

## **ESTUDO DA SALINIDADE DAS ÁGUAS DAS CISTERNAS PROVENIENTES DOS AÇUDES EPITÁCIO PESSOA E ARAÇAGI - PB**

Haila Nayara Rodopiano Chaves (1); Wênia Karla Pereira de Almeida (2); Marina Nogueira Cornélio (3); Vinicius Novo da Silva (4); Samara Teixeira Pereira (5)

*(1) Faculdade Internacional da Paraíba - FPB, e-mail: h.nayarachaves@gmail.com; (2) Faculdade Internacional da Paraíba - FPB, e-mail: weniakarlapa@gmail.com; (3) Faculdade Internacional da Paraíba - FPB, e-mail: marinanogueira.eng@gmail.com; (4) Faculdade Internacional da Paraíba - FPB, e-mail: viniciusnovo.enge@gmail.com; (5) Faculdade Internacional da Paraíba - FPB, e-mail: samaraeng.amb@gmail.com*

**Resumo:** Mesmo a água sendo um recurso essencial para sobrevivência e manutenção dos ecossistemas, existem regiões que sofrem diretamente com a escassez hídrica, principalmente o semiárido brasileiro. Como alternativa para mitigar essa problemática, muitas famílias paraibanas recorrem à construção de cisternas e fazendo seu abastecimento através das águas dos açudes Epitácio Pessoa e Araçagi, que são transportadas por carros pipa até suas residências. Para auxiliar o abastecimento da água, na região do semiárido paraibano, a transposição do Rio São Francisco visa aumentar o fluxo da água nessa região. Além da escassez, têm-se às características do solo cristalino e a baixa pluviosidade que resulta numa água com teor de salinidade significativo. Diante disto, o trabalho objetiva analisar este grau de salinidade das águas provenientes dos açudes que são armazenadas em cisternas localizadas na região do Cariri Oriental da Paraíba, a fim de enquadrá-las na resolução CONAMA 357/2005, além de comparar o teor de salinidade antes e depois do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco no açude Epitácio Pessoa. Com base na média aritmética dos dados obtidos foi possível verificar que as águas das cisternas encontram-se classificadas como água salobra. Tão logo, mesmo as águas estando classificadas como salobras, é imprescindível que a mesma seja utilizada para abastecimento humano, após tratamento adequado, devido às condições meteorológicas e a indisponibilidade hídrica da região.

**Palavras-chave:** Cisternas, Açudes, Salinidade, Transposição do Rio São Francisco.

### **1. INTRODUÇÃO:**

É de entendimento comum a importância da água para a sobrevivência dos seres vivos, bem como do quanto este bem é imprescindível para o desenvolvimento de atividades econômicas como a agricultura, a pecuária e o funcionamento de indústrias.

Entretanto, o acesso a este recurso em quantidade e qualidade satisfatórias ainda é um desafio em inúmeras comunidades e municípios do país, especialmente no semiárido brasileiro onde, em períodos de longa estiagem, a população por muitas vezes se vê obrigada a percorrer grandes distâncias para conseguir água que nem sempre é de boa qualidade. De acordo com a Resolução N° 107 de 2017 da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) o semiárido brasileiro possui precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, índice de aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Ao mesmo tempo em que o semiárido é a segunda região mais populosa do território brasileiro, abrangendo 1262 municípios, essa região dispõe do menor potencial dos recursos hídricos (SUDENE, 2017). Estão inseridos no semiárido os municípios dos estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Alagoas, Bahia, Sergipe e Minas Gerais, sendo que a metodologia adotada para a inserção desses municípios no semiárido brasileiro é o atendimento de ao menos dois dos critérios supracitados.

Além dos longos períodos de estiagem, associados a grande variabilidade espacial e temporal das chuvas, seu alto nível de evaporação e sua geologia de solo cristalino, limita a formação de aquíferos no semiárido. Desta forma, os barramentos para captação da água escoada superficialmente são a principal garantia hídrica da região (ALMEIDA; FARIAS, 2012). No que se refere ao solo, é válido evidenciar que uma porção significativa apresenta um alto teor de sais, que podem interferir na qualidade da água.

Segundo Pereira *et al* (2006) o problema da qualidade de água vem se tornando cada vez mais recorrente em reservatórios de água no semiárido, e que vem impossibilitando o uso destes para o abastecimento humano. Os autores ainda destacam a salinidade como um ponto de atenção, tendo em vista a alta taxa de evaporação da região semiárida, podendo resultar em um processo de salinização das águas de abastecimento, impossibilitando não só o seu consumo para o abastecimento público e dessedentação de animais, como também seu uso na agricultura.

Tendo em vista tais adversidades encontradas nesta região, diversos projetos são criados e algumas ideias antigas são revistas com intuito de amenizar a situação. Dentre os projetos antigos que foram revisados e implantados pode-se destacar o projeto de transposição do Rio São Francisco devido a grande repercussão que o mesmo gerou. O objetivo geral da transposição é beneficiar cerca 12 milhões de habitantes de pequenas, médias e grandes cidades da região semiárida dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (CASTRO, 2009).

Entretanto um projeto de tal porte ocasiona diversas alterações nos ecossistemas regionais, de acordo com KHRAN *et al* (2007) olhar a transposição sob a ótica da sustentabilidade significa integrar sistematicamente os efeitos e os impactos das bacias doadoras e receptoras, com todas as implicações, tendo em vista não apenas os benefícios bem como as restrições e impedimentos.

A alteração da qualidade da água nos pontos receptores é uma questão complexa pois com a junção de águas de bacias hidrográficas distintas, têm-se a combinação de diferentes

propriedades físico-químicas, onde esta união originará uma terceira propriedade físico-química para o corpo hídrico. Dito isto, é pertinente salientar a importância de analisar e monitorar estes parâmetros com intuito de avaliar constantemente a qualidade da água que será fornecida para sociedade do entorno.

Com base no exposto, o presente trabalho tem por objetivo a análise da salinidade da água de açudes armazenadas em cisternas na região do Cariri Oriental do Estado da Paraíba e comparar os resultados de antes e depois do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco a fim de enquadrá-las na resolução CONAMA 357/2005, verificando as possíveis alterações.

## **2. METODOLOGIA:**

### **2.1 Caracterização da área de estudo**

#### **2.1.1 Barra de Santana**

O município Barra de Santana faz parte da região metropolitana de Campina Grande, e localiza-se na microrregião do Cariri Oriental, a uma distância aproximada de 151 km da capital Paraibana, João Pessoa. Seu território limita-se com os municípios de Alcantil, Boqueirão, Caturité, Queimadas, Gado Bravo, Riacho de Santo Antônio e Santa Cecília.

A pluviosidade no ano de 2017 de acordo com a AESA foi de apenas 160,5 mm, tendo em vista que a área é marcada pela seca. O município conta com 8.206 habitantes de acordo com último censo feito pelo IBGE em 2010, onde projeta-se para 2018 que haja 8.249 habitantes (Figura 2).

#### **2.1.2 Boqueirão**

O município de Boqueirão possui cerca de 17.751 habitantes conforme projetado pelo IBGE para 2018. Localizado na microrregião do Cariri Oriental, o município está a aproximadamente 165 km de João Pessoa e limita-se com os municípios de Barra de Santana, Boa Vista, Cabaceiras e Caturité, Riacho de Santo Antônio e Barra de São Miguel.

Boqueirão possui um clima caracterizado por Tropical chuvoso com verão seco, e de acordo com a AESA, no ano de 2017 sua pluviosidade foi de 392,3 mm. A vegetação predominante é composta por florestas subcaducifólica e caducifólica (Figura 2).

### 2.1.3 Caturité

O município de Caturité também está localizado na microrregião do Cariri Oriental e fica a aproximadamente 160 km da capital Paraibana, limitando-se com os municípios de Barra de Santana, Boa Vista, Boqueirão, Campina Grande e Queimadas. Possui uma população estimada pelo IBGE para o ano de 2018 de 4.807 habitantes.

A AESA no ano de 2017 aponta que sua pluviosidade foi de 416,7 mm. A vegetação típica da região é a Caatinga, caracterizada pela sua resistência a lugares com baixa disponibilidade hídrica (Figura 2).

### 2.1.4 Açude Araçagi

Classificado como o quinto maior reservatório Paraibano, a barragem de Araçagi (Figura 01), localizada no município de Araçagi, teve o término de sua construção em 2002 e contou com investimentos do governo Estadual e Federal equivalentes a 13 milhões de reais. Ressalta-se que o açude beneficia vários outros municípios, sendo que sua maioria se encontra na Microrregião do Seridó Oriental Paraibano (SILVA, 2016).

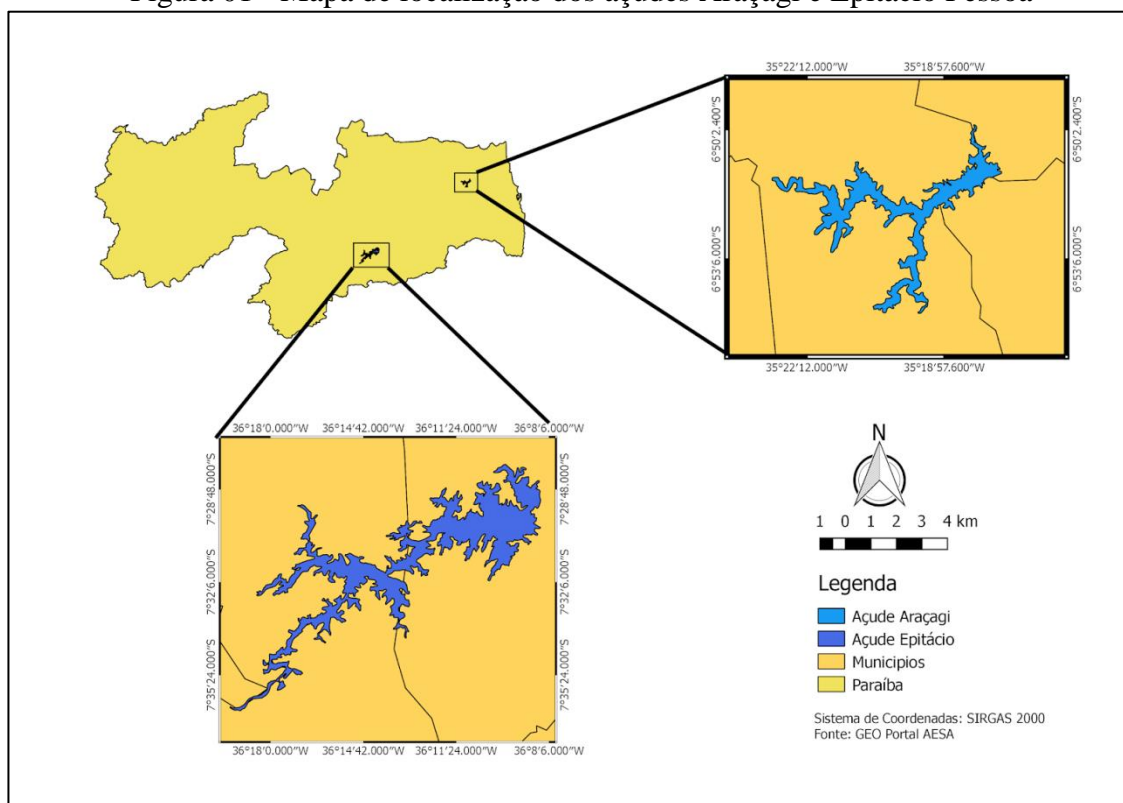
O referido açude está situado na bacia hidrográfica do Rio Mamanguape e possui capacidade de 63.289.037 m<sup>3</sup> de acumulação máxima, onde ao longo dos 10 últimos anos sua disponibilidade hídrica foi superior a 40.000.00 m<sup>3</sup> (SILVA, 2016).

### 2.1.5 Açude Epitácio Pessoa

Conhecido como Açude Boqueirão, o Açude Epitácio Pessoa (Figura 01) foi construído entre 1951 a 1956 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, tendo como fundamental objetivo abastecer o município de Campina Grande, além de outras cidades no entorno, e perenizar o Rio Paraíba (JOVINO, 2016).

Localizado no Alto Curso do Rio Paraíba, o açude possui capacidade máxima de 441.686.287 m<sup>3</sup>, contudo ao longo dos últimos 10 anos, de acordo com os dados da AESA, é notório que há um declínio no acúmulo de água e no ano de 2017 o volume estava inferior 50.000.000 m<sup>3</sup>.

Figura 01 - Mapa de localização dos açudes Araçagi e Epitácio Pessoa



Fonte: Autores (2018).

Com ajuda de Organizações Não Governamentais (ONGs), sindicatos rurais e visitas *in loco*, foi possível identificar e selecionar estrategicamente famílias que utilizavam cisternas para consumo humano, onde a água originava-se de açudes, transportadas por carros pipa. Ressalta-se que água das cisternas deveriam possuir apenas uma origem, impossibilitando assim, a mistura de água da chuva com água de açude.

Baseando-se nestes critérios e na logística mencionada, além de ser considerada a indisponibilidade no sistema de abastecimento de água, foram selecionadas 06 cisternas de concreto localizadas entre os municípios de Barra de Santana, Boqueirão e Caturité, localizados no semiárido (Tabela 01 e Figura 02).

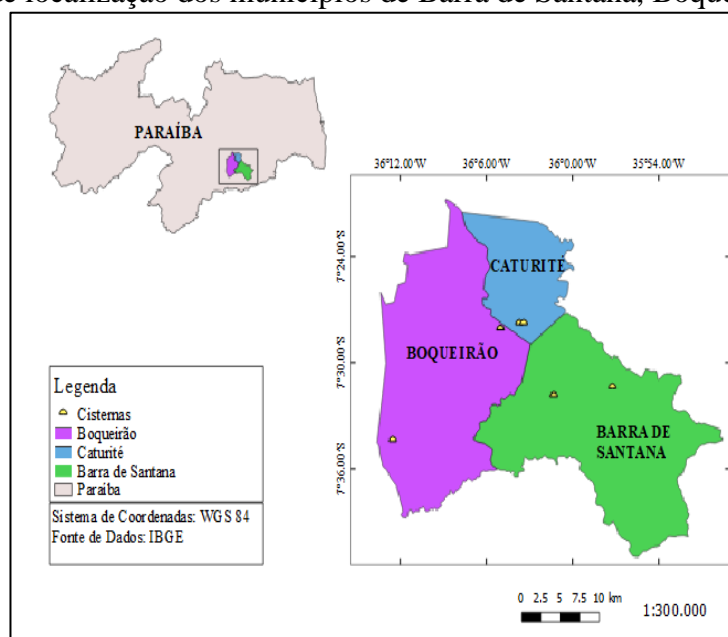
As cisternas definidas eram abastecidas por água de açude, e foram identificadas pelas seguintes siglas: Caturité: C1 e C2; Boqueirão: C3 e C4; Barra de Santana: C5 e C6.

Tabela 01: Identificação das cisternas analisadas

Cisternas	Origem da água	Forma de retirada da água	Localização
C1	Açude Epitácio Pessoa	Balde	Sítio Pedra D'Água, Caturité
C2	Açude Epitácio Pessoa	Balde	Sítio Pedra D'Água, Caturité
C3	Açude Epitácio Pessoa	Balde	Sítio Tatu, Boqueirão
C4	Açude Epitácio Pessoa	Balde	Sítio Ramada, Boqueirão
C5	Açude Araçagi	Balde	Sítio Pedra Azul, Barra de Santana
C6	Açude Araçagi	Balde	Comunidade Malugu, Barra de Santana

Fonte: Autores (2018).

Figura 02 - Mapa de localização dos municípios de Barra de Santana, Boqueirão e Caturité



Fonte: Autores (2018).

As coletas das amostras foram feitas diretamente das cisternas, mensalmente, no período entre fevereiro de 2017 a julho de 2017 (TABELA 02). A água era coletada a partir dos próprios recipientes utilizados pelas famílias para captação, nos quais eram baldes plásticos.

Tabela 02: Data de coletas

Coleta	Data
1	01/02/2017
2	06/03/2017
3	03/04/2017
4	22/05/2017
5	26/06/2017
6	17/07/2017

Fonte: Autores (2018).

Com auxílio da sonda multiparâmetros HANNA ® modelo HI 9829 foi possível realizar *in loco* a leitura direta da salinidade da água das cisternas (Figura 3).

Figura 3 - Sonda multiparâmetros HANNA ® modelo HI 9829.



Fonte: Autores (2018).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com base nas coletas dos dados realizadas no período de seis meses, entre fevereiro e julho, foi realizada a média aritmética dos valores encontrados para salinidade, conforme mostra a Tabela 03.

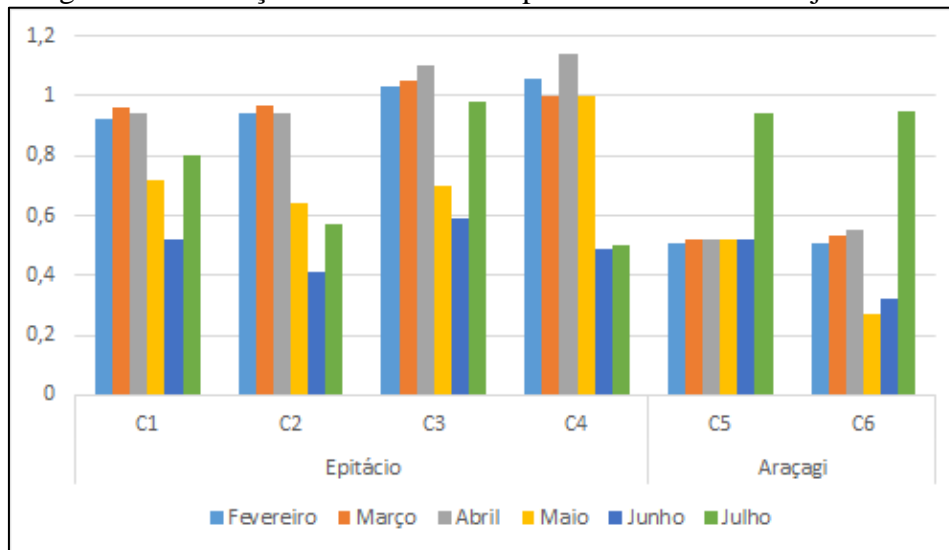
Tabela 03: Dados de salinidade coletados no período de fevereiro à julho.

Meses	Cisternas com água de carro pipa					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<b>Fevereiro</b>	0,92	0,94	1,03	1,06	0,51	0,51
<b>Março</b>	0,96	0,97	1,05	1	0,52	0,53
<b>Abril</b>	0,94	0,94	1,1	1,14	0,52	0,55
<b>Mai</b>	0,72	0,64	0,7	1	0,52	0,27
<b>Junho</b>	0,52	0,41	0,59	0,49	0,52	0,32
<b>Julho</b>	0,8	0,57	0,98	0,5	0,94	0,95
<b>MÉDIA</b>	<b>0.81</b>	<b>0.75</b>	<b>0.91</b>	<b>0.87</b>	<b>0.59</b>	<b>0.52</b>

Fonte: Autores (2018).

Para analisar os dados de salinidade, gerou-se um gráfico (Figuras 04 e 05) para melhor entendimento e comparação dos resultados, a fim de verificar o grau de salinidade das águas armazenadas em cisternas e transportadas em carros pipa.

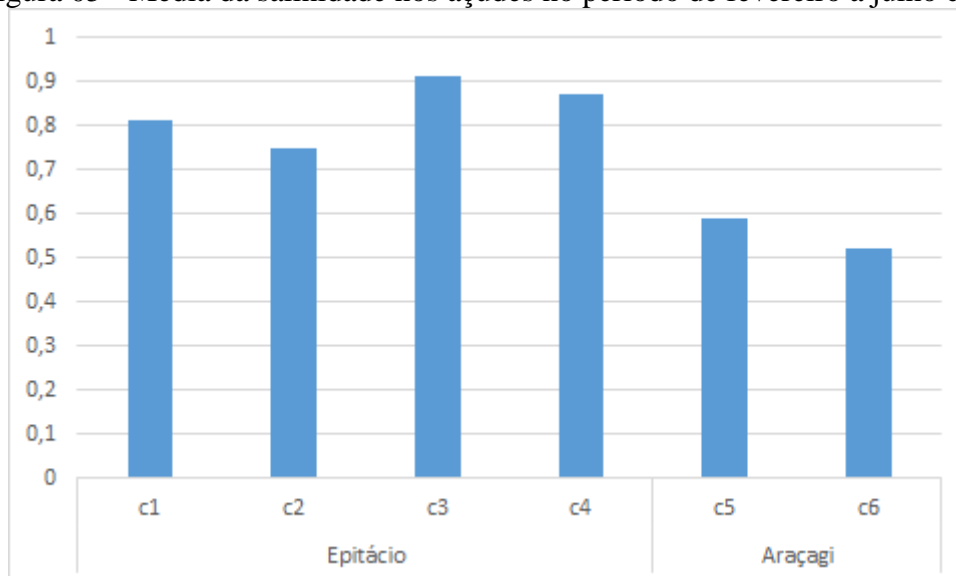
Figura 04 - Variação da salinidade no período de fevereiro a julho de 2017.



Fonte: Autores (2018).



Figura 05 - Média da salinidade nos açudes no período de fevereiro a julho de 2017.



Fonte: Autores (2018).

De acordo com a figura 04, é possível observar que a água proveniente dos açudes possui uma concentração de sais, com isso, é possível classificar em água salobra de acordo com a CONAMA 357/2005, sendo assim, considerada adequada para consumo após tratamento.

Como dito anteriormente, os solos do semiárido tem característica de serem cristalinos e conseqüentemente a água dos açudes é rica em sais, acentuando-se ainda mais pela alta taxa de evaporação da região. Isso explica a maior taxa de salinidade das águas oriundas dos açudes.

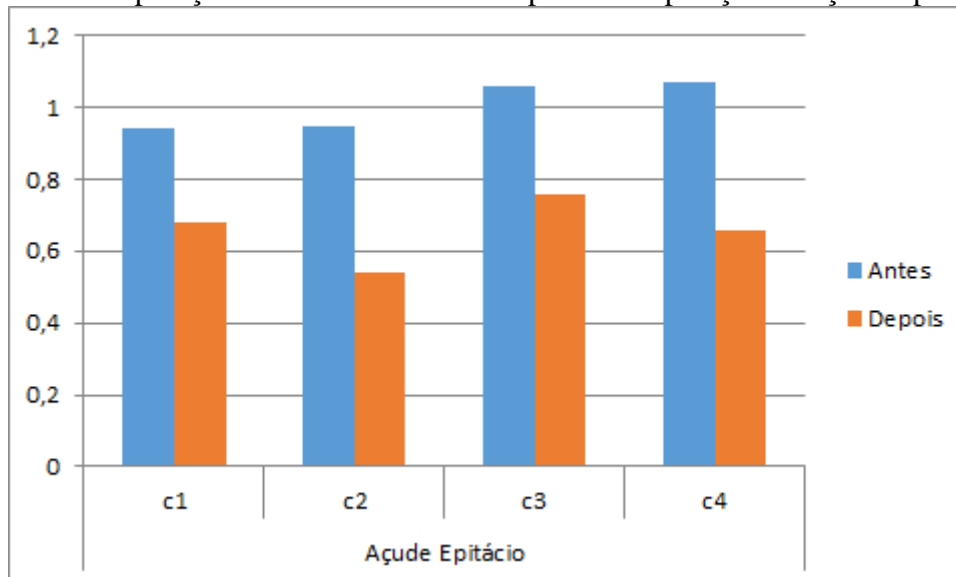
Considerando que durante as coletas, houve o abastecimento do açude Epitácio Pessoa através da transposição do Rio São Francisco, foi possível realizar uma análise comparativa com a média aritmética três meses antes da transposição, nos meses de fevereiro, março e abril, e três meses após, em maio, junho e julho (Tabela 04 e Figura 06).

Tabela 04: Média aritmética da salinidade antes e depois da transposição no açude Epitácio Pessoa.

Transposição do Rio São Francisco	Cisternas com água de carro pipa do Açude Epitácio Pessoa			
	c1	c2	c3	c4
Média - Antes	0.94	0.95	1.06	1.07
Média - Depois	0.68	0.54	0.76	0.66

Fonte: Autores (2018).

Figura 06: Comparação da salinidade antes e após a transposição no açude Epitácio Pessoa.



Fonte: Autores (2018).

Nota-se que os pontos C1, C2, C3 e C4, abastecidos pelo açude Epitácio Pessoa apresenta uma maior variação na salinidade após a transposição, isto pode se dar devido às características da água transposta que podem aumentar a solubilidade dos sais, diminuindo assim sua respectiva concentração.

#### 4. CONCLUSÃO

Mediante os dados coletados e análise dos gráficos, conclui-se que devido a indisponibilidade hídrica e a escassez de chuvas no semiárido, a alternativa de abastecimento de água pelos açudes se faz viável, mesmo estando enquadrada como salobra, de acordo com a CONAMA 357/2005, devido a quantidade de sais, que varia entre 0,27 a 1,14 psu, sendo própria para consumo após tratamento adequado.

Outra questão pertinente, é a importância da transposição do Rio São Francisco, no qual auxilia o abastecimento do açude, por proporcionar uma disponibilidade hídrica maior atendendo mais famílias da região semiárida. Além disto, a quantidade transposta tende a diluir ainda mais a concentração de sais existente no açude, melhorando o teor de salinidade da água. Possivelmente, ocorrerá o mesmo fenômeno no açude Araçagi tendo em vista que o mesmo está abarcado para receber as águas da transposição do rio.

## REFERÊNCIAS:

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2017. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: setembro de 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: setembro 2018.

BRASIL. Ministério de Minas E Energia – MME. Projeto de cadastro de abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba – Diagnóstico do Município de Boqueirão. 2005.

BRASIL. SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em: agosto de 2018.

BRASIL. SUDENE. Resolução N° 107 de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência, Recife, PE. 2017. Disponível em <<http://sudene.gov.br/images/2017/arquivos/Resolucao-107-2017.pdf>> Acesso em 20 ago. 2018

CASTRO, C. N. Transposição do rio São Francisco. Boletim regional, urbano e ambiental. p. 71-75, 2007.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: setembro de 2018.

JOVINO, J. K. O. A crise hídrica e o colapso do abastecimento de água em Campina Grande/PB. 2016. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

KHRAN, F. S; MACIEL, S; DOURADO, T. M. Transposição de águas e bacias: Aspectos teóricos e conceituais. In: SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO, Universidade Federal do Tocantins, 2007. 49 p. Disponível em: <[http://download.uft.edu.br/?d=8ca1e1d9-0b15-486c-bd4d-87716412ada1:transposicao\\_de\\_aguas.pdf](http://download.uft.edu.br/?d=8ca1e1d9-0b15-486c-bd4d-87716412ada1:transposicao_de_aguas.pdf)>.

MARTINS, V. M.; MELO, J. A. B. Análise do uso/ocupação do solo em Serrario, Caturité, PB, como subsídio à gestão territorial. Caminhos da Geografia, Uberlândia v. 12, n. 40, p. 1 – 11, dez. 2011.

PEREIRA, L.; SANTIAGO, M. M. F.; FRISCKORN, H.; ARAÚJO, J. C.; LIMA, J. O. G. A salinidade das águas superficiais e subterrâneas na Bacia da Gameleira, Município de Aiuaba/CE. *Águas Subterrâneas* 2006, 20, 9.

SANTOS, J.S.; OLIVEIRA, E.; MASSARO S. Avaliação da salinização de açudes no semi-árido brasileiro por ICPAES. *Química Nova*. 2000 Fev;23(4):453-456.

SILVA, R. S. de. Impactos socioeconômicos decorrentes da construção da barragem de Araçagi/PB. 2016. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)- Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2017.