco conteúdo de fósforo total aportado ao reservatório, repercutindo no IET, dando a ideia de melhora da qualidade da água. Nesse período, a sedimentação do fósforo contribuiu para diminuição do conteúdo desse elemento suspenso na massa líquida, o que fez com que o IET diminuísse, a partir de 2013. Porém, no ano de 2015, o reservatório Jucazinho voltou a apresentar-se no nível supereutrófico, todavia essa mudança na dinâmica do reservatório não foi constatada apenas com esse índice, estudo de outros parâmetros como, pluviometria, por exemplo, deve ser considerado para atestar o motivo pelo qual o nível de trofia do Jucazinho aumentou.

Desde o ano de 2011, a pluviosidade na região do Jucazinho reduziu significativamente, repercutindo no nível da água no reservatório, conforme mostra a Figura 4 e comentado anteriormente.

Especificamente, no ano de 2015, o reservatório alcançou o volume morto e a coleta das amostras de água foi obtida nessas condições, onde se verifica a maior concentração de fósforo.

Vale ressaltar que os valores de fósforo total encontrado no período de 2005 a 2015 encontram-se na sua maioria acima do limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 que é de 0,124 mg/L para um corpo hídrico lântico de água salobra, classe 1, na qual as águas do reservatório Jucazinho se enquadram. Na Tabela 3, encontram-se uma média dos valores de fósforo do ano de 2005 a 2015.

Figura 3. Gráfico IET e IQA

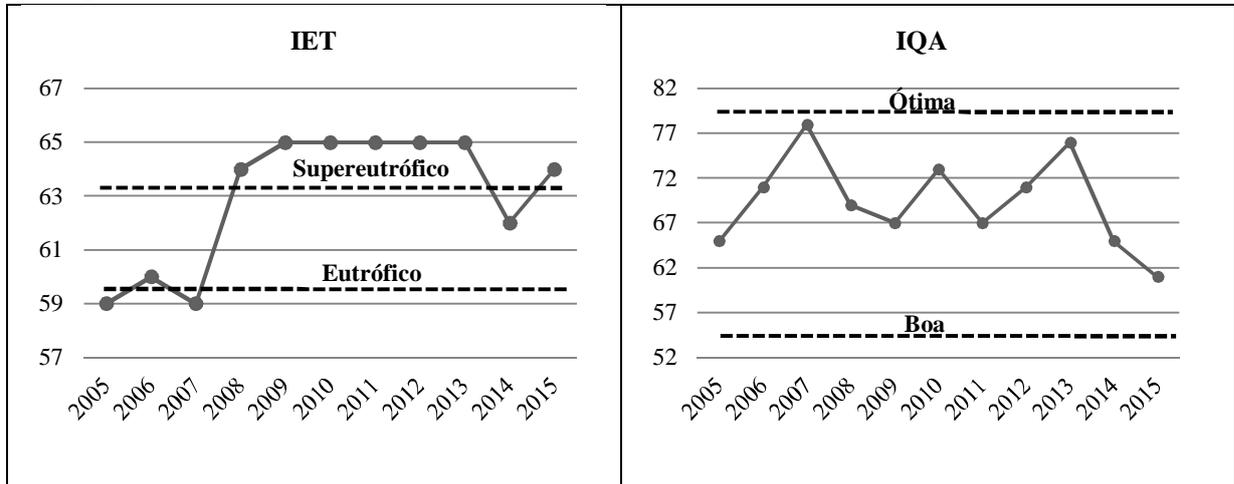
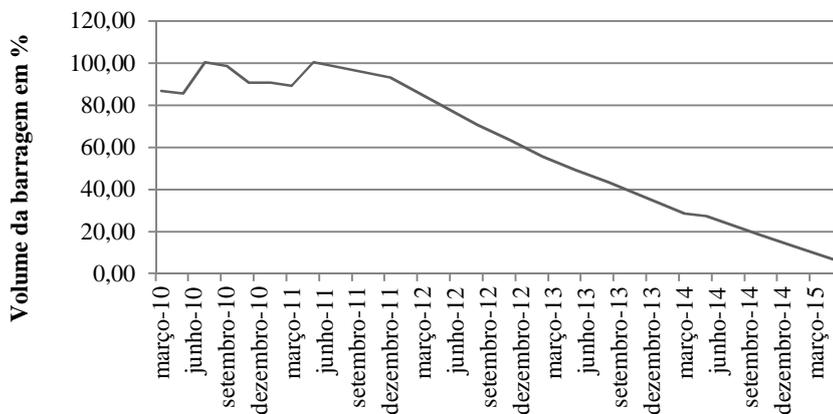


Figura 4. Volume da barragem Jucazinho em %



**Tabela 3.** Valores médios de fósforo do Jucazinho de 2005 a 2015.

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0,18	0,18	0,1	0,22	0,27	0,35	0,34	0,33	0,27	0,14	0,18

Silva et al. (2008) concluiu que através do cálculo do índice de estado trófico pode-se perceber que os reservatórios Foz do Areia e Iraí, localizados na Região Metropolitana de Curitiba/PR, possuem níveis de fósforo superior ao limite proposto pela CONAMA 375/05, enquadrando-se como eutrófico, assim como o Jucazinho no ano de 2005 a 2007. Vidal & Neto (2014) também verificaram que o açude do Gavião, responsável pelo abastecimento de água potável da Região Metropolitana de Fortaleza/CE, possui águas com problema de eutrofização. Neste, o nível encontra-se em estado supereutrófico de acordo com o cálculo do IET. O mesmo resultado foi observado no reservatório Jucazinho, do ano de 2008 a 2013 e 2015, como citado anteriormente.

### 3.2 Qualidade de água e consumo de produtos químicos

A relação existente entre a qualidade da água do Jucazinho e o consumo de produtos químicos foi realizada através dos valores obtidos do IQA e IET para dos anos de 2009 a 2014, pois, apesar de estarem disponíveis dados de qualidade de água desde 2005 a 2015, só foram cedidos, pela COMPESA, dados do consumo de produtos químicos no período supracitado (de 2009 até 2014).

De acordo com o gráfico da Figura 5, percebeu-se que quanto maior foi o valor do IQA, maior também foi o consumo de cloro e à medida que o IQA diminuiu, os valores de consumo de cloro também sofreram redução. Na realidade, o que se esperava é uma relação inversa entre o IQA e o consumo de cloro, pois o valor do IQA alto representa uma melhor qualificação para a água bruta captada, sendo assim, teoricamente, necessitaria de menor consumo de cloro no momento do tratamento, essa relação pode ser visualizada no ano de 2011, onde aconteceu o que deveria ter acontecido para os outros anos, à

medida que a qualidade da água encontrada no reservatório está com o IQA mais baixo uma maior quantidade de cloro é aplicada para o tratamento.

Contudo, o IQA, no caso de Jucazinho, apresenta limitações para comparação de custos de produtos químicos tendo em vista que o grande responsável pelo consumo de cloro, nesse reservatório, é o processo de oxidação do ferro e do manganês, que não é medido no IQA, por isso não se observa a relação inversa, esperada na teoria, quando se faz o comparativo do IQA x consumo de cloro.

Para o IET, percebe-se que os valores de 2009 a 2013 permaneceram inalterados, sempre com uma média anual de 65, contudo, no ano de 2014, houve uma redução no valor desse índice, passando para 62 a média anual, conforme mostra a Figura 6, indicando que a qualidade da água bruta do reservatório estava com níveis de fósforo reduzido, como foi indicado na Tabela 3. Através dessa figura, observa-se uma relação direta do IET com os valores de consumo de cloro em Jucazinho, ou seja, à medida que o IET diminui, há também uma redução no consumo de cloro na ETA. Todavia, a relação do cloro e IET, no caso desse reservatório, não é relacionada apenas com o fósforo, mas também o parâmetro Clorofila a, onde o cloro é utilizado visando a remoção/inativação de microalgas e cianobactérias. Sendo assim, a diminuição do nível trófico acarreta na possibilidade de diminuição do consumo de cloro.

Em se tratando do consumo do sulfato, infelizmente não foi possível correlacionar seu uso com a qualidade do Jucazinho, pois até o ano de 2014 não havia necessidade de aplicação desse insumo, já que a água que chega a ETA Jucazinho possui uma turbidez considerada ideal, e que de acordo com os níveis recomendados pela CONAMA 357/2005 para águas salobras, classe 1, a turbidez deve estar apenas virtualmente ausente.

Figura 5. Relação do IQA e consumo do Cloro

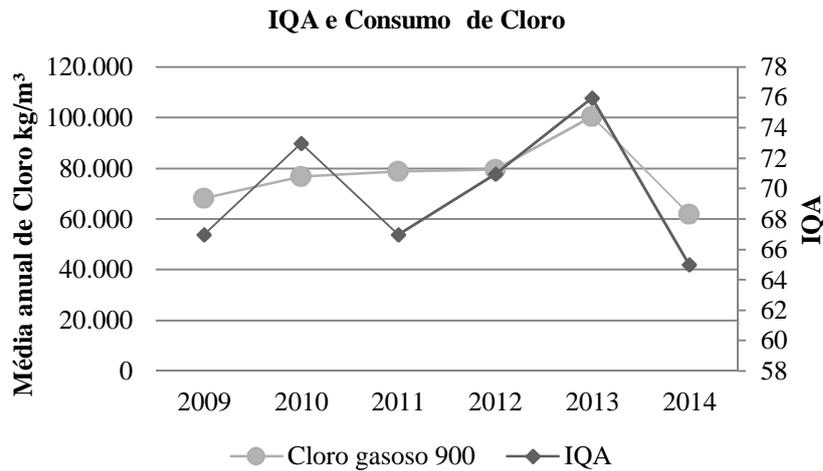
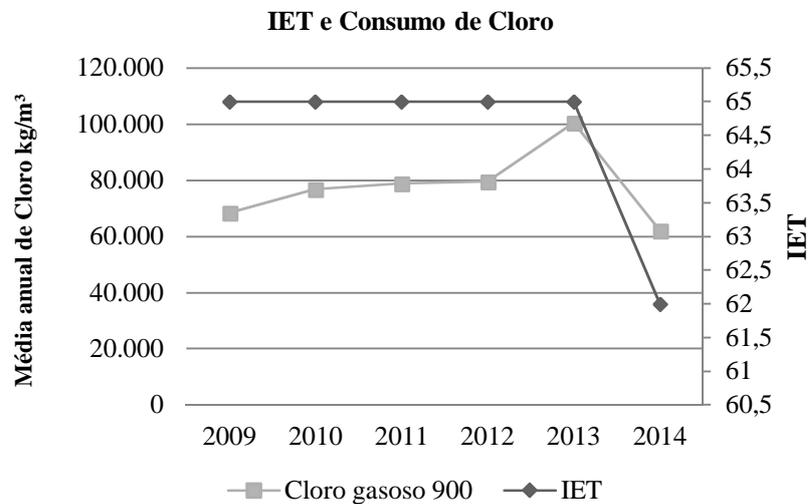


Figura 6. IET e consumo de Cloro



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em se tratando de gestão de recursos hídricos, o monitoramento da qualidade da água é um importante instrumento previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco por, entre outros benefícios, revelar o atual estado das águas em uma bacia hidrográfica. A partir do monitoramento é possível obter índices que

auxiliam na avaliação da qualidade da água de um manancial e, em função disso, direcionar ações e instituir políticas públicas de controle e proteção dos recursos hídricos.

Por outro lado, a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade imposta aos órgãos

responsáveis pelo abastecimento público são excelentes instrumentos de controle da qualidade da água que será distribuída à população. O monitoramento constante da água bruta pode auxiliar na escolha das técnicas e dispositivos/equipamentos de tratamento, bem como o tipo e o consumo eficiente de produtos químicos, contribuindo para uma gestão eficiente do sistema e uma constante melhoria na água a ser distribuída à população.

Com o estudo foi possível visualizar claramente a variação da qualidade da água, através do IQA e IET e perceber a importância do monitoramento e da obtenção desses índices para acompanhamento sistemático da qualidade da água bruta dos corpos hídricos. Contudo, percebeu-se que a correlação entre insumos e qualidade de água bruta vai além desses dois índices, visto que o consumo do cloro deve estar relacionado com outros fatores de operação do sistema (ETA), os quais não foram avaliados nessa pesquisa. Estudos como esse auxiliam os gestores na tomada de decisão, na escolha das melhores técnicas de tratamento e com menores dispêndios de tempo e capital investido.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao IFPE pela oportunidade da bolsa de iniciação científica. A COMPESA, CPRH e APAC pelos dados cedidos. A FACEPE pelo apoio financeiro ao projeto de Avaliação da qualidade da água do reservatório Jucazinho em função dos investimentos em obras de esgotamento sanitário em Toritama e Santa Cruz do Capibaribe e da abertura da válvula de descarga de fundo do manancial.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. Understanding incentives for clustered firms in Brazil to control pollution: The case of Toritama. In: *Upgrading Clusters and Small Enterprises in Developing Countries*. Brasília: IPEA, 2008. Cap. 6, p.107- 134.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos ó SPR; Brasília ó DF, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Índice de qualidades das águas. Portal da qualidade das águas, 2009. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>> Acesso em: 16 de abril 2016.

BARBOSA, I. M. B. R. Planejamento da operação de reservatório objetivando a melhoria da qualidade da água: estudo de caso no Agreste Pernambucano. Recife: Universidade Federal de Pernambuco- CTG- Departamento de Engenharia Civil, 2012. 138p. Tese doutorado.

BARBOSA, I. M. B. R.; CIRILO, J. A. (2012). Evolução do estado trófico do reservatório Jucazinho, Pernambuco. In: *XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Anais...* João Pessoa- PB.

BARBOSA, I. B. R; CIRILO, J. A. Contribuição média de fósforo em reservatório de abastecimento de água. Eng. Sanitária e Ambiental, V. 20, nº1, 39-46, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914/MS de 2011.

CETESB- ó COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 1975. Índice de qualidade das águas. (Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguasinteriores/documentos/indices/01.pdf> > Acesso em: Setembro/ 2015.

CETESB ó COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. 2010. Índice do estado trófico. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indic\\_e\\_iva\\_iet.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indic_e_iva_iet.asp)>. Acesso em: Outubro/ 2015.

DIAS, M. F. F. Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara ó SP. 2008. 66p.

- Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2008. Dissertação mestrado
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3ª. Ed. Editora Interciência, 2011. Rio de Janeiro-RJ. 826 p.
- FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, v. 4, n.1, p. 132 - 141,2009.
- GARJULLI, R. Os Recursos Hídricos no Semiárido - Ciência e Cultura, Gestão das águas/ artigos - *Cienc. Cult.* vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003.
- GUIMARÃES, C. S. Avaliação dos custos operacionais em ETAs em função da qualidade de água captada no reservatório Jucazinho. Projeto de Iniciação Científica IFPE/ Recife, Recife, 2015.
- LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo : USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.
- LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª Edição. Campinas- SP. Editora Átomo, 2010. 494p.
- PERNAMBUCO. Agência de Regulação de Pernambuco- ARPE. Relatório da Audiência Pública nº 01/2014. Recife, 4 de fevereiro de 2014.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos ó SRHE. ProjetcBRLi. Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio do Capibaribe. TOMO I (vol 1, 2 e 3) e TOMO IV. Recife, 2010.
- PORTELLA, F. H.; ALBUQUERQUE, N. L. Reservatório de Jucazinho (Pernambuco-Brasil), pertencente à bacia do rio Capibaribe. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Anais... Campo Grande- MS, 26 de Novembro de 2009.
- SANTOS, E. O.; BRAYNER, F. M. M.; FLORÊNCIO, L. Estudos das características dos efluentes gerados em lavandeias/tinturarias de jeans na cidade de Toritama- Pernambuco. In: *XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2003, Joinville/SC. Anais... Setembro. 2003.
- SANTOS, E. O. Caracterização, biodegradabilidade e tratabilidade do efluente de uma lavanderia industrial. 136p. Universidade Federal de Pernambuco- CTG- Departamento de Engenharia Civil, Recife, 2006. Dissertação mestrado.
- SILVA, A. L. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Revista Acta Amazonica*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia INPA. Volume 38, pág. 735-742, 2008.
- VIDAL, T. F.; NETO, J. C. (2014). Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18 (4), 402-407.